ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ

SHIPBUILDING & MARINE INFRASTRUCTURE
СУДОСТРОЕНИЕ И МОРСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

СУДОХОДСТВО SHIPPING

Науково-дослідна частина
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова

Просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
Тел.: (0512) 70-91-04; http://conference.nuos.edu.ua
e-mail: conference@nuos.edu.ua

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ XV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ імені адмірала Макарова

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

XV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

26-27 вересня 2024 року

Миколаїв ■ 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XV Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

26–27 вересня 2024 рік

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9

ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА
2024

УДК 001.895:629.5
І-66

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство освіти і науки України, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України; ДП «Адміністрація морських портів» (Україна); ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (Україна); Південний науковий центр НАН України і МОН України (Україна); Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Миколаївській області (Україна); Національний університет «Одеська національна академія» (Україна); Одеський національний морський університет (Україна); Черкаський державний технологічний університет (Україна); Національний авіаційний університет (Україна); Компанія «АМІКО ГРУПП» (Україна); Морське інженерне бюро (Україна); АТ «Завод «Екватор» (Україна); Асоціація ветеранів Військово-морських сил України (Україна); Харбінський інженерний університет (КНР); Університет науки і технологій Цзянсу (КНР); Таджикський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикістан); Кошалінський технічний університет, ректор (Польща); Гданьський технологічний університет (Польща); Празький університет хімії і технології (Чеська республіка); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія); ДУ Національний антарктичний науковий центр.

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ

ТОВ «Видавничий дім «Гельветика»; науковий журнал «Shipbuilding & marine infrastructure»; журнал «Судноплавство»

Відповідальний за випуск
Павлов Геннадій Вікторович

Редакційна колегія не несе відповідальність за достовірність наведених даних та посилань. Матеріали публікуються в авторській редакції

Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XV Міжнародна науково-технічна І-66 конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2024. – 1032 с.

ISBN 978-966-321-473-3

У збірнику наведені матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 001.895:629.5

© Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2024

ISBN 978-966-321-473-3

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

УДК 629

СТОХАСТИЧНА ТЕОРІЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЄКТУВАННЯ СУДЕН ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

Нєкрасов В.О.
доктор технічних наук, професор,
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна
valery.nekrasov@nuos.edu.ua

Анотація: Всі операції, які здійснюються при створенні і експлуатації суден та їх флотів, мають випадковий характер. Тому запропонований варіант концептуального проєктування зазначених об'єктів збудовано на основі використанні методів теорії випадкових функцій. Дві основні цілі проєктування – забезпечення корисності та безпеки майбутньої експлуатації – вперше представлено комплексами ймовірнісних показників ефективності та надійності. Для визначення показників запропоновано спеціальні методи побудови та розв'язання задач функціонування суден у стохастичних середовищах існування, а також оптимізаційних задач вибору їх основних елементів та характеристик. Наведено приклади розв'язання задач розробленої стохастичної теорії концептуального проєктування суден та їх флотів.

Ключові слова: судно, флот, стохастичне концептуальне проєктування, задачі стохастичного функціонування, ймовірнісні показники ефективності та надійності, задачі оптимізації основних елементів та характеристик.

Основні складові теорії. Стохастичну теорію концептуального проєктування суден та їх флотів передбачено використовувати на початкових етапах проєктування. Її мета – забезпечити адаптацію функціонування цих об'єктів до стохастичних умов існування вже на первинних стадіях проєктування, максимізацію на цій основі ефективності та безпеки їх майбутньої експлуатації. Тому запропонована теорія концептуального проєктування використовує весь арсенал теорії ймовірностей – випадкові події, величини та функції. За допомогою методів теорії ймовірності аналізуються основні функціональні операції створення та експлуатації суден, будуються та розв'язуються задачі їх функціонування, визначаються результати функціонування – показники технічної і економічної ефективності та надійності. Для визначення цих показників використовуються спеціальні методи економічної теорії та теорії надійності [1–3]. Для пошуку екстремальних значень комплексних показників ефективності та надійності [4–18] формулюється оптимізаційні задачі, в яких показники являються цільовими функціями, головні розмірі та характеристики суден і флотів – незалежними змінними, а особливості їх експлуатації – тривіальними та функціональними обмеженнями оптимізаційних

задач. Розв'язання цих задач здійснюється методами нелінійного програмування, що забезпечує досягнення необхідного рівня ефективності та надійності проєктованих об'єктів [18].

Задачі функціонування. Залежно від типу функціональних операцій на етапах виробництва суден та їх цільового використання введено напрямки продукт-орієнтованого та систем-орієнтованого проєктування [16].

Особливу увагу приділено побудові віртуальних просторів функціональних операцій, пов'язаних із продукт- та системорієнтованим проєктуванням, математичному моделюванню функціональних операцій та перетворенню ймовірнісних характеристик операцій з використанням методів теорії випадкових подій, випадкових величин і Марковських випадкові функцій. На цій основі розроблено методи створення математичних моделей інженерно-технічних і морехідних властивостей суден, побудови і вирішення основних проблем їх функціонування, визначення комплексних показників ефективності та надійності. При цьому значення показників ефективності та надійності визначено шляхом занурення моделей суден або їх флотів в віртуальні простори функціонування та проведення численних випробувань результатів функціонування по всій сукупності функціональних операцій [4–21].

У зв'язку з тим, що характеристиками виходу з таких випробувань є імовірнісні характеристики ефективності та надійності, пошук екстремальних значень імовірнісних характеристик здійснюється шляхом поетапного занурення моделей морських об'єктів, що розглядаються, у віртуальні простори їх існування. зі зміною основних розмірів та характеристик об'єкта на кожному етапі занурення.

Для визначення оптимальних характеристик об'єктів для розглянутої сукупності умов їх створення та експлуатації використано відомі методи нелінійного програмування, які утворили методи складання та розв'язування оптимізаційних задач вибору основних розмірів і характеристик суден та їх флотів.

Показники ефективності та надійності. Існуючі дані світової статистики свідчать про велику варіабельність і слабку передбачуваність цін на матеріали та обладнання, що використовуються в суднобудуванні та експлуатації суден. Також велику варіабельність і слабку передбачуваність мають умові та результати створення і функціонування суден. Тому вважається доцільним, що на першому етапі життєвого циклу судна, тобто етапі його виробництва, показниками ефективності судна повинні бути такі інтегральні характеристиками його ефективності та надійності, які відображають чисту поточну вартість та ймовірність її реалізації. Найпростіші представлення таких комплексних показників мають вигляд [18]:

$$OF_1 = \sum_{l=1}^{L} P_{Il}(\overline{I_l} - \overline{E_l}) - \overline{B}; \quad (1)$$

$$OF_2 = \left(\sum_{l=1}^{L}(\overline{E_l}) + \overline{B})\right) / \left(\prod_{i=1}^{I} P_i\right), \quad (2)$$

де P_{Il} – ймовірність отримання доходу; $\overline{I_l}$ та $\overline{E_l}$ – середній дохід і середня вартість l-го рейсу судна; $\overline{B} = \overline{E}_{creation}$ – середня вартість створення (проєктування та побудови) судна; $\prod_{i=1}^{I} P_i$ – ймовірність виконання судном сукупності I основних функціональних операцій.

У процесі пошуку оптимального проєктного рішення судна перший з індексів OF_1 максимізується, налаштовуючи це рішення на максимізацію прибутку, другий OF_2 – мінімізується для досягнення мінімальних витрат при виконанні судном комплексу основних функціональних операцій.

Аналогічні комплексні показники ефективності та надійності введено для вирішення проблем оптимізації складу флотів службово-допоміжних суден [19–21].

Задача оптимізації. Використовуючи наведені цільові функції, задачу пошуку оптимального конструктивного рішення рухомого морського об'єкта –судна або сукупності суден (флоту) сформульовано наступним чином [4–21]:

Знайти: $$OF\{\boldsymbol{U}, \boldsymbol{x}\} => \text{extr} \quad (3)$$

при: $$E_n(\boldsymbol{x}) \geq 0,\ n = 1,2,3; \quad (4)$$

$$F_k(\boldsymbol{x}) \geq [\mathrm{F_k}],\ k = 1,2,\ldots,K; \quad (5)$$

$$PC_l[P_t] \leq [\mathrm{PC_l}],\ l = 1,2,\ldots,L; \quad (6)$$

$$\boldsymbol{x} \leq \boldsymbol{x}_q,\ q = 1,2,\ldots,Q, \quad (7)$$

де $E_n(\mathrm{x}) \geq 0$ – обмеження, що забезпечують необхідний рівень ефективності функціонування мобільного морського або річкового об'єкта (обмеження плавучості та місткості, навантаження та міцності, навігаційної та інших функціональних підсистем – надання допомоги потерпілим у біді, пожежогасіння, ліквідації розливів нафти, радіолокаційного виявлення порушників водного простору, що охороняється, використання бортового озброєння, тощо);

$F_k(\boldsymbol{x}) \geq [\mathrm{F_k}]$ обмеження надійності, тобто показники ймовірності виконання функціональних операцій, пов'язаних із реалізацією таких морехідних якостей, як остійність, непотоплюваність, керованість, міцність і морехідність мобільного об'єкту та показники ймовірності роботи його основних функціональних підсистем;

$[\mathrm{F_k}]$ – нормативні значення цих показників, які регламентуються класифікаційними товариствами та військовими стандартами;

$PC_l\ [P_t] \leq [\mathrm{PC_l}]$ – функціональні обмеження фінансових ресурсів для проєктування, будівництва та експлуатації об'єкта, а також відшкодування заподіяної їм шкоди; $[\mathrm{PC_l}]$ – граничні величини цих коштів;

$\boldsymbol{U}$ – вектор параметрів зовнішнього середовища та інших умов задач функціонування;

$\boldsymbol{x}$ – вектор незалежних змінних (основних елементів судна або флоту суден).

Опис алгоритму розв'язання оптимізаційної задачі. Розв'язання задачі пошуку оптимального проєктного рішення виконується за схемою, наведеною на рис. 1.

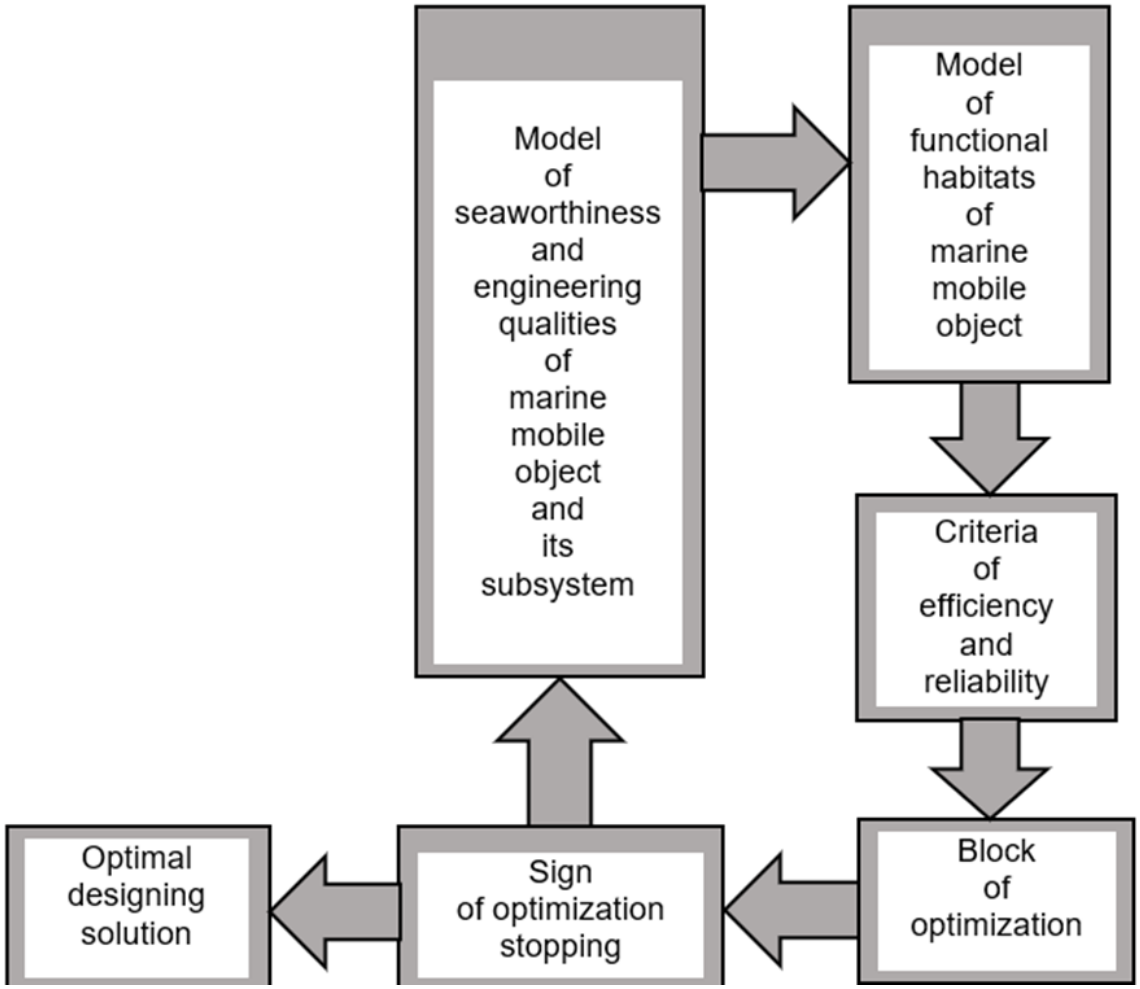


Рисунок 1 – Блок-схема пошуку оптимального проєктного рішення задачі синтезу морського рухомого об'єкта для визначених умов його експлуатації

Програма вибору оптимальних розмірів та характеристик балкеру

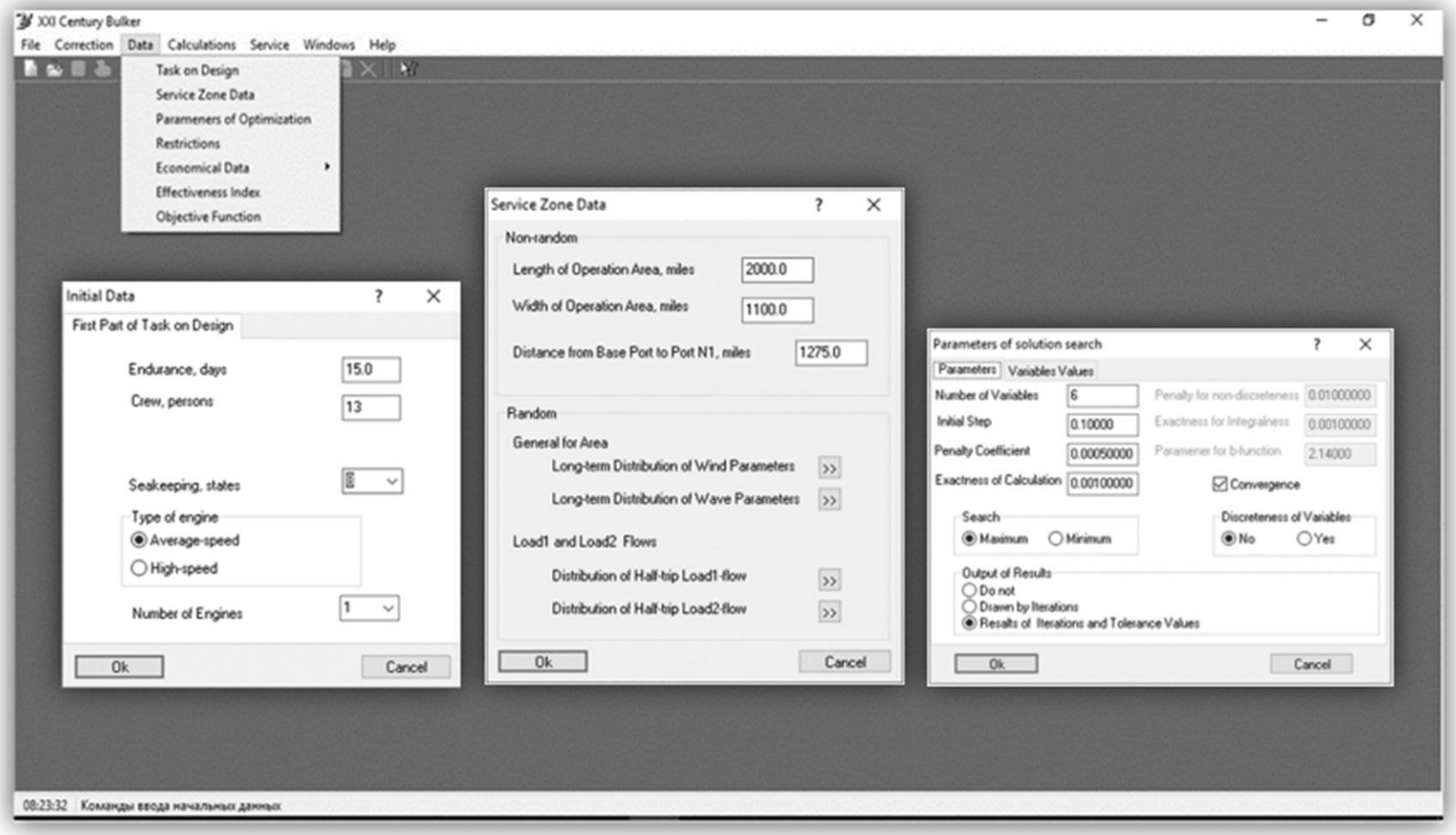


Рисунок 2 – Головне вікно програми, вікна завдання на проєктування, параметри району експлуатації судна та його навантаження, параметри алгоритму оптимізаційної задачі

Програма вибору оптимальних розмірів та характеристик балкеру

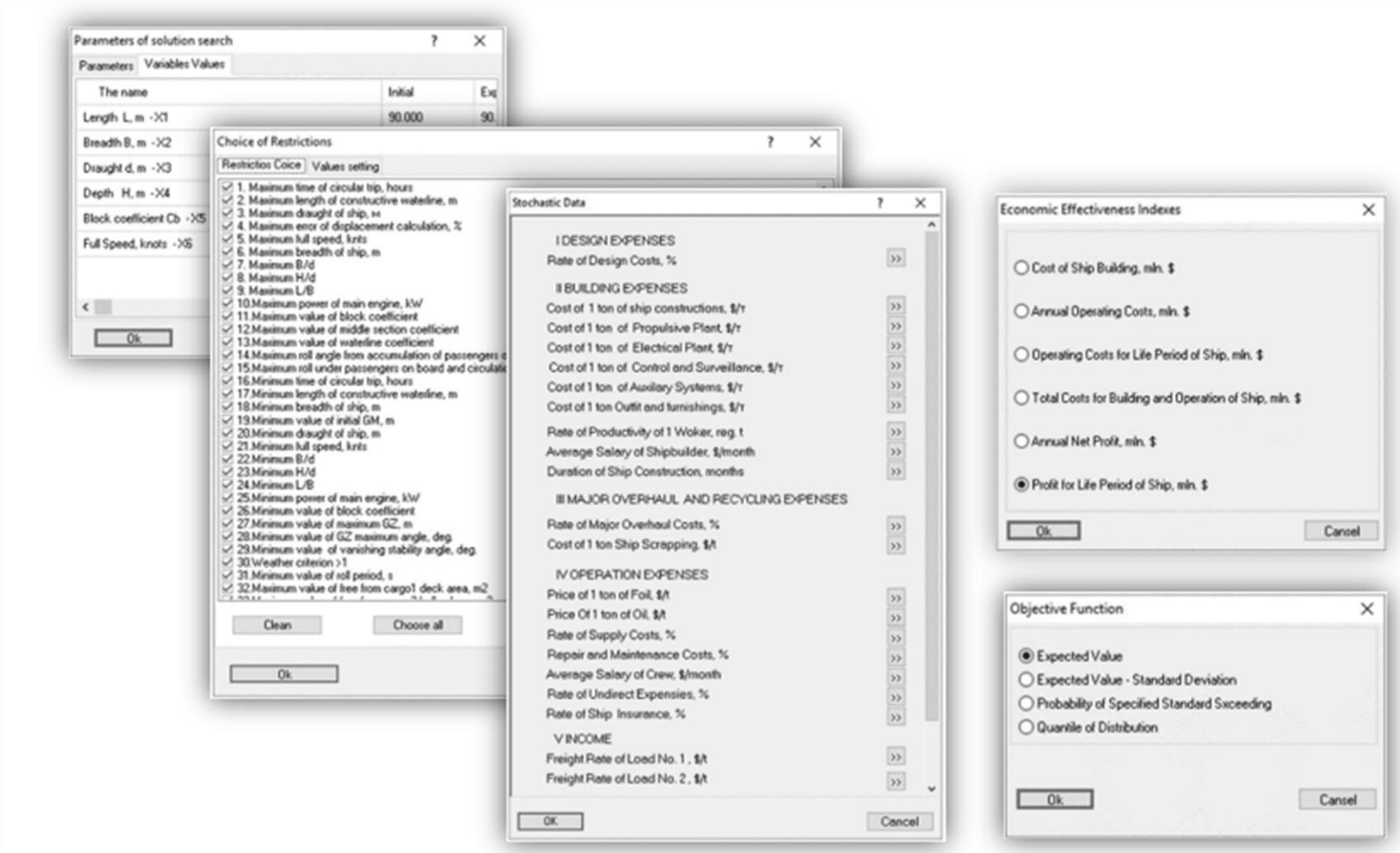
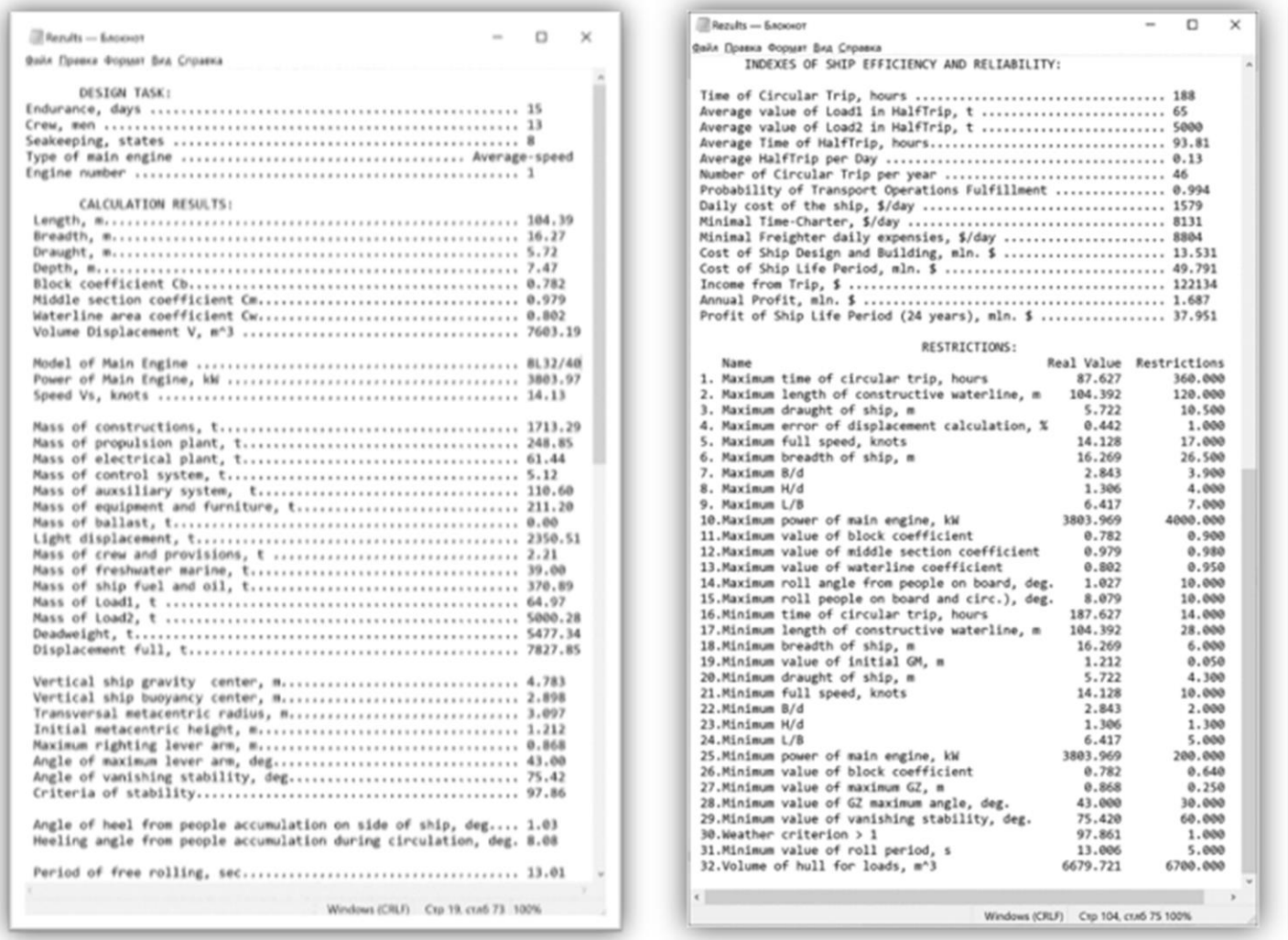


Рисунок 3 – Вікна незалежних змінних і обмежень оптимізаційної задачі, її вихідні стохастичні дані та показники ефективності і надійності

Приклад результату роботи програми при виборі оптимальних розмірів та характеристик балкера



Results — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
      DESIGN TASK:
Endurance, days ..................................................... 15
Crew, men ........................................................... 13
Seakeeping, states .................................................. 8
Type of main engine ..................................... Average-speed
Engine number ....................................................... 1

      CALCULATION RESULTS:
 Length, m.......................................................... 184.39
 Breadth, m......................................................... 16.27
 Draught, m......................................................... 5.72
 Depth, m........................................................... 7.47
 Block coefficient Cb............................................... 0.782
 Middle section coefficient Cm...................................... 0.979
 Waterline area coefficient Cw...................................... 0.802
 Volume Displacement V, m^3 ....................................... 7603.19

 Model of Main Engine ............................................. 8L32/40
 Power of Main Engine, kW ......................................... 3803.97
 Speed Vs, knots ................................................... 14.13

 Mass of constructions, t.......................................... 1713.29
 Mass of propulsion plant, t....................................... 248.85
 Mass of electrical plant, t....................................... 61.44
 Mass of control system, t........................................ 5.12
 Mass of auxsiliary system,  t.................................... 110.60
 Mass of equipment and furniture, t.............................. 211.20
 Mass of ballast, t.............................................. 0.00
 Light displacement, t........................................... 2350.51
 Mass of crew and provisions, t ................................. 2.21
 Mass of freshwater marine, t.................................... 39.00
 Mass of ship fuel and oil, t.................................... 370.89
 Mass of Load1, t ............................................... 64.97
 Mass of Load2, t ............................................... 5000.28
 Deadweight, t.................................................. 5477.34
 Displacement full, t........................................... 7827.85

 Vertical ship gravity  center, m................................ 4.783
 Vertical ship buoyancy center, m................................ 2.898
 Transversal metacentric radius, m.............................. 3.097
 Initial metacentric height, m.................................. 1.212
 Maximum righting lever arm, m.................................. 0.868
 Angle of maximum lever arm, deg................................ 43.00
 Angle of vanishing stability, deg.............................. 75.42
 Criteria of stability.......................................... 97.86

 Angle of heel from people accumulation on side of ship, deg.... 1.03
 Heeling angle from people accumulation during circulation, deg. 8.08

 Period of free rolling, sec..................................... 13.01
```

Windows (CRLF) Стр 19, стлб 73 100%

Results — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
      INDEXES OF SHIP EFFICIENCY AND RELIABILITY:

 Time of Circular Trip, hours ..................................... 188
 Average value of Load1 in HalfTrip, t ............................ 65
 Average value of Load2 in HalfTrip, t ............................ 5000
 Average Time of HalfTrip, hours................................... 93.81
 Average HalfTrip per Day ......................................... 0.13
 Number of Circular Trip per year ................................. 46
 Probability of Transport Operations Fulfillment .................. 0.994
 Daily cost of the ship, $/day .................................... 1579
 Minimal Time-Charter, $/day ...................................... 8131
 Minimal Freighter daily expensies, $/day ......................... 8804
 Cost of Ship Design and Building, mln. $ ......................... 13.531
 Cost of Ship Life Period, mln. $ ................................. 49.791
 Income from Trip, $ ............................................. 122134
 Annual Profit, mln. $ ........................................... 1.687
 Profit of Ship Life Period (24 years), mln. $ .................... 37.951

                          RESTRICTIONS:
   Name                                          Real Value  Restrictions
1. Maximum time of circular trip, hours            87.627       360.000
2. Maximum length of constructive waterline, m    104.392       120.000
3. Maximum draught of ship, m                       5.722        10.500
4. Maximum error of displacement calculation, %     0.442         1.000
5. Maximum full speed, knots                       14.128        17.000
6. Maximum breadth of ship, m                      16.269        26.500
7. Maximum B/d                                      2.843         3.900
8. Maximum H/d                                      1.306         4.000
9. Maximum L/B                                      6.417         7.000
10.Maximum power of main engine, kW              3803.969      4000.000
11.Maximum value of block coefficient               0.782         0.900
12.Maximum value of middle section coefficient      0.979         0.980
13.Maximum value of waterline coefficient           0.802         0.950
14.Maximum roll angle from people on board, deg.    1.027        10.000
15.Maximum roll people on board and circ.), deg.    8.079        10.000
16.Minimum time of circular trip, hours           187.627        14.000
17.Minimum length of constructive waterline, m    104.392        28.000
18.Minimum breadth of ship, m                      16.269         6.000
19.Minimum value of initial GM, m                   1.212         0.050
20.Minimum draught of ship, m                       5.722         4.300
21.Minimum full speed, knots                       14.128        10.000
22.Minimum B/d                                      2.843         2.000
23.Minimum H/d                                      1.306         1.300
24.Minimum L/B                                      6.417         5.000
25.Minimum power of main engine, kW              3803.969       200.000
26.Minimum value of block coefficient               0.782         0.640
27.Minimum value of maximum GZ, m                   0.868         0.250
28.Minimum value of GZ maximum angle, deg.         43.000        30.000
29.Minimum value of vanishing stability, deg.      75.420        60.000
30.Weather criterion > 1                           97.861         1.000
31.Minimum value of roll period, s                 13.006         5.000
32.Volume of hull for loads, m^3                 6679.721      6700.000
```

Windows (CRLF) Стр 104, стлб 75 100%

Рисунок 4 – Вікна результатів розв'язання оптимізаційної задачі балкера для лінії Маріуполь-Александрія

Приклад результату роботи програми при виборі оптимальних розмірів та характеристик балкера

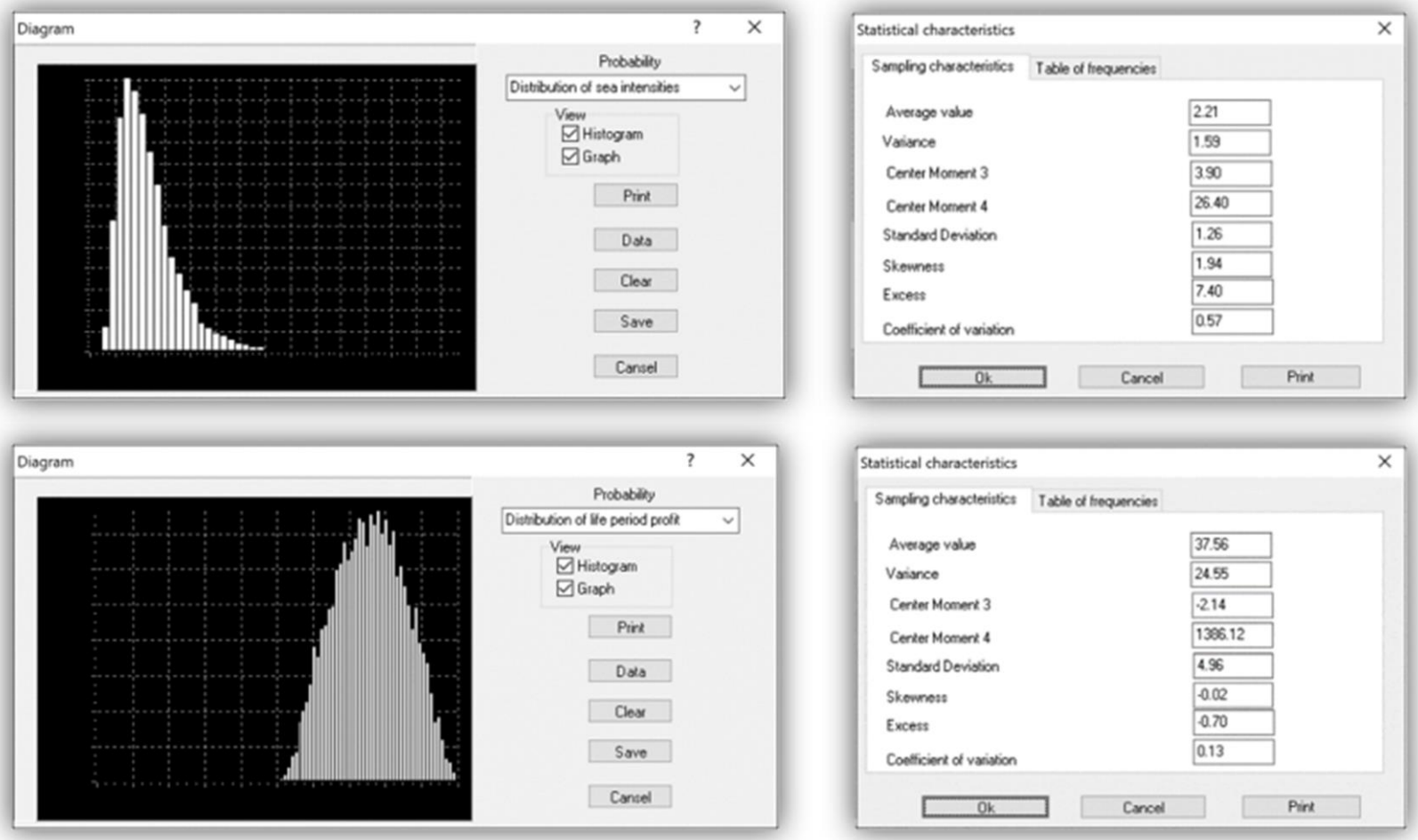


Рисунок 5 – Приклад розподілу початкових і кінцевих випадкових значень алгоритму оптимізаційної задачі: Розподіл інтенсивності хвилювання в районі експлуатації судна та можливого прибутку під час роботи судна в цьому районі

Приклади застосування стохастичної теорії концептуального проєктування суден та їх флотів.

1. Програмний комплекс концептуального проєктування багато-функціонального ескортного буксира для морських портів Північно-Західної частини Чорного моря, Бузько-Дніпро-Лиманського (БДЛК) та Херсонського Морського (ХМК) суднохідних каналів.

2. Комплекс програмного забезпечення для проєктування та концептуальний проєкт сміттєзбирального судна прибережних районів Азово-Чорноморського басейну.

3. Програмний комплекс для проєктування та концептуальний проєкт універсального науково-дослідного судна катамаранного типу для проведення комплексних наукових досліджень в акваторії Азово-Чорноморського басейну.

4. Програмний комплекс оптимізації форми корпусу гідрографічного судна водотоннажністю 3910 т за критерієм максимальної льодопрохідності.

5. Програмний комплекс оптимізаційного проєктування багато-функціонального аварійно-рятувального судна льодового класу, призначеного для експлуатації у Чорному та Азовському морях.

6. Програмний комплекс оптимізаційного проєктування рятувального катера для експлуатації в Північно-Західній прибережній частині Чорного моря, БДЛК і ХСК.

7. Програмний комплекс оптимізаційного проєктування судна нового типу – пожежного судна для морських портів України.

8. Концептуальний проєкт лоцманського човна, отриманий за допомогою розробленої статистичної моделі алгоритму вибору основних елементів і форми корпусу лоцманського катера.

9. Програмне забезпечення комплексного та концептуального проєкту суден для забезпечення морських бурових платформ газових і газоконденсатних родовищ Чорного та Азовського морів.

10а. Сучасні та можливі зміни складу катерів Морської охорони для територіального моря та особливої економічної зони України.

10б. Програмний комплекс та концептуальний проєкт катера охорони територіального моря України.

10с. Програмний комплекс та концептуальний проєкт катера для забезпечення режиму особливої економічної зони газових і газоконденсатних родовищ «Одеське», «Галицинське», «Південно-Галицинське», «Шмідське», «Архангельське» та «Кримське».

11. Програмний комплекс та концептуальній проєкт оптимального складу буксирного флоту порту «Авліта».

12. Програмний комплекс та концептуальній проєкт оптимального складу буксирного флоту порту «Південний».

Висновки. Запропонована стохастична теорія концептуального проєктування суден та їх флотів має наступну принципіальну новину:

1. Для побудови віртуальних середовищ створення суден і їх флотів та підтримки життєвого періоду таких об’єктів обрано стохастичні моделі проєктних та будівельних робіт, сервісного, ремонтного, портового та фінансового обслуговування. Віртуальні середовища експлуатації об’єктів побудовано на основі використання ймовірнісних моделей погодних

умов районів експлуатації, створення нових моделей транспортних або службових операцій в районах експлуатації та їх матеріального і фінансового забезпечення. Ці моделі вперше представлені Марковськими випадковими функціями.

2. Відповідно характеру функціональних операцій створення та експлуатації суден та їх флотів введено напрями продукт-орієнтованого та систем-орієнтованого концептуального проєктування. Перший напрям обумовлено операціями промисловості по створенню суден та підтримки їх життєвих періодів, у другому – судно або флот розглядаються як складні динамічні системі, призначені для реалізації своїх місій. Це дозволяє при побудові моделей інженерних та навігаційних властивостей суден використовувати регресійні залежності цих властивостей від головних розмірів та характеристик суден, що накопичені верфями та підприємствами експлуатації суден, або визначати такі залежності шляхом спеціального моделювання. У представленої стохастичної теорії використано відомі регресійні залежності розбиття суднових операцій на частини (SWBS) та оцінки вартості операцій (CER).

3. Побудовані віртуальні середовища створення та експлуатації суден та моделі їх інженерних та навігаційних (морехідних) властивостей утворюють можливості складання задач функціонування суден. Такі задачі функціонування суден та їх флотів вперше сформульовано та розроблено методи розв'язання задач в класі Марковських випадкових функцій. Результати розв'язання задач функціонування також вперше представлені комплексами показників економічної ефективності та надійності. Додаткове введення показників надійності дозволяє реалізовувати вже на етапах проєктування суден рекомендації Міжнародної морської організації (ІМО) щодо корегування вимог до морехідних якостей суден та удосконалення охорони людського життя на морі.

4. Для пошуку екстремальних значень комплексних показників ефективності та надійності сформульовано оптимізаційні задачі, в яких ці показники з'явилися цільовими функціями, головні розмірі та характеристики суден і флотів – незалежними змінними, а особливості їх експлуатації – тривіальними та функціональними обмеженнями оптимізаційних задач. Розв'язанням цих задач вперше введено визначення показників надійності експлуатації суден, яке в практиці проєктування суден раніше не використовувалося.

Література

[1] Некрасов В. А. Критерии мореходности и показатели надёжности использования судна и его технических средств в заданном районе плавания. *Гидродинамика корабля* : сб. науч. тр. Николаев : НКИ, 1985. С. 72–81.

[2] Некрасов В. А. Безопасность и надёжность судов. *Збірник наукових праць УДМТУ*. Миколаїв : УДМТУ, 2001. № 5 (377). С. 108–120.

[3] Некрасов В. А., Богова Ю.Б. Комплексная критериальная оценка эффективности и безопасности судов. *Зб. Наук. Праць УДМТУ*. Миколаїв : УДМТУ, 2003. № 6 (392). С. 10–12.

[4] Некрасов В. А. Определение базовых проектных характеристик судна береговой охраны для северо-западного района Черного моря. *Отчёт о НИР*. Миколаїв : УДМТУ, 2003. 50 с.

[5] Дам Суан Туан. Вибір основних проектних характеристик кораблів берегової охорони. Спеціальність 05.08.03 – Механіка та конструювання суден : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Миколаїв : УДМТУ, 2003. 197 с.

[6] Ле Куанг Хунг. Визначення основних елементів рятувальних суден. Спеціальність 05.08.03 – Механіка та конструювання суден : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Миколаїв : НУК, 2006. 184 с.

[7] Некрасов В. А., Микоша Н. Н. Задача проектирования судна для условий рыночной эксплуатации. *Зб. наук. праць НУК.* Миколаїв : НУК, 2006. № 2 (407). С. 3–10.

[8] Фам Суан Нгок. Визначення основних елементів суден, що обслуговують морські споруди та нафтодобувні промисли. Спеціальність 05.08.03 – Конструювання та побудова суден : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Миколаїв : НУК, 2008. 193 с.

[9] Некрасов В. А. Стохастическая теория проектирования судов. *Матеріали Першої міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої 90-річчю НУК Інновації в суднобудуванні та океанотехніці*. 15–17 вересня 2010 р. Миколаїв : НУК, 2010. С. 11–13.

[10] Панкова О.В. Визначення характеристик транспортного судна, що перевозить вантажі послідовними рейсами. Спеціальність 05.08.03 – Конструювання та побудова суден : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Миколаїв : НУК, 2011. 228 с.

[11] Creation of universal transport ships and underwater vehicles. Monograph. Edited by S.S. Ryzhkov / Author's collective: S.S. Ryzhkov, V.C. Blintsov, … V.A. Nekrasov, etc. Nikolayev : NUOS, 2011. 340 p.

[12] Нго Тієн Хионг. Методика визначення основних характеристик накатних суден. Спеціальність 05.08.03 – Конструювання та побудова суден : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Миколаїв : НУК, 2012. 227 с.

[13] Нгуен Гуй Хоанг. Визначення оптимальних головних елементів швидкохідного пасажирського судна. Спеціальність 05.08.03 – Конструювання та побудова суден : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Миколаїв : НУК, 2014. 270 с.

[14] Мікоша Н. М. Визначення основних елементів суден, що експлуатуються на незакріплених лініях руху. Спеціальність 05.08.03 – Конструювання та побудова суден : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Миколаїв: НУК, 2015. 224 с.

[15] Дун Сіньшо. Визначення оптимальних головних розмірів судна-газовоза для перевезення зріджених газів. Спеціальність 05.08.03 – Конструювання та побудова суден : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Миколаїв : НУК, 2016. 160 с.

[16] Nekrasov V.A. Product-oriented and systems-oriented designing at the stage of research design of ships. *Successful technology design, building, operation and repair of ships, marine technical means and engineering structures* : Materials of the All-Ukrainian science and technology conference with an international participation. 23–24 May, 2018. Nikolayev : NUOS, Ukraine, 2018. P. 19–23.

[17] Nekrasov V. Conceptual Designing of Ships: monograph / Valeriy Nekrasov. Kyiv – Kherson : Oldi-Plus, 2019. 112 p. (in English).

[18] Ястреба О. П. Визначення оптимальних головних розмірів ескортних буксирів. Спеціальність 05.08.03 – Конструювання та побудова суден : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Миколаїв : НУК, 2021. 237 с.

[19] Нєкрасов В.О. Задача оптимізації составу та поповнення службово-допоміжного і технічного флоту. *ICO* : матеріали XIII міжнародної НТК. м. Миколаїв, 24–25 жовтня 2022р. Миколаїв : НУК, 2022. С. 4–8;

[20] Simulation Technologies of the Mooring Operation to the Berthing Port / Bondarenko, O., Nekrasov, V., Yastreba, O. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021. № 195. С. 497–506. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68476-1_46 (Scopus, Web of Science).

[21] Effectiveness and Optimization of Harbour Tug Fleet / O. Bondarenko, V. Nekrasov, O. Yastreba. *Transport and Telecommunication*. 2018. 19 (2). P. 140–150. DOI: https://doi.org/10.2478/ttj-2018-0012 (Scopus, Web of Science).

STOCHASTIC THEORY OF SHIP CONCEPTUAL DESIGNING AND ITS APPLICATIONS

Nekrasov V.O.

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. All operations that take place during the creation and operation of ships and their fleets have stochastic nature. Therefore, the suggested option for the conceptual design of the designated objects was created based on using the random functions theory methods and two main design goals – ensuring the usefulness and the safety of future operation – firstly represented by complexes of probabilistic performance indicators of effectiveness and reliability. For determination of indicators, special methods for tasks functioning of the ship and their grouping in stochastic environments have been constructed, as well as optimizing tasks for the selection of their main elements and characteristics have been proposed. The application of solving the problems of a proposed stochastic theory of the conceptual designing of ships and their fleets were provided.

Key words: ship, fleet, stochastic conceptual design, tasks of stochastic functioning, probabilistic indicators of efficiency and reliability, tasks of optimizing the main elements and characteristics.

УДК 629.5.018.122

ДОСЛІДЖЕННЯ ХОДОВИХ ЯКОСТЕЙ РІЧКОВИХ ТА РІКА-МОРЕ ПАСАЖИРСЬКИХ СУДЕН НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Єгоров О.Г.,
к.т.н., генеральний директор,
Морське Інженерне Бюро
Україна, Одеса
1 egorovag@meb.com.ua

Демідюк О.В.,
к.т.н., професор, завідуючий кафедрою «Теорія і проєктування корабля
ім. проф. Ю.В. Воробйова»,
Одеський національний морський університет
Україна, Одеса
alexanderdemidiuk@gmail.com

Анотація. Нові покоління пасажирських суден змішаного і річкового плавання характеризуються як новими підходами до їх проєктування, так і застосуванням сучасних форм суднових обводів. Такі особливості пасажирських суден нового покоління ускладнюють застосування існуючих статистичних методів визначення буксирувального опору та потужності. Тому результати розрахунків за статистичними методами або визначення опору за допомогою CFD методів потребують верифікації шляхом проведення модельних випробувань. Проведено фізичне моделювання руху пасажирського судна нового покоління в дослідному басейні ОНМУ на тихій глибокій воді і на регулярному хвилюванні. Підтверджено проєктні рішення щодо визначення потрібного буксирувального опору та потужності. Досліджено ходовість судна на регулярному хвилюванні, визначено коефіцієнти додаткового опору на регулярному хвилюванні. Отримані дані можуть бути застосовані в подальшому під час розробки аналогічних проєктів суден.

Ключові слова: випробування; пасажирське судно; проєктування; обводи судна; ходові якості.

Нове покоління круїзних пасажирських суден змішаного і річкового плавання (ПС) значно відрізняється від класичних річкових і модернізованих до змішаного класу круїзних пасажирських суден як за своїм технічним оснащенням, так і концептуально – застосовано інші підходи до визначення головних розмірів, обводів, оцінки ходових якостей, формування пасажирських і громадських приміщень. Застосування принципу максимального використання габаритів внутрішніх водних шляхів, для яких проєктується судно, а також упровадження нових пропульсивних комплексів (гвинто-рульові колонки та азимутальні, колісні рушійно-рульові) призвели до необхідності створення нових ефективних обводів. При цьому самі обводи створюються й оптимізуються в програмних комплексах, яких просто не існувало на момент проектування наявних нині ПС. Виконання таких розрахунків

супроводжується верифікацією результатів чисельного моделювання шляхом фізичного моделювання в дослідних басейнах.

Дослідження ходових якостей виконувалось на базі пасажирського судна нового покоління ПС140, розробленого Морським Інженерним Бюро (теоретичне креслення див. рисунок 1). В процесі дослідження проводилося експериментальне визначення буксирувального опору і буксирувальної потужності судна під час руху в морі – на глибокій воді в умовах тихої води і регулярного хвилювання (див. рисунки 2 та 3).

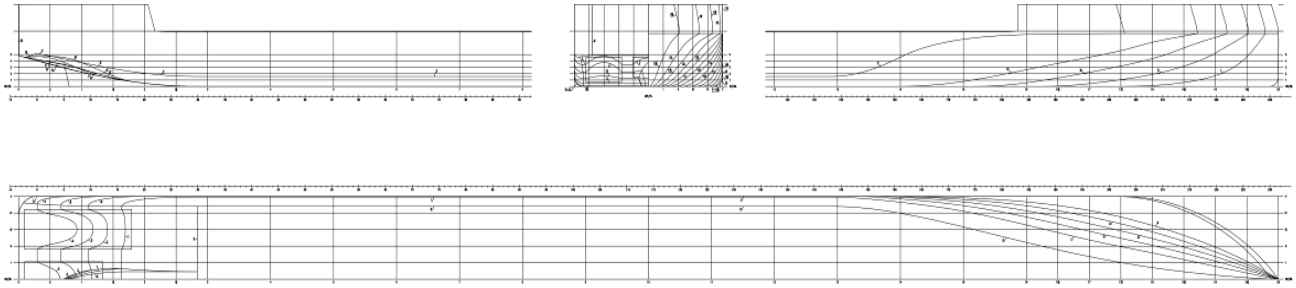


Рисунок 1 – Загальне креслення пасажирського судна ПС140

Рисунок 2 – Буксирування моделі із середніми швидкостями, Fr = 0,145

Рисунок 3 – Буксирування моделі зі швидкістю, близькою до розрахункової, регулярне хвилювання λ/L = 0,25, Fr = 0,185

Випробування проведено в дослідному басейні Одеського національного морського університету (ОНМУ) на тихій глибокій воді та регулярному хвилюванні. Модель пасажирського судна проекту ПС140 виготовлена в масштабі 1:47,5 за стандартною в дослідному басейні ОНМУ технологією з пінопласту з покриттям сплавом воску і парафіну. Оскільки модель має значення відношення L/B близьке до 8,5 її корпус посилений подовжніми ребрами жорсткості з фанери.

Буксирувальні випробування на тихій глибокій воді проведено для випадку найбільшої осадки, що відповідає морським умовам плавання.

Висновок. Виконано дослідження ходових якостей ПС нового покоління. Виконані експериментальні випробування ходових якостей моделі пасажирського судна проєкту ПС140 на тихій воді та на регулярному хвилюванні. Виконано перерахунок результатів випробувань на натурне судно за стандартною методикою. Отримано дані щодо ходових характеристик судна проекту ПС140 на регулярному хвилюванні. Побудовано залежності додаткового опору під час руху судна на регулярному хвилюванні від різної інтенсивності хвилювання і швидкості руху судна. Отримані результати можуть бути використанні під час проєктування ПС нового покоління.

RESEARCH OF RUNNING CHARACTERISTICS OF NEW GENERATION RIVER AND RIVER-SEA PASSENGER SHIPS

Egorov Alexander

Marine Engineering Bureau, Ukraine, Odesa

Demidyuk Oleksandr

Odessa National Maritime University, Ukraine, Odesa

Annotation. The new generation of river and river-sea cruise passenger ships are characterized by new approaches to their design and the use of modern forms of ship’s contours. Therefore, the results of calculations using statistical methods or determination of resistance using CFD methods need to be verified by conducting model tests. Physical modelling of the motion of a new generation passenger ship in the ONMU research basin in calm deep water and in regular waves was carried out. Design solutions for determining the required towing resistance and power were confirmed. The vessel’s sea-keeping performance on regular waves was investigated, and the coefficients of additional resistance on regular waves were determined. The data obtained can be used in the future in the development of similar ship designs.

Keywords: design; hull contours; passenger ship; running characteristics; trials.

УДК 629.5.01

ПРОПУЛЬСИВНІ КОМПЛЕКСИ МАЛИХ НАДВОДНИХ РІЧКОВИХ ДРОНІВ

Бондаренко О. В.
кандидат технічних наук, професор[1]
Ястреба О. П.
кандидат технічних наук, старший викладач[2]
Геляра В.В.,
аспірант[3]
[1] *Шандунський науково-технічний університет;*
[2, 3] *Національний університет кораблебудування імені Макарова*
[1] *Китай, Ціндао;* [2,3] *Україна, Миколаїв,*
[1] *0000-0002-6115-1422,* [2] *0000-0002-5505-1281,* [3] *student2abcd@gmail.com*

Анотація. Розглянуто особливості застосування та вимоги до пропульсивного комплексу малих надводних річкових дронів. Проведено аналіз характеристик пропульсивних комплексів різних типів для малих надводних річкових дронів. Вказано на їх основні переваги та недоліки.

Ключові слова: надводний дрон, пропульсивний комплекс, водомет, двигун, проектування.

Актуальність. Для виконання різноманітних місій на річках, озерах та водоймах України досить ефективним є застосовування малих надводних річкових безекіпажних катерів (дронів). Як відзначалося в роботі [1] це повинні бути в основному дрони з довжиною не більше 5–6 м. Переважна більшість цих дронів повинна бути швидкохідними та досить маневреними. Враховуючи малі глибини, заболоченість плеса, перед проектувальниками виникає проблема вибору типу та характеристик пропульсивного комплексу малих надводних річкових дронів.

Мета даної роботи – аналіз характеристик пропульсивних комплексів різних типів для малих надводних річкових дронів.

Основна частина. У даній роботі аналізуються пропульсивні комплекси малих надводних річкових дронів довжиною до 6 м. Вибір даного обмеження викликаний особливостями застосування дронів на водоймах та річках. Крім того, для надводних річкових дронів більшої довжини уже є добре відпрацьовані рішення, які використовуються на швидкісних катерах та моторних яхтах аналогічних розмірів.

Попередній аналіз можливих варіантів пропульсивного комплексу малого надводного річкового дрону показав, що для забезпечення руху можливе використання: підвісних моторів, електромоторів та двигунів внутрішнього згорання. Як рушій можна використовувати водомети та гвинти.

Основні вимоги до пропульсивного комплексу малого надводного річкового дрону:

– мінімальна маса;
– невеликі габаритні розміри;
– низька вартість (особливо для дронів-камікадзе);

– робота в достатньо складних умовах (висока температура в середині малого корпусу).

У залежності від розмірів малого надводного річкового дрону та місій, які на нього покладаються, можна застосовувати наступні варіанти пропульсивного комплексу:

1) електричний тролинговий мотор;
2) підвісний мотор;
3) водомет з електричним мотором чи двигуном внутрішнього згорання;

Варіант пропульсивного комплексу зі стаціонарним гвинтом не розглядався, оскільки в умовах малих глибин та сильних заростів водоймищ, їх використовування є недоцільним. У той же час, при виконанні місій в умовах достатніх глибин, цей тип рушія можна успішно застосовувати на малих надводних річкових дронах.

Для проведення аналізу пропульсивних комплексів малих надводних річкових дронів орієнтовно оцінимо очікувану водотоннажність дрону та масу його корпусу. Статистичні дані цих параметрів в залежності від довжини корпусу показано на рис. 1. Для побудови графіку використовувалися дані корпусів моторних човнів та катерів відповідних розмірів. Виходячи з наведених даних можна оцінити загальну масу пропульсивного комплексу, системи дистанційного радіо, відео керування, палива та корисного навантаження, на яку може розраховувати проектувальник. Як бачимо з наведених даних, для дрону довжиною 2,91 метри максимальна маса цих складових не повинна бути більшою ніж 270 кг при загальній водотоннажності 353 кг.

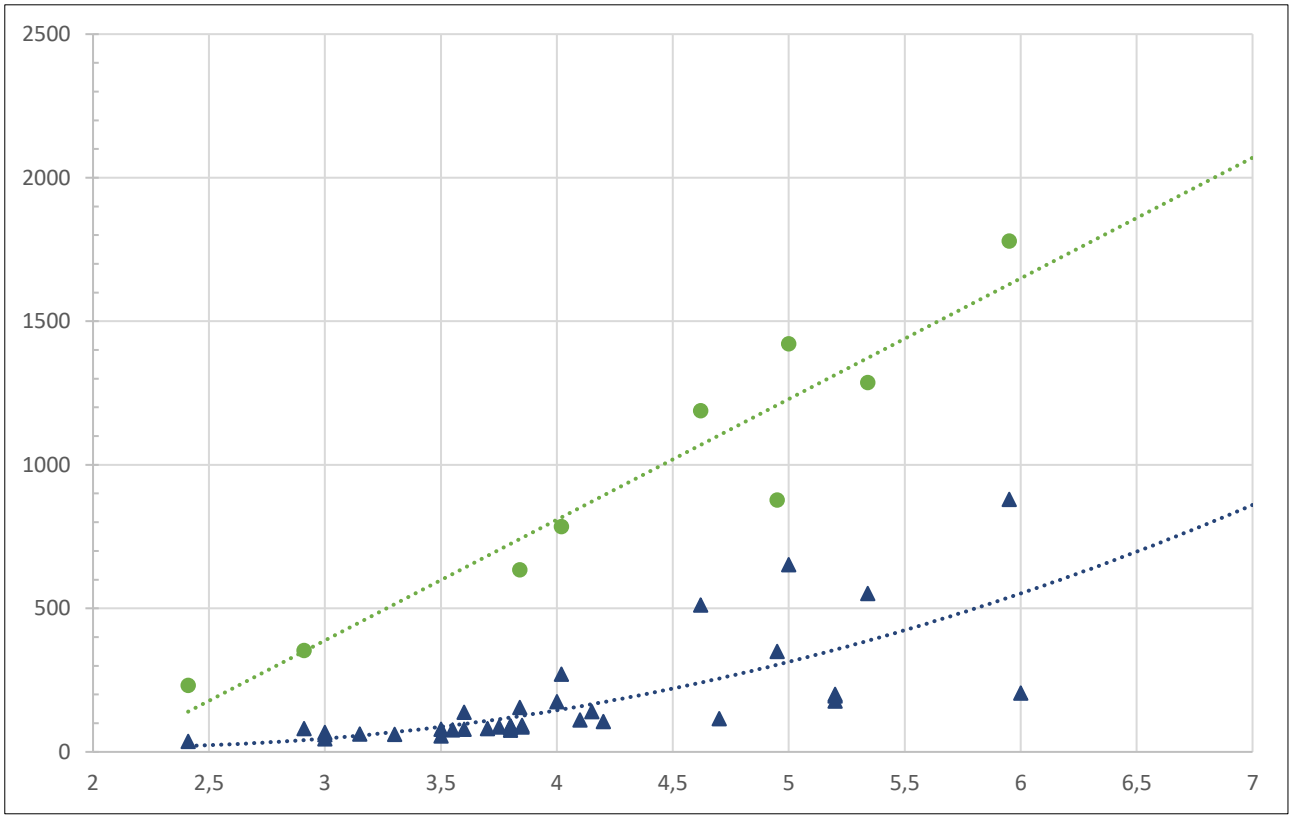


Рисунок 1 – Графік залежності водотоннажності (●) та маси корпусу (▲) в залежності від довжини човна (матеріал корпусу – алюмінієво-магнієвий сплав)

Тепер перейдемо до аналізу основних типів пропульсивного комплексу.

Тролингові електричні мотори. Цей тип є досить популярним серед рибалок. Сьогодні різними виробниками пропонуються тролингові електромотори з потужністю до 2000 Вт з напругою 12, 24 та 48 вольт. Маса – до 15 кг без урахування маси акумуляторів. Орієнтовна вартість – від 4000 до 60 000 грн в залежності від комплектації.

Відомі випадки застосування цих моторів для переобладнання звичайних човнів в дрони.

Головні *переваги*: невелика маса, зручність монтажу, простота інтеграції з системою керування дрону, малошумність.

Основні *недоліки*: малі потужності, що не дає можливості досягати великих швидкостей; відкритий гвинт, що створює проблеми при русі в умовах мілководдя та густих заростей, необхідність використання спеціального тягового акумулятора, невелика автономність.

Застосування: можна успішно використовувати на малих надводних річкових дронах для виконання логістичних та спеціальних операцій (непомітна висадка людей, розмінування, постановка мін тощо).

Підвісні мотори. Зараз виробниками пропонується досить широка лінійка підвісних моторів в діапазоні потужностей 1,6–425,0 к.с. Маса від 8,0 до 453,0 кг. Можуть бути з бензиновими, дизельними двигунами та електромоторами.

Для малих надводних річкових дронів досить непогано підходить варіант підвісного мотору з дистанційним керуванням, що дає можливість його легко інтегрувати з системою керування дрона. Проте малопотужних підвісних моторів з дистанційним керуванням не випускають. Як правило, дистанційне керування виробники встановлюють на підвісних моторах потужністю 10–15 к.с. та більше.

Вартість підвісних моторів – від 5000 до 977 000 грн в залежності від комплектації, потужності та фірми виробника.

Головні *переваги*: не займають простір у корпусі, можливість швидкої заміни або ремонту, невелика маса, зручність монтажу, простота інтеграції з системою керування дрону, наявність реверсу.

Основні *недоліки*: великі габаритні розміри, шумність, легкість пошкодження осколками та кулями, можливість поломки гвинта.

Застосування: підвісні двигуни можна успішно використовувати на малих надводних річкових дронах довжиною від 2,5–3,0 м практично для більшості місій.

Водомети з електричним мотором чи двигуном внутрішнього згорання. Проведений аналіз характеристик водометів, які випускаються різними фірмами показав, що для сектору катерів довжиною 4,0–6,0 метрів можна застосовувати водомети таких фірм як “Alamarin”, “Castoldi Jet”, “Scott WaterJet” тощо [2; 3], або готові пропульсивні комплекси з гідроциклів (діаметром корпусу від 140 до 161 мм). Характеристики даних водометів наведено в табл. 1.

Для надводних дронів менших розмірів можливе використання водометів, що застосовуються судномоделістами при створенні радіокерованих моделей катерів. Зараз на ринку пропонуються водомети з діаметром імпелера від 15 до 110 мм. Основні частини водомета, як правило, надруковані на 3D принтері. Пропонуються водомети як пластиковими, так і алюмінієвими імпелерами. Є варіанти водомета з поворотними соплами та заслінками заднього ходу.

Таблиця 1. – Основні характеристики малих водометів для річкових дронів

Модель	Діаметр імпелера, мм	Потужність, кВт	Габаритні розміри, мм	Маса, кг	Кількість обертів	Рекомендована довжина човна, м
JT132	130	1,5–40,0	786×298×185	12	2000–6000	3 м
JT160	160	11,0–90,0	996×244×236	21	2900–5500	5м
JT182	180	5,0–222,0	1080×480×410	57	2000–4000	7 м
JT232	220	21,0–208,0	1050×600×480	66	2000–4001	8 м
CAV-180		22,0–100,0	1065×239×205	27	2200–4400	
CAV-185	185	22,0–125,0	1062×321×326	65	2400–4400	
CAV099		7,36–36,8	372×114×114	2	3000–7500	
CAV-240-1	215	59,0–180,0	1209×370×390	70	2400–4200	
JBP 201	200	55,0–191,0	1160×300×404	58	5000	до 6 м
Jet 160	186	до 100,0	1166×300ч375	38	5000	
Jet 180	192	до 110,0	1307×306×379	48	5000	
Jet 185	197	до 120,0	1369×306×423	50	5000	
Jet 230	228	до 190,0	1375×358×448	81	4500	
JET 05	200	до 175,0	1400×276×442	75		

Для приводу використовуються електричні безколекторні мотори постійного струму з водяним охолодженням, які застосовуються судномоделістами для радіокерованих моделей катерів, або для електричних дошок для серфінгу. Є два варіанти виконання цих моторів: класичний (Inrunner) та з зовнішнім ротором (Outrunner). Для водомета краще використовувати безколекторні мотори постійного струму з зовнішнім ротором (Outrunner).

Також можна використовувати судномодельні двигуни внутрішнього згорання невеликих об’ємів, або конвертовані автомобільні двигуни [4].

Головні *переваги*: захищеність від поломок внаслідок зіткнення з плаваючим сміттям, надійність, зручність для реалізації дистанційного керування та реверсу, низький рівень гідроакустичного шуму та вібрації, гарна керованість в широкому діапазоні швидкостей, невимогливі до осадки дрона.

Основні *недоліки*: більша маса (промислове виробництво) та вартість, необхідність використання акумулятора значної ємності та маси, висока кількість обертів при малих діаметрах імпелера. Основна проблема, яка виникає з водометами при експлуатації на річці Дніпро в умовах малих глибин та заростів плеса – забивання травою сопла водомета.

Застосування: водомети можна успішно використовувати на малих надводних річкових дронах будь-якого призначення.

Також на малих надводних річкових дронах можна використовувати і інші типи пропульсивних комплексів. В першу чергу це визначається умовами району застосування, місіями та габаритними розмірами дрона.

Висновок. Вибір типу пропульсивного комплексу малого надводного річкового дрону потрібно проводити в залежності від розмірів з урахуванням місій, які вони будуть виконувати, та особливостей району застосування. Для забезпечення руху швидкісних річкових дронів можливе використання двигунів внутрішнього згорання, підвісних моторів та електромоторів з гвинтами та водометами.

References

[1] Бондаренко О.В., Ястреба О.П. Обґрунтування проектних характеристик автономних річкових катерів. *Збірник наукових праць НУК*. 2024. № 2. С. 3–10.

[2] Waterjet Propulsion: Hydrodynamical Design Issues: Detailed fundamental inquiry and innovation of a best practice, Edizioni Accademiche Italiane, 2020.

[3] Проектування малотоннажних суден : навчальний посібник / О.І. Кротов, В.І. Голіков, О.Ю. Єганов, О.В. Бондаренко. Миколаїв : УДМТУ, 2002. 190 с.

[4] Литвинов В.В. Конвертація автомобільних двигунів для експлуатації на катерах. *Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд* : матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю (м. Миколаїв, 15–16 травня 2024 р.). Миколаїв : НУК, 2024. С. 66–71.

PROPULSION SYSTEMS OF SMALL SURFACE RIVERINE DRONES

Oleksandr Bondarenko

PhD, professor[1]

Oleksii Yastreba

PhD, Senior lecturer[2]

Victor Heliara

Postgraduate student[3]

[1] Shandong University of Science and Technology;

[2, 3] Admiral Makarov National University of Shipbuilding

[1] China, Qingdao; [2, 3] Ukraine, Mykolaiv

[1] 0000-0002-6115-1422, [2] 0000-0002-5505-1281, [3] student2abcd@gmail.com

Abstract. *The application features and requirements for the propulsive system of small surface riverine drones are considered. An analysis of the characteristics of propulsive systems of various types for small surface riverine drones was carried out. Their main advantages and disadvantages are indicated.*

Keywords: *USV, Propulsion System; Water Jet; Motor; Design.*

УДК 629.5.01:629.526.4

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ОБВОДІВ І РОЗРАХУНКУ ХОДОВОСТІ МОРСЬКИХ ГЛІСУЮЧИХ СУДЕН

Король Ю.М.
кандидат технічних наук, доцент, професор НУК,
керівник навчально-наукового центру «Гідромеханіка» (ННЦГ), yuriy.korol@nuos.edu.ua
Малінкін О.Ю.
завідуючий лабораторією ННЦГ, telex21101980@gmail.com
Єрмоленко Б.О.
аспірант НУК, bohdan.errmolenko@nuos.edu.ua
Соломаха М.В.
студент, solomon10523@gmail.com,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
Корнелюк О.М.
ст. викладач, olganikkornelyuk@gmail.com,
Херсонська державна морська академія, Україна, м. Херсон

Анотація. Виконано аналіз сучасних вимог до проектування обводів морських глісуючих суден та засобів розрахунку їх ходовості. Розроблене авторське програмне забезпечення Redan.exe для генерації і побудови 3D моделей поздовжніх реданів. За допомогою модуля Flow Simulation системи Solid Works створена методика і визначений вплив поздовжніх реданів на опір глісуючих суден.

Ключові слова: сучасні вимоги до проектування глісуючих суден, визначення впливу поздовжніх реданів на опір руху CFD методами, програмне забезпечення для генерації 3D моделей реданів.

Вступ. Однією з актуальних проблем створення сучасних малих швидкохідних глісуючих суден є підвищення їх морехідності шляхом удосконалення форми корпусу, забезпечення сталого режиму руху і потрібної керованості при певному напрямку та бальності хвилювання, напрямку та швидкості вітру. Вагомою особливістю форми корпусу морських глісуючих суден є наявність кілюватості днища, кут якої α_k на сучасних суднах дорівнює $\alpha_k = 20 - 25^\circ$ [1], що зменшує не тільки силу удару корпусу при зустрічі з водною поверхнею в порівнянні з плоским днищем, а й вірогідність рикошетування та дильфінування, але також зменшує гідродинамічну силу підтримки, збільшує ходове занурення транцю і як наслідок – збільшує опір судна.

За звичай початковий розрахунок ходовості глісера виконують для випадку руху в умовах тихої води, використовуючи для цього [2–4] результати серійних модельних випробувань в науково-дослідних басейнах. Нажаль, кут кілюватості для цих серій $\alpha_k \le 18^\circ$, що не відповідає сучасним вимогам [1]. Окрім того, для підвищення гідродинамічної якості на

сучасних глісерах використовують поздовжні редани, але їх кількість, розташування і форма для певного проекту визначається шляхом модельних або натурних випробувань, що є не зовсім ефективним методом.

Для визначення морехідності вказаних серій також використовують дані модельних експериментів [2], але ці розрахунки не можуть бути виконаними для сучасних обводів глісерів і, окрім того, не враховують інерційних масових характеристик.

Є ще одна проблема – це проблема неможливості фізичного моделювання в науково-дослідних басейнах сумісної роботи елементів рушійно-рульового комплексу [5] навіть на сталих режимах руху не кажучи вже про хитавицю на хвилювані.

Метою доповіді є демонстрація можливостей сучасних CFD технологій для розрахунку ходовості глісуючих суден. В доповіді розглянуто наступні задачі.

1. Побудова 3D моделей морських глісуючих суден з Deep-V обводами.

Будемо вважати, що в залежності від призначення, корисного навантаження, дальності плавання та швидкості руху в результаті початкової стадії проектування обрано матеріал, тип корпусу, головні розміри, а в якості головних – два підвісних мотора Mercury. На рис. 1 наведена проекція корпус теоретичного креслення (ТК) кут кілюватості якого на протязі 0,667 довжини починаючи з транцю дорівнює $\alpha_k = 21^\circ$, а на рис. 2 – 3D модель цього глісеру.

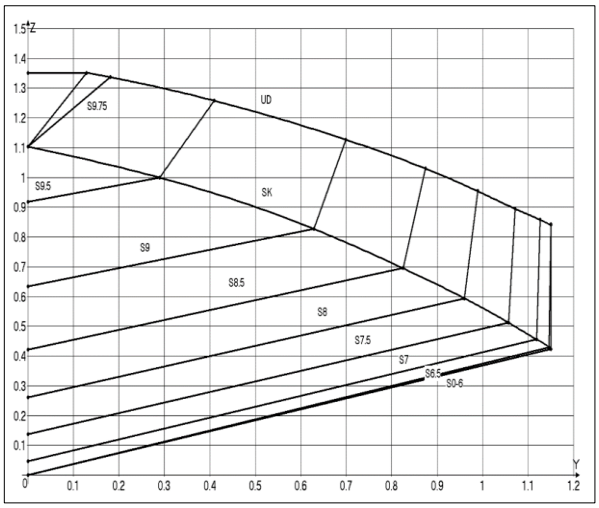


Рисунок 1 – Проекція корпус ТК безреданого глісеру

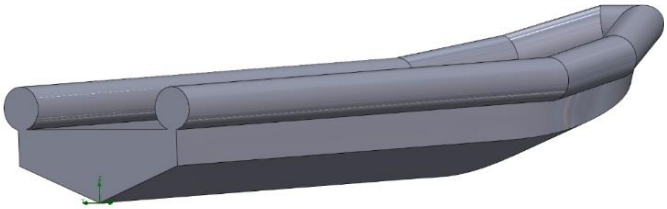


Рисунок 2 – 3D модель безреданого глісеру

Поздовжні і щелепові редани на суднах, що експлуатуються в режимі глісування, дозволяють суттєво збільшити підйомну силу, зменшити ходове занурення і опір руху, тому їх встановлення треба вважати доцільним. За звичай несуча поверхня реданів (A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2 див. рис. 3) нахилена до горизонту на кут 3–5 градусів (α_A, α_B, α_C) і має ширину відповідно l_A, l_B і l_C. Кількість реданів та їх ширина обирається проектантом опираючись на власний досвід та спеціальні фізичні або чисельні дослідження.

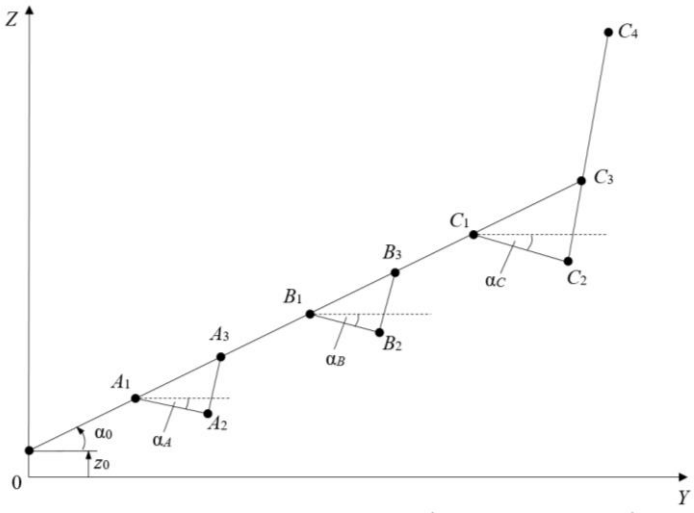


Рисунок 3 – Схема розташування поздовжніх та щелепових реданів на теоретичному шпангоуті глісера

Для побудови математичної моделі генератора реданів будемо вважати заданими наступні величини: z_0 – апліката кільового батоксу; α_A, α_B, α_C – кути нахилу несучої поверхні реданів до горизонту в площині шпангоуту; l_A, l_B і l_C – ширину реданів; y_{A2}, y_{B2}, y_{C2} – ординати відповідних точок, а також повні координати точок C_3 і C_4; кут між A_1A_2 і A_2A_3, B_1B_2 і B_2B_3 вважається рівним 90°. Алгоритм розрахунку координат точок реданів будується за наступними формулами (1–3):

$$\alpha_0 = \arctan\frac{z_{c3} - z_0}{y_{c3}};$$

$$z_{A2} = z_0 + y_{A2}\cdot\tan(\alpha_0) - l_A\cdot\sin(\alpha_A) - l_A\cdot\cos(\alpha_A)\cdot\tan(\alpha_0);$$
$$y_{A1} = y_{A2} - l_A\cdot\cos(\alpha_A);\ z_{A1} = z_0 + y_{A1}\cdot\tan(\alpha_0);$$
$$A_2A_3 = l_A\cdot\tan(\alpha_0+\alpha_A);\ y_{A3} = y_{A2} + A_2A_3\cdot\sin(\alpha_A); \quad (1)$$
$$z_{A3} = z_{A2} + A_2A_3\cdot\cos(\alpha_A);$$
$$z_{B2} = z_0 + y_{B2}\cdot\tan(\alpha_0) - l_B\cdot\sin(\alpha_B) - l_B\cdot\cos(\alpha_B)\cdot\tan(\alpha_0);$$
$$y_{B1} = y_{B2} - l_B\cdot\cos(\alpha_B);\ z_{B1} = z_0 + y_{B1}\cdot\tan(\alpha_0);$$
$$B_2B_3 = l_B\cdot\tan(\alpha_0+\alpha_B);\ y_{B3} = y_{B2} + B_2B_3\cdot\sin(\alpha_B).$$

Якщо $y_{c2} = y_{c3} = y_{c4}$, то

$$C_1C_0 = l_c\cdot\cos(\alpha_c);$$
$$y_{c1} = y_{c3} - l_c\cdot\cos(\alpha_c); \quad (2)$$
$$z_{c1} = y_{c1}\cdot\tan(\alpha_0) + z_0;$$
$$z_{c2} = z_{c3} - l_c\cdot\cos(\alpha_c)\cdot\tan(\alpha_0) - l_c\cdot\sin(\alpha_c).$$

Якщо $y_{c2} \neq y_{c3} \neq y_{c4}$, то

$$y_{c1} = y_{c3} - \frac{l_c\cdot(\sin(\alpha_c) + \cos(\alpha_c)\cdot\tan(\beta))}{\tan(\beta) - \tan(\alpha_0)};$$
$$y_{c2} = y_{c1} + l_c\cdot\cos(\alpha_c); \quad (3)$$
$$z_{c1} = z_{c3} + (y_{c1} - y_{c3})\cdot\tan(\alpha_0);$$
$$z_{c2} = z_{c1} - l_c\cdot\sin(\alpha_c).$$

За авторською програмою redan.exe побудовано поздовжні редани, що наведені на рис. 4, а на рис. 5 – 3D модель реданого глісеру побудовану в CAD Solid Works.

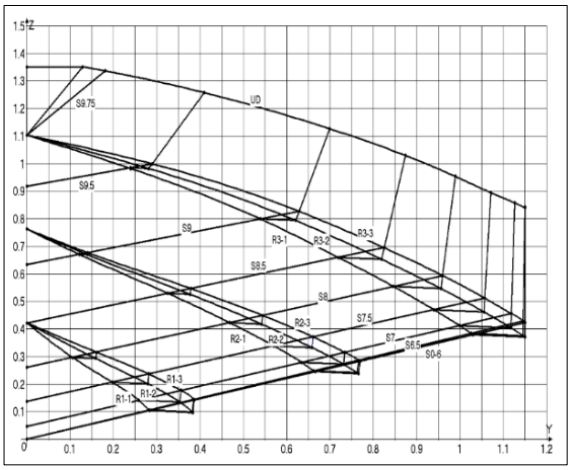


Рисунок 4 – Проекція корпус ТК реданого глісеру

Рисунок 5 – 3D модель реданого глісеру

2. Визначення гідростатичних характеристик корпусу глісеру

Гідростатичні характеристики корпусу глісеру визначаються за допомогою інструмента «аналізувати» модуля CAD Solid Works у вигляді залежностей зануреного об'єму $V(T)$, абсциси і аплікати центру величини $x_C(T), z_C(T)$ від величини занурення T, що наведені на рис. 6. За допомогою цього графіку можна визначити занурення корпусу на рівний кіль для заданої об'ємної водотоннажності $V_C = \dfrac{\Delta}{\rho g}$.

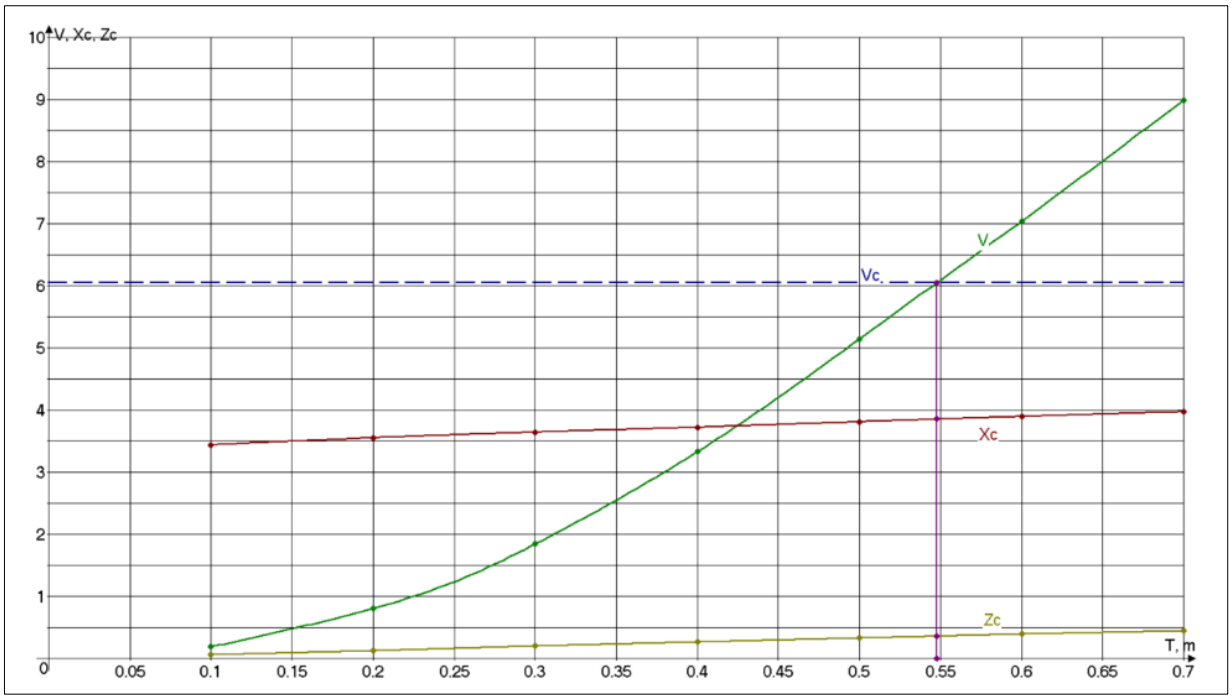


Рисунок 6 – Гідростатичні характеристики корпусу глісеру

3. Визначення опору і гідродинамічної підйомної сили за допомогою CFD моделювання в CAE модулі Flow Simulation системи Solid Works

Проекти розрахунку будуються для постійної швидкості, кута ходового диференту $\psi = -2^{\circ}$ і трьох занурень транцю $z_{00} = \{0,33; 0,34; 0.35\}$ м. Результати розрахунків наведені на рис. 7, де $R_x(z_{00}), R_z(z_{00})$ – залежності опору і гідродинамічної сили підтримки безреданого і $R_{rx}(z_{00}), R_{rz}(z_{00})$ – реданого глісерів.

Точки перетину R_z і R_{rz} з ваговою водотоннажністю $\rho g V_C$ дають змогу визначити ходове занурення транцю z_{00} і опір реданого і безреданого глісерів. З рис. 7 добре видно, що занурення транцю і опір реданого глісеру менші ніж у безреданого. Другим суттєвим результатом виконаного CFD моделювання можна вважати дуже велику чутливість гідродинамічної підйомної сили від z_{00}. Так при зміні z_{00} на 20 мм R_{rz} збільшується в 2,4 рази, що може привести до виникнення вертикальних коливань при глісуванні.

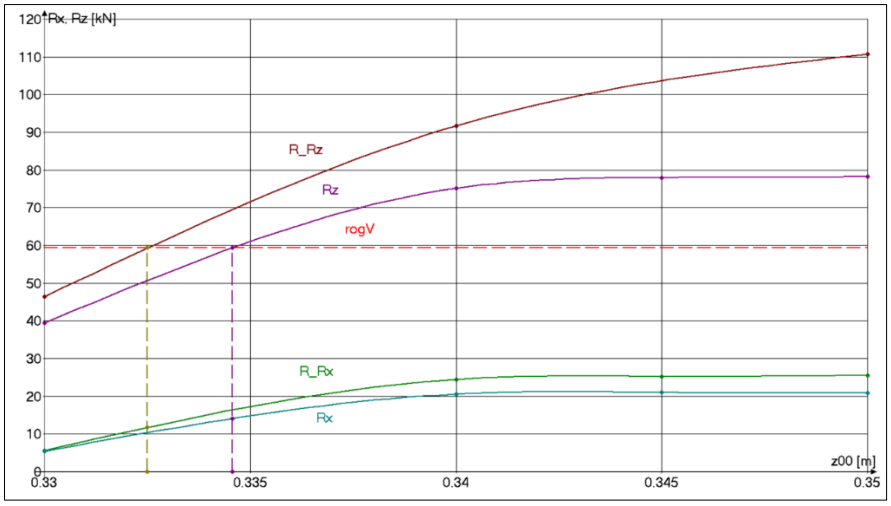


Рисунок 7 – Результати розрахунку гідродинамічних характеристик безреданих і реданих глісерів

Визначення наступних параметрів сталого глісування можна здійснити за допомогою рис. 8.

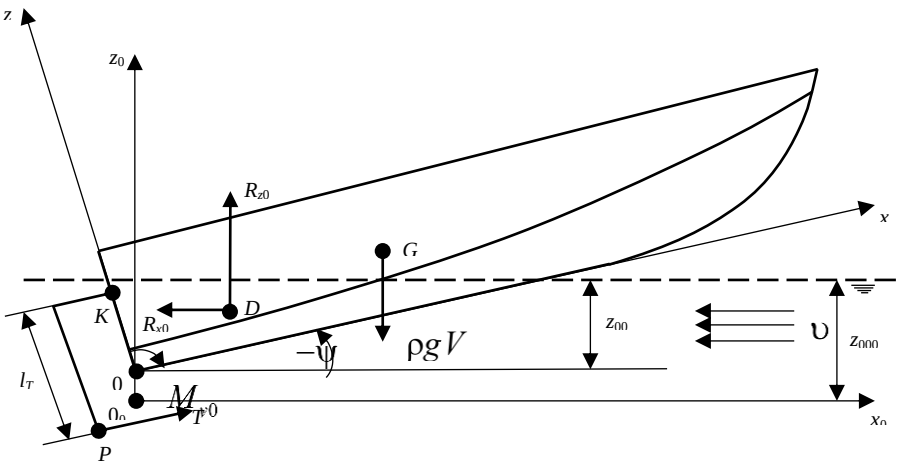


Рисунок 8 – Розташування діючих сил і моментів під час глісирування

Основні позначення: G – центр ваги; D – центр тиску; P – центр упору рушія; K – точка кріплення підвісного двигуна на транці; $\rho g V$ – вага нерухомого судна (ρ – питома маса води, g – прискорення сили тяжіння, V – об'єм підводної частини нерухомого судна коли кут диференту $\psi = 0$ і занурення початкової точки 0 зв'язаної системи координат $0xyz$ дорівнює початковій осадці, тобто $z_{000} = d_0$); z_{00} – ходове занурення точки 0; T – упор рушія; υ – швидкість потоку, що набігає на судно; $0_0 x_0 y_0 z_0$ – нерухома система координат; R_{x0} – гідродинамічна сила опору; R_{z0} – гідродинамічна сила підтримки; l_T – довжина ноги підвісного двигуна; x_g – абсциса центра ваги; M_{y0} – гідродинамічний діферентуючий момент.

Умови сталої рівноваги на режимі глісирування з кутом ходового диференту $-\psi$ мають наступний вигляд

$$T\cos(-\psi) - R_{x0} = 0;$$
$$R_{z0} - \rho g V - T\sin(-\psi) = 0;$$
$$M_{y0} - T l_T + \rho g V x_g \cos(-\psi) = 0,$$

з яких $T = \dfrac{R_{x0}}{\cos(-\psi)}$; $R_{z0} = \rho g V + R_{x0}\tan(-\psi)$; $x_g = \dfrac{\dfrac{R_{x0} l_T}{\cos(-\psi)} - M_{y0}}{\rho g V \cos(-\psi)}$.

Висновки і рекомендації. Використання сучасних CAD і CFD технологій безумовно дає змогу оперативного аналізу впливу параметрів форми корпусу, розташування центру ваги та рушія на ходовість глісуючих суден, що є джерелом підвищення якості їх проектування. Так використання 3-х поздовжніх реданів обраної ширини та форми дозволило знизити опір руху судна в сталому режимі глісування на 20 %. Наступним кроком в процесі проектування буде оцінка морехідних якостей глісуючих суден на несталих режимах руху в умовах хвилювання, що потребує відповідного програмного забезпечення і потужної обчислювальної техніки.

Важливою складовою успішності впровадження сучасних CAD CAE і CAM систем є підготовка в навчальних закладах України відповідних фахівців, які володіють технологією їх використання, що безумовно потребує додаткового фінансування для придбання комп'ютерної техніки і програмного забезпечення.

Використання сучасних CAD CAE і CAM систем в наукових дослідженнях суттєво скорочує обсяг фізичного експериментування, підвищує якість і інформативність отриманих результатів, а при наявності потужної обчислювальної техніки і якісного програмного забезпечення сприяє поглибленню досліджень і оперативності отримання результатів.

Література

[1] Odd. M. Faltinsen, Hydrodynamics of High-Speed Marine Vehicles. Cambridge University Press, 2005, 454 p.

[2] Справочник по теории корабля / под ред. Я.И. Войткунского. Т. 3. Л. : Судостроение, 1985. 640 с.

[3] Егоров И.Т., Ходкость и мореходность глиссирующих судов / И. Т. Егоров, М.М. Буньков, Ю.М. Садовников. Л. : Судостроение, 1978. 334 с.

[4] Ваганов А.М. Проектирование скоростных судов. Л. : Судостроение, 1978. 279 с.

[5] Yuriy Korol, Computational Fluid Dynamics Methods for Designing the Propeller-Steering Complex of Submarine. *Modern Environmental Science and Engineering* (ISSN 2333-2581) March 2021. Volume 7. № 3. P. 223–231. Doi: 10.15341/mese(2333-2581)/03.07.2021/005 Academic Star Publishing Company, 2021, www.academicstar.us

FEATURES OF CIRCUIT DESIGN AND CALCULATION OF MARINE PLANING VESSELS

Korol Yu.M., candidate of technical sciences, associate professor, professor of NUK, head of the educational and scientific center “Hydromechanics” (ESDG),

Malinkin O.Yu., the head of the laboratory of the ESCG

Yermolenko B.O., graduate student of the National University of Ukraine,

Solomakha M.V., student, solomon10523@gmail.com, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine,

Kornelyuk O.M., Art. teacher, olganikkornelyuk@gmail.com, Kherson State Maritime Academy, Ukraine, Kherson

Annotation. An analysis of modern requirements for the design of contours of marine planning vessels and means of calculating their maneuverability was performed. The author’s software Redan.exe was developed for the generation and construction of 3D models of longitudinal reddens. With the help of the Flow Simulation module of the Solid Works system, a method was created and the influence of longitudinal reddens on the resistance of planning vessels was determined.

Keywords: modern requirements for the design of planning vessels; determination of the effect of longitudinal reddens on movement resistance using CFD methods; software for generating 3D reddens models.

УДК 005.8:378:629.5:338.28

КАДРОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ SHIPBUILDIN 4.0

[1]Слободян С.О., [2]Харитонов Ю.М.

[1] кандидат технічних наук, професор,
проректор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
slo71nuos@gmail.com
[2] доктор технічних наук, професор,
керівник навчально-наукового центру морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
kharytonov888@gmail.com

Анотація. Розглянуті основні проблемні питання кадрового забезпечення створення технологічної платформи Shipbuilding 4.0 в Україні. Визначені ключові напрямки та умови

формування компетенцій фахівців за напрямками відповідних складових технологічної платформи.

Ключові слова: суднобудування; фахівці; напрямки; заходи.

Вступ. Досвід передових країн світу доводить, що одним з перспективних напрямків створення конкурентного суднобудування та судноремонту слід вважати розробку та впровадження проєктів розвитку складових технологічної платформи Shipbuilding 4.0. [1].

Відомі негативні фактори, що впливали та впливають на суднобудівну галузь України і стримують її подальший розвиток [2]. Серед цих факторів слід виділити кризовий стан в системі наукового та кадрового забезпечення суднобудування.

Вирішення завдання наукового та кадрового забезпечення подальшого розвитку суднобудівної галузі України в контексті парадигми Індустрії 4.0. являє собою актуальну-науково прикладну задачу.

Мета роботи полягає у визначені проблемних питань кадрового забезпечення створення технологічної платформи Shipbuilding 4.0 в Україні та ключових напрямків і умов формування компетенцій фахівців за напрямками її відповідних складових.

Основна частина. Перехід суднобудівної галузі на цифрові технології передбачає створення цифрового двійника, при тому основними складовими технологічної платформи Shipbuilding 4.0 вважаються технології 3-D сканування, 3-D печаті, 3-D моделювання, Інтернету речей, штучного інтелекту та інші.

Не потребує доказів, що перехід суднобудівної галузі на цифрові технології суттєво впливає на організацію навчального процесу підготовки фахівців та науковців. Це в свою чергу призводить до необхідності вдосконалення структури навчальних закладів, зміни вимог до їх викладацького складу, матеріально-технічного забезпечення навчальних та наукових лабораторій тощо.

В Україні Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова є ключовим елементом забезпечення суднобудівної галузі науковими кадрами та фахівцями.

Виконаний комплексний порівняльний аналіз з іноземними вишами відповідного напрямку з підготовки фахівців, а також результати перспектив розвитку вітчизняного та зарубіжного суднобудування і відповідно потреб суднобудівної галузі у фахівцях довів, що за умов створення конкурентної суднобудівної галузі та необхідності підготовки фахівців з відповідними компетенціями основними проблемами кадрового забезпечення для вишу слід вважати: недостатнє фінансове та матеріально-технічне забезпечення навчального та наукових процесів; відносна застарілість змісту навчальних програм; відсутність цільових програм розвитку підрозділів університету в напрямку цифровізації; мала доля цільової підготовки майбутніх науковців за відповідними напрямками тощо.

Визначені проблеми кадрового забезпечення потребують розробки та реалізації відповідної програми подальшого розвитку університету в напрямку підготовки науковців та фахівців з цифрової трансформації виробництв, технологій, бізнес-процесів.

На першому етапі формування проєктів програми (концепції) передбачається вирішення низки організаційних питань, основними з яких будуть: визначення та вдосконалення змістовної частини навчальних планів підготовки фахівців за різними спеціальностями; визначення дійсного стану навчально-наукових лабораторій та складання потреб в їх

вдосконалені до потреб відкорегованного навчального процесу та наукових досліджень; цілеспрямоване підвищення кваліфікації викладацького складу з напрямків цифровізації виробництв, технологій, бізнес-процесів та таке інше.

Враховуючи актуальність даного питання у відповідності до наказу ректора за № 160 від 18.08.2023 року з метою практичної реалізації комплексу організаційних, технологічних, господарських й науково-освітніх заходів щодо забезпечення лідируючих позицій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова в стратегії Shipbuilding 4.0 (п. 61 задач колективу та основних напрямків діяльності НУК у 2022/2023 навчальному році, затверджених рішенням Вченої ради НУК від 30.09.2022 р., протокол № 8), була створена з числа науково-педагогічних співробітників структурних підрозділів НУК імені адмірала Макарова робоча група з впровадження елементів технологічної платформи Shipbuilding 4.0 в навчальний процес та науково-дослідницьку діяльність університету за напрямками: стейкхолдери IT- проектів технологічної платформи Shipbuilding 4.0; індустріальний Інтернет речей; великі масиви даних та їх аналіз; штучний інтелект; Інтернет речей; моделювання та цифрові дослідження; нові матеріали; 3-D протипування об’єктів; 3-D технології та моделювання міцнісних характеристик конструкцій; інформатизація суднобудівного виробництва; роботизація процесів суднобудування; кібербезпека.

Готується відкриття двох оновлених наукових центрів за напрямками технологічної платформи Shipbuilding 4.0.

Ключовими напрямками та умовами формування новітніх компетенцій фахівців слід вважати: розвиток співробітництва з вітчизняним та закордонними підприємствами та організаціями, які задіяні в розробці та запроваджені цифрових технологій; формування переліку компетенцій фахівців потрібних на ринку праці за напрямками технологічної платформи Shipbuilding 4.0; створення відповідних навчальних курсів з використанням сучасних та перспективних технологій навчання; створення наукових груп та дослідних лабораторій за напрямками технологічної платформи Shipbuilding 4.0; активізація зусиль щодо участі у відповідних державних програмах та закордонних грантах; подальший розвиток системи підвищення кваліфікації; активізація зусиль щодо створення студентських наукових груп, центрів за напрямками технологічної платформи Shipbuilding 4.0; створення відповідного до визначених напрямків центру компетенцій; пріоритетна підтримка відповідних напрямків наукових досліджень аспірантів і докторантів, наукових колективів кафедр та окремих дослідників; активізація співробітництва із засобами масової інформації тощо.

Формування та реалізацію проєктів програми подальшого розвитку університету в напрямку підготовки науковців та фахівців з цифрової трансформації суднобудівної галузі передбачається виконати у короткостроковий період – до 5 років.

Висновки:

1. Суднобудівна галузь України потребує кадрового забезпечення науковцями та фахівцями, які здатні реалізувати процеси її цифрової трансформації.

2. Розробка та реалізація проєктів програми подальшого розвитку Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова в напрямку підготовки науковців та фахівців з цифрової трансформації являє собою важливу науково-прикладну задачу, вирішення якої має загальнодержавне значення.

Література

[1] V. Stanic, N. Fafandjel, M. Hadjina (2018) Toward shipbuilding 4.0 – an Industry 4.0 changing the face of the Shipbuilding. Brodogradnja. *Shipbuilding*. Open access. P. 111–128.

[2] Новини комітетів – У Комітеті з питань економічного розвитку обговорили стан розвитку суднобудівної галузі – *Офіційний портал Верховної Ради України* (rada.gov.ua)

STAFFING FOR THE CREATION OF THE TECHNOLOGICAL PLATFORM SHIPBUILDING 4.0

Slobodyan Serhii, Kharytonov Yuriy

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The main problematic issues of personnel support for the creation of the technological platform Shipbuilding 4.0 in Ukraine are considered. The key directions and conditions for the formation of specialists' competences according to the directions of the relevant components of the technological platform are defined.

Keywords: shipbuilding; experts; directions; measures.

УДК 621.4:620.9

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ВИКИДІВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ СИСТЕМАМИ СЕУ

Коробко В.В.

доктор технічних наук, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

volodymyr.korobko@nuos.edu.ua

Анотація. На поточний момент в судновій енергетиці склалася ситуація, коли електрохімічні генератори (ЕХГ) становяться реальною альтернативою традиційним рішенням, які основані на використанні теплових двигунів. В зв'язку з цим, виникає потреба в розробці оновлених підходів до проектування енергетичних установок з ЕХГ та їх систем. В роботі розглянути деякі питання розробки теплових схем СЕУ та систем паливопідготовки з урахування особливостей роботи ЕХГ та виду палива.

Ключові слова: Суднові енергетичні установки, електрохімічні генератори, теплові викиди.

Актуальність досліджень. Для суднової енергетики ЕХГ– це принципово новий тип обладнання, отже, виникають питання щодо їх раціональної інтеграції в СЕУ. Вирішення такої задачі потребує перегляду комплексного підходу до проектування складу суднової ЕУ в цілому та відповідних систем СЕУ, що є актуальною задачею.

Метою досліджень є визначення доцільних рішень щодо утилізації теплових викидів PEMFC ЕХГ в судновій установці регазифікації та каталітичного крекінгу скрапленого аміаку.

Викладення основного матеріалу. В роботі розглядались установки з ЕХГ, в яких використовувались PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell). Останнім часом, саме такі ЕХГ набули найбільшого поширення в судновій енергетиці [1–3].

СЕУ є складним комплексом, максимальна ефективність якого може бути отримана за умов ефективного використання всіх наявних джерел енергії, що потребує урахування особливостей кожної окремої установки [4,5]. Для своєї роботи PEM FC потребують водень, який в суднових умовах можна отримати шляхом переробки суднового палива. В якості основного палива СЕУ в роботі розглядався скраплений аміак, для переробки якого в водень передбачено використання технології каталітичного крекінгу.

Отже, в складі СЕУ з PEM FC має бути присутня спеціальна установка паливопідготовки, до складу якої входять система регазифікації скрапленого аміаку, система каталітичного крекінгу та система подачі палива (рис. 1).

Найбільш перспективною можна вважати технологію каталітичного крекінгу фірми “Pherousa Green Shipping” (рис. 2), яка передбачає утилізацію теплоти продуктів крекінгу аміаку.

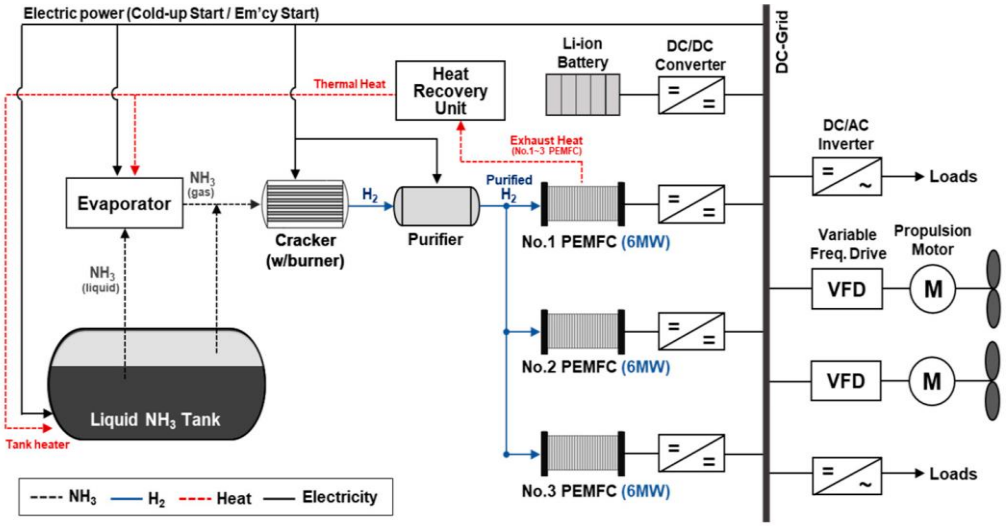


Рисунок 1 – Схема СЕУ з ЕХГ [4]

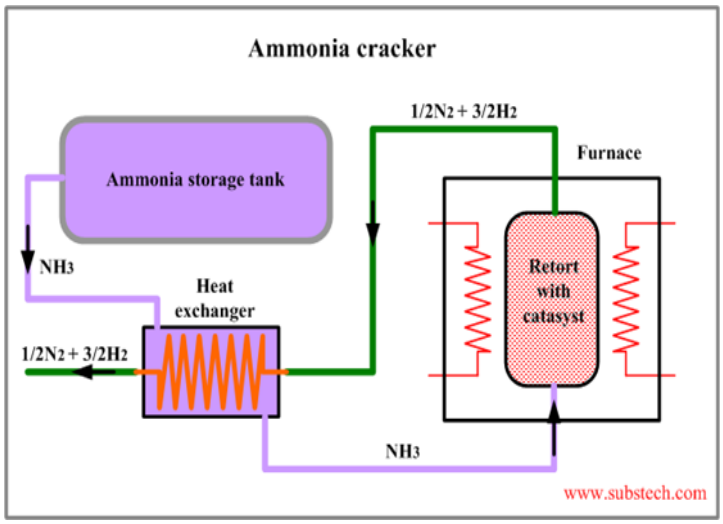


Рисунок 2 – Схема СЕУ з ЕХГ

Ця технологія, завдяки новітнім каталізаторам, забезпечує ефективну декомпозицію аміаку при температурі 400–450 °C.

Вузол регазифікації скрапленого аміаку є окремим елементом, для якого розроблені відповідні схемні рішення. Існує можливість використання потенціалу кріогенного палива з допомогою термоакустичної системи регазифікації. Таке рішення дозволяє отримувати додаткову механічну роботу для привода термоакустичного турбогенератора [6].

В роботі розглядались ЕХГ виробництва фірми TECO 3000. Ці ЕХГ побудовані за агрегатним принципом, на основі єдиного модуля FCM 400, потужністю 400 кВт. Характеристики цього модуля були використані в даному дослідженні. Обчислення виконувались для одного окремого модуля. Було прийняте припущення, що енергетичні потоки СЕУ будуть пропорційні потокам енергії одиничного модуля.

Таблиця 1 – Характеристики ЕХГ FCM 400

Потужність, Max/Rated, кВт	400 / 366	
Ефективність, Max/Rated	55 % / 48 %	
Витрата палива, (Rated), кг/год	20,5	
Витрата палива, (XX), кг/год	1,1	
Скидна теплота, (R-d), кВт год	340	
Температура теплоносія, °C	59	
Витрата теплоносія, л/мін	600	
Вихідна напруга (DC), В	1450	
Струм, (PP/XX), А	412/22	

Проведені розрахунки показали, що:

- на робочому режимі каталітичний крекер аміаку потребує 126 кВт теплоти, (ентальпія крекінгу 46.5 кДж/моль);
- утилізації теплоти продуктів крекінгу здатна забезпечити отримання лише 49 кВт, дефіцит потужності сягає 77 кВт;
- використання термоакустичної системи регазифікації може забезпечити отримання додаткової електричної потужності на рівні 30 -45 кВт.

Отже, можна зробити висновок, що основним споживачем теплоти системи підготовки палива для PEMFC є процес каталітичного крекінгу аміаку. Відповідно, витрати енергії на реакцію крекінгу є суттєвою складовою теплового балансу СЕУ.

В складі гібридної СЕУ (рис. 2) відсутні елементи, здатні продукувати таки обсяги теплових викидів, і саме тому – там передбачено використання окремого пальника. Притримуючись принципу реалізації в СЕУ “Non-Combustion Technology”, доцільним рішенням може стати використання пальників, в яких реалізована технологія безполуменевого згоряння аміаку.

Висновки. Вдосконалення паливних комірок пов'язано з дослідженнями в області електрохімії, каталітичних систем. Для мореплавства такі СЕУ є принципово новим наукоємним рішенням, яке потребує проведення додаткових досліджень в області суднової енергетики, розробки нових схемних рішень.

- скидна теплота системи охолодження модуля FCM 400, на всіх режимах експлуатації повністю покриває потреби системи регазифікації в теплоті;
- для роботи системи каталітичного крекінгу аміаку потрібно компенсувати нестачу теплоти з температурами 450–500 °С, що можна вирішити з допомогою додаткових пальників, які споживають аміак.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

[1] Niels de Vries, Safe and effective application of ammonia as a marine fuel. http://resolver.tudelft.nl/uuid:be8cbe0a-28ec-4bd9-8ad0-648de04649b8

[2] Sanchez, A.; Castellano, E.; Martin, M.; Vega, P. Evaluating ammonia as green fuel for power generation: A thermos-chemical perspective. Appl. Energy 2021, 293, 116956. [Google Scholar] [CrossRef].

[3] Biert, L.; Godjevac, M.; Visser, K.; Aravind, P.V. (2016). A review of fuel cell systems for maritime applications. *Journal of Power Sources*, 327, 345–364. doi:10.1016/j.jpowsour. 2016.07.007.

[4] Kim, Kyunghwa; Roh, Gilltae; Kim, Wook; Chun, Kangwoo. (2020). A Preliminary Study on an Alternative Ship Propulsion System Fueled by Ammonia: Environmental and Economic Assessments. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8 (3), 183. doi:10.3390/jmse8030183

[5] Xing, H., Stuart, C., Spence, S., & Chen, H. (2021). Fuel Cell Power Systems for Maritime Applications: Progress and Perspectives. *Sustainability*, 13 (3), 1213. doi:10.3390/su13031213.

[6] Коробко, В. В. Числове моделювання суднової термоакустичної системи регазифікації LNG палив / В. В. Коробко, О. О. Московко, Д. О. Тимошенко. *Наук. вісн. ХДМА*. Херсон, 2015. № 1. С. 36–42.

PROBLEMS OF THERMAL EMISSIONS UTILIZATION IN POWER SYSTEMS WITH ELECTROCHEMICAL GENERATORS

Korobko V.V.

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Marine Power Plant Operation and Heat Power Engineering at Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract: Currently, electrochemical generators can be considered as an alternative to traditional solutions based on thermal engines in marine power engineering. This shift necessitates the development of new approaches to designing such power plants and their systems. The study addresses the issues related to the configuration of marine power plant systems, taking into account the operational characteristics of electrochemical generators. It is shown that special attention must be given to fuel preparation systems and the utilization of thermal and material emissions in electrochemical generators.

Keywords: Marine power plants; electrochemical generators; thermal emissions.

СЕКЦІЯ № 1. ПРОЕКТУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ СУДНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 629.5.018.71

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОГІДРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШВИДКІСНИХ СУДЕН ТИПУ WIG-CRAFT

Мороз В.В.[1], Кочін В.О.[2]
стар. наук. співроб., канд. техн. наук[1], канд. техн. наук [2]
Інститут гідромеханіки НАН України; Київ, Україна
MorozVV@nas.gov.ua [1], KochinVO@nas.gov.ua [2]

Анотація. На прикладі схематизованої моделі продемонстровано переваги дослідження аерогідродинамічних характеристик швидкісного судна типу WIG-craft в дослідному басейні. Зокрема, обговорюються результати дослідження аеродинамічних характеристик отриманих гідродинамічним методом та гідродинамічних характеристик отриманих методом «підтягування». Отримані результати можуть бути використані при оптимізації аерогідродинамічної схеми швидкісного судна типу WIG-craft.

Ключові слова: швидкісне судно типу WIG-craft; аерогідродинамічні характеристики; дослідний басейн; буксирувальні випровування.

Конструкція швидкісних суден типу WIG-craft (Wing-in-ground craft) ґрунтується на особливостях аеродинаміки крила поблизу екрану (екранному ефекту). Суть екранного ефекту полягає в збільшенні підіймальної сили при одночасному зменшенні індуктивного опору крила при наближенні його до екрану [1, с. 9–15]. Частіше за все в якості екрана виступає водна поверхня.

Однією з причин, що стримують розвиток суден типу WIG-craft як високоефективного виду транспорту, є їхня складна гідродинамічна взаємодія з водою під час зльоту і посадки. Під час зльоту гідродинамічний опір судна типу WIG-craft у кілька разів перевищує аеродинамічний опір, що діє на нього під час польоту над екраном [1, с. 225–239]. Таким чином гідродинамічні сили в сукупності з аеродинамічними силами, що діють на корпус такого типу судна, мають визначальне значення в процесі їх ефективної експлуатації.

Частіше за все аерогідродинамічні характеристики швидкісних суден типу WIG-craft досліджуються експериментальними методами, зокрема, аеродинамічні характеристики досліджуються в аеродинамічних трубах, а гідродинамічні – в дослідних басейнах. Однак методи моделювання руху тіл поблизу екрана, що використовуються в аеродинамічних трубах, часто не дозволяють виконати умови кінематичної подоби [2, с. 84–92]. Тому представляє інтерес гідродинамічний метод вирішення аеродинамічних задач, який зокрема стосовно експериментальних досліджень аеродинаміки крила поблизу екрану розвинуто в Інституті гідромеханіки НАН України [3, с. 39–54]. Суть методу полягає в тому, що рух крила

в повітряному середовищі замінюється в експерименті рухом крила у водному середовищі, а водний плоский або хвильовий екран над яким рухається крило замінюється твердим плоским або хвильовим екраном.

Гідродинамічні характеристики швидкісних суден типу WIG-craft як правило досліджуються шляхом проведення буксирувальних випробувань моделі судна у дослідному басейні з використанням «методу підтягування» [4, с. 15–25]. Суть «методу підтягування» полягає в тому, що під час проведення випробувань до моделі судна прикладаються зовнішні вертикальні сили, які моделюють підіймальну силу крила та хвостового оперення.

Тому, **є актуальним** аналіз результатів експериментів, отриманих описаними вище методами, з огляду відповідності їх натурним процесам та вдосконалення методів проведення експериментів.

Метою роботи є вдосконалення та розвиток методів дослідження аерогідродинамічних характеристик швидкісних суден типу WIG-craft.

Для проведення експериментальних досліджень в дослідному басейні були побудовані дві моделі схематизованого швидкісного судна типу WIG-craft: одна – для дослідження аеродинамічних характеристик, а друга – для дослідження гідродинамічних характеристик. При цьому загальна концепція швидкісного судна типу WIG-craft відповідала конфігурації, яку обґрунтував A.Lippisch і яка в повній мірі реалізована в серії швидкісних суден серії “Flightship” [1, с. 78–82].

Зовнішній вигляд моделей схематизованого швидкісного судна типу WIG-craft для показано на рис. 1. В конструкції моделі для гідродинамічних досліджень були відтворені тільки ті елементи, які безпосередньо взаємодіють з водою: центральний корпус та бічні поплавці (див. рис. 1, *б*). Для реалізації «методу підтягування» до моделі прикладалася зовнішня вертикальна сила за допомогою вантажів, які мали гнучкий зв’язок із моделлю через систему поворотних блоків.

Показниками, що оцінювалися, при дослідженні аеродинамічних характеристик були: коефіцієнт аеродинамічної підіймальної сили $Cy = 2Py/\rho\upsilon^2 F$ (тут Py – виміряна підіймальна сила моделі; ρ - масова густина води; F - площа крила моделі в плані), коефіцієнт аеродинамічної сили опору $Cx = 2Rx/\rho\upsilon^2 F$ (тут Rx – виміряна сила опору моделі) та коефіцієнт аеродинамічного повздовж-нього моменту $Cm = 2M/\rho\upsilon^2 F\, b_{cax}$ (тут M – виміряний повздовжній момент моделі).

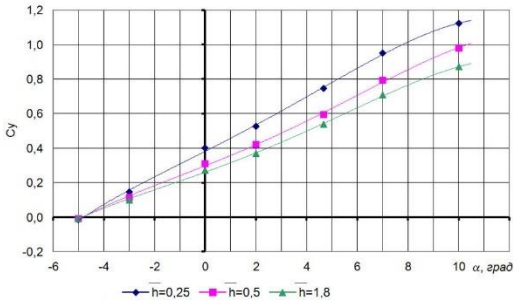
а) *б)*

Рис. 1. Зовнішній вигляд моделей схематизованого швидкісного судна типу WIG-craft: (а) – для аеродинамічних досліджень; (б) – для гідродинамічних досліджень

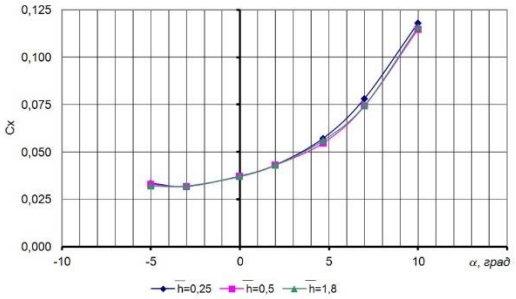
Показниками, що оцінювалися, при дослідженні гідродинамічних характеристик були: зворотна гідродинамічна якість ε, яка визначалася за формулою $\varepsilon = R/(\Delta - Py)$ (тут R – виміряна сила опору моделі; Δ - нормальна водотоннажність моделі; Py - величина сили підтягування), кут ходового диференту ψ та переміщення центру ваги моделі по висоті Zg.

Характерний вигляд зведених залежностей аеродинамічних характеристик в залежності від кута атаки α та відносної висоти польоту над екраном $\bar{h} = h_{cax}/b_{cax}$ (тут h_{cax} – висота над екраном середньої аеродинамічної хорди по задній кромці) показано на рис. 2.

а)



б)



в)

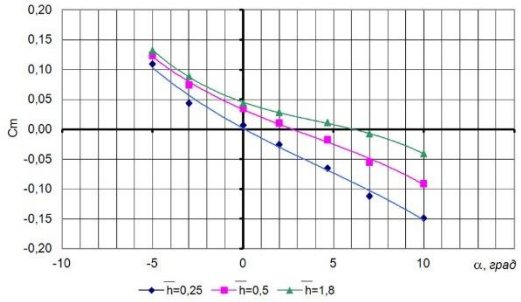
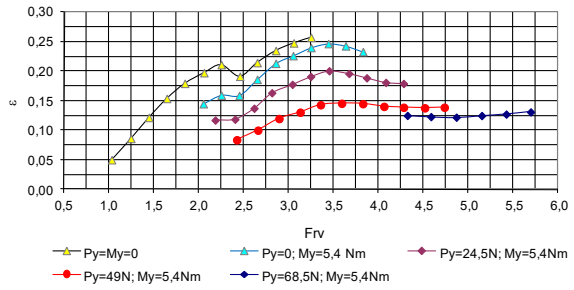
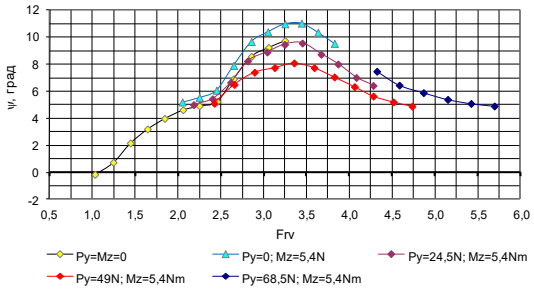


Рис. 2. Зведені графіки залежності аеродинамічних характеристик:
а) – коефіцієнт підіймальної сили;
б) – коефіцієнт сили опору;
в) – коефіцієнт повздовжнього моменту

а)



б)



в)

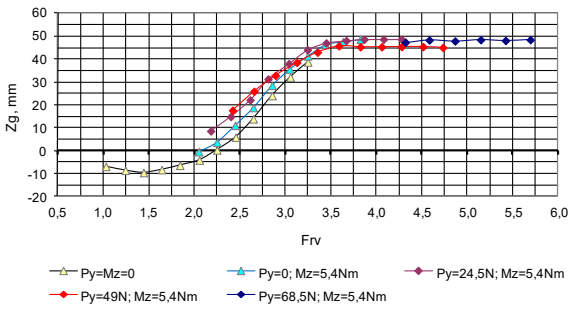


Рис. 3. Зведені графіки залежності гідродинамічних характеристик:
а) – зворотна гідродинамічна якість ε;
б) – кут ходового диференту ψ;
в) переміщення центру ваги Zg

Характерний вигляд зведених залежностей гідродинамічних характеристик швидкісного судна типу WIG-craft показано на рис. 3. Гідродинамічні характеристики аналізувалася в залежності від числа Фруда, обчисленого за об'ємною водотоннажністю Fr_V за формулою $Fr_V = \upsilon \Big/ \sqrt{g\sqrt[3]{(\Delta - Py)/\gamma}}$ (тут γ – питома вага води).

Висновки:

1. Загальний характер аерогідродинамічних характеристик швидкісного судна типу WIG-craft, які були отримані представленими методами, відповідає уявленням про аерогідродинамічні характеристики суден такого класу.
2. Отримані результати можуть бути використані при оптимізації аерогідродинамічної схеми швидкісного судна типу WIG-craft.

Література

[1] Yun L., Bliault A., Doo J., 2010. WIG Craft and Ekranoplan: Ground Effect Craft Technology. Publisher: Springer New York, NY, 2010. 450 p., DOI 10.1007/978-1-4419-0042-5

[2] Clayton B., Bishop R., 1982. Mechanics of Marine Vehicles. E.&F.N. SPON Ltd, London.

[3] Бєлінський В.Г., Кочін В.О., Мороз В.В., 2013. Досвід дослідження задач аеродинаміки методами гідродинамічного експерименту. *Вісник Одеського національного морського університету* : Зб. наук. праць. вип. 1 (37). Одеса : ОНМУ, 2013. С. 39–54.

[4] Grinchenko V., Moroz V., 2005. Hydrodynamic aspects of wing-in-ground crafts designing/ Proceedings of 1-st International Symposium on WIG Crafts, 8 November 2005, Seoul, Korea, p. 15–25.

EXPERIMENTAL STUDIES OF AERO-HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF HIGH-SPEED VESSELS OF THE WIG CRAFT TYPE.

Volodymyr Moroz, Victor Kochin

Institute of Hydromechanics of the NAS of Ukraine; Kyiv, Ukraine

Abstract. Using the example of a schematic model, the advantages of studying the aero-hydrodynamic characteristics of a high-speed vessel of the WIG-craft type in the experimental basin are demonstrated. In particular, the results of the study of aerodynamic characteristics obtained by the hydrodynamic method and hydrodynamic characteristics obtained by the "pull-up" method are discussed. The obtained results can be used in the optimization of the aerohydrodynamic scheme of a high-speed vessel of the WIG-craft type.

Keywords: WIG-craft type high-speed vessel; aero-hydrodynamic characteristics; experimental basin; towing tests.

УДК 629.546.6:666

ПРОЄКТЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАВУЧИХ СПОРУД ДЛЯ ТИМЧАСОВОГО ЗБЕРІГАННЯ РОЗІГРІТИХ ВАНТАЖІВ

Казимиренко Ю. О.
докторка технічних наук, професорка кафедри матеріалознавства і технології металів, yuliia.kazymyrenko@nuos.edu.ua
Савочкіна В. В
викладачка кафедри теорії та проектування суден, vira.savochkina@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна

Анотація. Запропоновано новий підхід до проєктування плавучих споруд для тимчасового зберігання розігрітих вантажів, в основу якого покладено принципи стабілізації теплових втрат з розігрітих поверхонь вантажних танків.

Ключові слова: в'язкі речовини, теплоізоляційна конструкція, композиційні матеріали, плавучість, теплообмін.

Виробничий потенціал і пошук альтернативних шляхів транспортування продукції сільського господарства, харчової і хімічної промисловості безпосередньо пов'язаний зі поставками та зберіганням сировинних матеріалів. Досвід останніх років показав небезпечність розташування складських приміщень і сховищ у припортовій і прибережній зонах.

Сучасні тенденції проєктування, конструювання і будівництва плавучих споруд на плавучій та неплавучій основі, можливості їх адаптації під водоймища України висвітлено авторами робіт [1, с. 18–26] і [2, с. 57–60]. Особливості експлуатації плавучих будинків полягатимуть у можливості використання як енергетичних установок з невеликою потужністю, так і двигунів на альтернативних джерелах енергії, що також може бути пристосовано для вантажів, які потребують постійного розігрівання. Потужність нагрівального обладнання залежить від температурних режимів, теплоємності і густини речовин. Стабілізувати теплові втрати та знизити енергетичні витрати можливо шляхом проєктування раціональних теплоізоляційних конструкцій, для виготовлення яких необхідно обирати легковажні негорючі композиційні матеріали, які поєднують у собі теплоізоляційні характеристики і властивості матеріалу плавучості. Проблемним питанням модернізації суден і плавучих споруд, призначених для транспортування вантажів зі спеціальними температурними умовами, улаштування їх тепловою ізоляцією, виготовленої з поліфункціональних композиційних матеріалів, присвячені наукові праці [3, с. 48–59], [4, с. 52–59], [5, с. 174–180]. Подальший розвиток цього актуального науково-технічного завдання вимагатиме нового підходу до проєктування теплоізоляційних конструкцій, в основу якого покладено принципи стабілізації теплових втрат з поверхні розігрітих вантажних танків при експлуатації в умовах річкових акваторій.

Мета роботи – ґрунтовний аналіз проєктних і технологічних факторів, які забезпечують мінімальні витрати енергетичних ресурсів на розігрівання високов'язких вантажів при їх зберіганні на плавучих спорудах.

Постановка проєктного дослідження (табл. 1) включатиме у себе вирішення комплексу пошукових, проєктних, технологічних, енергоефективних, екологічних, економічних задач.

Таблиця 1 – Теоретично-методологічні передумови постановки дослідження

Складові частини об'єкту дослідження	**Теоретичне та методологічне підґрунтя**
Дослідження властивостей вантажів	Основи теорії мікробіологічних ризиків харчових продуктів та кріофізики, фізико-хімічні уявлення про процеси розм'якшення і твердіння мінеральних в'яжучих матеріалів, реологічні властивості сірчановмісних нафтопродуктів і тваринних жирів
Технічне забезпечення підтримки температурних умов вантажів на судні	Методологічні основи охолодження, заморожування, отеплення і холодильного зберігання харчових продуктів та науково-технічні напрацювання щодо енергетичного устаткування для розігрівання наливних вантажів на судні
Моделювання процесів теплообміну у вантажній зоні судна	Моделі теплообміну у конструкціях різної геометричної форми в умовах природної конвекції та з урахуванням внутрішніх джерел тепла
Вибір матеріалів для формування ізоляційних конструкцій	Досвід впровадження сучасних ізоляційних матеріалів у суднобудівних технології
Переобладнання та модернізація суден	Авторські науково-практичні напрацювання

Джерело: складено авторами

Для вибору раціонального конструктивно-компонувального рішення авторами проаналізовано: властивості вантажів, які планується зберігати на плавучому об'єкті; розташування танків і нагрівального обладнання у вантажній зоні плавучої споруди (рис. 1); особливості теплоізоляційних конструкцій та фізико-механічні властивості композиційних матеріалів.

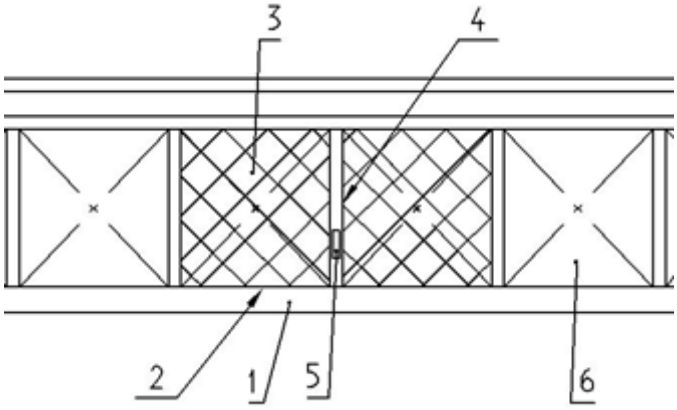


Рисунок 1 – Фрагмент вантажної зони: 1 – подвійне дно; 2 – вантажні танки, модернізовані під розігріті вантажі; 3 – теплова ізоляція; 4 – подвійна переборка; 5 – нагрівальне обладнання; 6 – танки для інших вантажів

За розрахункові параметри прийнято величини теплових втрат з поверхні вантажних неізольованих і теплоізольованих танків за умовами конвективного теплообміну. Одержані результати показали ефективність застосування теплової ізоляції, отриманої методом спікання скляних мікросфер [6, с. 67–74] з товщиною шару 40–150 мм. Таким чином можна протягом 90 діб зберігати на плаву при температурі забортної води 10 °С у вантажних танках з сумарною ємкістю 4350 м^3 розігріті до +250 °С в'язкі речовини. Це можуть бути тваринні та синтетичні жири медичного і косметологічного призначення з температурою 40–60 °С, рідка сірка (+135–150) °С, бітум (+150–200) °С і синтетичні смоли (+250) °С.

Висновок. Запропоновано новий підхід до проєктування плавучих споруд для тимчасового зберігання розігрітих вантажів, в основу якого покладено принципи стабілізації теплових втрат з розігрітих поверхонь вантажних танків.

Література

[1] Щедролосєв О. В., Терлич С. В., Щедролосєв М. О. Сучасний стан і перспективи побудови та експлуатації модульних хаусботів // Shipbuilding and marine infrastructure. – 2019. – № 2 (12). – С. 18–26.

[2] Коновалова Г. В., Щедролосєв О. В. Сучасні технології проєктування, побудови і експлуатації плавучих житлових будинків // Матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2023. – С. 57–60.

[3] Казимиренко Ю. О., Савочкіна В. В. (2023). Проєктування ізоляційних конструкцій суден для транспортування вантажів зі спеціальними температурними умовами // Shipbuilding and marine infrastructure. – 2023. – № 1 (17). – С. 48–59.

[4] Казимиренко Ю.О., Савочкіна В. В. Проєктно-технологічні можливості модернізації суден-продуктовозів // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд». – Миколаїв: НУК, 2024. – С. 52–59.

[5] Kazymyrenko Yu., Solomoniuk N., Drozd O. Glass microspheres thermo-deformation sintering processes in the technologies of obtaining materials for underwater technical equipment // POLISH MARITIME RESEARCH. – 2023. – № 3 (119). – Vol. 30. – pp. 174–180.

[6] Казимиренко Ю. О., Гайдаєнко О. В. Комп'ютерне моделювання розподілу температур спікання скляних мікросфер // Питання хімії та хімічної технології (*Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii). – 2024. – № 3. – С. 67–74.*

PROJECT STUDY OF FLOATING STRUCTURES FOR TEMPORARY STORAGE OF HEATED CARGO

Yuliia Kazymyrenko

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Vira Savochkina

teacher, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

Abstract. A new approach to the design of floating structures for temporary storage of heated cargo is proposed, which is based on the principles of stabilization of heat losses from heated surfaces of cargo tanks.

Key words: viscous substances, heat-insulating structure, composite materials, buoyancy, heat transfer.

УДК 378.72.092

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ ЯХТ ДОВЖИНОЮ 30–35 ФУТІВ

Коваль С.С.
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
завідувач кафедри дизайну Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова
sergiy.koval@nuos.edu.ua

Анотація: Відпочинок на воді стає більш популярним щороку. В дослідженні вирішення питання врахування особливостей дизайну інтер'єрів крейсерських яхт довжиною 30–35 футів.

Ключові слова: крейсерська яхта, дизайн внутрішнього інтер'єру, проектування салону та каюти.

Вступна частина. З кожним роком човни, яхти та катамарани стають все більш комфортабельними та технологічними. Найновіші навігаційні системи, збільшення популярності екологічних силових установок, бортова автоматика – все це в сукупності приваблює до відпочинку на воді та морських прогулянок все більше і більше людей у цілому світі [1].

Не останнім аргументом в бік вибору того чи іншого судна є дизайн його внутрішнього інтер'єру.

Мета роботи. Виконати аналіз особливостей дизайну внутрішнього інтер'єру парусних яхт довжиною 30–35 футів.

Основна частина. Найбільш популярні розміри яхт для круїзів вихідного дня та каботажних подорожей є човни розмірами від 30 до 35 футів. Вони надають достатньо непоганий рівень комфорту для сімейного відпочинку, поєднуючи в собі відносно невеликі витрати на стоянку та обслуговування. Також яхти даного типу надають можливість приймати участь в клубних регатах.

Масовим будівництвом таких яхт займаються найбільш відомі та потужні світові виробники: французький конгломерат "Beneteau"/"Jeanneau"; німецькі верфі "Bavaria Yachtbau GmbH" та "Hance Yacht", французька верф "Dufour", польська – "Poncin Yachts" та інші [2].

Для човнів розмірами 30 – 35 футів є також стереотипним і планування внутрішнього інтер'єру. Практично всі вони мають носову каюту з двоспальним V – подібним диваном, салон в центрі судна з двома диванами вздовж бортів (один з яких часто має L – або C – подібну форму) та столом між ними. Крім того, під кокпітом, розташовується кормова двомісна каюта. Подібне планування дозволяє виділи до шести спальних місць, що цілком задовольняє вимоги сімейного відпочинку. В обов'язковому порядку човни мають камбуз, гальюн з душем та штурманський стіл.

Сучасним трендом є використання на яхтах достатньо потужних сонячних генераторів. Такий запас електричної енергії розширює можливості дизайнерів щодо впровадження додаткових елементів комфорту.

Широка лінійка енергозберігаючих світильників у водо захищеному варіанті виконання, різних спектрів випромінювання дають широкі можливості для фантазій дизайнера. Зокрема можна використати світлове зонування окремих частин салону.

Не зайвим буде зупинитись на матеріалі підлоги всередині човна та покриття палуби. Використання тикової деревини, безперечно, робить вигляд яхти багатим та престижним, але потребує значних додаткових фінансових затрат. Тому виробники пропонують велику різноманітність матеріалів для підлоги та палуби. Це може бути EVA штучний тик, підлоговий вініл Marideck, стрижений килимролін Spaarta або Jasmin. Слід зазначити що вказані матеріали спеціально розроблені для використання у важких умовах підвищеної вологості солоної води та інтенсивного сонячного випромінювання. Наявність широкого спектру кольорових рішень дозволяє розробляти дизайн інтер'єру за різними стильовими рішеннями.

Камбуз. При проектування зони приготування їжі слід передбачити доволі простору робочу зону, для можливості одночасної роботи двох людей. Невід'ємними елементами камбузу є холодильник, мікрохвильова піч, робоча поверхня (газова або електрична), раковина з краном, шафи для зберігання посуду та припасів.

Останнім часом все більш популярним стає використання меблів трансформерів. Це дозволяє звільнити додатковий об'єм простору для створення комфорту пасажирам та членам екіпажу.

В гальюні на яхті є унітаз, раковина, душ та шафа для зберігання сантехнічних речей. Доволі часто, наявність душа в гальюні можна не помітити, так як розраховано на то, що приймати душ будуть в просторі між раковиною та унітазом, а кран на раковині трансформується в душовий шланг.

Дизайн внутрішнього інтер'єру яхти суттєво залежить від специфіки експлуатації човна. Починаючи від екстремальних автономних переходів у бурхливому морі до комфортних прогулянок вздовж узбережжя з ночівлею в захищених маринах.

Висновки. Аналізуючи вище сказане, можна зробити висновок, що світові тенденції в дизайні інтер'єрів крейсерських яхт розмірами 30–35 футів змінюються щорічно. Важливо враховувати, що суднові приміщення мають бути не тільки красивим, але й зручними у користуванні та забезпечувати відповідний рівень безпеки. Слід зазначити, що сучасний дизайн інтер'єрів човнів досить демократичний. Час не стоїть на місці, щорічно відбуваються нововведення в дизайні інтер'єру та їх особливості і тенденції. Функціональні меблі, комфортні приміщення, деталі та аксесуари все це характерне для основного підходу в проектування інтер'єру яхти.

Література

[1] URL: https://relax-yachting.com/sovety-novichkam/bit-na-yachte.

[2] URL: https://yachtshipyard.wordpress.com.

ANALYSIS OF INTERIOR DESIGN FEATURES OF YACHTS 30–35 FEET LONG

Koval Sergiy

Admiral Makarov National Shipbuilding University

Abstract. Recreation on the water is becoming more popular every year. In the study of solving the issue of taking into account the design features of the interiors of cruising yachts with a length of 30–35 feet.

Keywords: Cruising yacht, interior design, salon and cabin design.

УДК 629.5:574

ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ МАТЕРІАЛІВ У ЕКОЛОГІЧНОМУ ДИЗАЙНІ ІНТЕР'ЄРІВ СУДЕН

Сергієнко О. М.
Старший викладач кафедри дизайну, vvs64728@gmail.com
Кульчинська В. А.
Студентка групи 3531, nikafx00@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. У роботі розглянуто основні принципи екологічного оздоблювання інтер'єрів яхт, їх складову. Проведено аналіз альтернативних матеріалів, що можуть бути використані дизайнерами при проектуванні суден. Виявлено основні аспекти впливу екологічного проектування на навколишню середу.

Ключові слова: екологічне забезпечення, новітні будівельні матеріали, викиди.

Вступ. Новітні еко-матеріали у проектуванні та створенні дизайну, як відомо, допомагають знизити викиди шкідливих речовин, що особливо важливо в умовах підвищеної уваги до екологічних проблем, а також є привабливішими візуально та дешевшими, ніж класичні, природні.

Мета роботи. Завданням роботи є аналіз альтернативних матеріалів у дизайні сучасних суден, їхнього впливу на навколишнє середовище світу.

Результати дослідження та їх обговорення. Екологічно чисте (або «зелене») проектування інтер'єрів суден є найсучаснішим та найякіснішим методом розробки водного транспорту. Воно спрямоване на використання екологічно безпечних матеріалів у інтер'єрах суден, а також піклування про безпеку та здоров'я пасажирів. Яхти довгостроково знаходяться у відкритому водному середовищі під прямими сонячними променями, що означає, що будь-які синтетичні матеріали у оздобленні інтер'єру починають випаровувати токсичні речовини, шкідливі для пасажирів. Використання новітніх матеріалів може попередити цей процес.

Для інтер'єрів суден використання деревини, як екологічно чистого, міцного, довговічного, волого- та пожежостійкого матеріалу, є одним із традиційних способів введення натуральних матеріалів у проект дизайну інтер'єру. Природня текстура деревини надаватиме дизайну натуральну привабливість. Однак для власників, які віддають перевагу вишуканому стилю, більш темні породи дерева (наприклад, червоне дерево, вишня, або сапели) можуть додати традиційного або класичного акценту. Поєднання контрасту: світлих і темних відтінків, а також матових і глянцевих поверхонь в оформлені створює більш елегантний образ інтер'єру. Для додання природного блиску або виразності дизайну використовують різноманітні варіанти оздоблення поверхонь, як от смола, скло або фарба, що застосовуються у облицюванні стін, палуб і в різних меблях.

Сучасні ж технології постійно розвиваються, і сьогодні на світовому ринку представлені інноваційні та екологічно чисті матеріали високої якості, які не поступаються дорогим

породам деревини. Новітні екологічно чисті матеріали, як правило, технічно не поступаються звичайним за якістю, і навпаки, мають безліч переваг.

Один із таких матеріалів – ДПК (або деревно-полімерний композит), матеріал, що поєднує у собі властивості деревини та пластику, а саме вологостійкість та супротив розтріскуванню. ДПК, на відміну від звичайної деревини, є більш міцним та не може гнити та покриватися пліснявою, тож його часто використовують для оздоблення палуб та меблів.

Найміцнішим матеріалом для інтер'єрів яхт сьогодення можна вважати керамограніт, що має дуже багатий асортимент та є надзвичайно твердим, тож використовується у облицюванні, а також кам'яний шпон («гнучкий камінь») – полімер, що імітує справжні природні фактури каменю та мармуру, до того ж має мінімальну товщину від 3 мм, що є ще одною його перевагою. Він складається з тонкого шару кам'яної крихти та акрилового зв'язуючого, тож він витримує вагові навантаження, але є полегшеним. Завдяки своїй гнучкості, він приймає потрібну конфігурацію що спрощує монтаж за формою складних площин. Також, кам'яний шпон добре переносить контакт з вологою, і не вигоряє на сонці.

Натуральний бамбук – природний матеріал, може бути використаний для облицювання стін та стелі, меблів та перегородок для зонування, тому що він є міцним, пружним, та не реагує на перепади температур у каютах. Перевага бамбуку – його вологостійкість.

Дизайнерам інтер'єрів яхт іноді складно обрати альтернативні екологічні матеріали для оздоблення через кілька факторів. По-перше, екологічні матеріали не завжди мають такі ж технічні характеристики, як традиційні, що може вплинути на довговічність або естетичні якості інтер'єру. По-друге, їхня вартість може бути вищою, що ускладнює узгодження бюджету з клієнтами. Водночас, пошук збалансованих рішень між естетикою, екологією та функціональністю є важливою частиною їхньої роботи.

Майбутнє екологічного проектування інтер'єрів суден пов'язане із, як було вказано вище, використанням новітніх матеріалів. Це дозволить мінімізувати небажані викиди відходів у природню середу та забезпечити сталий розвиток галузі у довгостроковій перспективі.

Екологічне оздоблення інтер'єрів суден – це важливий крок до майбутнього, де промисловість та природа можуть співіснувати в гармонії.

Висновки. Отже, суть використання екологічно чистих матеріалів у дизайні яхт сьогодення полягає в тому, щоб мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, зберігаючи при цьому естетичність, функціональність та довговічність інтер'єру. Сучасні матеріали, замінники дорогоцінної деревини та рідких порід, дозволяють створювати стильні та комфортні простори, водночас підтримуючи екологічну відповідальність, а також піклуючись про здоров'я гостей, що довготривало перебувають у інтер'єрах суден. Мінливі тренди сучасного дизайну і надалі сприятимуть поширенню нових, екологічно чистих матеріалів.

Література

[1] Carlos Guedes Soares, Joško Parunov. Advanced Ship Design for Pollution Prevention. Бока-Ратон : CRC Press, 2010. 320 с.

USE OF THE NEWEST MATERIALS IN ECOLOGICAL DESIGN OF SHIP INTERIORS

Serhiienko O. M.

Senior Teacher of the Design Department

Kulchinska V. A., Student of group 3531,The Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The study examines the main principles of ecological decoration of yacht interiors, their components. An analysis of alternative materials that can be used by designers in the design of ships was carried out. The main aspects of the impact of ecological design on the environment are revealed.

Key words: environmental protection, the latest building materials, emissions.

УДК 629.12

ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ, ПРОЄКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ НОВІТНІХ ТИПОВ АМФІБІЙНИХ СУДЕН НА ПОВІТРЯНІЙ ПОДУШЦІ

Зайцев В. В.

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри морських технологій та океанотехніки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

zvv1949@gmail.com

ORC ID: 0000-0002-3637-9273

Зайцев Вал. В.

доктор технічних наук, доцент, заступник директора з науки ТОВ «Дизайн Бюро ІМТ», м. Миколаїв, Україна

zvalv1974@gmail.com

ORC ID: 0000-0002-8590-5671

Зайцев Д. В.

кандидат технічних наук, доцент, заступник директора з проектування ТОВ «Дизайн Бюро ІМТ», м. Миколаїв, Україна

zdmvl1982@gmail.com

ORC ID: 0000-0001-5778-4668

Лукашова В. В.

асистент кафедри морських технологій та океанотехніки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

viptory2010@gmail.com

ORC ID: 0000-0002-8741-6783

Анотація. Доповідь присвячена розробці теоретичних засад проєктування та експлуатації амфібійних суден на повітряній подушці з гібридними та електричними

енергетичними установками. У роботі описуються математичні моделі, алгоритми та програмне забезпечення для розрахунку основних параметрів таких суден, включаючи аеродинаміку, тягу та автономність. Розроблені методи дають змогу створювати надійні судна з низькими експлуатаційними витратами, що являє собою значний науковий і технічний прорив у цій галузі.

Ключові слова: амфібійне судно на повітряній подушці, математична модель, повітряна подушка, електрична енергетична установка, програмне забезпечення

Вступна частина. Останні кілька років колектив авторів доповіді займається розробкою фундаментального наукового напряму, що має назву «Теоретичні засади розрахунку, проєктування та експлуатації новітніх типів амфібійних суден на повітряній подушці». Основна мета цього дослідження спрямована на розробку амфібійних суден на повітряній подушці (СППА) з гібридною або з електричною енергетичною установкою. На сьогоднішній день у світі існує тільки один гібридний СППА. Амфібійні СПП з електричною енергетичною установкою на сьогодні не існують. У зв'язку з тим, що у таких типів СППА є низка ключових переваг перед класичними СППА [3], дослідження і проєктування в цьому напрямі дадуть змогу зробити помітний науковий відрив від конкурентів і дадуть змогу закріпитися на передовому краї науки про СППА.

Ці нові СППА розглядаються в нашому дослідженні в різних варіантах: як населені, так і автономні. Автономні СППА такого типу можуть бути як керованими дистанційно, так і існувати у вигляді автономної інтелектуальної системи (AIS). Це своєю чергою розширює сферу застосування таких суден до автономних кластерів, які можна буде активно застосовувати в різних кліматичних зонах для різних цілей.

Враховуючи те, що на сьогоднішній день немає і не може бути статистики щодо таких СППА, то розробка цієї теорії базується на глибокому науковому підході і створює необхідність розпочинати роботу з фундаментальних основ.

Основна частина. Таким чином, дослідження розпочалося з розроблення теорії та методів обчислення основних параметрів таких СППА в першому наближенні та паралельно зі створення діючого прототипу. Насамперед було визначено концепцію майбутнього судна-прототипу (рис. 1). Це повністю електричне судно на повітряній подушці без використання традиційного палива. Як джерело енергії використовуватимуться сучасні акумулятори, енергія яких використовуватиметься для обертання сучасних безщіткових електричних моторів, що, своєю чергою, обертатимуть повітряні гвинти.

Стосовно цього типу СППА було створено математичну модель для обчислення головних розмірів і основних параметрів. Потім на основі математичної моделі було створено алгоритм для обчислення головних розмірів і основних параметрів електричного СППА. Відповідно до зазначеного алгоритму було створено програму розрахунку [1, 2].

Програма розрахунку була застосована для проєктування малого електричного СППА. У процесі проєктування враховується кілька моделей експлуатації: жилий СВПА; безлюдний СППА з дистанційним керуванням; автономний безлюдний СППА.

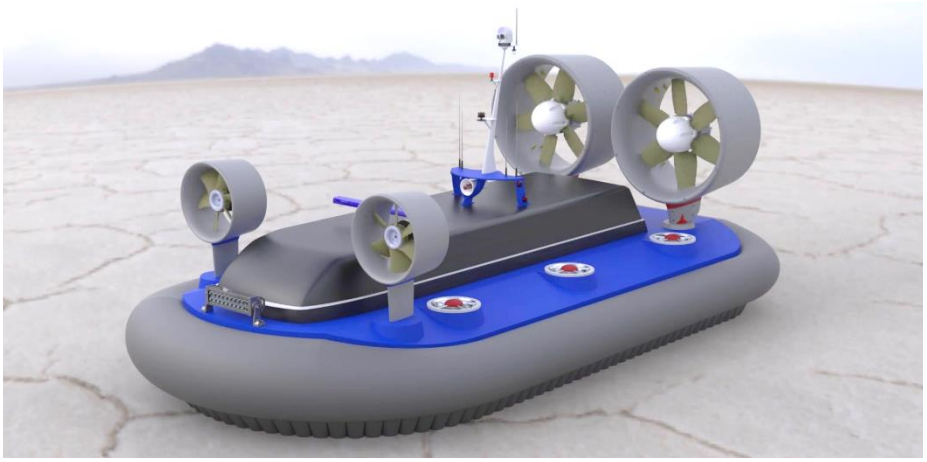


Рисунок 1 – Судно-прототип

Потім для нового типу СППА було створено математичну модель для розрахунку опору руху (тиха вода, хвилювання) і тяги гвинтів. На основі математичної моделі було створено алгоритм і програму розрахунку. Програма розрахунку була застосована для проєктування малого електричного СППА. Результати розрахунку за цією програмою дали змогу в першому наближенні визначити параметри повітряних гвинтів і параметри електричних двигунів для цих гвинтів. Потім було створено програму для розрахунку геометрії кільцевих насадок повітряних гвинтів. У процесі розрахунків було розраховано насадки з різними аеродинамічними профілями і на основі аналізу технологічності для подальшого застосування в проєкті було обрано один варіант цієї кільцевої насадки (рис. 2).

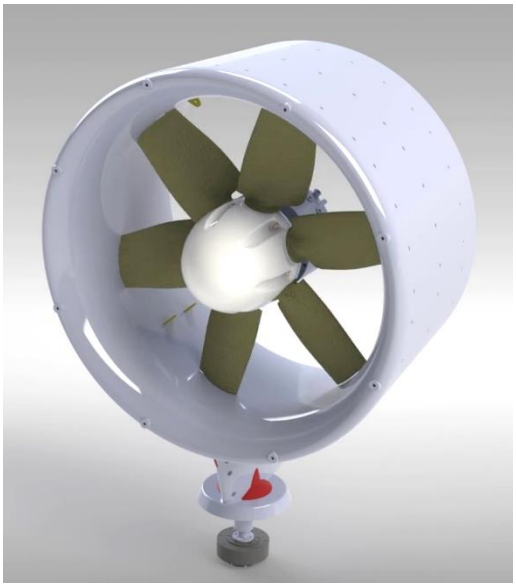


Рисунок 2 – Повітряний гвинт у кільцевій насадці

Далі було створено алгоритм і програму для обчислення основних параметрів підйомного комплексу СППА, що дало змогу обчислити ці параметри для судна-прототипу (рис. 3).

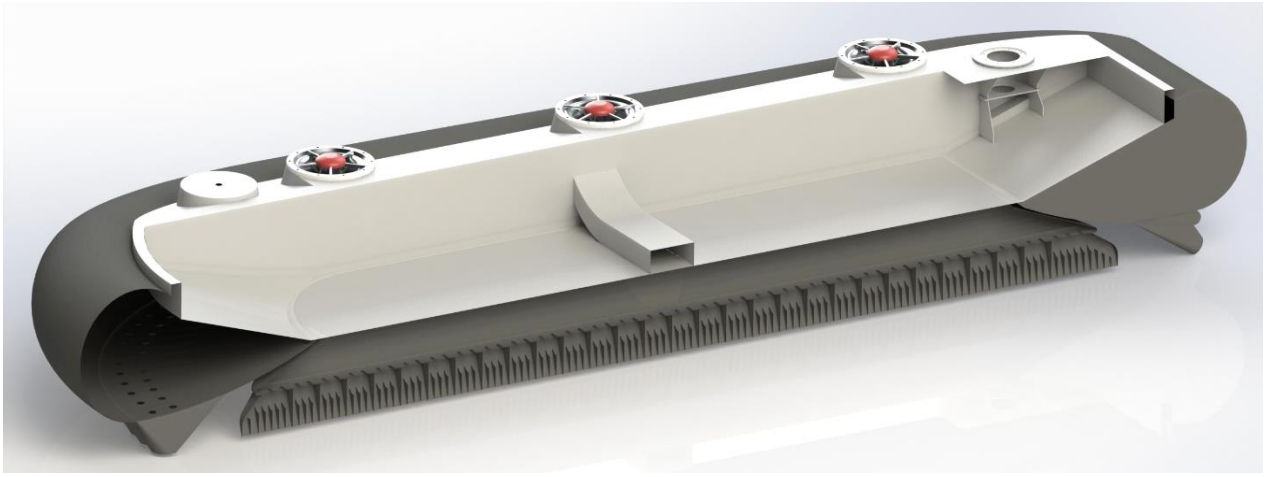


Рисунок 3 – Конструктивні елементи підйомного комплексу

Потім було виконано дослідницьку роботу, результати якої можна охарактеризувати як значний технічний прогрес і наукові прориви.

Суть полягає в тому, що, по-перше:

На новому рівні було створено математичну модель бортового гнучкого огородження (ГО), яка враховує особливості різних перерізів бортової секції ГО СППА. Крім того, ця математична модель дозволяє аналізувати стійкість форми цієї секції ГО. На основі математичної моделі було створено вдосконалений алгоритм і створено програму розрахунку. Додатково алгоритм і, відповідно, програма дають змогу визначити такі важливі параметри бортової секції ГО:

- товщину матеріалу гнучкого огородження (ресивера гнучкого огородження);
- площу тканини, яка необхідна для створення секції гнучкого огородження;
- масу тканини, яка необхідна для створення секції гнучкого огородження;
- кількість відходів тканини.

Всі ці параметри були обчислені для проектованого судна-прототипу.

По-друге:

на новому рівні було створено математичну модель носового ГО, яка враховує особливості різних перерізів носової секції ГО СППА. Як і у випадку з бортовою секцією, ця математична модель дає змогу аналізувати стійкість форми цієї секції ГО. На основі математичної моделі було створено вдосконалений алгоритм і створено програму розрахунку.

Додатковою особливістю нової методики є те, що з’явилася можливість на новому рівні проєктувати ці секції ГО і узгоджувати їхню геометрію (рис. 4).

Потім було створено математичну модель для визначення автономності таких СППА за різних режимів експлуатації, для визначення маси акумуляторних батарей і потужності основних споживачів енергії на судні. Крім того, ця математична модель дає змогу визначити додаткові маневрені характеристики судна.

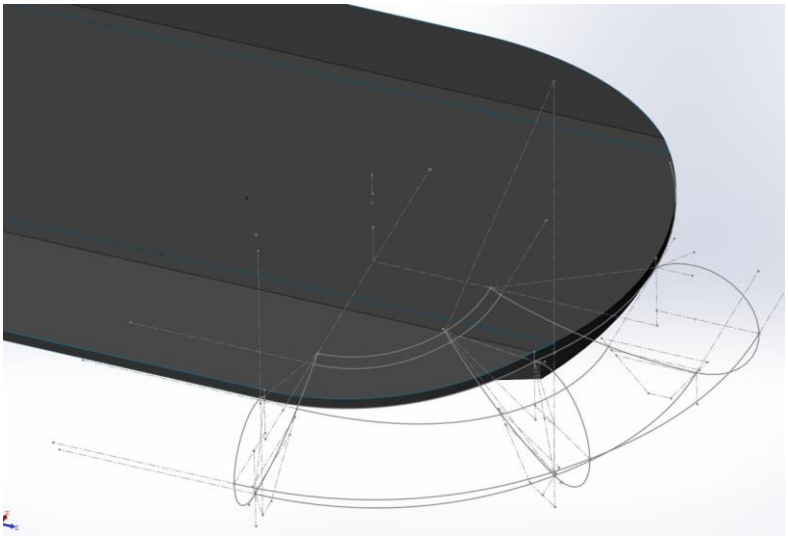


Рисунок 4 – Перетини носового ГО

Висновки. Створено принципово новий науково-технічний підхід до теорії та проєктування амфібійних суден на повітряній подушці, що дає змогу створювати СППА, які матимуть високу надійність і низькі експлуатаційні витрати.

Література

[1] Зайцев Д.В. Дослідження процесу затягування носового гнучкого огородження без діафрагми при експлуатації судна на повітряній подушці на тихій воді / Зайцев Д.В., Зайцев В.В. [Текст] // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, –2008. – № 5 (422). – С. 37–41.

[2] Зайцев Д.В. Розрахунок гнучкого огородження з урахуванням його затягування в режимі руху судна на повітряній подушці / Зайцев Д.В. [Текст] // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, –2006. – № 4 (409). – С. 32–40.

[3] Dmytro Zaytsev, Volodymyr Zaytsev, Pentscho Pentschev. Design Methods of Small Hovercrafts // Black sea 2014: Twelfth international conference on marine sciences and technologies. – Varna, Bulgaria: Varna Scientific and Technical Unions– Varna, – 2014. – P 107–108.

BASICS OF CALCULATION, DESIGN AND OPERATION OF THE LATEST TYPES OF AMPHIBIOUS HOVERCRAFT

Zaytsev Volodymyr Vasyliovych

doctor of Technical Sciences, Professor, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine

Zaytsev Valeriy Volodymyrovych

doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director of Science, Design Bureau IMT LLC, Mykolaiv, Ukraine

Zaytsev Dmytro Volodymyrovych

candidate of Technical Sciences, Docent, Deputy Director of Design, Design Bureau IMT LLC, Mykolaiv, Ukraine

Lukashova Viktoriya Valeriivna

assistant of the department, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine

Abstract: The report is dedicated to the development of theoretical foundations for the design and operation of hovercraft with hybrid and electric power systems. The work describes mathematical models, algorithms, and software for calculating the main parameters of such vessels, including aerodynamics, thrust, and autonomy. The developed methods enable the creation of reliable vessels with low operating costs, representing a significant scientific and technological breakthrough in this field.

Keywords: amphibious hovercraft, mathematical model, air cushion, electric power system, software

УДК 629.5.023

ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПЛАВУЧІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ – FPV(FLOATING PHOTOVOLTAIC SYSTEMS)

Нірумand М. М.,
аспірантка,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,
ORC ID: 0009-0008-4672-9936
mn.niroumand@gmail.com
Зайцев В.В.,
д.т.н., професор, e-mail: zvv1949@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв
ORC ID: 0000-0002-3637-9273

Анотація. Основні навантаження на плавучі фотоелектричні системи: постійні, експлуатаційні, екологічні, монтажні та випадкові. Класифікація снігових та вітрових навантажень. Нормативні акти України: ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». Норми проектування. Хвильові навантаження та навантаження від течії згідно досліджень ECMWF Reanalysis v5 (ERA5)

Ключові слова: плавуча сонячна система, система FPV, навантаження

Вступна частина. Навантаження на плавучу сонячну систему, які є спільними для плавучих і наземних сонячних електростанцій – це вітрові навантаження, власна вага, навантаження, пов’язані з обслуговуванням або доступом, а в в деяких місцях – снігові навантаження.

Оскільки плавучі сонячні електростанції стають все більшими та розташовуються у більш відкритих водоймах, що піддаються екстремальним погодним умовам, проектування для виживання стає дедалі складнішим. Навантаження на понтони є результатом фізичних властивостей гравітаційних водяних хвиль, які зустрічаються в океанах, морях, озерах і

водосховищах, які є результатом вітру, що дме над поверхнею води . Течії пов'язані з чистим перенесенням води і є найбільш очевидні в річках, коли вода тече вниз за течією.

Однак вони також можуть бути значними у водосховищах поблизу до точок входу і виходу води, а також біля узбережжя через припливи та інші морські течії. Як і у випадку з вітровим навантаження, часові та просторові характеристики хвильових та течійних навантажень хвильових і течійних навантажень необхідно враховувати при при проектуванні плавучих сонячних електростанцій.

Основна частина

–Хвилі. Фізика хвиль. Дуже хороший загальний опис гравітаційних водних хвиль можна знайти в главі 1 підручника Відкритого університету «Хвилі, припливи і процеси на мілководді» [1].

Оскільки плавучі сонячні електростанції розміщуються на великих водоймах, таких як великі озера, внутрішні моря і прибережні райони, хвилі стають набагато більш важливим аспектом проектування для виживання в штормових умовах. Для того, щоб оцінити виклик проектування для більш енергійних морських станів, важливо розуміти базову фізику водних хвиль, що генеруються вітром. Хвиля – це не все, чим вона здається спостерігачеві, який бачить хвилювання водної поверхні і появу поступального руху гребенів хвиль. Хвильова дія зумовлена енергією, що передається воді вітром, який дме над її поверхнею, і хоча хвиля має очевидний напрямок руху, сама рідина не переміщується з точки А в точку Б, а фактично лише локально. Як показано на рис. 1, у глибокій воді частинки рідини під поверхнею рухаються по кругових орбітах, радіус яких експоненціально зменшується з глибиною, так що на глибині, еквівалентній половині довжини хвилі, радіус становить лише 3 % від радіуса на поверхні. Коли глибина води зменшується до менш ніж половини довжини хвилі, орбіти частинок рідини стають більш еліптичними зі зменшенням вертикальної складової руху, як показано на діаграмі для проміжної та мілководної води. Отже, коли плаваюче тіло потрапляє у хвилю, воно реагує не тільки на рух поверхні, але й на рух частинок рідини під ним. Таким чином, на тіло діє як потенційна, так і кінетична енергія хвиль.

Синусоїдальні хвилі малої амплітуди, як описано вище, є основними будівельними блоками, з яких будуються більш складні описи «справжніх морів». Спостереження за вітровими хвилями у відкритому морі показує не прості одночастотні синусоїдальні хвилі, а набагато складніший конгломерат періодів і напрямків руху хвиль.

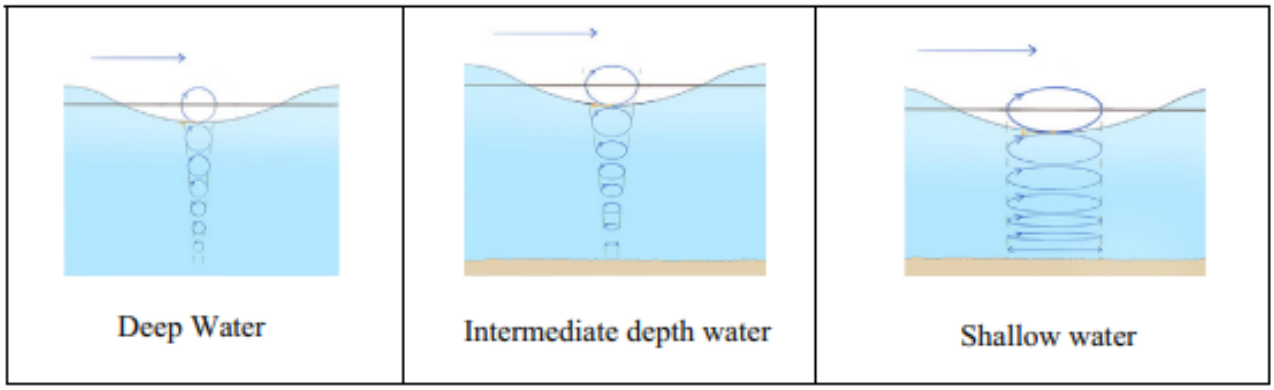


Рисунок 1 – Хвильовий рух частинок: Глибока вода, середня глибина, неглибока вода

–Хвильовий спектр

Однак, більші швидкості вітру і відстані переносу також призводять до збільшення довжини хвиль і збільшення пікових спектральних періодів хвиль. Щоб зрозуміти визначення пікового спектрального періоду хвиль, необхідно спочатку розглянути, як описується мінливість хвиль у «реальних» морських станах. Цю мінливість прийнято представляти за допомогою частотного спектру хвильової енергії, пов'язаної з висотою поверхні на кожній частоті, таким чином, щоб енергія в кожній частотній смузі була пропорційна площі в кожному сегменті, як показано на рис. 2 Частота хвилі – це величина, обернена до періоду хвилі, так що хвилі з довшим періодом мають нижчу частоту. Загальноприйняте розуміння частотного спектру полягає в тому, що поверхня генерується підсумовуванням декількох синусоїдальних хвильових компонентів, кожен з яких має різну частоту і амплітуду, визначену енергією на частоті кожної хвилі, а також випадкове фазове співвідношення з усіма іншими хвилями в спектрі [2].

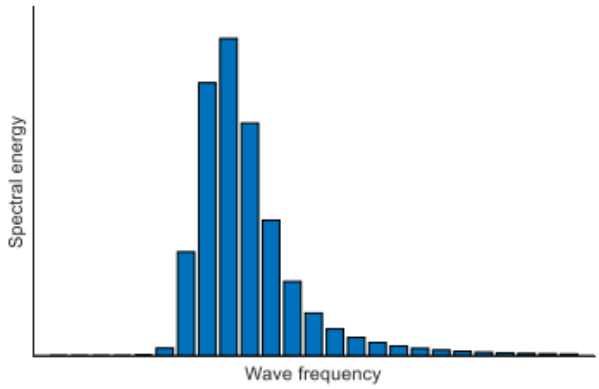


Рисунок – 2 Приклад спектра хвиль

–Хвильові навантаження

Хвильові навантаження на плавучу споруду можна охарактеризувати як комбінацію однієї або декількох сил, зумовлених дифракцією, опором та інерцією. Сили дифракції (і випромінювання) важливі, коли об'єм конструкції досить великий для створення хвиль, що стає важливим, коли розміри перевищують приблизно половину довжини хвилі (l). Якщо висота хвиль (H) і переміщення тіла малі порівняно з розмірами тіла (D), то вплив сил опору може стати незначним, так що інерційні сили стають домінуючими.

Дифракційні сили виникають внаслідок відбиття та випромінювання хвиль, спричинених наявністю та рухом тіла. Хоча існують аналітичні розв'язки для дифракційних сил для ідеалізованих тіл, таких як сфери, ці сили, як правило, оцінюються за допомогою лінійного розв'язувача потенціального потоку, такого як WAMIT (www.wamit.com/).

Розв'язувачі лінійного потенційного потоку обчислюють залежні від частоти коефіцієнти хвильової сили, які визначають сили на одиницю амплітуди хвилі або руху тіла.

–Джерело водних течій

Джерело водних течій, які можуть впливати на станцію, буде залежати від місця її розташування. Що стосується типів водних течій, то потенційні місця для установки ФЕС включають річку, водосховище і море, кожне з яких знаходиться під впливом різних джерел водних течій. Крім того, існують місця, на які може впливати більше одного джерела водних

течій, наприклад, естуарії та озера зі значними притоками і відтоками води. У цих випадках необхідно враховувати комбінований вплив різних джерел водних потоків.

– Вітрові навантаження

Структурні навантаження від вітру можуть бути зумовлені динамічним тиском, пов'язаним зі зменшенням нормальної швидкості вітру до нуля ортогонально до поверхні, підйомною силою, зумовленою зміною швидкості вітру над поверхнею тіла, зсувною силою, зумовленою силами в'язкого прикордонного шару, і вихровим скиданням, зумовленим відривом потоку від тіла. Загалом, всі тіла, ймовірно, зазнають впливу всіх цих сил, але, як правило, одна з цих сил буде домінуючою і, ймовірно, визначатиме вітрове навантаження на конструкцію.

Висновки. Екстремальні навантаження зазвичай визначаються як максимальні навантаження, які можна очікувати протягом певного періоду часу, наприклад, 50-річні розрахункові навантаження. Тобто, максимальні навантаження, які очікуються протягом 50 років. Точне прогнозування 50-річних розрахункових навантажень вимагає врахування двох різних аспектів. Перший аспект – це умови, які, ймовірно, будуть генерувати максимальних навантажень та частота їх виникнення, тоді як другий аспект – це точне прогнозування максимальних навантажень на основі даних моделювання. Нажаль, визначення умов, які, ймовірно, генерують максимальні навантаження, вимагає повного розуміння того, як вітер, хвилі і течії впливають на динаміку системи і, як наслідок, на навантаження. Зокрема, важливо враховувати постійні вітрові або струмові навантаження, які можуть зміщувати робоче місце так, що хвилі будуть генерувати хвильові навантаження. Як правило, визначається більше одного набору умов, що потенційно спричиняють максимальні навантаження, і їх необхідно змоделювати та дослідити навантаження, що виникають в результаті [3].

Якщо не можна визначити відповідну апроксимацію проектного коду, для кожного набору умов для отримання відповідного набору даних можна використовувати моделювання в часовій області 3-годинної події, яка містить приблизно 1000 хвиль. Зазвичай вважається, що 3-годинне моделювання дає достатньо даних для отримання хорошої оцінки розподілу екстремальних навантажень для заданих умов. Ці дані потім використовуються в аналізі екстремальних значень, який обробляє ці дані для отримання оцінки максимальних навантажень, які можна очікувати протягом заданого періоду повернення.

Література

[1] Open University, Waves, Tides and Shallow Water Processes (Chapter 1), second ed., published by Open University & Butterworth-Heinemann, 1999. ISBN 0750642815

[2] Coastal Engineering Research Centre, Shore Protection Manual, fourth ed., US Army Corps of Engineers, 1984. [3] Kumar, M.; Niyaz, H.; Gupta, R. Challenges and opportunities towards the development of floating photovoltaic systems. Sol.Energy Mater. Sol. Cells 2021, 233, 111408. https://doi.org/10.1016/j.solmat.2021.111408.

[3] DNV, Environmental Conditions and Environmental Loads – Recommended Practice, DNVGL-RP-205, 2017.

RESEARCH OF LOADS ON FLOATING PHOTOELECTRIC SYSTEMS – FPV(FLOATING PHOTOVOLTAIC SYSTEMS)

Niroumand Margarita Mykolaivna
aspirant, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine,
Zaytsev VolodymyrVasilyevich
Ph.D., professor, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv

Abstract. The main loads on floating photovoltaic systems: permanent, operational, environmental, installation and accidental. Classification of snow and wind loads. Normative acts of Ukraine: DBN V.1.2-2:2006 “Loads and impacts”. Design norms. Wave loads and current loads according to ECMWF Reanalysis v5 (ERA5) studies

Keywords: floating solar system, FPV system, load.

УДК 629.5

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ГОЛОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ШВИДКІСНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА З АУТРИГЕРАМИ

Морозов К. О.
викладач КІТ та ІГ
kostiantyn.morozov@nuos.edu.ua, ORCID: 0000-0002-6879-0286
Морозов О. О.
викладач КІТ та ІГ
oleksii.morozov@nuos.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7631-9099
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Судна цього типу мають співвідношення корпусу L/B від 8 до 10. Це призводить до зменшення остійності та виникає «бар’єр остійності». Відповідно для нівелювання цього застосовуються аутригери. Велике співвідношення довжини до ширини L/B та відносної довжини l=L/$\sqrt[3]{V}$ САР, дозволяє зменшити «хвильову» складову в загальному балансі опору без значного збільшення змоченої поверхні судна. Сформульована оптимізаційна задача вибору оптимальної конфігурації головних елементів швидкісного пасажирського САР.

Ключові слова: швидкісне пасажирське судно з аутригерами, оптимізаційна задача, чистий дисконтований дохід, конфігурація головних елементів САР.

Основна частина. Судна з аутригерами відрізняються за своїм архітектурно-конструктивним типом (АКТ), від класичних катамаранів та тримаранів, тим що не складаються з трьох або двох однакових корпусів.

За своєю конфігурацією САР, це судна з одним або двома симетрично розташованими аутригерами.

Подібні судна з одним аутригером-“proa”, поширені на островах Тихого океану та Мадагаскару [1].

Судна цього типу мають співвідношення корпусу довжини до ширини L/B від 8 до 10. Це призводить до зменшення остійності та виникає «бар’єр остійності». Відповідно для нівелювання цього застосовуються аутригери.

Велике співвідношення довжини до ширини L/B та відносної довжини $l = \frac{L}{\sqrt[3]{V}}$ САР, дозволяє зменшити «хвильову» складову в загальному балансі опору без значного збільшення змоченої поверхні судна.

Ще однією особливістю САР є те, за рахунок повздовжнього переміщення аутригерів відносно корпусу, та розподілення водотоннажності між корпусом та аутригерами з’являється можливість визначити таку конфігурацію (набір) головних елементів САР у якій «хвильовий горб» коефіцієнту хвильового опору буде значно зменшено на відносних швидкостях на яких у класичні однокорпусних суден він виникає.

Слід зазначити що аутригери можуть знаходитись вище ВЛ для того що на тихій воді не створювати додатковий опір і таким чином САР є однокорпусним судном з великими значеннями L/B і як було вище зазначено, за рахунок аутригерів нівелюється недостатня остійність.

Ці особливості АКТ САР дозволяють створювати високоморехідні швидкісні пасажирські судна.

З урахуванням вищевикладеного, для вибору оптимальної конфігурації головних елементів швидкісного пасажирського САР, оптимізаційна задача сформульована наступним чином: з множини конфігурацій головних елементів САР, які визначаються технічними та експлуатаційними обмеженнями, необхідно визначити єдину конфігурацію головних елементів, що забезпечує оптимальний результат за прийнятим критерієм ефективності-чистим дисконтованим доходом (NPV) [2].

Математичне формулювання такої задачі має вид:

$$F(X, C) = \text{NPV} \rightarrow \max.$$

Тобто знайти максимуму цільової функції при одночасному виконанні тривіальних та нормативних або функціональних обмежень [1]:

$$x_{i\,\min} < x_i < x_{i\,\max}\,,\ \text{i} = 1, \ldots, n;$$
$$G_j(X, C) \geq A_j(C),\ j = 1, \ldots, m,$$

де X (x_1, x_2, …, x_n) – вектор незалежних змінних; C (c_1, c_2, …, c_n) – вектор параметрів завдання на проектування судна; n, m – кількість незалежних змінних та обмежень оптимізаційної задачі; $(x_i)_{\min}$, $(x_i)_{\max}$ – відповідно нижні та верхні обмеження i-ї незалежної змінної; A_j – норми допустимих значень j-ї характеристик судна.

У якості незалежних змінних X (x_1, x_2, …, x_5) визначені: $x_1 = \Delta_{max}$ водотоннажність при повному навантаженні; $x_2 = D / d$; співвідношення висоти борта до осадки корпусу $x_3 = B / d$; коефіцієнт загальної повноти $x_4 = C_b$; $x_5 = l \frac{L}{\sqrt[3]{V}}$ відносна довжина.

До параметрів завдання на проектування C (c_1, c_2, …, c_7) віднесено: пасажиромісткість, час рейсу, відстань маршруту, експлуатаційну швидкість, район плавання, тип рушія, матеріал корпусу.

Обмеження пошукового простору характеризуються двома типами обмежень: нормативними та тривіальними.

Тривіальні обмеження встановлюють вимоги до незалежних змінних $x_{i\,max}$ та $x_{i\,min}$.

Таблиця 1 – Допустимих значень незалежних змінних

Незалежна змінна	**Позначення**		**Обмеження**	
			Нижнє	**Верхнє**
Водотоннажність при повному навантаженні	Δ_{max}	x_1	7,5	35
Співвідношення висоти борту до осадки	D / d	x_2	2	2,5
Співвідношення ширини до осадки корпусу	B / d	x_3	3,4	4,8
Коефіцієнт загальної повноти	C_b	x_4	0,41	0,55
Відносна довжина	l	x_5	6,5	10

У нормативні обмеження входять вимоги які в казані у завданні на проектування та нормативних документах.

Таким чином формується ще одна система обмежень:

$$G_j (X, C) \geq A_j (C),$$

До нормативної системи обмежень віднесено наступні вимоги:

−місткість $S_n = \Sigma S_i$,

−мінімальне значення поперечної метацентричної висоти $GM_t \geq 0{,}15$ м;

−максимальне значення вертикальних прискорень $a_{cg} \leq 0{,}025$ g;

−максимальна осадка $d \leq d_{max}$;

−похибка розв’язування рівняння мас 1 %;

−максимальна величина MSI (Motion Sickness Incidence) 10 %;

−остійність суден вважається достатньою:

1) за критерієм погоди K, якщо при вказаній у [3] умовній дії вітру та хвилювання виконуються вимоги $K = b / a \geq 1$;

2) площа під додатною частиною діаграми статичної остійності повинна бути не менше ніж 0,055м·рад до кута крену 30º і не менше ніж 0,09м·рад до кута крену 40º або до кута заливання θ_f в залежності від того, який із них менший;

3) площа між кутами крену 30° і 40º, або, якщо $\theta_f < 40°$, між 30° і θ_f повинна бути не менше 0,03м·рад;

4) максимальне плече діаграми статичної остійності l_{max} повинне бути не менше 0,25 м;

3) статичний кут крену θ_{wl} від дії постійного вітру не повинний перевищувати 16°, або кута, що дорівнює 0,8 кута входу у воду кромки відкритої палуби, в залежності від того, який з них менший.

Алгоритм вирішення задачі визначені оптимальних головних елементів САР показано на Рис. 1.

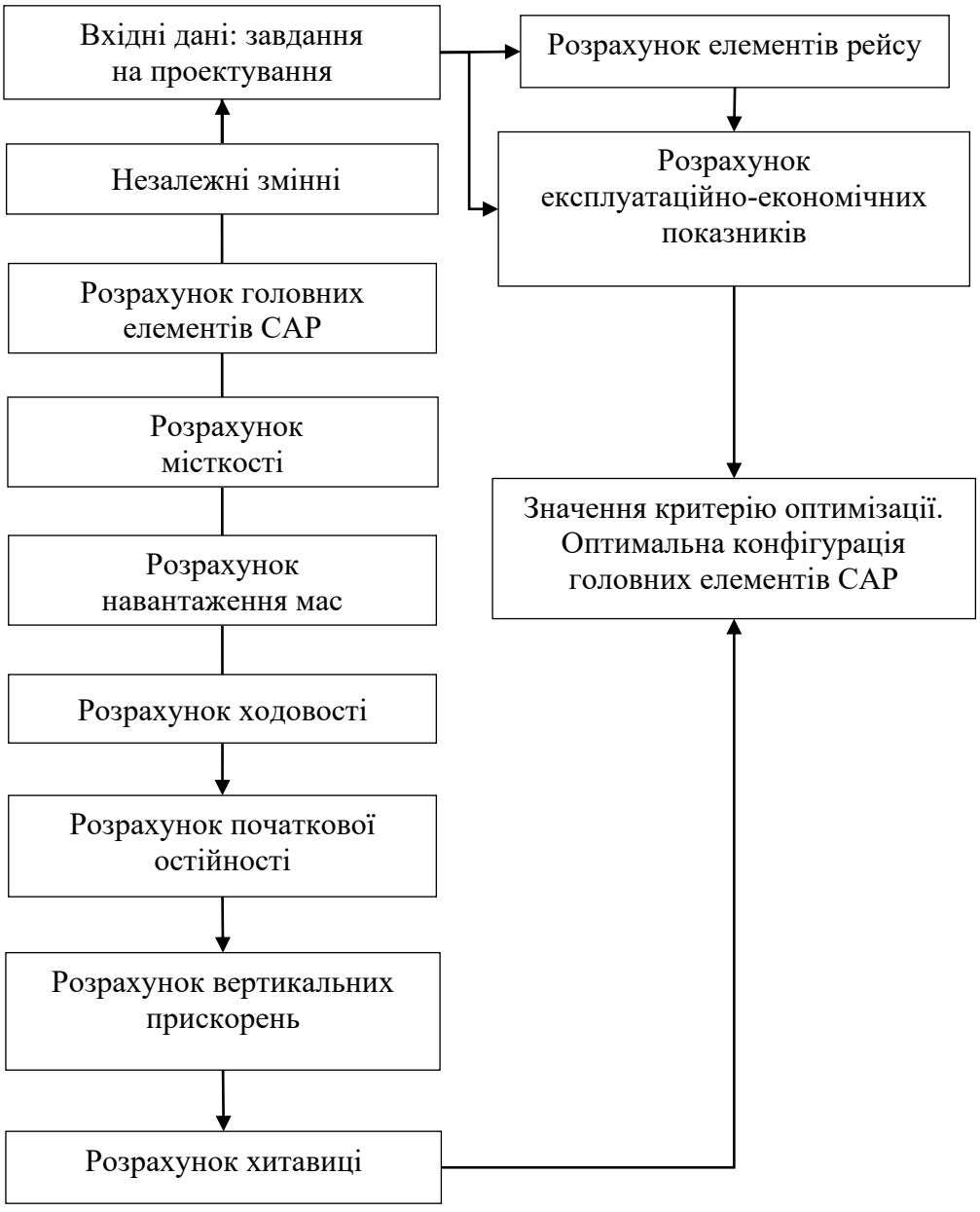


Рисунок 1 – Загальна блок-схема математичної моделі проектування САР

Слід зазначити, що для визначення критерію оптимізації в умовах економічних ризиків застосовано метод статистичних випробувань або метод Монте-Карло.

Застосування методу Монте-Карло дозволяє за допомогою імітаційного моделювання функції розподілу обраної складової (чистий грошовий потік) визначати величину критерія оптимізації.

Таким чином метод Монте-Карло дозволяє провести моделювання критерію ефективності на базі випадково згенерованої складової критерію та оцінити економічну ефективність отриманої конфігурацій головних елементів швидкісного пасажирського САР в умовах швидкої зміни експлуатаційних умов, в рамках оптимізаційної моделі.

Крім того за допомогою методу Монте-Карло з'являється можливість урахувати інвестиційні ризики при визначені оптимальних головних елементів САР за рахунок моделювання швидких змін експлуатаційних обмежень.

Обговорення отриманих результатів і висновки

1. Судна з аутригерами відрізняються за своїм архітектурно-конструктивним типом (АКТ), від класичних катамаранів та тримаранів, тим що не складаються з трьох або двох однакових корпусів.

2. Судна цього типу мають співвідношення корпусу довжини до ширини L/B від 8 до 10. Це призводить до зменшення остійності та виникає «бар'єр остійності». Відповідно для нівелювання цього застосовуються аутригери.

3. Велике співвідношення довжини до ширини L/B та відносної довжини $l = \frac{L}{\sqrt[2]{V}}$ САР, дозволяє зменшити «хвильову» складову в загальному балансі опору без значного збільшення змоченої поверхні судна.

4. Сформульована оптимізаційна задача вибору оптимальної конфігурації головних елементів швидкісного пасажирського САР.

5. Визначені незалежні змінні, нормативні та тривіальні обмеження пошукового простору.

6. Розроблено загальну блок-схему математичної моделі проектування швидкісного пасажирського САР.

7. В умовах економічних ризиків для визначення критерію оптимізації застосовано метод статистичних випробувань або метод Монте-Карло.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Outrigger boat https://en.wikipedia.org/wiki/Outrigger_boat#

[2] Морозов К.О., Морозов О.О. Вибір критерію оптимізації для пасажирського судна з аутригерами / Морозов К.О., Морозов О.О. // Матеріали XIV міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2023. – С. 49–51.

[3] Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови суден: [4 – томах]. Розробник А.О. Білокурець. Регістр судноплавства України, 2020. Т. 2. 523 с.

SELECTION OF OPTIMIZATION CRITERIA FOR PASSENGER SHIPS WITH OUTRIGGERS

Kostyantyn O. Morozov

Lecturer of department computer-integrated technologies and engineering graphics

Oleksii O. Morozov

Lecturer of department computer-integrated technologies and engineering graphics

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

Abstract. Vessels of this type have a hull L/B ratio of 8 to 10. This results in reduced stability. Accordingly, outriggers are used to level this. The large length-to-beam ratio L/B and the slenderness ratio $l = \frac{L}{\sqrt[3]{V}}$ of the vessels with outriggers allows to reduce the "wave" component in the total resistance balance without significantly increasing the wetted surface of the vessel. The optimization task of choosing the optimal configuration of the main elements of the high-speed passenger vessels with outriggers is formulated.

Key words: high-speed passenger vessel with outriggers, optimal main elements of, net present value, configuration of main elements of vessel with outriggers.

УДК 681.5

ВИКОРИСТАННЯ BIM ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЗАСОБІВ МОРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

Бабкін Г.В.
канд. техн. наук, доцент НУК, доцент кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів ННІАЕ НУК,
м. Миколаїв, Україна
georgii.babkin@nuos.edu.ua

Анотація. Розглядається функціонал та роль застосування BIM-технологій у проектуванні, питання про відмінність між BIM-технологіями та CAD-проектуванням. Виділено завдання та переваги використання BIM-технології. Виконано аналіз проблем під час проектування та будівництва засобів морської робототехніки, аналіз застарілих методологій та системних комплексів програмного забезпечення. Обґрунтовано застосування BIM-технологій у проектуванні як ключової ефективної концепції вдосконалення всіх процесів.

Ключові слова: BIM – технологія, засіб морської робототехніки, інформаційна модель, проектування.

Вступна частина. Сучасні умови створення засобів морської робототехніки (ЗМР) диктують жорсткі вимоги на глобальному рівні до термінів та вартості проектних робіт. Виконання проектних робіт виходить з підготовки точних моделей ЗМР, і навіть пов'язані з виконанням величезного обсягу математичних розрахунків, які необхідні для інженерного аналізу виробів. Загальна мета підвищення конкурентоспроможності ЗМР пов'язана зі значним зменшенням термінів розробки моделей та прискоренням математичних розрахунків параметрів моделей.

Актуальність цієї теми полягає в тому, що потреба забезпечити проектні організації безперервною інформаційною технологією проектування привела до розвитку технології інформаційного моделювання на основі BIM-технологій, що ґрунтуються на принципах створення єдиної параметричної інформаційної моделі ЗМР і використанням всієї необхідної інформації про майбутні вироби [2].

Завдяки BIM-технологіям з'явилася можливість створювати віртуальну 3D-модель ЗМР, в якій збираються та обробляються дані про об'єкт (конструктивні, технологічні та інші характеристики). Все це дозволяє розглядати ЗМР, як одне ціле, яке має реальні фізичні властивості.

Мета роботи – обгрунтування впровадження BIM-технологій як сучасної інструментальної основи ефективного створення засобів морської робототехники в інтересах вітчизняних організацій.

Основна частина. Комплексна концепція BIM полягає в інформаційному моделюванні ЗМР у вигляді тривимірної моделі, яка пов'язана з інформаційною базою даних, і кожному елементу моделі можна присвоїти додаткові атрибути. Ця технологія є інформаційною проектною моделлю, яка полягає в синхронній взаємодії всіх процесів, включаючи етапів проектування, будівництва та експлуатації ЗМР. Концепція передбачає, що одночасно працюють замовники, інженери, дизайнери та IT-фахівці. BIM-технології – це інноваційний підхід у сучасному проектуванні на основі новітньої інформаційної технології проектування об'ємних об'єктів, в яких, крім зазначеного, передбачається також застосування інтелектуальних технологій [1].

Управління даними BIM-моделі сприяє скороченню термінів проектних та будівельних робіт. Розробка BIM-моделі здійснюється у суворій послідовності:

1) створення та фіксування первинних елементів проектування – готових виробів, необхідних для створення ЗМР;

2) визначення та моделювання елементів. При заміні будь-якого з елементів, в інформаційній моделі автоматично змінюється зміст та конфігурація. Дані зміни діють всіх етапах ЖЦ об'єкта.

Технологія CAD, що з'явилася раніше [1], передбачає створення креслення, що умовно відображає якийсь об'єкт, а BIM дозволяє створити цифровий прототип об'єкта, насичений інформацією про майбутній ЗМР. Чим більше відомо про майбутній ЗМР, наприклад, матеріал та його фізичні та візуальні властивості, економічні характеристики, тим точніше майбутня модель відобразить майбутній ЗМР і дозволить отримувати точну інформацію про нього.

Також слід розуміти, що BIM-модель відрізняється від 3D-моделі. 3D-моделювання дозволяє створити візуальний образ бажаного ЗМР, проте така модель не несе жодної інформації про нього, лише дозволить уявити, як ЗМР виглядатиме. BIM-моделювання дозволяє створити модель, насичену інформацією, яка пов'язана з базою даних, яка відображатиме параметри кожного елемента моделі. На виході отримуємо інформаційну модель, що представляє ЗМР як єдине ціле – зі зміною чи доповненням моделі автоматично змінюються креслення, візуалізація, специфікація тощо.

BIM-технології в проектуванні передбачають [2]:

– розробку інформаційної моделі, що поєднує архітектурно-конструктивні, проектні та інженерні рішення, та відображає всі техніко-економічні показники;

– виявлення шарів, невідповідностей та інших конфліктів на етапі проектування, а не на етапі будівництва або після введення в експлуатацію. 3D-візуалізація полегшує виявлення зіткнень;

– візуальний розрахунок конструкцій та систем з використанням стандартизованих баз та постійно оновлюваних рішень;

– автоматизоване електронне завантаження результатів проектних, інженерних та інших досліджень, звітної документації на запит контролюючих органів;

– реалізацію віртуального туру по об’єктах із застосуванням візуалізації віртуальної реальності для інвесторів, майбутніх резидентів та контролюючих органів;

– виготовлення проектних макетів ЗМР та його елементів із застосуванням адитивних технологій для проведення випробувань у процесі проведення проектних робіт та для виготовлення елементів дослідного та серійних зразків;

– розробку стандарту BIM базового документа, який регламентує всі основні бізнес-процеси інформаційного моделювання в проектній організації.

BIM-технології мають ряд переваг [3]:

– прискорення процесу проектування;

– контроль усіх змін у проекті;

– швидкий перерахунок всіх показників при зміні моделі, включаючи кількість необхідних матеріалів, витрати на робочу силу, терміни та бюджет;

– централізоване зберігання всіх необхідних даних про об’єкт;

– розширена візуалізація, що дозволяє розглянути проект із усіх боків;

– можливість опрацювати та вибрати оптимальний варіант проекту, на якому зійдуться замовник та проектний інститут; економія коштів;

– зменшення термінів розробки проектної документації;

– зменшення ймовірності помилок, неточностей;

– автоматичне вивантаження даних;

– висока якість проектної документації, яка дозволяє швидше проходити експертизу і приступати до безпосереднього будівництва ЗМР.

Головною проблемою впровадження BIM-технологій у проектних організаціях є відсутність інтересу до цього з боку самих організацій. Основна причина полягає в тому, що вітчизняні організації не готові до високих початкових витрат. Це особливо важливо для малих підприємств, які зосереджені на поточних проблемах та витратах, оскільки малі підприємства не дозволяють мати вільні ресурси, такі як час та гроші.

Оскільки цей підхід у проектуванні з’явився нещодавно, виникають проблеми при переході до методу BIM:

– підвищення кваліфікації співробітників;

– витрати на навчання персоналу та оновлення обладнання;

– переорганізація підприємства внаслідок переходу значної частини справ ЕОМ;

– висока вартість програмних комплексів BIM в порівнянні з вартістю проектних послуг.

Висновок. BIM-технології є перспективним напрямом розвитку у сфері проектування ЗМР, оскільки дозволяють заощаджувати час вже на етапі проектування об’єкта за рахунок автоматизованого отримання необхідних креслень, специфікацій. Крім цього, є можливість полегшити роботу інженерам та за допомогою цієї технології постійно відстежувати та доповнювати інформацією модель ЗМР.

Література

[1]. V. Blintsov, G. Babkin. Theoretical Basis of Design and Production of Marine Robotics. Collective monograph “Prospects and priorities of research in science and technology”. Vol. 1. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2020. Pages 25–43.

[2]. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий : учебное пособие. – Москва : ДМК Пресс, 2011. – 392 с.

[3]. Талапов В. В., Три принципа, лежащие в основе BIM // Компьютер.Пресс. 2016. № 8. С. 12–15.

USE OF BIM TECHNOLOGIES FOR THE CREATION OF MARINE ROBOTICS TOOLS

Babkin G.V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The functionality and role of using BIM technologies in design, the question of the difference between BIM technologies and CAD design are considered. The tasks and advantages of using BIM technology are highlighted. An analysis of problems in the design and construction of marine robotics, an analysis of outdated methodologies and software systems was carried out. The use of BIM technologies in design is substantiated as a key effective concept for improving all processes.

Keywords: BIM – technology, marine robotics tool, information model, design.

УДК 629.58

СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ БУКСИРУВАНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА

Войтасик А. М.

кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

andrii.voitasyk@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуті основні чинники та їх вплив на якість отримання візуальної інформації про підводне середовище при проведені пошукових та інспекційних підводно-технічних робіт з залученням буксируваних підводних апаратів. Запропоновано до використання систему освітлення буксируваного підводного апарата відповідно до представленої структурної схеми з метою забезпечення можливості регулювання яскравості підводних світильників в процесі їх роботи.

Ключові слова: підводне середовище; освітлення; керування

Вступна частина. Сьогодні існує достатньо передових технологій, які дозволяють реалізовувати різноманітні підводні завдання, що постають перед фахівцями в цій галузі. Однак, навіть з усім цим технологічним прогресом, основною проблемою, яка залишається актуальною при проведенні підводно-технічних робіт, є забезпечення достатнього і ефективного підводного освітлення [1]. Використання надпотужних підводних світильників може не завжди бути доцільним, оскільки їх застосування часто веде до проблеми сильного

засвічування підводних відеокадрів. Це може ускладнити процес аналізу отриманих зображень і завадити точному виконанню поставлених завдань. Тому, для досягнення високої якості освітлення, важливо враховувати безліч факторів, таких як час доби, сезон року, кліматичні умови, а також глибина, на якій здійснюються роботи [2]. Важливо враховувати, що індивідуальні потреби та умови роботи можуть суттєво впливати на те, як саме потрібно налаштовувати освітлення для досягнення найкращих результатів.

Метою роботи є розробка структурної схеми системи освітлення буксируваного підводного апарата з можливістю регулювання рівня яскравості підводних світильників.

Основна частина. Існує кілька концепцій, які детально описують, як змінюється яскравість підводних об'єктів. Ці концепції аналізують вплив освітлення на сприйняття кольору і яскравості в підводному середовищі. Сучасні чорно-білі відеокамери здатні якісно зафіксувати об'єкти з широким діапазоном яскравості, навіть при обмеженому освітленні. Основна причина порушення кольорової передачі під водою – поглинання світла морською водою, яке варіюється залежно від спектру. Вода функціонує як синьо-зелений фільтр, що суттєво впливає на сприйняття кольорів. Поглинання червоних і жовтих компонентів спектру збільшується з глибиною, змінюючи колірну гамму зображення на більш синю / зелену. Для покращення якості підводних зображень важливо застосовувати спеціалізовані методи корекції кольору і освітлення. Це дозволить компенсувати ефекти води і забезпечити точнішу передачу кольорів, наближаючи зображення до реального вигляду об'єктів у їх природному середовищі.

У роботі представлена спроектована система освітлення БПА, що складається з двох підводних світильників і одного проблискового маяка, які облаштовані світлодіодами по 10 Вт [3]. Світлодіоди встановлені на алюмінієвих радіаторах і розміщені в герметичних корпусах зі скляними ілюмінаторами, що дозволяє використовувати систему на глибинах до 100 м. Проблисковий маяк призначений для візуального оповіщення про місцезнаходження БПА при його спливанні на морську поверхню в умовах обмеженої видимості, таких як туман, ніч і т.п.

Керування системою освітлення БПА здійснюється через драйвери керування, що дозволяють вмикати, вимикати та регулювати яскравість світильників. Світильники розташовані в передній частині БПА на однаковій відстані від відеокамери, зокрема, вони знаходяться позаду камери для забезпечення рівномірного покриття світлом її робочої зони.

Система освітлення керується дистанційно з пульта (джойстика), що є частиною поста енергетики та керування БПА. Драйвери живляться від бортової мережі 12В і підключені до інтерфейсу керування RS-485, який забезпечує команди для ввімкнення, вимкнення та регулювання яскравості.

Електричне живлення кожного споживача енергії має узгоджуватись з бортовою електромережею та керуватись через стандартний цифровий протокол інформаційного обміну. У зв'язку з цим систему освітлення БПА спроектовано на основі структури, зображеній на рис. 1.

Модуль інформаційного обміну (МІО) БПА складається з основної плати керування бортовим обладнанням і плати керування системою освітлення. Обидві плати виготовлені у вигляді круглих пластин, що легко вміщуються в корпус БПА. Основна плата забезпечує обмін даними між постом енергетики і БПА через Ethernet, використовуючи з'єднання RJ-45. На цій платі розміщений мікроконтролер (МК) виробництва Microchip, який керує системою освітлення.

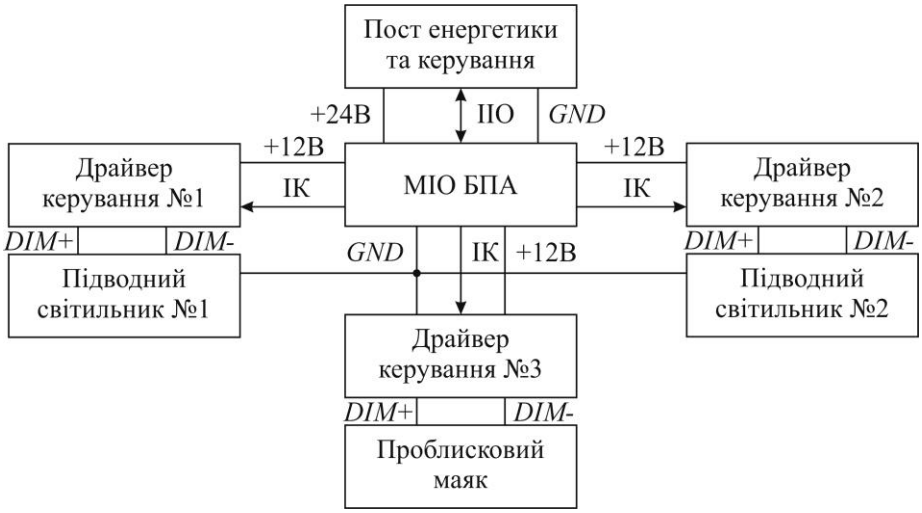


Рисунок 1 – Структурна схема системи освітлення БПА

Обмін командами з системою освітлення відбувається через інтерфейс інформаційного обміну (ІІО) RS-485. Для формування сигналу керування яскравістю використовується периферійний модуль Power Control PWM мікроконтролера. Він керує коефіцієнтами заповнення імпульсів на ШІМ-каналах, з таймером, що генерує прямокутні імпульси з частотою 2 кГц. Коефіцієнт заповнення контролюється парами 16-бітових регістрів.

На виході конвертера RS-485 – USART маємо ТТЛ-сумісні сигнали з командою для регулювання яскравості світильника. Команда надходить до блоку керування через лінію RX, де декодується для формування ШІМ-сигналу та керуючого сигналу для розмикача. Блок також формує пакет-відповідь для бортового комп'ютера, що містить дані про яскравість, стан розмикачів і помилки пакетів передачі інформації. Пакет передається через лінію TX, а лінія RTS активує режим передачі даних. Розмикачі забезпечують можливість повного вимкнення світильників, оскільки ШІМ драйверів не може повністю зупинити струм при наявності живлення. Сигнали керування підводними світильниками отримуємо з виводів "DIM+" і "DIM-".

Висновки:

1. Розглянуті основні чинники та їх вплив на якість отримання візуальної інформації про підводне середовище при проведені пошукових та інспекційних підводно-технічних робіт з залученням буксируваних підводних апаратів.

2. Запропоновано до використання систему освітлення буксируваного підводного апарата відповідно до представленої структурної схеми з метою забезпечення можливості регулювання яскравості підводних світильників в процесі їх роботи.

Література

[1] Карась В.І., Назаренко Л.А., Карась І.В. Світлодіоди: фізика, технологія, застосування: навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2012. – 323 с.

[2] Войтасик А.М., Вербівський Д.О. Розробка стенду керування яркістю підводного світильника. *Макаровські читання:* Матеріали VIII всеукраїнського форуму молодих науковців. – Миколаїв: НУК, 2015. – С. 133–135.

[3] Войтасик А.М., Говорецька Ю.Г. Система освітлення буксируваного підводного апарата проекту «Глайдер». Підводна техніка і технології: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2017. – Ч.1 – С. 49–52.

LIGHTING SYSTEM OF A TOWED UNDERWATER VEHICLE

Voitasyk Andrii Mykolayovych
Department of Electrical Engineering of Ship and Robotic Complexes
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The main factors and their influence on the quality of obtaining visual information about the underwater environment during search and inspection underwater technical works with the involvement of towed underwater vehicles are considered. The lighting system of the towed underwater vehicle is proposed for use in accordance with the presented structural diagram in order to ensure the possibility of adjusting the brightness of the underwater lights during their operation.

Keywords: underwater environment; lighting; control.

УДК 629.585:539.4

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МІЦНОГО ВОДОНЕПРОНИКНОГО ПОЛІЕТИЛЕНОВОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ

Литвиненко Д. Ю.
к.т.н, ст. викладачач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля, dmytro.lytvynenko@nuos.edu.ua
Нужний С. М.
к.т.н, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки, sergii.nuzhnyi@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Аннотація. Перевірено на міцність 4 варіанти конструкції міцного водонепроникного поліетиленового контейнера для радіоелектронного обладнання та іншого корисного вантажу. Запропоновано зміни до конструкції контейнерів для зменшення рівня напружень від гідростатичного навантаження.

Ключові слова: міцність; контейнер; гідростатичний тиск; скінченно-елементний аналіз

Вступ. Підводні апарати в більшості випадків складаються із рами, блоків плавучості, рушійно-рульового комплексу та, можливо, міцних водонепроникних контейнерів для блоків керування, блоків живлення або іншого корисного вантажу [1]. Такі контейнери можуть бути виготовлені з матеріалів із щільністю, меншою за щільність води, в той же час потрібно забезпечити достатню міцність цієї конструкції.

Метою цього дослідження є перевірка міцності конструктивних варіантів міцного водонепроникного контейнеру для зберігання корисного вантажу та удосконалення конструкції з метою забезпечення статичної міцності при гідростатичному навантаженні.

Основна частина. Міцний водонепроникний контейнер для підводних апаратів передбалось виконувати з поліетилену РЕ-100. По стінкам та по торцевим поверхням перебачались підкріплюючі ребра, які приварювались до обшиви.

Навантаження на контейнер – гідростатичний тиск. Максимальна глибина занурення – 50 м.

Механічні властивості поліетилену РЕ-100 досліджувались в роботі [2] в лабораторних умовах при декількох рівнях швидкості деформацій. Їх також можна знайти у специфікаціях підприємств-виробників продукції з цього матеріалу. Як показано на рис. 1, механічні властивості поліетилен РЕ-100у суттєво змінюються із зміною швидкості деформування. Так, модуль Юнга *E* змінювався 1260 МПа до 3920 МПа при зміні швидкості деформування від 10^{-5} до $5 \cdot 10^{-2}$ $с^{-1}$.

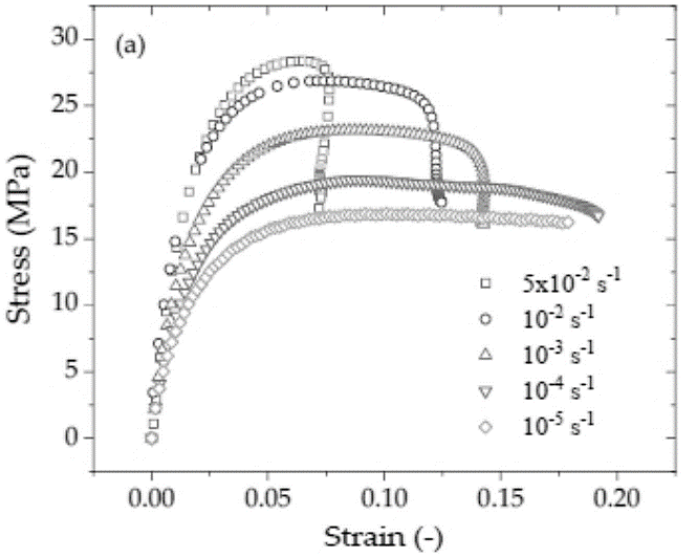


Рис. 1. Криві напруження-деформації поліетилену РЕ-100 при різній швидкості навантаження [2]

Скінченно-елементна модель одного з конструктивних варіантів контейнера представлена рис. 2. В цьому варіанті кришка контейнера передбачалась виконаною з АМг-6.

Розподіл напружень у моделі контейнера представлено на рис. 3. Найбільші напруження спостерігались у кришці контейнера, як показано на цьому рисунку. Високі напруження також спостерігались в місцях з'єднання набору стінок контейнера із днищем та кришкою, як показано на рис. 4. При цьому зварні шви не моделювались. Через це в дійсності рівень напружень у таких з'єднаннях буде нижчим внаслідок наявності плавних переходів та наплавленого металу від зварювання.

При виконанні розрахунків передбачалось, що модуль пружності матеріалу E = 1100 МПа, як вказано у специфікаційних документах підприємств-виробників. Таким чином, можна стверджувати, що виконані розрахунки напружень є завищеними у безпечний бік. В дійсності швидкість деформування не буде високою при занурюванні підводного апарату

та модуль пружності *E* буде більш високим, ніж 1100 МПа, а напруження – більш помірного рівня.

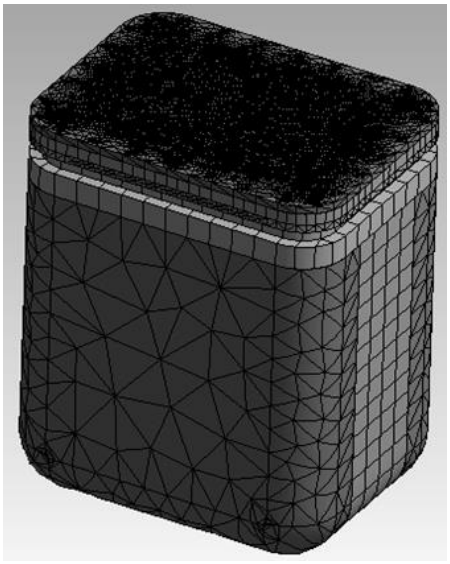


Рис. 2. Скінченно-елементна модель одного з конструктивних варіантів контейнера

Рис. 3. Розподіл еквівалентних напружень у корпусі контейнера разом із кришкою

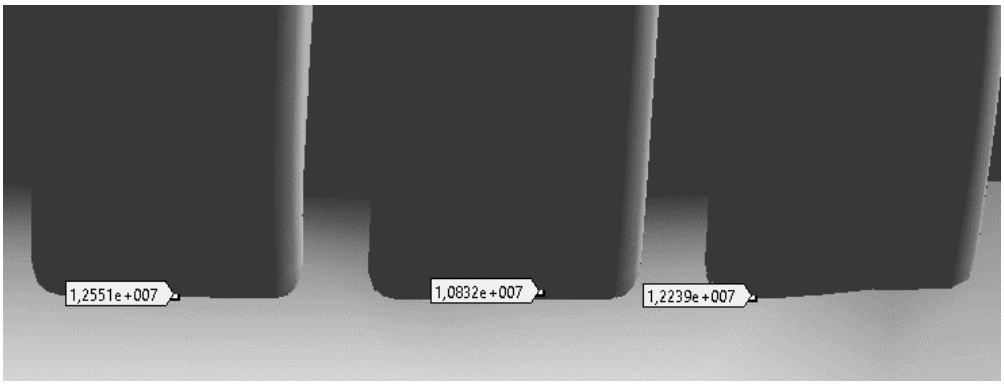


Рис. 4. Еквівалентні напруження у місці з'єднання набору стінок контейнера із днищем

В цілому перевірено на міцність 4 конструктивних варіанта міцного водонепроникного контейнера. Запропоновано зміни до конструкції для зменшення рівня напружень та переміщень.

Висновки. Досліджено напружено-деформований стан чотирьох конструктивних варіантів міцного водонепроникного контейнера підводних апаратів з поліетилену. Запропоновано зміни до конструкції з метою зменшення напружень у контейнері при гідростатичному тиску на глибині 50 м.

Література

[1] Блинцов В.С. Привязные подводные системы. – Наук. думка,. 1998. – 230 с.

[2] Li Y., Luo W.; Li M., Yang B., Liu, X. Strain Rate-Dependent Hyperbolic Constitutive Model for Tensile Behavior of PE100 Pipe Material. Polymers 2022. 14 (7). 1357. https://doi.org/10.3390/polym14071357

IMPROVING THE DESIGN OF A DURABLE WATERPROOF POLYETHYLENE CONTAINER FOR UNDERWATER VEHICLES

Dmytro Lytvynenko, Serhii Nuzhnyi

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

Annotation. Four variants of the design of the durable waterproof polyethylene container for electronic equipment and other payloads were analysed for strength. Changes to the design of the containers are proposed for reducing the level of stress from hydrostatic loading.

Keywords: strength; container; hydrostatic pressure; finite element analysis

UDC 539.4:629.5

VERIFICATION OF SOME FORMULAE OF UKRAINIAN REGISTER OF SHIPPING FOR CONSIDERING OF WEAR AND CORROSION FOR HOT ROLLED PROFILES

Sokov V.M.,

Candidat of Technical Sciences,

Senior lecturer of the Department of Structural Mechanics and Ship Construction of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Nikolaev, Ukraine,

valeriy.sokov@nuos.edu.ua,

Abstract. There is presented the verification of some Ukrainian Register's formulae which consider correlation of geometrical properties of hot rolled profiles taking into account wear and corrosion. There were calculated geometrical properties of unsymmetrical hot-rolled bulb considering wear and corrosion with application of accurate integral formulae. Obtained results were compared with Register's formulae offered to take into account wear and corrosion. There is shown better correlation for cross section areas than for moments of resistance. But with enlarging of the wear and

corrosion the Register's formulae for isolated profile in the reviewed example give understated values of geometrical properties, which is dangerous.

Keywords: wear, corrosion, geometrical properties.

Introduction. In ship hull design methodologies they consider influence of wear and corrosion of constructions and beam profiles. Thus accepted geometrical properties of beam's cross sections obtained from conditions of satisfactory of strength and collapse have to be a little bit enlarged to consider wear and corrosion. Because of it after some time the values of profiles' geometrical properties will decrease and strength and/or collapse conditions of beams may fail. Here's at issue hot rolled unsymmetrical bulb.

Objective. Compare the Ukrainian Register's formulae which consider wear and corrosion of hot rolled profiles with precise formulae to have a notion of reliability of Register's formulae.

Main part. The area and the resistance moment of hot-rolled profiles according to Ukrainian's Register are defined by expressions [1, 2]

$$f_c = f_c' \cdot \omega_k; \quad W = W' \cdot \omega_k, \tag{1}$$

where f_c, f_c' – cross section area appropriately with and without considering of wear and corrosion, cm^2; W, W' – moment of resistance appropriately with and without considering of wear and corrosion, cm^3; ω_k – is the corrective factor which is calculated by the relation [2] of old Register rules:

$$\left.\begin{aligned} \omega_k &= 1 + \alpha_k \cdot \Delta s, \\ \alpha_k &= 0,07 + \frac{6}{W'} \le 0,25 \text{ if } W' < 200 \text{ cm}^3, \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

and by the relation 1.1.5.3-.1 in [1] of the new Register rules, specifically for unsymmetrical bulbs:

$$\omega_k = \frac{0,85}{\sqrt[3]{W'}} + \sqrt[3]{\frac{\Delta s}{2}} \ge 1,05. \tag{3}$$

Area and moment of resistance in (1) have to be calculated taking into account effective width of the joined girdle of the sheathing the profile is attached to. But in this study we shall not consider the joined girdle.

The formulae (2) and (3) are checked for the sequence of Δs:

$$\Delta S = [0,4;\ 0,8;\ 1,2;\ 1,6],\ \text{mm}. \tag{4}$$

Let's define accurate values of ω_k for the bulb #16a of GOST 21937-76 [3] the moment of resistance of which (for isolated profile) is 45 cm^3. To define the accurate values of ω_k we take the new profile and calculate its initial geometrical properties f_c, W and compare them with normative ones for validation. After we consider the uniform corrosion by some fixed magnitude Δs (fig. 1) and calculate geometrical properties f_c', W' of obtained reduced cross section.

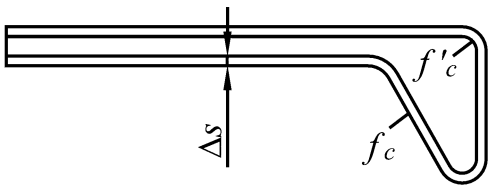


Figure 1 – Geometrical interpretation of mathematical model

From (1) it's possible to define ω_k for the range (4) of Δs. Accurate geometrical properties of the reviewed bulb were calculated using integral calculus.

The initial area f_c and moment of resistance W of isolated profile of the new bulb #16a obtained by integral calculus are:

$$f_c = 17,94 \text{ cm}^2; \quad W = 45,2 \text{ cm}^3, \tag{5}$$

which accord to GOST 21937-76 for #16a (but W = 45,0 cm^3 there).

In the table 1 the computing and comparison of the corrective factor ω_k is presented for the bulb #16a.

Table 1 – Computing and comparison of ω_k for bulb #16a

#	Δs, mm	f_c', cm^2	W', cm^3	Accurate values of ω_k		ω_k by (2)	ω_k by (3)
				$\omega_k = \frac{f_c}{f_c'}$	$\omega_k = \frac{W}{W'}$		
1	0,4	16,49	40,91	1,09	1,11	1,09	1,05
2	0,8	15,04	36,60	1,19	1,24	1,19	1,05
3	1,2	13,59	32,30	1,32	1,40	1,30	1,11
4	1,6	12,15	28,00	1,48	1,62	1,40	1,21

The same exploration was made for the bulb 160×8 of EN 10067:2006 [4]. The initial area f_c and the moment of resistance W of isolated profile of the new bulb 160×8 of EN 10067:2006 obtained by integral calculus are^

$$f_c = 16,12 \text{ cm}^2; \quad W = 43,1 \text{ cm}^3. \tag{6}$$

In EN 10067:2006 there is for the bulb 160×8: f_c = 16,2 cm^2; W = 43,3 cm^3.

In the table 2 the computing and comparison of the corrective factor ω_k is presented for the bulb 160×8.

Table 2 – Computing and comparison of ω_k for bulb 160×8

#	Δs, mm	f_c', cm^2	W', cm^3	Accurate values of ω_k		ω_k by (2)	ω_k by (3)
				$\omega_k = \frac{f_c}{f_c'}$	$\omega_k = \frac{W}{W'}$		
1	0,4	14,70	38,90	1,10	1,11	1,09	1,05
2	0,8	13,28	34,76	1,21	1,24	1,19	1,05
3	1,2	11,87	30,64	1,36	1,41	1,30	1,12
4	1,6	10,46	26,55	1,54	1,62	1,40	1,21

Conclusions. From tables 1 and 2 it's possible to conclude that formulae (2) and (3) better correlate for cross section areas than for moments of resistance but for little values of Δs. The correlation magnitudes ω_k obtained by moments of resistance (column 6 of table 1 and 2) are always more than ω_k obtained by areas (column 5 of table 1 and 2). With increasing of Δs the growth of ω_k obtained by integral calculus outran the growth of ω_k obtained by Register's formulae (2) and (3). It tells about unsafety of Register's expressions in case if great wear and corrosion is predicted by design, i.e. Register's expressions give understated values of geometrical properties than necessary. Magnitudes of ω_k obtained by new Register's formula (3) are always less than ω_k obtained by old Register's formula (2). These statements are true for isolated bulb/profile in suggestion of uniform corrosion of the entire surface. To make complete conclusions it's necessary to review wide variety of profiles of different kinds and standards. Also the influence of the joined girdle of the sheathing has to be explored. The model of corrosion has to be studied.

Literature

1. Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден. Том 2. Київ: РСУ, 2020. 792 с.

2. Проектування конструктивного мідель-шпангоута суховантажних суден: Методичні вказівки / В.Г. Матвєєв, А.І. Кузнєцов, Б.М. Мартинець, Б.М.Михайлов, О.М. Узлов, М.О.Цибенко, Г.В. Шарун. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 76 с.

3. ГОСТ 21937-76 Полособульб горячекатаный несимметричный для судостроения: межгосударственный стандарт. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000. 6 с.

4. ДСТУ EN 10067:2006 Штабобульб гарячекатаний. Розміри та допуски на розміри, форму і масу (EN 10067:1996, IDT): національний стандарт України. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 9 с.

ПЕРЕВІРКА ДЕЯКИХ ФОРМУЛ РЕГІСТРУ СУДНОПЛАВСТВА УКРАЇНИ ДЛЯ ВРАХУВАННЯ ЗНОСУ ТА КОРОЗІЇ ДЛЯ КАТАНИХ ПРОФІЛІВ

Соков Валерій Миколайович

кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля, НУК

Анотація. Представлено перевірку деяких формул українського Регістру судноплавства, які враховують кореляцію геометричних характеристик гарячекатаних профілів, приймаючи до уваги знос та корозію. Були обчислені геометричні характеристики несимметричного гарячекатаного бульба враховуючи знос та корозію із застосуванням точних інтегральних формул. Отримані результати були порівняні з формулами Регістру, запропоновані для врахування зносу та корозії. Показана краща кореляція для площі поперечного перерізу, аніж для моментів опору. Але зі збільшенням зносу та корозії формули Регістру для ізольованого профілю у розглядуваному прикладі дають занижені значення геометричних характеристик, що є небезпечним.

Ключові слова: знос, корозія, геометричні характеристики.

УДК 629.5.015.1

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СУДЕН: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗМЕНШЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ

Соценко В. В.
завідуючий лабораторії кафедри Суднобудування та ремонту суден,
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут,
м. Миколаїв, Україна
sotsenkovladyslav@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9165-8793;

Анотація. Проведено аналіз впливу сучасних підходів до зменшення споживання енергії та зниження викидів суден.

Проаналізовано основні вимоги міжнародних товариств до суден з огляду світового напрямку “Zero Emission”.

Ключові слова: Енергоефективність, Zero Emission

Вступ. Енергоефективність суден є ключовим фактором у сучасному суднобудуванні, оскільки вона безпосередньо впливає на витрати пального, екологічний слід та економічну ефективність експлуатації суден. У зв’язку зі зростанням вимог до екологічних стандартів та прагненням до зниження викидів, важливо досліджувати та впроваджувати новітні технології, які сприяють зменшенню споживання енергії. Розглянуті сучасні підходи до підвищення енергоефективності суден, зокрема інноваційні двигуни, покращення обтічності корпусу, енергозберігаючі технології, використання альтернативних джерел енергії та оптимізацію експлуатації суден.

Постановка задачі

Інноваційні двигуни та системи приводу. Сучасне суднобудування активно впроваджує інноваційні двигуни та системи приводу, що сприяють підвищенню енергоефективності та зниженню викидів. Основними напрямками розвитку є використання гібридних і електричних двигунів, а також застосування новітніх технологій для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Гібридні двигуни. Гібридні двигуни поєднують дизельні та електричні установки, дозволяючи використовувати переваги кожного типу двигунів. При роботі в порту або на малих швидкостях використовується електричний двигун, який не виробляє викидів, а при плаванні на відкритому морі – дизельний двигун для забезпечення необхідної потужності. Це знижує споживання палива та рівень викидів.

Wärtsilä 31DF: Цей гібридний двигун може працювати як на зрідженому природному газі (LNG), так і на дизельному паливі. Використання LNG дозволяє знизити викиди SOx на 99 %, NOx на 85 %, а CO2 на 20–25 % порівняно зі звичайними дизельними двигунами.

Рисунок 1 – Гібридний двигун Wärtsilä 31DF

Електричні двигуни

Електричні двигуни стають все більш популярними, особливо для невеликих суден, таких як пороми та яхти. Вони використовують акумуляторні батареї, що заряджаються на березі, або комбінацію з іншими джерелами енергії.

Норвезька компанія Fjord1 використовує електричні пороми, які повністю працюють на акумуляторних батареях. Це дозволяє знизити викиди CO2 на 95 % та значно зменшити шум та вібрації.

Рисунок 2 – Електричний пором компанії Fjord1

Поліпшення обтічності корпусу судна

Оптимізація форми корпусу знижує опір води, що дозволяє зменшити споживання палива. Використання комп'ютерного моделювання (CFD – Computatuional Fluid Dynamics) дозволяє створювати оптимальні форми корпусу з мінімальним опором. Наприклад, компанія DNV GL розробила серію корпусів, які зменшують споживання палива на 10–15 % порівняно зі стандартними моделями.

Спеціальні покриття також допомагають зменшити тертя між корпусом і водою. Антифулінгові фарби, такі як ті, що виробляє компанія Jotun, зменшують утворення біологічних відкладень на корпусі, що також сприяє економії палива.

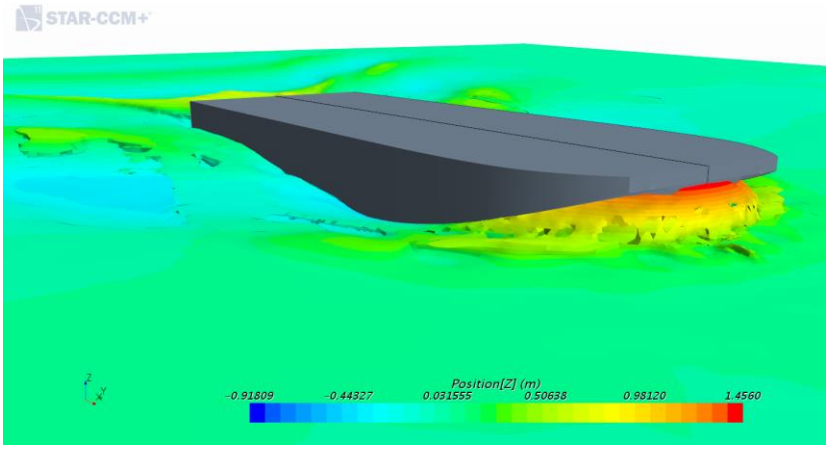


Рисунок 3 – CFD розрахунок корпуса судна

Енергозберігаючі технології

Впровадження рекуператорів та систем тепловідведення дозволяє ефективно використовувати тепло відпрацьованих газів. Наприклад, системи економайзерів використовують тепло відпрацьованих газів для нагріву води для допоміжних систем судна.

Системи керування енергією автоматично регулюють роботу різних систем на борту. Це дозволяє уникнути зайвих витрат енергії. Наприклад, система Eniram, розроблена компанією Wärtsilä, дозволяє моніторити та оптимізувати енергоспоживання судна в реальному часі, що може знизити витрати палива до 5–10 %.

Альтернативні джерела енергії

Використання відновлюваних джерел енергії, таких як вітряні та сонячні установки, стає все більш актуальним. Наприклад, судно “Energy Observer” використовує комбінацію сонячних панелей, вітряних турбін і паливних елементів на водневій основі для забезпечення енергією.

Паливні елементи використовують водень як паливо, що дозволяє зменшити викиди до нуля. Наприклад, компанія ABB розробила систему паливних елементів для суден, яка дозволяє зменшити викиди CO2 на 100 %, а також знизити рівень шуму та вібрацій.

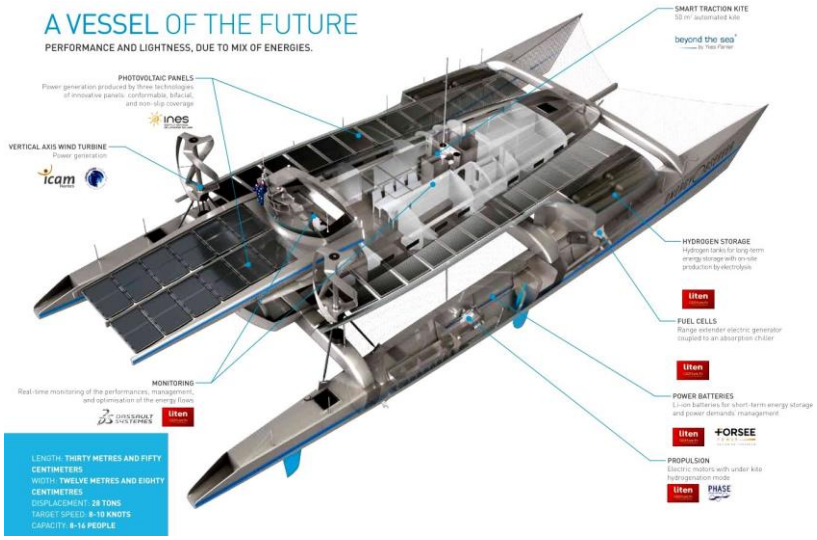


Рисунок 4 – Судно “Energy Observer”

Оптимізація експлуатації суден

Системи моніторингу та аналізу даних дозволяють оптимізувати маршрути суден, зменшуючи зайві витрати палива. Наприклад, платформа Marorka аналізує дані з бортових датчиків і надає рекомендації щодо оптимальних маршрутів та режимів роботи двигунів.

Автоматизовані системи управління енергоспоживанням допомагають ефективно керувати роботою основних та допоміжних систем. Це знижує енергоспоживання та підвищує загальну ефективність судна. Наприклад, система Kongsberg EcoAdvisor дозволяє знижувати споживання палива на 5–7 % завдяки автоматичному регулюванню роботи систем на борту.

Нормативні акти та стандарти

Міжнародна морська організація (IMO) встановлює жорсткі вимоги до зниження викидів шкідливих речовин. Наприклад, MARPOL Annex VI регулює рівень викидів NOx, SOx і парникових газів (GHG) для всіх типів суден. Введення нових стандартів EEDI (Energy Efficiency Design Index) і SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) стимулює судновласників до впровадження енергоефективних технологій.

Екологічні стандарти та сертифікації, такі як Green Award і Clean Shipping Index, стимулюють впровадження новітніх технологій для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Відповідність цим стандартам може надавати суднам переваги у вигляді зниження портових зборів та отримання пріоритету у деяких портах.

Висновки. Підвищення енергоефективності суден є ключовим завданням сучасного суднобудування, що дозволяє зменшити витрати на паливо, знизити викиди шкідливих речовин та підвищити економічну ефективність експлуатації суден. Впровадження інноваційних технологій, таких як гібридні та електричні двигуни, оптимізація форми корпусу, використання енергозберігаючих технологій та альтернативних джерел енергії, а також оптимізація експлуатації суден, є необхідним кроком для досягнення цих цілей. Сучасні нормативні акти та стандарти стимулюють впровадження новітніх розробок та підвищення екологічності суден. Перспективи розвитку енергоефективних технологій у суднобудуванні є надзвичайно важливими для збереження навколишнього середовища та сталого розвитку морської галузі.

Література

[1] Review of maritime transport. United Nations

[2] Yifan Wang and Laurence A.Wright. A Comparative Review of Alternative Fuels for the Maritime Sector: Economic, Technology, and Policy Challenges for Clean Energy Implementation

[3] ICCT. Greenhouse Gas Emissions from Global Shipping, 2013–2015. 2017.

[4] Psaraftis, H.N. Decarbonization of maritime transport: To be or not to be?

[5] Mallouppas, G.; Yfantis, E.A. Decarbonization in Shipping Industry: A Review of Research, Technology Development, and Innovation Proposals. J. Mar. Sci. Eng. 2021, 9, 415.

[6] Andujar, J.M.; Segura, F. Fuel cells: History and updating. A walk along two centuries

ENERGY EFFICIENTY OF SHIPS: MODERN APPROACHES TO REDUCING ENERGY CONSUMPTION AND EMMISION

V.V. Sotsenko

[1] Head of the laboratory of the Department Shipbuilding & Ship Repair,

The Kherson Educational and Scientific Institute of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine,

sotsenkovladyslav@gmail.com

Summary. Conducted an analysis of the impact of modern approaches to reducing energy consumption and emissions from ships.

The main requirements of international societies for ships have been analyzed in light of the global “Zero Emission” trend.

Keywords: Energy Efficiency, Zero Emission

УДК.629.565.2

РОЗРОБКА І ПОБУДОВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ КОМПОЗИТНИХ ДОКІВ ДЛЯ РЕМОНТУ СУДЕН ТА ІНШИХ ПЛАВУЧИХ СПОРУД

[1]Щедролосєв О. В., [2]Алхімов Є. М., [3]Коновалова Г. В.,

[1]доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Суднобудування та ремонту суден Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

oleksandr.shchedrolosiev@nuos.edu.ua

[2]директор Товариства з обмеженою відповідальністю «Паллада Шип’ярд», м. Херсон, Україна

Yevhen.alkhimov@ukroboronprom.com

[3]кандидат наук, доцент кафедри Суднобудування та ремонту суден, Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

konovalovaiiianna@gmail.com

Анотація. У всіх країнах світу експлуатується більше мільйона суден різного призначення, розмірів і водотоннажності. Ці судна здійснюють пасажироперевезення й транспортування дорогих вантажів, а тому повинні бути міцними і надійними. За міцністю і надійністю суден, а також за безпекою перевезень стежать класифікаційні наглядові організації (наприклад, Регістр судноплавства України, Британський Ллойд, Французьке Бюро Верітас тощо), а також світові страхові компанії та агентства.

Судна експлуатуються в агресивному морському середовищі. Корпуси їх зношуються, обростають водоростями, молюсками і черепашками, через що збільшується опір води руху судна, і, отже, збільшуються експлуатаційні витрати та тривалість доставки вантажів. У воді руйнується захисне покриття корпусу, корпус кородує, втрачає міцність і морехідні якості [2].

Кожний судновласник прагне одержати від судна максимальний прибуток при мінімальних витратах, тому судновласники вимушені докувати судна для очищення корпусу від обростання, його фарбування, заміни кородованих листів обшивки, встановлення протекторного захисту, ремонту гвинтів, рулів тощо або ж при аварійних ситуаціях. Кожне таке докування зберігає і поліпшує експлуатаційні та економічні показники судна, подовжує термін його експлуатації [2].

З огляду на ці постійні потреби судноплавства судноремонт, огляди і контроль стану суден, технічне обслуговування їхньої підводної частини є досить успішним і прибутковим бізнесом, який здійснити без суднопіднімальних засобів неможливо. Тому будівництво суднопіднімальних засобів так само є вигідним бізнесом [1–3].

Ключові слова: плавучі доки, судноремонт, проєктування, технологія, будівництво.

Вступна частина. Для піднімання суден з води застосовуються: сухі доки – відповідно облаштовані котловани, вириті в ґрунті нижче рівня моря, відділені від моря спеціальними воротами – «батопортами»; плавучі доки різних конструкцій; похилі сліпи; суднопіднімальні платформи; берегові горизонтальні стапелі, оснащені спусковими доками [2–3].

Кожна із цих споруд має свої переваги і недоліки. Плавучі доки різних конструкцій являють собою робочу стапель-палубу, розміщену на плавучому понтоні, який забезпечує необхідний запас плавучості для втримання ремонтованого судна над водою. Для можливості занурення у воду для прийому на стапель-палубу ремонтованого судна понтони облаштовуються спеціальними корпусами-баштами, які, частково залишаючись над водою, забезпечують остійність доку при зануреному понтоні. Занурення і спливання доку забезпечується прийняттям-відкачуванням баласту всередину корпусу. Плавучі доки – найпоширеніший клас плавучих засобів, призначених для ремонту суден [1–3].

Співставлення і аналіз переваг та недоліків суднопіднімальних засобів пояснює той факт, що берегові судноремонтні споруди – сухі доки, похилі сліпи, суднопіднімальні платформи, не знайшли широкого застосування, тому що вимагають для свого створення і функціонування великих капітальних витрат, наявності на узбережжі місця експлуатації розвинутої інфраструктури. Плавучі ж доки мають прийнятну ціну і невибагливі в експлуатації. Вони можуть працювати як біля необлаштованого берега, так і на високооснащених технікою й передовою технологією суднобудівних заводах. На їхній базі легко розгорнути або розширити судноремонтне підприємство. Тому плавучі доки користуються підвищеним і стабільним попитом і є предметом прибуткового бізнесу [1–3].

Мета роботи. Розробка сучасних конструкцій, технологій до проєктування, будівництва та експлуатації конкурентоспроможних композитних плавучих доків.

Основна частина. Для забезпечення потреб суднобудування і судноремонту суднобудівні заводи різних країн змушені будувати доки на власних стапельних місцях в непристосованих для цих цілей умовах. Конструкція корпусу плавучого доку сильно відрізняється від конструкції корпусу сучасного судна. Док значно ширше судна, яке розміщується на ньому, має практично плоске днище і низький понтон. Для виробництва плавучих доків з низькою собівартістю потрібні спеціальні стапелі, док-камери або сухі доки. При цьому технологія й організація будівництві доку значно відрізняється від технології будівництва суден. Тому економічні показники побудови доків на неспеціалізованих

підприємствах гірші, ніж показники побудови суден. Спеціалізовані ж заводи з будівництва доків були тільки в Україні (м. Херсон) та Литві (м. Клайпеда) [1–3].

Враховуючи те, що в світі крім зазначених заводів спеціалізованих на будівництві плавучих доків підприємств не було, і той факт, що у світовій практиці склалася певна стала ціна на плавучі доки в залежності від їх піднімальної сили, була поставлена задача створити економічно вигідні умови будівництва плавучих доків за рахунок удосконалення організації виробництва та технології й уніфікації та оптимізації конструкції доків при збереженні їхньої конкурентоспроможності і відповідності вимогам світового ринку так, щоб знизити собівартість побудови доків і отримати прийнятний прибуток при сталій світовій ціні на доки [1–3].

Для одержання заводом-будівником максимального економічного ефекту від будівництва плавучого доку – були застосовані прогресивна організація виробництва і прогресивні технології, технологічні матеріали, раціональне розташування функціональних приміщень, ефективне устаткування, зменшені матеріалоємності, трудомісткості виготовлення конструкцій доку, кількості опалюваних, теплоізольованих приміщень і приміщень, що опоряджуються зашивкою [1–3].

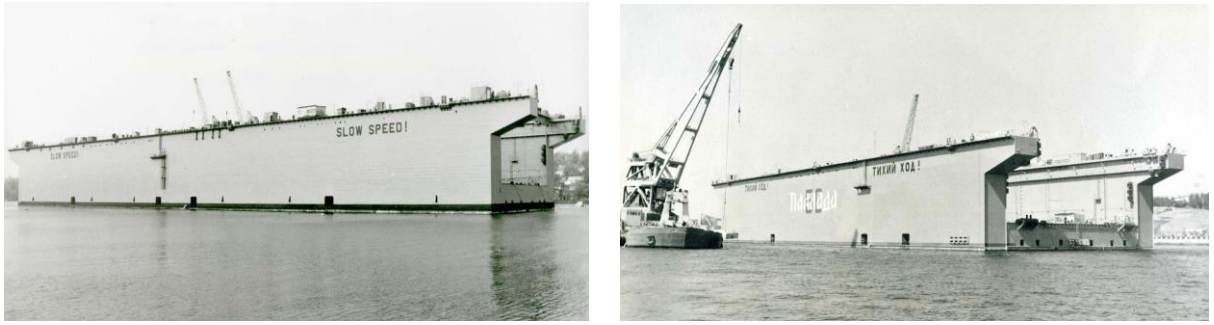
З метою усунення негативних наслідків, які властиві сталевим докам при їх експлуатації, для корпусу понтона був застосований залізобетон. Перевага залізобетону полягає в тому, що бетон сам по собі добре працює на стискання, а робота на розтягування забезпечується арматурною сталлю, яка захищена від дії агресивної морської води цим же бетоном. В цьому випадку витрачається значно менше сталі, ніж на будівництво сталевого понтона, бо виключається необхідність збільшення товщини конструкцій на корозію. Арматурний прокат дешевше профільного і листового. Оскільки залізобетон не кородує у воді, корпус понтона не потребує фарбування й докування, а металеві башти доку можна фарбувати та ремонтувати без докування й виведення доку з експлуатації, паралельно із проведенням в ньому ремонту суден [4].

Аналіз значної кількості суден, що експлуатуються у світі, показує, що всі вони поділяються на чотири класи: – невеликі судна доковою масою до 4500 *т*; – середні судна доковою масою до 8500 *т*; – великі судна доковою масою до 25000 *т*; – дуже великі судна доковою масою понад 25000 *т* [1–3].

Що стосується великих суден, то той факт, що всі вони мають приблизно однакову ширину, дозволяє створити оптимальну уніфіковану конструкцію плавучих доків різної піднімальної сили, а саме модульний ряд плавучих доків [1–3].

Висновки. Після проведення низки науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, вивчення й узагальнення досвіду світового судноремонту та будівництва доків, проведення стандартизації й уніфікації конструктивних рішень і робіт в Україні, були розроблені нові підходи в проєктуванні доків, створені нові технології та нові суднобудівні бетонні матеріали, розроблено свій конструктивний ряд доків. Всі ці новітні розробки призвели до створення конструкції сучасного вітчизняного доку підйомною силою 8500 *т* (рисунок 1.1) і конструкцій модульного ряду доків підйомною силою до і більше 25000 *т* (рисунок 1.2) [1–5].

Рисунок 1.1 – Ремонтний композитний плавучий док підйомною силою 8500 т



а) *б)*

Рисунок 1.2 – Ремонтний композитний плавучий док модульного ряду:
а) підйомною силою 13500 т; б) підйомною силою 25000 т

Література

[1]. Рашковский А. С., Слуцкий Н. Г., Коннов В. Н., Щедролосев А. В., Узлов А. Н. Проектирование, технология и организация строительства композитных плавучих доков: Монография. – Николаев: НУК, 2008. – 614 с.

[2]. Рашковский О. С., Прудивус В. П., Щедролосєв О. В., Узлов О. М. Основи проектування плавучих доків: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2011. – 232 с.

[3]. Рашковський О. С., Єрмаков Д. В., Щедролосєв О. В., Узлов О. М. Проектування, технологія і організація побудови композитних плавучих доків: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2015. – 318 с.

[4]. Improvement of the structure of floating docks based on the study into the stressed-deformed state of pontoon / L. Korostylov, O. Shchedrolosiev, S. Klymenkov, O. Uzlov, K. Kyrychenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 6, No. 7 (96). 2018. – pp. 26–31.

[5]. Pneumatic transport of bulk materials in construction of composite floating docks / A. S. Rashkovskyi, O. V. Shchedrolosiev, V. M. Neiman, O. Y. Kanash // International Shipbuilding Progress. Marine Technology Quarterly. Volume 67, Numbers 2–4, 2020. pp. 127–141.

DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION OF COMPETITIVE COMPOSITE DOCKS FOR SHIP REPAIR AND OTHER FLOATING STRUCTURES

[1]Shchedrolosiev Oleksandr Viktorovych, **[2]Alkhimov Yevhen Mykolaiovych**, **[3]Konovalova Hanna Vasylivna**

[1, 3]Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, [2]Pallada Shipyard Limited Liability Company

Abstracts. More than a million ships of various purposes, sizes and displacement are in operation in all countries of the world. These vessels carry people and expensive cargo and therefore must be strong and reliable. The strength and reliability of ships, as well as the reliability of transportation, are monitored by classification supervisory organizations, such as: Register of Ukraine, British Lloyd's, French Bureau Veritas, etc., as well as global insurance companies and agencies.

Ships operate in an aggressive marine environment. Their hulls wear out, become overgrown with algae, mollusks and shells, which increases the water resistance to the vessel's movement, and thus increases operating costs and the duration of cargo delivery. In water, the protective coating of the hull is destroyed, the hull corrodes, loses strength and seaworthiness.

Every shipowner strives to maximize the profit from the vessel at minimum cost, so shipowners are forced to dry-dock their vessels to clean the hull from fouling, paint it, replace corroded hull plates, install tread protection, repair propellers, rudders, etc., and in emergency situations. Each drydocking maintains and improves the vessel's operational and economic performance and extends its service life.

Given these constant needs of the shipping industry, ship repair, inspection and control of vessels, and maintenance of their underwater parts is a highly successful and profitable business that cannot be carried out without ship-lifting equipment. Therefore, the construction of ship-lifting facilities is also a profitable business.

Keywords: floating docks, ship repair, design, technology, construction.

УДК.629.565.2

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАВУЧОГО РЕМОНТНОГО ДОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАЛІЗОБЕТОНУ

Щедролосєв О.В.[1], Коновалова Г. В.[2], Кузнєцов А. І.[3]

[1]доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Суднобудування та ремонту суден

oleksandr.shchedrolosiev@nuos.edu.ua

[2]кандидат наук, доцент кафедри Суднобудування та ремонту суден

konovalovaiiianna@gmail.com

[3]кандидат технічних наук, доцент кафедри Суднобудування та ремонту суден

anatolii.kuznietsov@nuos.edu.ua

[1,2,3] Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Українськими науковими організаціями та підприємствами був розроблений, випробуваний і розповсюджений на залізобетон метод застосування постулатів сталевого суднобудування, тобто метод спільної роботи елементів корпусу на зовнішнє навантаження, коли обшивка корпусу працює як самостійний елемент і як приєднана смуга набору. Це дозволило ефективно використовувати для вирішення міцносних завдань як поздовжню, так і поперечну арматуру плит обшивки і не підсилювати додатковим армуванням ребра набору в районі приєднувальної смуги. Для забезпечення такої можливості були розроблені уніфіковані вузли анкерування хомутів ребер в конструкціях плити.

Для можливості стикування залізобетонних конструкцій понтона з металевими баштами був розроблений і затверджений метод розрахунку і конструювання таких з'єднань. Він був багаторазово успішно апробований в самих жорстких і важких умовах роботи [1–4].

Ключові слова: композитний плавучий док, залізобетонний понтон, конструювання доків.

Вступна частина. Вимоги до суднобудівних конструкцій корпусу доку відрізняються від вимог до будівельних цивільних конструкцій. На відміну від цивільних споруд, суднові конструкції випробовують багатоциклові знакозмінні навантаження, гідростатичні змінні в часі навантаження, навантаження з динамічно змінними напрямками, навантаження від різного температурного впливу на елементи корпусу, що перебувають під водою та у повітрі, вібрацію й крутіння. Крім того, суднові конструкції корпусу повинні бути водо- і газонепроникними [1; 3–4].

Історія застосування залізобетону в цивільному будівництві йде корінням в століття, рішення вивірені і розроблені зусиллями багатьох поколінь. Залізобетонне суднобудування не одержало настільки широкого поширення і досвіду впровадження. Тому в закордонних країнах для створення суднових конструкцій в основному використовується досвід цивільного будівництва, де вважається, що кожний елемент конструкції працює сам по собі і тільки на своє навантаження, причому один елемент створює навантаження для іншого. Тому в закордонному залізобетонному суднобудуванні прагнуть застосовувати плитні безребристі конструкції. Такий підхід до розробки суднових конструкцій обумовлює товщини елементів корпусу більше 250 *мм* і веде до значної перевитраті арматурної сталі [1–2].

Мета роботи. Визначення найбільш раціональної конструкції плавучого композитного доку з використанням залізобетону.

Основна частина. Використовуючи з'єднуючі властивості бетону, було запропоновано і підтверджено випробуваннями використання незварного з'єднання конструкцій водонепроникних переборок, які в складі корпусу понтона доку становлять 20 % всіх з'єднань.

Для створення безперервності елементів конструкцій використовувалося подовження арматурних стрижнів за допомогою зварювання на довжину перепуску арматури на десять її діаметрів. За допомогою проведених розрахунків і випробувань був обґрунтований й прийнятий перепуск, скорочений до восьми діаметрів. Це дозволило значно заощадити не тільки арматурну сталь і зварювальні матеріали, але й знизити трудомісткість робіт, тому що на доку таких стиків біля ста тисяч [3–4].

З огляду на багатий досвід будівництва, проєктування та продажу доків на світовому ринку і наведені раніше висновки, було ухвалено рішення про необхідність створення і будівництва композитних доків підйомною силою 8500 *т* для середнього класу суден та середньою підйомною силою 25000 *т* для великих суден [1–2].

Для остаточного прийняття такого рішення були проведені порівняння показників доків різної конструкції, але з однією і тією ж підйомною силою, однакової довжини, ширини й обладнаних однаковим устаткуванням.

Результати порівняння наведені в таблиці 1, в якій розглянуті чотири варіанти доку підйомною силою 8500 *т* [1–2]:

1-й варіант – композитний док, який раніше користувався найбільшим попитом на світовому ринку. За цим проєктом побудовано і реалізовано близько сорока доків;

2-й варіант – док, що має повністю залізобетонний корпус;

3-й варіант – док, що має повністю сталевий корпус;

4-й варіант – новий композитний док, який розроблено і побудовано повністю за вітчизняною конструкцією.

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики доків, які побудовані на ТОВ «Паллада Шип'ярд» [1]

Назва характеристик	**Композитний док старої конструкції**	**Повністю з/б док**	**Повністю сталевий док**	**Композитний док нової конструкції**
Піднімальна сила, *т*	8500	8500	8500	8500
Довжина, *м*	139, 5	139, 5	139, 5	139, 5
Ширина, *м*	32, 4	32, 4	32, 4	32, 4
Висота понтона, *м*	4, 6	5, 2	3, 8	4, 6
Висота башти, *м*	10, 2	8, 2	8, 2	8, 2
Висота доку, *м*	14, 8	13, 4	12	12, 8
Глибина занурення, *м*	13	12	11	11, 8
Глибина котловану занурення, *м*	14	13	12	12, 8
Водотоннажність, *т*	9796	11053	3747	9253
Витрата металу на корпус, в т. ч. арматура понтона, *т*	2555	1760	3047	2115
Кількість водяного баласту, *т*	18963	12445	21206	18500
Кількість бетону, *т*	6541	8593	–	6438
Трудомісткість побудови, тис. н/год	798	763	724	710

З даних таблиці видно, що при близькій трудомісткості побудови, найбільш металоємним і найгіршим за експлуатаційними характеристиками, тобто найдорожчим у будівництві та найбільш витратним при експлуатації, є повністю сталевий док. Для його будівництва потрібна найбільша кількість дорогого металопрокату, він має надлишковий надводний борт, найбільшу кількість баласту, який необхідно приймати й відкачувати, його треба регулярно виводити з експлуатації для власного докування та проведення необхідного ремонту [1–2].

Всіх цих недоліків позбавлений повністю залізобетонний док, але він має дуже велику вагу корпусу, що обумовлює необхідність мати більш високий понтон, а з ним – глибшу акваторію чи котлован занурення і більші енергетичні витрати для спливання. Є проблеми з герметизацією функціональних приміщень доку під час експлуатації, тому що при роботі залізобетону на розтягування відбувається макроскопічне розкриття тріщин в тілі бетону башт.

Оптимальною виявилася композитна конструкція доку, яка об’єднує переваги сталевого і залізобетонного корпусів при виключенні їхніх недоліків. Понтон доку виготовляється із залізобетону, який не піддається корозії, підводна частина доку, яка постійно перебуває у морській воді, за весь термін експлуатації доку не руйнується, не вимагає докування, ремонту та фарбування.

На виготовлення підводної частини корпусу, яка за вагою складає половину ваги конструкцій корпусу, використовується рівно стільки металу, скільки необхідно для забезпечення міцності без будь-яких запасів на корозію (що практично призвело б до подвоєння необхідної ваги металу). При цьому не погіршуються експлуатаційні характеристики понтона і доку через те, що, як уже вказувалося, додаткова вага корпусу зменшує вагу (кількість) необхідного баласту за рахунок ліквідації зайвого поздовжнього борту [1–3].

Башти доку виготовляються металевими. Це знижує загальну вагу доку, зменшує необхідну висоту понтона до оптимального розміру, скорочує енергетичні витрати й усуває вищевказані недоліки залізобетонних башт. Металевий корпус башт доку практично постійно перебуває над водою й тому має надводну корозію, може бути пофарбованим і відремонтованим без вилучення доку з експлуатації. Цей ремонт може бути поєднаний з виконанням доком експлуатаційних робіт за прямим призначенням [1–2].

Висновки. Наведені в таблиці дані старого і нового композитних доків відрізняються тим, що новий проєкт доку є сучасною, принципово новою, вітчизняною розробкою, в якій враховані тенденції зниження величини матеріалоємності на одиницю піднімальної сили. В цьому проєкті збережені всі виробничі й експлуатаційні економічні рішення, досягнуті в процесі будівництва та експлуатації доків старого проєкту, але виключені зайві вимоги до доку як до можливого військового об’єкта – вимоги щодо докування глибоко занурених підводних човнів і забезпечення їх спеціальними видами енергії. Економічні показники доку нового проєкту уточнювалися на основі комерційного аналізу характеристик цивільних суден заданої тоннажності та габаритів.

Це призвело до зменшення витрат сталі на будівництва доку, зменшення необхідної кількості водяного баласту й глибини занурення доку, і, відповідно, зменшення експлуатаційних витрат, пов’язаних з обладнанням котловану занурення.

Література

[1]. Рашковский А. С., Слуцкий Н. Г., Коннов В. Н., Щедролосев А. В., Узлов А. Н. Проектирование, технология и организация строительства композитных плавучих доков: Монография. – Николаев: НУК, 2008. – 614 с.

[2]. Рашковський О. С., Єрмаков Д. В., Щедролосєв О. В., Узлов О. М. Проектування, технологія і організація побудови композитних плавучих доків: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2015. – 318 с.

[3]. Improvement of the structure of floating docks based on the study into the stressed-deformed state of pontoon / L. Korostylov, O. Shchedrolosiev, S. Klymenkov, O. Uzlov, K. Kyrychenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 6, No. 7 (96). 2018. pp. 26–31.

[4] Щедролосєв О. В., Узлов О. М., Кириченко К. В. Удосконалення конструктивно-технологічних вузлів з'єднання залізобетонного понтона з поперечною діафрагмою та металевою баштою плавучого композитного доку / О. В. Щедролосєв, О. М. Узлов, К. В. Кириченко // Науковий вісник Херсонської державної морської академії: науковий журнал. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2020. № 1 (22). С. 142–152.

SELECTION OF A RATIONAL DESIGN OF A FLOATING REPAIR DOCK USING REINFORCED CONCRETE

Shchedrolosiev Oleksandr Viktorovych, Konovalova Hanna Vasylivna, Kuznetsov Anatoliy Ivanovych

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Ukrainian scientific organizations and enterprises have developed, tested and extended to reinforced concrete a method of applying the postulates of steel shipbuilding, i.e., a method of joint operation of hull elements under external load, when the hull skin works as an independent element and as a connected strip of the set. This made it possible to effectively use both the longitudinal and transverse reinforcement of the hull plates to solve strength problems and not to reinforce the set ribs in the area of the connecting strip with additional reinforcement. To ensure this possibility, unified anchoring units for rib clamps in the slab structures were developed.

To enable the joining of reinforced concrete pontoon structures with metal towers, a method for calculating and designing such connections was developed and approved. It has been successfully tested many times in the most severe and difficult working conditions.

Keywords: composite floating dock, reinforced concrete pontoon, dock design.

УДК 629.5.015.1

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У СУДНОБУДУВАННІ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ

Щедролосєв О. В.[1], Соценко В. В.[2], Коновалова Г. В.[3]
[1]доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
Суднобудування та ремонту суден
oleksandr.shchedrolosiev@nuos.edu.ua
[2]завідувач лабораторії кафедри Суднобудування та ремонту
sotsenkovladyslav@gmail.com
[3]кандидат наук, доцент кафедри Суднобудування та ремонту суден
konovalovaiiianna@gmail.com
[1,2,3] Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Здійснено аналітичний огляд зарубіжного досвіду впровадження автоматизації виробничих процесів у суднобудуванні (кораблебудуванні), судноремонті та технічному обслуговуванні флоту. Проаналізовано основні переваги, проблеми впровадження й використання автоматизації виробничих процесів.

Ключові слова: автоматизація, роботизація, деталі, економічна ефективність, ремонт, собівартість, суднобудівні конструкції, технологія.

Вступ. Морський сектор був і продовжує залишатися стратегічно важливим для Європи через характер її економіки, топологію, історію та традиції. Суднобудування є ключовою морською галуззю, яка значно сприяла морському минулому Європи і яка є стратегічною для її морського майбутнього. Це також значне джерело зайнятості. У сучасній глобальній ринковій економіці, суднобудування ЄС та інші пов'язані галузі, щоб залишатися конкурентоспроможними, стикаються з нагальною потребою в глибоких змінах, спрямованих на:

– різке зниження витрат і часу виконання, що нав'язане надмірною потужністю виробництва та відповідною жорсткою міжнародною конкуренцією;

– досягнення сталого процесу суднобудування, який є частиною сталого «якісного судноплавства»;

– забезпечення найвищих можливих стандартів якості, необхідних для безпечної та екологічно чистої навігації.

Постановка задачі. Досягнення цих цілей вимагає радикальних змін майже у всіх аспектах планування, проєктування, будівництва та обслуговування європейського комерційного флоту. Щодо суднобудування, найбільш перспективною сферою для підвищення його загальної ефективності є виробнича технологія. Нові технології автоматизація та роботизація, а також інтеграція процесів проєктування та виготовлення можуть призвести до значного підвищення продуктивності та перетворити суднобудування з трудомісткої галузі на технологомістку.

Традиційно суднобудування асоціювалося з операціями та процесами, пов'язаними з перетворенням листового металу в сталеві корпуси. Ці операції в основному складалися з

розмітки та різання листового металу на елементарні будівельні частини, складання яких на різних етапах (вузол, блоки, секції) зрештою утворювало повний сталевий корпус. Таким чином, можна було виділити три основні класи процесів:

– процеси обробки листового (або профільного) металу;

– підгонка та складання;

– обробка (переміщення та позиціонування різних блоків і секцій).

Максимізація ефективності суднобудування в основному означала:

– забезпечення найефективнішого з точки зору витрат придбання необхідних вихідних матеріалів і компонентів;

– оптимізацію кожного з вищезазначених процесів та планування всієї послідовності операцій таким чином, щоб забезпечити безперервний потік матеріалів та оптимальне використання доступних ресурсів [1].

Автоматизація в суднобудуванні застосовувалася майже виключно в сталевих конструкціях, зокрема в різанні та зварюванні. Проте, особливо що стосується більшості великих європейських верфей, відносна важливість формування та складання сталі суттєво зменшилася. Сучасна автоматизація суднобудування охоплює набагато ширший спектр процесів та діяльностей, ніж формування та складання листового металу. Такі види діяльності, як оздоблення та оснащення, стають дедалі важливішими.

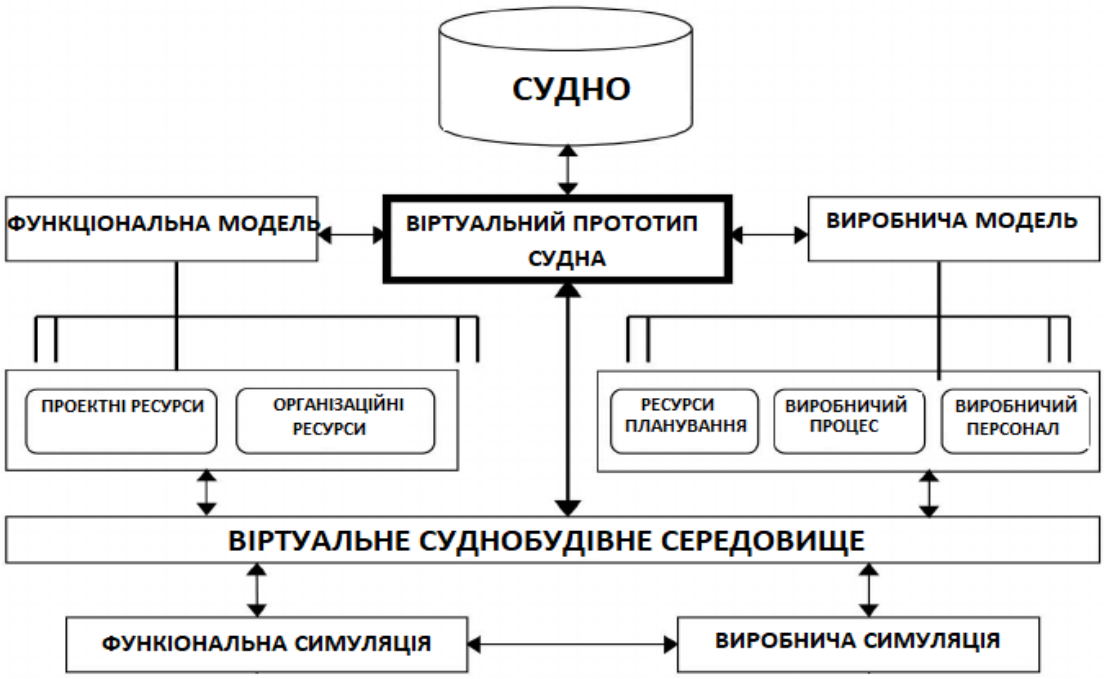


Рисунок 1 – Багаторівнева модель судна

Роль CAD/CAE традиційно полягала у підвищенні ефективності різних фаз процесу проєктування та забезпеченні коротших термінів підготовки та початку виробничих робіт. Сьогодні, враховуючи зростаючу складність виробничих операцій і, відповідно, вимоги до планування та жорсткі терміни виходу на ринок, інструменти CAD/CAE швидко набувають ролі інтегратора між «традиційними» фазами проєктування та процесами планування і виробництва [3].

Перші етапи виробництва сталі, а саме розмітка, різання, підготовка та складання сталевих пластин і профілів у 2D-блоки, на сьогоднішній день, виконуються з мінімальною кількістю персоналу, і малоймовірно, що подальші дослідження принесуть значні переваги. Навпаки, проблеми зі зварюванням 3D-блокових вузлів є досить значними, оскільки конструкції складні, і повторюваність конструкцій дуже низька. Виробництво більше схоже на виготовлення одиничних виробів, ніж на серійне чи подібне. Хоча деякі верфі мають передові роботизовані системи, механізація процесів зварювання виглядає привабливішою, ніж автоматизація, через значно нижчі інвестиційні витрати. Необхідність масових інвестицій у нові «інтелектуальні» системи для автоматизації таких одиничних операцій не може бути виправдана мізерними прибутками з точки зору загальної продуктивності [6].

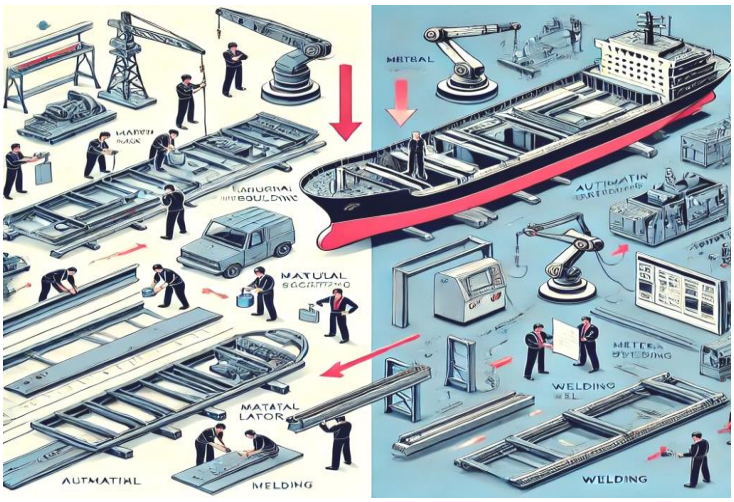


Рисунок 2 – Порівняння традиційного та автоматизованого процесу виробництва

Окрім сталевих конструкцій, ступінь автоматизації інших процесів варіюється від нульового до дуже обмеженого. Основна сфера для автоматизації в оснащенні – це цех труб. Високий ступінь попереднього складання означає, що основна частина труб виготовляється у майстернях. Згинання труб і зварювання фланців можна автоматизувати з відносно невеликими зусиллями, і це вже було зроблено в деякій мірі. Для максимізації попереднього складання труб необхідне раціональне планування та ефективна інтеграція проєктування та виробництва [3].

В інших сферах оснащення автоматизація не є легкою задачею, хоча переваги можуть бути значними. Стандартизація та модульність корабельних систем, інтеграція та раціонально-прагматичне планування, а не автоматизація, розглядаються як способи підвищення продуктивності в оснащенні, можливо, через субпідрядну діяльність.

Основна причина, чому більшість процесів суднобудування ще не автоматизовані, полягає в самій природі суднобудівних операцій у поєднанні з тим фактом, що ринок робототехніки майже повністю домінує та орієнтується на великі обсяги в автомобільній та товарній промисловості:

1) майже жодна з суднобудівних операцій не є точно повторюваною (копіювання), у найкращому випадку вони схожі. Багато операцій виконуються лише один раз або в дуже обмеженій кількості разів;

2) багато операцій, особливо монтажні операції, пов’язані з дуже важливими навантаженнями з точки зору маси, обсягу та вартості. Доступність також може бути досить складною.

У таких умовах (тобто одиничних операціях) найважливішими критеріями продуктивності роботизованої системи маніпулювання є легкість планування траєкторії та оперативна гнучкість. Автономність у виконанні певних завдань є необхідною для забезпечення зазначених характеристик.

Інтеграція відповідної сенсорної інформації в схему управління наглядом може дозволити автономне виконання багатьох низькорівневих завдань із двома важливими наслідками:

– людські оператори роботизованих маніпуляторів могли б зосередитися на високорівневих завданнях (таких як планування та нагляд) замість виконання низькорівневих завдань (таких як уникнення зіткнень, точне позиціонування тощо);

– «малі» відхилення в робочих деталях або в робочому середовищі можна було б обробляти без необхідності перепрограмування автономних або роботизованих систем.

Низькорівневі завдання, які могли б виконуватися автономно, включають:

– уникнення перешкод;

– адаптація до виконання «схожих», але неточно повторюваних операцій;

– корекції для неточностей робочих деталей або робочого простору [6].

Автономність завдань не може бути досягнута без нових «інтелектуальних» схем управління, що інтегрують сенсорні системи. Це передбачає використання таких технік, як об’єднання даних, обчислення в жорсткому реальному часі, автономне виконання завдань тощо, які ще не є усталеними у середовищі виробництв або інженерних галузей, але активно використовуються в деяких військових, глибоководних, космічних та інших «високих технологічних» застосуваннях.

Додатковий фактор, який слід враховувати, полягає в тому, що більшість важких робототехнічних/вантажних установок у суднобудуванні та інших важких галузях є виготовленими на замовлення, часто самими кінцевими користувачами. Це заважає амортизації витрат на впровадження таких технологій. Вже високі витрати на розробку ще більше зростають через вимоги безпеки та надійності, що вимагають широких тестувань та валідаційних процедур і великих та дорогих експериментальних установок для демонстрації, тестування та валідації.

До початку побудови кожне судно має бути спроєктованим, операції будівництва мають бути сплановані, автоматизовані машини повинні бути запрограмовані, а своєчасна доставка основних матеріалів і обладнання повинна бути забезпечена. Ці діяльності передбачають генерацію та обробку величезних обсягів інформації. Наявність потужних інформаційних та комунікаційних інструментів значно збільшила обсяг інформації, якою потрібно «управляти». Підтримання послідовної та актуальної інформації, а також безперервний інформаційний потік між суднобудівними процесами є критично важливими для ефективної реалізації кожного проєкту суднобудування.

Особливість верфей, в порівнянні з іншими інженерними галузями, полягає в тому, що рідко коли машини, конвеєри або цехи повинні виробляти точно таку ж деталь. Практично кожне судно, навіть якщо воно з однієї серії, трохи відрізняється від інших.

Додаткове ускладнення полягає в тому, що навіть коли номінальні геометрії двох або більше блоків однакові, через теплові деформації фактична геометрія може варіюватися. Окрім специфічних проблем складання або обробки, які це може викликати, виникає проблема

поступового зниження точності моделей складань або підсистем судна відносно реальної ситуації. Один із способів вирішення цієї проблеми – виконання озширених розрахунків усадки та часте оновлення CAD-моделей за рахунок вимірювань [3].

Більшість верфей сьогодні усвідомлюють, що на короткий та середній термін найкращий спосіб підвищення продуктивності – це ефективне планування виробництва та раціоналізація всіх виробничих і проєктних процесів. Вони також усвідомлюють, що ці цілі можуть бути досягнуті лише через інтеграцію, використовуючи сучасні інформаційні та комунікаційні інструменти [3–5].

Висновки. Світ судноплавства є відносно консервативним у технологічному мисленні. Інвестиції, чи то в замовленні судна, чи в придбанні нових виробничих технологій, є значними, і всі намагаються мінімізувати економічні ризики. Проте основні суднобудівні верфі ЄС прийняли виклик, який накладає сучасна глобальна ринкова економіка і специфічна ситуація на ринку суднобудування сьогодні швидко змінюються.

Високий рівень автоматизації сам по собі не є пріоритетом у списку розробок верфей. Природа суднобудування, як одиничного виробництва з небагатьма ознаками серійного виробництва, ускладнює ефективну і економічну автоматизацію. Зменшення частки сталевих конструкцій, яка є технічно найбільш легким об’єктом для автоматизації, ускладнює інвестиції в подальшу автоматизацію суднобудування.

Література

[1] BOREALIS. (2016). Enlightening Next Generation of Material, Project Brochure.

[2] DOUGLAS, T.S.; GILBERT, S.W. (2014), Costs and Cost Effectiveness of Additive Manufacturing – A Literature Review and Discussion, National Institute of Standards and Technology.

[3] MITCHELL, J. (2012), Global Industrial Automation.

[4] WOHLERS, T. (2014), Wohlers’ report 2014: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry.

[5] MELLOR, S.; HAO, L.; ZHANG, D. (2014), Additive Manufacturing: A Framework for Implementation, Int. J. Production Economics.

[6] LR (2016), Guidance Notes for Additive Manufacturing of Metallic Parts, Lloyd’s Register.

AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES IN SHIPBUILDING: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Shchedrolosiev Oleksandr, Sotsenko Vladyslav, Konovalova Hanna

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. An analytical review of foreign experience in the implementation of automation in shipbuilding, ship repair, and fleet maintenance has been conducted. The main advantages, challenges, and issues associated with the adoption and use of production process automation have been analyzed.

Keywords: automation, robotics, components, economic efficiency, repair, cost, shipbuilding structures, technology.

СЕКЦІЯ № 2. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

УДК 621.78

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ДЕФОРМОВАНИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ ТА НАПИЛЕНИХ ПОКРИТТІВ

Дубовий О.М.
доктор технічних наук,
професор кафедри матеріалознавства і технології металів
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
oleksandr.dubovyj@nuos.edu.ua
Lu Sheng
Ph.D., Professor, Dean, School of Material Science and Engineering,
Jiangsu University of Science and Technology
lusheng119@yahoo.com.cn
Карпеченко А. А.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри матеріалознавства і технології металів
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
anton.karpechenko@nuos.edu.ua
Бобров М. М.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри матеріалознавства і технології металів
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
maksym.bobrov@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуті проблемні питання щодо збільшення термічної стійкості наноструктурованої полігонізаційної субструктури деформованих металів і сплавів, напилених покриттів для підвищення фізико-механічних властивостей після передрекристалізаційної термічної обробки. Запропоновано комбіновану деформацію металів і сплавів, яка забезпечує термічну стійкість наномасштабної субструктури металів і сплавів до 60 хв. Наведені результати випробування на зносостійкість електродугового покриття із дроту 65 Г

після пластичного деформування і наступної передрекристалізаційної термічної обробки, яка підвищилася на 45 %, термостійкість субструктури склала 30…40 хв.

Ключові слова: наномасштабні елементи, твердість, полігонізаційна субструктура, кількість наноструктурних елементів, фізико-механічні властивості, зносостійкість.

Вступна частина. Підвищення фізико-механічних властивостей металів і сплавів, здебільшого сталей, які визначають експлуатаційні характеристики та ресурс роботи сучасної техніки в останні роки забезпечується в основному цілеспрямованим формуванням здрібненої мікро- і нанокристалічної структури (субструктури). Найпоширенішими методами здрібнення зеренної (субзеренної) структури до наномасштабного розміру є методи інтенсивної пластичної деформації (ІПД). Об'ємне наноструктурування методами ІПД застосовується в техніці для отримання виробів невеликого розміру (авіаційні кріплення, медичні імпланти, деталі приладів). Основна частина цих методів не доведена до практичного застосування через значні технічні труднощі і не є економічно доцільними. Розроблені способи деформаційно-термічної обробки металів і сплавів [1, 2], які забезпечують підвищення твердості на 25…40 %, напилених покриттів на 30…70 % та зниження теплопровідності на 30 % за рахунок формування здрібненої (наномасштабної) субструктури. Це досягається передрекристалізаційною термічною обробкою при витримці за температури первинної рекристалізації до 10хв. Така короткочасна витримка в промислових умовах можлива тільки на деталях діаметром (товщиною) до 5…8 мм. Це пояснюється низькою термічною стійкістю полігонізаційної субструктури. В роботі [3] запропоновані способи підвищення термічної стійкості полігонізаційної субструктури металів і сплавів та напилених покриттів.

Метою роботи є аналіз проблемних питань підвищення термічної стійкості полігонізаційної наномасштабної субструктури металів і сплавів та напилених покриттів. Визначення шляхів їх вирішення щодо практичного застосування.

Основна частина. Після передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО) механічні властивості сталей суттєво підвищуються [3, с. 70]. Це помітно на прикладі сталі 20 (табл.1) і пояснюється наявністю наномасштабних елементів в структурі.

Таблиця 1 – Механічні властивості сталі 20 залежно від виду обробки

Вид обробки	$\sigma_в$, ГПа	δ, %	Ψ, %	Кількість наномасштабних структурних елементів, %
Відпал 800 °С, 60 хв	0,36	16	57	–
Деформація 60 %	0,62	3	9	11,2
Деформація 60 % з наступною ПТО 500°С, 1,5 хв	0,78	4	15	15,6

Підвищення твердості щоки муфти за сталі 18Х2Н4МА газотурбінного двигуна після ПТО (500°С, 3хв) складало 40 %, міцність втоми збільшилась у 2,7 рази, межа міцності на 11 % (зі збереженням показників пластичності).

Результати дослідження можливостей термічної стабілізації здрібненої полігонізаційної субструктури сталі 12Х18Н10Т [4, с. 48] показали, що повторна пластична деформація на 52 %

і ПТО, після 60 % пластичної деформації та ПТО надають можливість збільшити час витримки до 20 хвилин. Це пояснюється формуванням нерухомих дислокаційних з'єднань, що блокують ріст субзерен при повторному нагріванні. Але такий спосіб характеризується технологічною складністю. Запропоновано спосіб стабілізації полігонізаційної субструктури сталей, який полягає в комбінованому динамічному пластичному деформуванні на 30 % та статичному – на 30 % [3, с. 91]. Така обробка надає можливість підвищити термічну стабільність полігонізаційної субструктури технічно чистого заліза, сталей 20; 45; У8; 40Х; 12Х13 до 60хв, що відкриває широке використання у промисловості. Ефективність застосування цього способу обробки сталей можна оцінити на прикладі механічних властивостей сталі 20 (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив комбінованого деформування і наступної ПТО на механічні властивості сталі 20.

Вид обробки	$\sigma_в$, ГПа	δ, %	Ψ, %	Твердість HV_5, ГПа	Кількість наномасштабних структурних елементів, %
Комбінована деформ.	0,3	7,0	74	1,8	55
Комбінована деформ. та ПТО протягом 2 хв	0,6	5,3	75	2,3	66
Комбінована деформ. та ПТО протягом 60 хв	0,4	7,5	59	2,0	62

Наведені в табл.2 результати свідчать про приріст механічних властивостей сталі 20 після комбінованого деформування і ПТО у порівнянні з деформованих станом за рахунок збільшення кількості наномасштабних елементів.

Порівняльні дослідження технології термічної обробки пружин зі сталі 70 і комбінованого деформування з наступною ПТО протягом 60 хв показали, що твердість за шкалою Віккерса після ПТО на 30 % нижче ніж після запропонованої обробки. Це дозволяє застосовувати комбіноване деформування і ПТО як альтернативу традиційній термічній обробці. ПТО забезпечує підвищення фізико-механічних властивостей напилених покриттів [2]. Електродуговий метод нанесення покриттів є найбільш економічно вигідним через простоту і мобільність. Електродугові покриття проявляють найбільшу ефективність щодо підвищення фізико-механічних властивостей після ПТО у порівнянні з іншими газотермічними методами. Наприклад, твердість (HV_5) електродугових покриттів із Св-08Г2С після напилення складала1,64 ГПа. Після ПТО (500°С, 1,5 хв) твердість підвищилась до 2,32 ГПа, що на 40 % більше ніж у стані після напилення, при цьому розмір областей когерентного розсіювання рентгенівських променів (ОКР) – 61,9 нм. При збільшенні часу витримки до 20хв розмір ОКР склав 118 нм.

Твердість електродугового покриття з дроту 65Г після напилення складала 2,7 ГПа. Після ПТО при 400°С і витримки протягом 3 хв – 3,4 ГПа. Підвищення твердості пояснюється здрібненням субструктури, що підтверджується збільшенням кількості наноструктурних елементів з 21 % після напилення, до 33 % після ПТО. ПТО напилених покриттів дозволяє підвищити міцність зчеплення з основою і знизити теплопровідність [3, с. 154, 162, 178]. Проведені дослідження показали, що отримана у результаті ПТО субструктура напилених покриттів має низьку термічну стійкість (декілька хвилин), подібно компактним матеріалам,

внаслідок протікання процесів збиральної полігонізації під час тривалої витримки при підвищеній температурі. Це стримує застосування цієї обробки для масивних виробів.

Встановлено, що наступна пластична деформація пресуванням на 40 % напиленого електродугового покриття із дроту Св-08Г2С [3, с. 169] забезпечує достатню термічну стійкість субструктури (до 90 хв) і високу твердість (близько 3,0 ГПа). Пластична деформація пресуванням покриттів на готовому виробі пов'язана з технологічними труднощами, тому актуальним є дослідженням можливості стабілізації здрібненої полігонізаційної субструктури за рахунок попередньої (перед ПТО) поверхневої пластичної деформації (ППД), наприклад застосуванням дробоструменевої обробки. Результати досліджень показали, що дробоструменева обробки забезпечує стабілізацію полігонізаційної субструктури напилених покриттів після ПТО при витримці 30–40 хв. Економічна доцільність застосування ППД та наступної ПТО покриттів формується за рахунок значного підвищення зносостійкості. Визначення даної характеристики електродугових покриттів проводили на машині тертя СМЦ-2 за схемою «диск-колодка», результати подано на рис. 1.

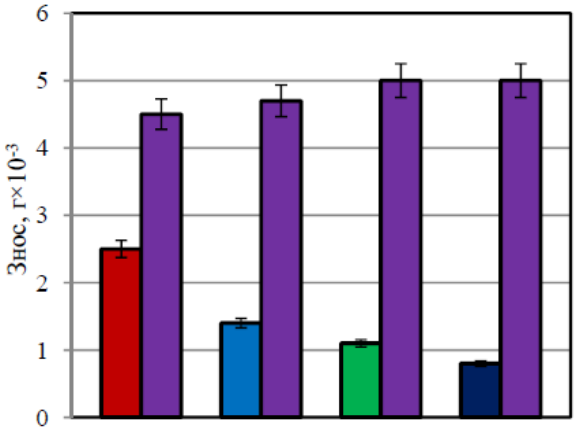


Рисунок 1 – Результати визначення зносостійкості електродугових покритті з дроту 65Г:
■ – після напилення; ■ – напилення+ ПТО; ■ – напилення +ППД;
■ – напилення+ППД+ПТО; ■ – контртіло

Згідно з представленими даними ППД та ПТО електродугового покриття із дроту 65Г забезпечує підвищення зносостійкості на 45 %.

Висновки. 1. Здійснено аналіз проблемних питань щодо застосування наноструктурованих деформованих металів і сплавів та напилених покриттів Встановлено, що низька термічна стійкість полігонізаційної субструктури (1…3 хв) не дозволяє застосовувати передрекристалізаційну термічну обробку для масивних виробів. 2. Показано, що комбінована пластична деформація (30 % динамічна+30 % статична) і наступна ПТО підвищують термічну стабільність полігонізаційної субструктури технічно чистого заліза і сталей до 60 хв. Кількість наноструктурних елементів, при цьому, наприклад у сталі 20 складає 62 %. Це забезпечує підвищення фізико-механічних властивостей сталевих виробів при застосуванні ПТО. 3. Встановлено, що пластична деформація напилених покриттів забезпечує стабілізацію полігонізаційної субструктури до 30–40 хв. При цьому зносостійкість електродугового покриття із дроту 65Г підвищується на 45 %.

Література

[1] Дубовий О. М., Лебедєва Н. Ю., Казимиренко Ю. О., Янковець Т. А., Бобров М. М., Жданов О. О. Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів. Пат. 95378 Україна, МПК C21D 8/00 C22F 1/00. – № 95378 ; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14. – 5 с.

[2] Дубовий О. М., Янковець Т. А., Карпеченко А. А. Спосіб нанесення покриття. Пат. 88755 Україна, МПК C23C4/18. – № 88755; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 21. – 3 с.

[3] Підвищення фізико-механічних властивостей металів і сплавів та напилених покриттів формуванням полігонізаційної наномасштабної субструктури : монографія / О. М. Дубовий, А. А. Карпеченко, М. М. Бобров, Т. О. Макруха. – Миколаїв : НУК, 2023. – 192 с.

[4] Дубовий О.М. Стабілізація полігонізаційної субструктури сталі 12Х18Н10Т після передрекристалізаційної термічної обробки / О.М. Дубовий, Лю Шен, О.О. Жданов // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв:НУК, 2015. – № 2 (458). – С. 45–50.

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF NANOSTRUCTURED DEFORMED METALS AND ALLOYS AND SPRAYED COATINGS

Dubovyi Oleksandr Mykolaiovych
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Karpechenko Anton Anatoliiovych
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Bobrov Maksym Mykolaiovych
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Considered problematic issues related to increasing the thermal stability of the nanostructured polygonization substructure of deformed metals and alloys, sprayed coatings to improve physical and mechanical properties after pre-recrystallization heat treatment. A combined deformation of metals and alloys is proposed, which ensures thermal stability of the nanoscale substructure of metals and alloys for up to 60 min. The results of the test on the wear resistance of the electric arc coating with 65G after plastic deformation and next pre-recrystallization heat treatment, which increased by 45 %, the thermal resistance of the substructure was 30…40 min.

Keywords: nanoscale elements, hardness, polygonization substructure, number of nanostructural elements, physical and mechanical properties, wear resistance.

УДК 621.78

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ НАНОСТРУКТУРУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЮ ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

Карпеченко А. А.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри матеріалознавства і технології металів
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
anton.karpechenko@nuos.edu.ua
Бобров М. М.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри матеріалознавства і технології металів
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
maksym.bobrov@nuos.edu.ua

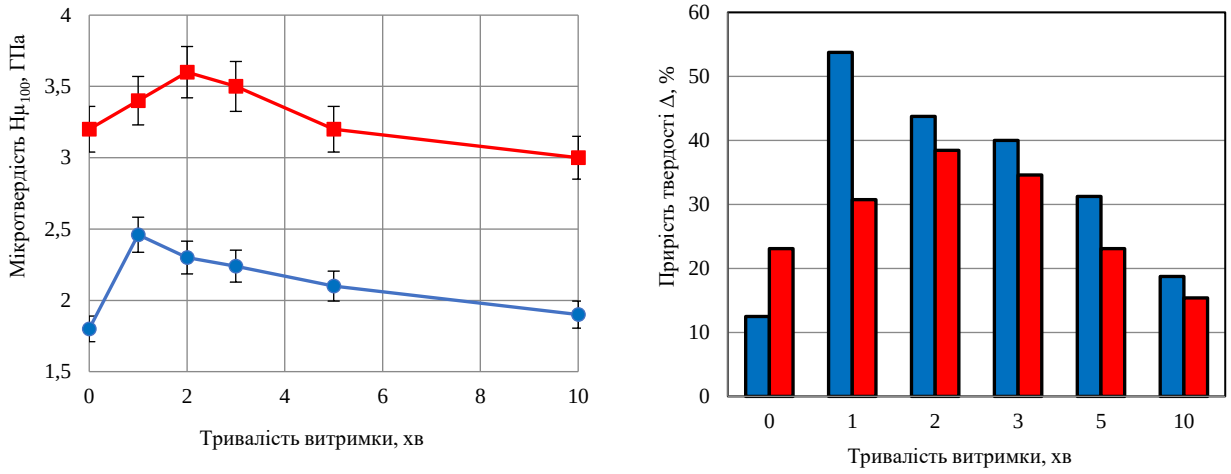
Анотація. У роботі досліджено можливість застосування передрекристалізаційної термічної обробки для підвищення комплексу властивостей, зокрема твердості, композиційних електродугових покриттів систем дріт Св-08Г2С–Al_2O_3 та дріт 65Г-TiC, що сформовані при використанні порошку зміцнювальної фази у вільному вигляді. Показано, що оптимальним режимом термічної обробки для покриттів Св-08Г2С – Al_2O_3 є витримка протягом 1хв при температурі 450°С; для покриттів 65Г-TiC – 2 хв, 400 °С при цьому спостерігається максимальне підвищення мікротвердості металевої основи на 54 % та 38 % відповідно.

Ключові слова: електродугове напилення, композиційні покриття, наноструктурування, термічна обробка.

Вступна частина. На практиці реалізовано нанесення композиційних покриттів в основному шляхом використання різновидів плазмового та високошвидкісних методів. Щодо електродугового напилення, який майже в 10 разів дешевше та в 3–5 разів продуктивніше, то гетерофазну композиційну структуру можна отримати шляхом застосування порошкових струмопровідних дротів, що призводить до підвищення вартості та зниження рівня властивостей сформованого покриття. Авторами роботи [1, с. 115] пропонується використання модернізованого розпилювача та порошку зміцнюючої фази у вільному вигляді для нанесення покриттів різноманітних складів. Так нанесено металополімерні [1, с. 116], металокерамічні та металокарбідні композиційні покриття [2, с. 13]. Розроблено спосіб передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО) [3, с. 470] для формування нанорозмірної полігонізаційної субструктури для підвищення фізико-механічних та експлуатаційних

властивостей металевих плазмових та електродугових покриттів. Однак на даний час відсутні дослідження щодо можливості застосування ПТО для ряду перспективних композиційних електродугових покриттів. **Метою роботи** є дослідження можливості наноструктурування композиційних електродугових покриттів передрекристалізаційною термічною обробкою.

Основна частина. Об'єктом досліджень обрано: електродугові металокерамічні покриття композиції дріт Св-08Г2С – оксид алюмінію (Al_2O_3) та металокарбідні покриття дріт 65Г-карбід титану (TiC). Під час попередніх досліджень визначено оптимальні температури ПТО для металевої основи композиційних покриттів з дротів Св-08Г2С (450 °С) та 65Г (400 °С). Однак тривалість витримки при введені зміцнюючої фази до складу покриття може змінюватися внаслідок зміни газодинамічних параметрів гетерофазного струменя та фізико-хімічних процесів формування композиції. Мікротвердість металевої матриці покриттів після напилення композиції Св-08Г2С – Al_2O_3 склала 1,6 ГПа; 65Г-TiC – 2,6ГПа. Визначення оптимального часу витримки при ПТО зазначених покриттів проводили за показниками мікротвердості металевої основи, що виконували на підготовлених поперечних мікрошліфах Результати визначення мікротвердості металевої матриці та залежність приросту твердості від температури нагрівання наведено на рис. 1.



а *б*

Рисунок 1 – Залежність мікротвердості металевої основи (а) та приросту твердості (б) від тривалості витримки при ПТО: ■ – Св-08Г2С – Al_2O_3 (450 °С); ■ – 65Г-TiC (400 °С)

Аналіз наведених результатів показує, що оптимальним режимом ПТО для покриттів Св-08Г2С – Al_2O_3 є витримка протягом 1хв при температурі 450°С; для покриттів 65Г-TiC – 2 хв, 400 °С при цьому спостерігається максимальне підвищення мікротвердості металевої основи.

Висновки. Шляхом застосування модернізованого розпилювача отримано електродугові композиційні функціональні покриття композиції Св-08Г2С – Al_2O_3 і 65Г – TiC та визначено мікротвердість металевої матриці, що склала 1,6 ГПа та 2,6 ГПа відповідно. Встановлено оптимальні температурно-часові параметри ПТО згаданих композиційних покриттів: для Св-08Г2С – Al_2O_3 є витримка протягом 1хв при температурі 450°С; для покриттів 65Г-TiC – 2 хв, 400 °С при цьому спостерігається максимальне підвищення мікротвердості металевої основи.

Література

[1]. Карпеченко, А.А. Електродугове напилення композиційних металополімерних покриттів / А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, О.О. Лимар // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2021. – № 2. – С. 114–119.

[2]. Карпеченко, А.А. Формування композиційних металокерамічних та металокарбідних електродугових покриттів / А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, О.М. Дубовий, Т.О. Макруха // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2021. – № 1 (7). – С. 9–17.

[3]. Дубовий, О.М. Підвищення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей електродугових та плазмових покриттів формуванням термічно стабільної здрібненої і нанорозмірної субструктури / О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, М.М. Бобров та ін. // Металофізика та новітні технології. – 2019. – № 4. – С. 461–480.

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF NANOSTRUCTURED DEFORMED METALS AND ALLOYS AND SPRAYED COATINGS

Karpechenko Anton Anatoliiovych

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Bobrov Maksym Mykolaiovych

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The paper investigates the possibility of applying pre-recrystallization heat treatment to improve the complex properties of composite electric arc coatings of Sv-08G2S–Al_2O_3 wire and 65G-TiC wire, which were formed using the powder of the strengthening phase in free form. It is shown that the optimal mode of heat treatment for coatings Sv-08G2S – Al_2O_3 is holding for 1 minute at a temperature of 450°C; for 65G-TiC coatings – 2 min, 400 °C, while the maximum increase in the microhardness of the metal base is observed by 54 % and 38 %, respectively.

Keywords: electric arc spraying, composite coatings, nanostructuring, heat treatment

УДК 621.9

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ AGILE В МАШИНОБУДУВАННІ

Боду С.Ж.,
ст. викл. кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
svitlana.bodu@nuos.edu.ua
Новошицький А.В.,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
anton.novoshytskyy@nuos.edu.ua

Анотація. Досліджується потенціал застосування методології Agile в машинобудівній галузі. Проводиться аналіз проблем, з якими стикається машинобудування, включаючи низьку продуктивність, проблеми з якістю, недостатню гнучкість та нестачу кваліфікованих спеціалістів. Оцінюється, яким чином принципи Agile, такі як ітеративний підхід, залученість замовника, самоорганізація, візуалізація та безперервне вдосконалення, можуть сприяти вирішенню цих проблем.

Ключові слова: Agile, менеджмент, управління проектами, гнучкі методології.

Вступ. Машинобудівна галузь сьогодні стикається з рядом серйозних проблем. Недостатня автоматизація та застаріле обладнання обумовлюють низьку продуктивність виробництва. Неоптимізовані процеси ведуть до простоїв і втрат часу. Недосконалі системи контролю якості та невідповідність деталей вимогам допусків призводять до нестабільності процесів. Недостатня гнучкість у виробничих процесах, висока вартість переналагодження та тривалий цикл розробки нових продуктів також є актуальними проблемами, які ускладнюють роботу галузі. Нестача кваліфікованих кадрів, викликана старінням робочої сили та недостатнім інтересом до інженерних спеціальностей серед молоді, ускладнюється конкуренцією на глобальному ринку, появою нових технологій, зміною споживчих уподобань та посиленням екологічних норм. Ці проблеми негативно впливають на конкурентоспроможність галузі і потребують нових підходів до управління розробкою [1; 2, с. 69; 3, с. 230].

Мета роботи – оцінити, як принципи Agile, такі як ітеративний підхід, залученість замовника, самоорганізація, візуалізація та безперервне вдосконалення, можуть сприяти вирішенню цих проблем.

Основна частина. Agile (від англ. “agile” – «проворний, гнучкий») – це набір методологій управління проектами, заснованих на ітеративному підході та безперервному вдосконаленні. В Agile-проєктах робота ділиться на короткі цикли (зазвичай 1–4 тижні), в

кінці кожного з яких команда представляє робочий прототип продукту замовнику та отримує від нього зворотний зв'язок. На основі цієї зворотної інформації план роботи на наступний цикл коригується, що дозволяє гнучко реагувати на зміни та максимально задовольняти потреби замовника.

Методологія Agile, спочатку створена для управління проєктами у сфері розробки програмного забезпечення, набуває популярності і в інших галузях, включаючи машинобудування. Незважаючи на видиму відмінність «залізних» проєктів від «цифрових», принципи Agile можуть бути успішно адаптовані до специфіки машинобудування, підвищуючи ефективність та гнучкість розробки.

Як саме методологія Agile може бути використана в машинобудуванні:

- Застосування ітеративного підходу: розбиття розробки на короткі цикли (спринти) дозволяє швидко отримувати робочі прототипи виробів, тестувати їх і вносити корективи на ранніх стадіях; гнучкість до змін вимог замовника чи ринку; зниження ризиків: виявлення та усунення проблем на ранніх етапах розробки мінімізує витрати на виправлення помилок на пізніх стадіях.
- Залученість замовника: активна участь замовника в процесі розробки гарантує відповідність продукту його очікуванням; регулярний зворотний зв'язок дозволяє коригувати курс розробки відповідно до змінюваних потреб; підвищення задоволеності замовника кінцевим продуктом.
- Підвищення самоорганізації та відповідальності: команди Agile самостійно планують свою роботу, розподіляють завдання та несуть відповідальність за результат; мотивація співробітників зростає, підвищується їх залученість у процес; оптимізація використання ресурсів і підвищення продуктивності.
- Візуалізація: використання дошок Kanban чи інших інструментів візуалізації дозволяє команді відстежувати хід виконання завдань, виявляти вузькі місця та оптимізувати робочий процес; прозорість та доступність інформації для всіх учасників команди; швидка реакція на виникаючі проблеми.
- Безперервне вдосконалення: постійний аналіз процесу розробки та пошук можливостей для його поліпшення; впровадження нових методів та інструментів; підвищення якості продукції та зниження витрат.

Практичне застосування Agile в машинобудуванні може проявлятися в різних формах. Наприклад, у розробці нових верстатів та обладнання ітеративний підхід дозволяє швидко тестувати та вдосконалювати нові функції, а залученість замовника гарантує, що обладнання буде відповідати його потребам. Досить перспективним є застосування методології Agile при розробці та конструюванні пристосувань, спеціального ріжучого та вимірювального інструменту, контрольних пристосувань та іншої оснастки. Модернізація існуючих виробів також може вигравати від Agile-підходу, допомагаючи швидко та ефективно впроваджувати зміни в конструкцію або технологію виробництва. Створення прототипів нових виробів із використанням методик, таких як Design Thinking, дозволяє швидко створювати та тестувати прототипи, що значно прискорює процес розробки. Використання цифрових двійників дозволяє створювати цифрові моделі фізичних продуктів для віртуальних випробувань та оптимізації конструкції, а застосування модульних конструкцій та стандартизованих компонентів сприяє швидкій модифікації та зниженню витрат [4, с. 15]. Впровадження систем

автоматизованого проєктування (CAD) автоматизує завдання проєктування, що також прискорює процес розробки.

Переваги використання Agile в машинобудуванні:

- Поліпшення адаптивності, тобто можливості швидко реагувати на зміни вимог замовників і ринку, що є ключовим фактором успіху в умовах динамічного середовища.
- Скорочення строків розробки продукції та впровадження інновацій.
- Підвищення якості продукції завдяки ітеративному підходу до розробки та тісній взаємодії з замовником.
- Підвищення мотивації та самоорганізації команди.

Проблемні сторони:

- Складність впровадження, що вимагає зміни корпоративної культури та значних інвестицій.
- Необхідність зміни мислення.
- Складність оцінки прогресу через нефіксований обсяг робіт.

Висновок. Застосування методології Agile в машинобудуванні вимагає адаптації її принципів до специфічних вимог галузі. Основна увага має приділятися ітеративному підходу, постійному зворотному зв'язку, гнучкості та міждисциплінарній співпраці. Це дозволить підвищити ефективність розробки, скоротити строки виведення продукції на ринок та покращити якість кінцевого продукту. Agile може стати цінним інструментом для машинобудівних підприємств, сприяючи їх конкурентоспроможності та інноваційності.

Література

1. Sokolova, L. and Stoyka, O. (2019), "The current state of machine-building in Ukraine and the tendency of its development under conditions of unbalanced economy", *Efektyvna ekonomika*, [Online], vol. 11, available at: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7378 (Accessed 08 Jul 2024). DOI: 10.32702/2307-2105-2019.11.5

2. Державська А.В., Круш П.В. Сучасний стан галузі машинобудування та тенденції її розвитку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2018. Випуск 21. Частина 1. С. 69–73.

3. Целікова А. С., Міська Є. М. Сучаснии стан та проблеми розвитку машинобудівних підприємств України. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Том 9. № 2. С. 228–235. DOI: https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-2-39.

4. Розвиток машинобудування в Україні: проблеми та шляхи їх вирішення: монографія; ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долішнього НАН України»; наук. редактор д.е.н., проф. С. О. Іщук. – Львів, 2022. – 137 с.

PROSPECTS OF APPLYING AGILE METHODOLOGY IN MECHANICAL ENGINEERING

Bodu Svitlana
Senior Lecturer, Department of engineering mechanics and machinebuilding technology
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
svitlana.bodu@nuos.edu.ua
Novoshytskyi Anton
PhD, Associate Professor, Department of engineering mechanics and machinebuilding technology
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
anton.novoshytskyy@nuos.edu.ua

Abstract. The potential of applying Agile methodology in the mechanical engineering industry is investigated. An analysis of problems faced by mechanical engineering, including low productivity, quality issues, insufficient flexibility, and a shortage of skilled specialists, is conducted. The study evaluates how Agile principles such as iterative approach, customer involvement, self-organization, visualization, and continuous improvement can contribute to addressing these challenges.

Keywords: Agile, project management, flexible methodologies.

УДК 620.172.2:620.18:620.193.4:620.199

ВИСОКО-ТЕМПЕРАТУРНА СОЛЬОВА КОРОЗІЯ СПЛАВУ NI(L)-HF-CR_3C_2

Костін О.М.
кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри зварювального виробництва, kostin.weld@gmail.com
Шаблій Т.Ю.
магістр, tarasshablii@gmail.com
Ярос Ю.О.
кандидат технічних наук, yaros.amity.mk.ua@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація: Розробка зносотривких матеріалів із високим опором проти високотемпературної сольової корозії є актуальною проблемою суднового газотурбобудування. У зв'язку з цим перспективним є використання сплаву Ni(L)-Hf-Cr_3C_2, який додатково містить гафній (мас.% 16,5 ÷ 17,5). Легування гафнієм забезпечує структуру, яка максимально наближена до евтектичної, з температурою плавлення 1200 + 10ºС, має стабільну твердість у межах 649 ÷ 665 HV10 та середню швидкість корозії 0.18мг/(см^2 год) у середовищі 75 % Na_2SO_4 + 25 % NaCl при температурі 900ºС. Отримані результати дозволяють рекомендувати сплав до використання в якості основи для зміцнення контактних поверхонь деталей суднових газотурбінних двигунів.

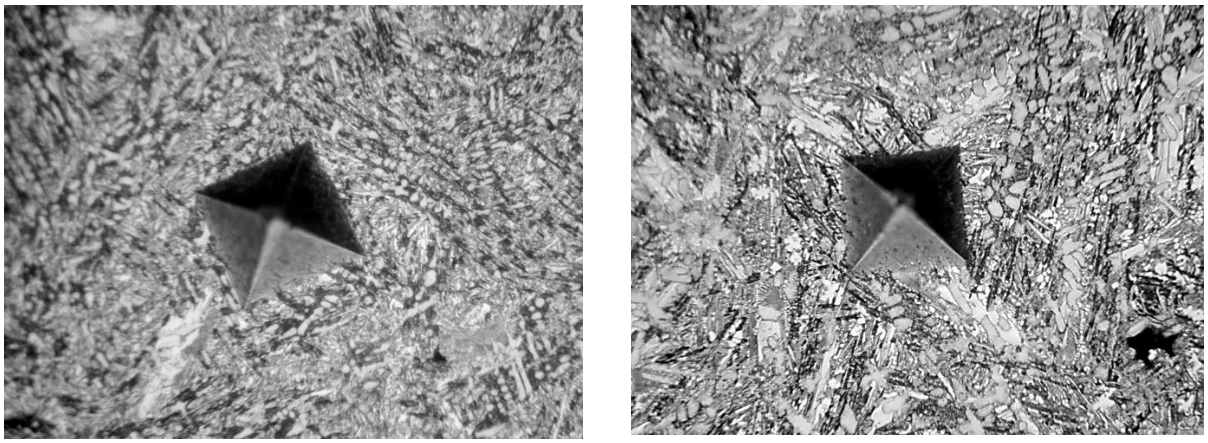
Ключові слова: нікелевий сплав, мікроструктура, мікротвердість, зносотривкість, високотемпературна сольова корозія.

Ресурс роботи суднових газотурбінних двигунів визначається, у першу чергу, інтенсивністю зношування контактних поверхонь робочих лопаток, які знаходяться у найбільш важких умовах експлуатації. У зв'язку з цим матеріали та технології зміцнення контактних поверхонь потребують вдосконалення.

У судновому газотурбобудуванні для виготовлення робочих лопаток використовують жароміцні нікелеві сплави серії СМ88, СМ104 тощо. Наведені сплави практично не зварюються плавленням, тому, для збереження властивостей, навіть короткочасна температура їх нагріву не повинна перевищувати 1210 ÷ 1220 ºС [1, с. 32–38].

У зв'язку з цим **метою роботи** було дослідження мікроструктури, фізичних властивостей та стійкості до високотемпературної сольової корозії сплаву Ni(легований)-Hf-Cr_3C_2 стосовно використання для зміцнення контактних поверхонь лопаток суднових газотурбінних двигунів.

Оптимізація хімічного складу системи Ni(L)-Hf-Cr_3C_2 відбувалась за таким критерієм як температура плавлення [2, с. 1–4]. Нікелева матриця мала склад, що був максимально наближений до середньостатистичних показників жароміцних сплавів (мас.%): Hf: 16,5–17,5; Cr: 12,5–13,5; Co: 8,3–9,6; Mo: 1,3–1,9; W: 3,9–4,9; Nb: 0,1–0,2; Al: 2,3–2,8; Ti: 3,5–4,2; C: 0,08–0,1; Ni – решта. Додаткове легування гафнієм забезпечувало температуру плавлення 1200 + 10 ºС, а введення мас.% 2 Cr_3C_2 підвищувало комплексне зміцнювання сплаву. Характерна мікроструктура сплаву після виплавки показана на рисунку 1.



а) × 200, зменшено у 2 рази *б) × 200, зменшено у 2 рази*

Рис. 1. Характерна мікроструктура сплаву Ni(легований)-Hf-Cr_3C_2: а – після виплавки; б – після термообробки при температурі 1100 °С протягом 1год.

Аналіз мікроструктури показав, що вона є максимально наближеною до евтектичної за регулярним характером кристалізації високодисперсних фазових складових. Контрольний індукційний нагрів дослідного сплаву у вакуумі порядку 10^{-2} Па зафіксував температуру плавлення в короткому інтервалі 1200 + 10 ºС, що підтвердило евтектичний характер процесу. Безпосередньо після виплавки сплав мав твердість за Віккерсом у межах 554 ÷ 599 HV10, а після відпалу при температурі 1100 °С протягом 1год твердість підвищилась до рівня 649 ÷ 665 HV10, що пояснюється активацією процесів дифузійного вирівнювання хімічного складу та стабілізації структури. Позитивний вплив відпалу також було підтверджено вимірюванням мікротвердості складових структури за допомогою твердоміра ПМТ-3 з навантаженням на індентор 50г (Hμ50). Так, після виплавки середні показники мікротвердості

сплаву були зафіксовані на рівні 9090 ÷ 10720 МПа. Відпал при температурі 1100 °С протягом 1год сприяв помірному росту структурних складових та вирівнюванню мікротвердості. Середні показники мікротвердості набули стабільності та складали від 9090 МПа для «темної» до 7750 МПа для «світлої» фази, що є прийнятним показником.

Вкрай важливим чинником, який також суттєво впливає на термін та якість експлуатації суднових газотурбінних двигунів, є стійкість матеріалів проти ВСК. Стійкість дослідного сплаву проти ВСК визначали тигельним методом випробувань у розплаві солей 75 % Na_2SO_4 + 25 % NaCl при робочій температурі експлуатації двигунів (900 ºС) протягом 10÷20год. Зразки розміщували у керамічному тиглі діаметром 30mm з повним зануренням у розплав солей. Після очищення поверхні від продуктів корозії розраховували середню швидкість корозії за відомою формулою Vк=mк/Sп×tв, де Vк – середня швидкість корозії, мг/(см^2·год); mк – втрата маси, мг; Sп – площа поверхні зразка, см^2; tв – час випробувань, год [3, с. 193–198].

За даною методикою була визначена стійкість проти ВСК дослідного сплаву та деяких стандартних промислових матеріалів. Циліндричні зразки сплавів витримували в розплаві солей 75 % Na_2SO_4 + 25 % NaCl при температурі 900 ºС протягом 20год. Після ретельного очищення поверхні зразків від продуктів корозійного руйнування та вимірювання втрати маси розраховували середню швидкість корозії. Результати випробувань наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Середня швидкість корозії дослідних сплавів (середовище: 75 % Na_2SO_4 + 25 % NaCl; температура 900 ºС)

Матеріал, що випробовується	ХТН-61	КБНХЛ-2	КМХ	Ni(L)-Hf-Cr_3C_2
Час випробувань, год	20	20	10	20
Площа поверхні зразка, $S_п$, см^2	4,44	11,0	10,4	8,2
Втрата маси, mк, г	4,44	3,24	3,32	0,03
Середня швидкість корозії, $V_к$, мг/(см^2·год)	зруйнувався повністю	14,72	31,92	0,18

За результатами досліджень середня швидкість корозії сплаву Ni(L)-Hf-Cr_3C_2 складала 0,18 мг/(см^2·год), що значно переважає показники існуючих промислових зносотривких матеріалів.

Висновки: аналіз результатів досліджень дозволяє сформулювати наступні особливості сплаву системи легування Ni(L)-Hf-Cr_3C_2:

1. Вперше запропоновано додавати гафній у зносостійкі матеріали на нікелевій основі в концентраціях, які забезпечують евтектичний склад сплаву та значно підвищують його стійкість проти високотемпературної сольової корозії;

2. При вмісті гафнію мас.% 16,5 ÷ 17,5 сплав має структуру, що наближена до евтектичної та температуру плавлення 1200+10 ºС;

3. Твердість сплаву після виплавки складає 554 ÷ 599 HV10, а відпал при температурі 1100 °С протягом 1год підвищує твердість до 649 ÷ 665 HV10;

4. Середня швидкість корозії сплаву у середовищі 75 % Na_2SO_4 + 25 % NaCl при температурі 900 ºС складає 0,18 мг/(см^2·год).

Література:

1. Kostin A., Martynenko V., Labartkava A. Research of the alloy vzh 98 with the system Co-Mo-Cr-Si-B interaction processes // Bulletin of the georgian national academy of sciences. – 2019. Vol. 13, no 4. – P. 32–38.

2. Жароміцний зносостійкий сплав на основі нікелю : пат. 133818 Україна: C22C 19/07 (2006.01) C22C 29/10 (2006.01). № u 2018 10959 ; заявл. 06.11.2018 ; опубл. 25.04.2019, Бюл. № 8. 4 с.

3. Kostin O.M., Gladchenko D.S. The impact of hafnium addition on the properties of heat-resistant nickel alloy SM104. // Shipbuilding & marine infrastructure. – 2018. – no 2 (10) – P. 193–198.

HIGH-TEMPERATURE SALT CORROSION OF ALLOY Ni(L)-Hf-Cr_3C_2

Kostin O.M.

candidate of technical sciences, associate professor, professor of the department of welding engineering, kostin.weld@gmail.com

Shablii T. Y.

magister, tarasshablii@gmail.com

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mukolayiv, Ukraine

Abstract. The development of materials resistant to wear and highly resistant to high-temperature salt corrosion is a pressing issue in ship gas turbine construction. In light of this, utilizing the Ni(L)-Hf-Cr_3C_2 alloy, which contains hafnium (wt.% 16,5 ÷ 17,5), shows promise. The addition of hafnium enables the formation of a structure closely resembling the eutectic phase, with a melting point of 1200 + 10ºC, maintaining stable hardness within the range of 649 ÷ 665 HV10, and exhibiting an average corrosion rate of 0,18mg/(cm^2·h) in an environment comprising 75 % Na_2SO_4 + 25 % NaCl at 900 ºC. The results obtained endorse the recommendation of this alloy for use as a foundational material for reinforcing the contact surfaces of marine gas turbine engine components.

Key words nickel alloy, microstructure, microhardness, wear resistance, high-temperature salt corrosion.

УДК 539.23

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ МЕТОДОМ СТРУКТУРНИХ ОДИНИЦЬ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Шаповал Н. О.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри фізики та математики,
Коваль С. С.
кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри фізики та математики,
Бойко О. П.
завідувачка лабораторії кафедри фізики та математики,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
shapoval.natalia2014@gmail.com

У статті розглядаються фізичні властивості матеріалів під час фазового переходу з твердого стану в рідкий. Особливу увагу приділено використанню методу структурних одиниць для аналізу та моделювання цього процесу на мікрорівні. Запропоновано новий підхід до розрахунку питомої теплоти фазового переходу, який базується на врахуванні дискретності енергії атомів та міжатомної взаємодії. Описано можливість застосування нанотехнологій для дослідження і прогнозування фазових переходів. Представлено теоретичні обґрунтування та графічні моделі, що демонструють етапи переходу атомів із твердого стану в рідкий, а також метастабільність цього процесу. Отримані результати можуть бути використані для подальшого розвитку математичних моделей плавлення матеріалів на наноуровні.

Ключові слова: теплота фазового переходу, структурна одиниця, моделювання процесу, фізичні властивості, фаза переходу.

На теперішній час дані про параметри фазового переходу речовин із твердого стану в рідкий (питома теплота фазового переходу, температура плавлення тощо) базуються переважно на результатах експериментальних досліджень [1]. Дослідження фізичних властивостей речовин актуально розраховувати за допомогою нано-технологій на структурному рівні. На сьогоднішній день можливості обчислювальної техніки дозволяють розробляти нові методи дослідження фізичних властивостей твердих тіл на мікрорівні. Одним із таких методів є метод структурних одиниць.

Метою статті є дослідження фізичних властивостей матеріалів під час фазового переходу з твердого стану в рідкий із застосуванням методу структурних одиниць та нанотехнологій, а також розробка нових підходів до розрахунку питомої теплоти фазового переходу на основі дискретності енергії атомів і міжатомної взаємодії.

Якщо вважати, що $\Delta r_{эк}$ – відповідає температурі фазового переходу з твердої фази ($\Delta r'$) в рідку фазу ($\Delta r''$). Тоді у точці $\Delta r'$ відповідає фазі переходу (коли атоми не мають можливості покинути структурну одиницю), $\Delta r''$ – зміщення, що відповідає завершенню переходу твердої фази в рідку [2]. Виходячи з цього, можна сказати, що в інтервалі $\Delta r' - \Delta r''$

система атомів знаходиться в метастабільному стані, тобто в точці $\Delta r'$ ще жоден атом не покинув структурну одиницю, а при $\Delta r''$ – атоми, що знаходяться в елементі об'єму структурної одиниці $\Delta V = \Delta r_0^2 \cdot \Delta r''$ всі перейшли в стан рідкої фази.

Виходячи з того, що енергія для переходу одного атома в рідку фазу дискретна (тобто має цілком визначену величину) $q = const$. Тому, теплота переходу атомів у структурній одиниці з твердого стану в рідкий має бути пропорційна кількості атомів, які перейшли в рідку фазу:

$$m_{am} q_{пл} = q_{am} n_{am} \tag{1}$$

де $q_{пл}$ – питома теплота фазового переходу;

m_{am} – маса атома даної речовини;

q_{am} – теплота фазового переходу одного атома з твердого стану в рідкий;

n_{am} – кількість атомів, які перейшли з твердої фази в рідку.

З цього випливає, що питома теплота фазового переходу буде:

$$q_{пл} = \frac{q_{am} \cdot n_{am}}{m_{am}}. \tag{2}$$

Беручи до уваги те, що для даної речовини величина q_{am} та маса атомів m_{am} дискретна, то питома теплота плавлення повинна бути дискретна кількості атомів, які перейшли в рідку фазу (n_{am} – кількість атомів, що перейшли в рідку фазу). Для того щоб обчислити величину енергії, яку потрібно затратити для переходу одного атома структурної одиниці в рідку фазу, нам потрібно знати значення величин $\Delta r'$ та $\Delta r''$. З експериментів ми знаємо величини ρ', ρ'', тобто густини твердої та рідкої фази при температурі плавлення (фазового переходу) [3]. Точність вимірювання цих величин при температурах фазового переходу $T_{пл}$ = (2000-3500) К викликає сумніви. Проте вони дають і звужують інтервал пошуку величин $\Delta r'$ и $\Delta r''$.

Скористаємося графічним представленням фізичних величин, що описують взаємодію атомів у структурній одиниці, $W(\Delta r)$ та $F(\Delta r)$ (де $W(\Delta r)$ – постійна міжатомної взаємодії, $F(\Delta r)$ – результуюча сила міжатомних взаємодій від зміщень із положення рівноваги r_0, r_0 – положення атомів у структурній одиниці при T = 0 К, тобто мінімальна відстань між взаємодіючими атомами) – див. рис. 1.

Якщо прийняти експериментальне зміщення $\Delta r_{эк} \to c$, що відповідає середньому значенню величин $\Delta r'$ та $\Delta r''$, де $\Delta r_{эк}$ – відповідає екстремуму результуючої сили міжатомних взаємодій, і припустити, що сили міжатомної взаємодії атомів на початковій стадії фазового переходу $\Delta r'$ і кінцевій стадії фазового переходу $\Delta r''$, будуть мати однакові значення, тобто $F(\Delta r)$, при $T_{пл}$, $F(\Delta r') = F(\Delta r'')$. Цьому співвідношенню відповідатимуть $\Delta r'$ та $\Delta r''$ (см. рис. 1).

Спроєктувавши значення $\Delta r'$ та $\Delta r''$ на залежність $W(\Delta r)$, отримаємо значення $W(\Delta r')$ и $W(\Delta r'')$ (см. рис. 2).

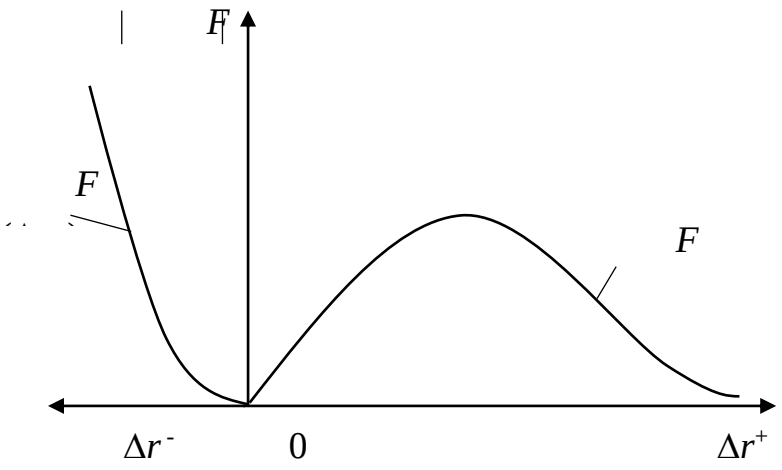


Рисунок – 1. Залежність результуючої сили міжатомних взаємодій від зміщення положення рівноваги

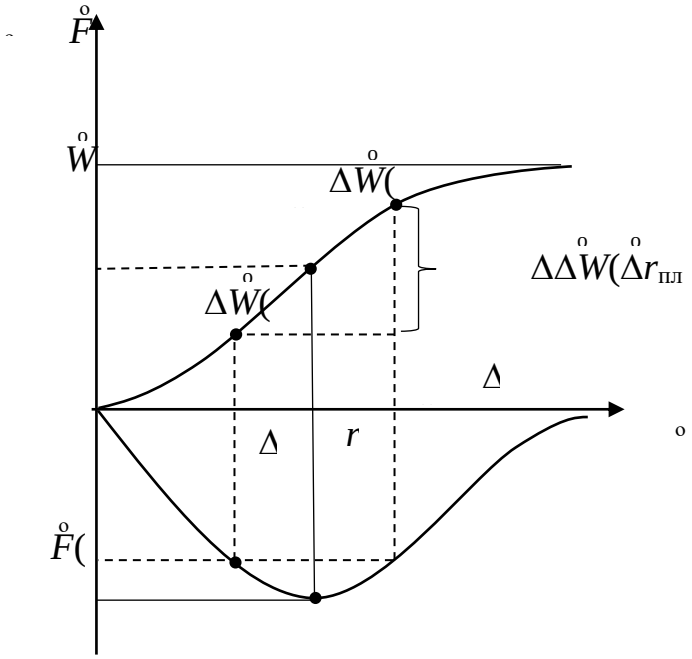


Рисунок 2 – Схема взаємозв'язку $F(\Delta r)$ *та* $W(\Delta r)$ *при* $T_{пл}$*, що відповідає значеню* $\Delta r_{эк}$

Робота сил міжатомної взаємодії, яка витрачена на перехід одного атома в рідку фазу:

$$A(\Delta r) = \int_{\Delta r'}^{\Delta r''} F(\Delta r) d\Delta r = \int_{\Delta r'}^{\Delta r''} 2a\varepsilon \left(e^{-2a\Delta r} - e^{-a\Delta r} \right) d\Delta r .$$

З цього випливає, що при фазовому переході атома з твердої фази ($\Delta r'$) у рідку фазу ($\Delta r''$) ця енергія плавно переходить (не стрибкоподібно) у стан рідкої фази. Різниця цих енергій і складає енергію теплоти фазового переходу одного атома:

$$W(\Delta r'') - W(\Delta r') = q_{am} \quad (3)$$

Якщо врахувати, що знаючи енергію при даному значенні Δr, можна перейти до температурної характеристики даного процесу. Якщо прийняти r_0 за міжатомну відстань структурної одиниці при температурі T = 0 К, тоді температура початку фазового переходу повинна бути $T''(\Delta r'') = \frac{W(\Delta r'')}{k_Б}$, температура завершення фазового переходу відповідати $T''(\Delta r'') = \frac{W(\Delta r'')}{k_Б}$, де $k_Б$ - постійна Больцмана.

Такий підхід до проблеми фазових переходів дає можливість розрахувати детальний час фазового переходу атомів із твердої фази в рідку (тобто час переходу процесу $\tau_{пер}$). Експериментальні дані теплоти фазового переходу $q_{пл}$ є середньоінтегральними значеннями, які не відображають фізичної сутності процесу фазового переходу (оскільки величина $q_{ат}$ дискретна, як і заряд електрона). Урахування часу перехідного процесу фазового переходу дозволить по-новому поглянути на математичні моделі процесів плавлення металів на нанорівні.

Література

1. Morse P. M. Diatomic Molecules According to the Wave Mechanics. II. Vibrational Leveis. Phys. Rev. 34 (1), 1929. pp. 57–64.

2. Фізика твердого тіла / М. Курик, В. Цмоць. – К. Вища шк., 1985. –343 с.

3. Мочалов О. О., Шаповал Н. О., Євфимко К. Д. Особливості математичного моделювання динамічних процесів у твердих тілах із мікроструктурою. / Математичне моделювання. Науковий журнал Дніпродзержинського державного технічного університету. – Дніпродзержинськ, 2013. -№ 2. – С. 29–32.

RESEARCH ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF MATERIALS USING THE METHOD OF STRUCTURAL UNITS AND NANOTECHNOLOGIES

Shapoval N., Koval S., Boyko O.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. This article examines the physical properties of materials during the phase transition from a solid to a liquid state. Particular attention is given to the use of the structural unit method for analyzing and modeling this process at the micro-level. A new approach to calculating the specific heat of the phase transition is proposed, based on considering the discreteness of atomic energy and interatomic interactions. The potential for using nanotechnologies to study and predict phase transitions is discussed. Theoretical justifications and graphical models are presented, illustrating the stages of atomic transition from a solid to a liquid state, as well as the metastability of this process. The results obtained can be used for the further development of mathematical models of material melting at the nano level.

Keywords: phase transition heat, structural unit, process modeling, physical properties, phase transition.

UDC 621.791

DEVELOPMENT OF TOOLING FOR SOLDERING METAL-CERAMIC HERMETIC FEEDTHROUGHS WITH CONTROLLED STRESS-STRAIN STATE

Labartkava Al.V.
PhD Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, oleksandr.labartkava@nuos.edu.ua
Labartkava A.V.
PhD, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, andreynuk@gmail.com
Matviienko M.V.
PhD, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, maksym.matvienko@nuos.edu.ua
Karpechenko A.A.
PhD, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, karpechenkoanton@gmail.com
Bobrov M.N.
PhD, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, laborantmtm@gmail.com
Kondratieva A.A.
graduate student, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, kondratevaanna633@gmail.com

Abstract. Development of technological tooling for soldering metal-ceramic hermetic feedthroughs with controlled stress-strain state.

Keywords: Pressure seal; brazing, stress-strain state, technological equipment.

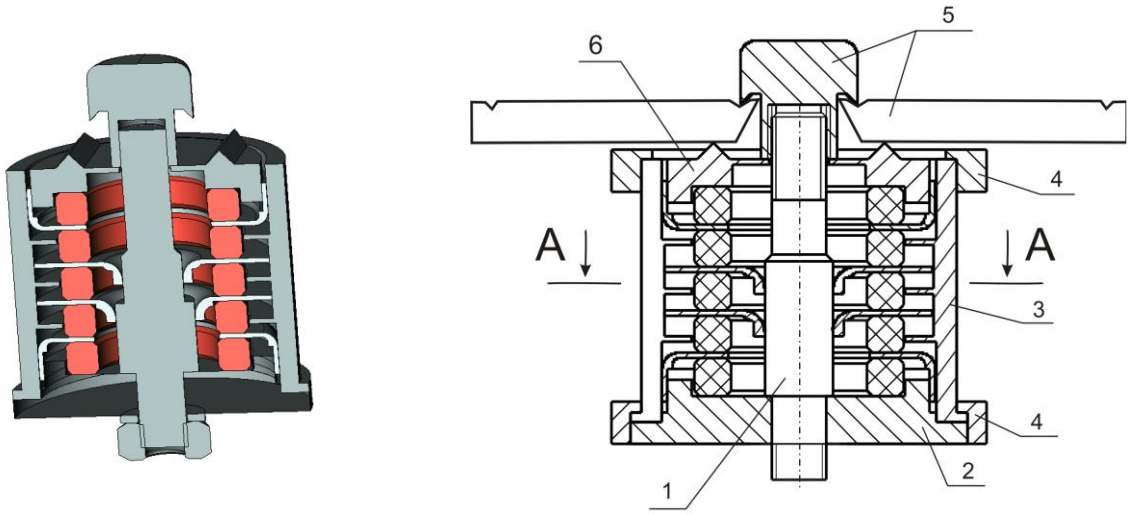
Introduction. It is known that for pressure soldering of cylindrical hollow components, devices with screw clamping mechanisms are used, where the compression force is generated by a screw-nut pair. The materials used in these devices must have a coefficient of linear thermal expansion (CLTE) that is equal to or close to the CLTE of the component materials [1]. These devices do not ensure constant pressure during the soldering process due to the expansion of the assembly components during heating, which leads to an increase in the compression pressure during soldering. This increase can result in the extrusion of molten solder [1].

Objective of the work is to develop technological tooling for soldering feedthroughs with controlled stress-strain state.

Main part. Based on the requirements for metal-ceramic feedthroughs and the necessity to apply constant compression pressure during soldering, a technological tooling was developed [1] (Fig. 1).

The internal alignment of the Kovar electrical conductors is achieved by the axis 1, which is inserted with an interference fit into the lower base 2. The external alignment of the ceramic rings and conductors is ensured by three centering segments 3, which are secured by locking rings 4. The

upper base 6 ensures the alignment of the upper cup and ring. Compression pressure is applied to the feedthrough by the loading mechanism 5 through the flange 6.



a ***b***

*Figure 1 – General view (**a**) and cross-section along the diametral plane (**b**) of the technological tooling for soldering metal-ceramic hermetic feedthroughs.*

Since the primary alignment is achieved by axis 1, it is made from a material with a coefficient of thermal expansion (CTE) close to that of Kovar and ceramic, such as Invar, although Kovar is preferable. The other components of the tooling are made from steel grade St 3.

According to literature, soldering is carried out under compression pressure of 3 to 10 MPa [2]. For soldering metal-ceramic high-voltage feedthroughs used in electron-beam systems, a compression pressure of 5 MPa was applied.

Calculations showed that to ensure the necessary 5 MPa pressure for soldering, an additional weight with a total mass of 4200 g must be attached to the levers of the loading mechanism.

Conclusions. The developed tooling enabled the symmetry of the assembly and ensured uniform compression pressure during soldering with a controlled stress-strain state.

Literature

[1] Спосіб паяння металокерамічних вузлів / В.Ф. Квасницький, В.В. Квасницький, О.М. Костін, Б.В. Бугаєнко // Патент на корисну модель № 67071. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Заявл. 23.08.2011, № U 2011 10301. B23K 1/00, B23K 35/30. Опубл. 25.01.2012, Бюл. № 2.

[2] Квасницкий, В.В. Оптимизация конструкции металлокерамического узла на основе моделирования напряженно-деформированного состояния / В.В. Квасницкий, Ал.В. Лабарткава // Проблеми техніки: Науково-виробничий журнал. – Одеса: ОНМУ. – 2009. – № 1. – С. 82–89.

УДК 621.791.011

ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАННЯ

Гладченко Д. С.
магістр, головний зварювальник, ТОВ «ВК «Автострада»
gladchenko304@gmail.com
Сімутєнков І. В.
кандидат технічних наук, докторант,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
simutenkovivan@gmail.com
Драган С. В.
кандидат технічних наук, професор НУК, завідувач кафедри зварювального виробництва,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
stanyslav.dragan@nuos.edu.ua

Анотація. Показано, що в умовах значного дефіциту інженерно-технічних кадрів необхідний рівень якості зварювального виробництва, який відповідає вимогам міжнародних стандартів, можна забезпечити за рахунок розробки комплексної, але простої у використанні, методики оцінювання якості зварювальних робіт. Наведено досвід використання елементів розроблюваної методики в умовах реального виробництва.

Ключові слова: зварювання, методика оцінювання якості, показники.

Вступна частина. Результатом процесу гармонізації української нормативної бази відповідно до вимог європейських стандартів став Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку» [1], який імплементує в національне законодавство положення Регламенту (ЄС) 305/2011, набув чинності з 1.01.2023 року. Таким чином, з 1 січня 2025 року вступає в дію вимога відповідності нормам стандартів серії ДСТУ EN 1090, не лише для тих виробників металоконструкцій, які експортують свою продукцію до країн ЄС, але і для тих, хто працює виключно на внутрішній ринок.

Серія стандартів ДСТУ EN 1090 [2] регламентує весь процес виготовлення металоконструкцій (від проєктування до нанесення маркування на готову продукцію) та спирається на ряд інших стандартів. Так, процеси зварювального виробництва контролюються серією стандартів ДСТУ EN 3834, метою яких є створення комплексної системи керування якістю зварювання.

ТОВ «ВК «Автострада» вже має позитивний досвід створення та використання даної системи, базованої на принципах ідентифікації, простежуваності та документальної фіксації даних, але наразі відсутня методика об’єктивного оцінювання якості зварювання при виготовленні складних, у тому числі мостових, металоконструкцій.

Мета даної роботи полягає у розробці елементів методики оцінювання якості зварювальних робіт, яка відповідає вимогам міжнародних стандартів, і не вимагає залучення занадто великого ресурсу інженерно-технічних працівників.

Основна частина. Як відомо [3], управління якістю виробництва суттєво спрощується за рахунок впровадження системного аналізу. Зокрема, у зварювальному виробництві всі виробничі процеси та матеріальні потоки об'єднуються у структурні схеми, подібні показаній на рис. 1.

У залежності від прийнятої структури створюється відповідна система документообігу, направлена на збір та зберігання необхідних контрольних даних, притаманних конкретному технологічному процесу зварювання, яка дозволяє оцінити вплив кваліфікації кожного зварювальника на якість продукції зварювального виробництва.

На підприємстві ТОВ «ВК «Автострада» розроблена комплексна система управління якістю продукції, складовою якої є статистична обробка фактичної інформації, зібраної у том числі у зварювальному виробництві.

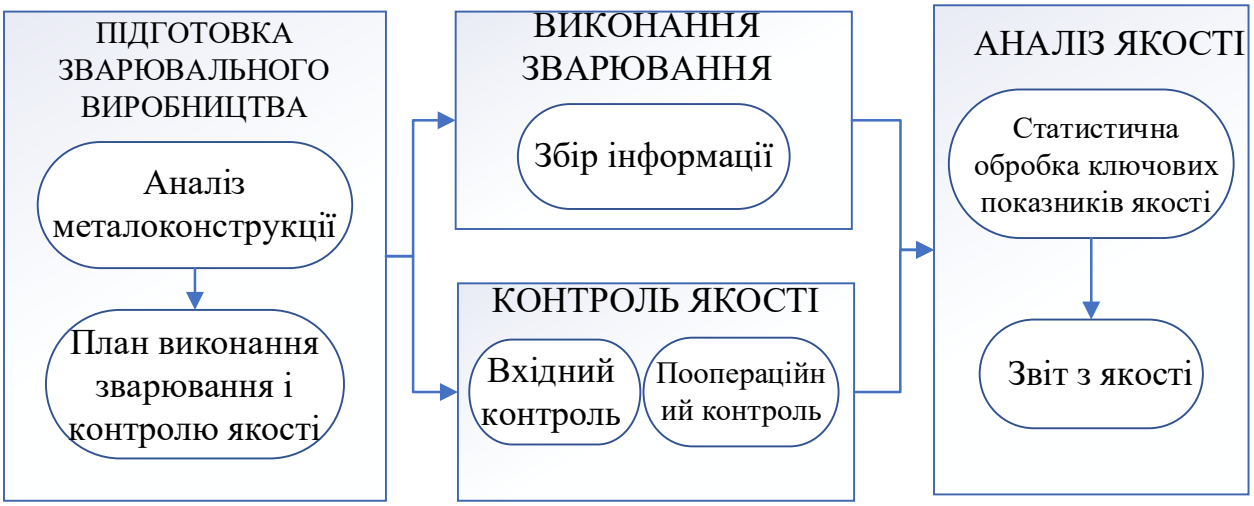


Рисунок 1 – Спрощена структурна схема управління якістю у зварювальному виробництві

Після проведення детального аналізу металоконструкції координатор зварювання розробляє та затверджує «План виконання зварювання і контролю якості». Цей документ містить наступну інформацію: посилання на стандарти, необхідні для виконання конкретного замовлення; повний перелік зварних швів і їх характеристику (ідентифікаційний номер, категорія, геометричні параметри); посилання на WPS; схему розташування зварних швів; об'єми і методи контролю. Вказаний документ є основним для зварювального виробництва та організації контролю якості.

На виробничому етапі результат роботи зварювальника одночасно фіксується в наступних документах: «Журнал видачі зварювальних матеріалів», «Журнал виконання зварювальних робіт», «Журнал виконання UT контролю». Останній містить інформацію, отриману за результатами ультразвукового контролю якості: ідентифікаційний номер зварного з'єднання, характер дефектів, їх розміри, прізвище зварювальника.

Дані, зафіксовані у вказаних документах по кожному зварювальнику, дозволяють надати комплексну оцінку його роботи за наступними показниками: продуктивність виконання

зварювальних робіт; ефективність використання зварювальних матеріалів; якість зварювання. При цьому, в питанні оцінювання роботи зварювальника можна виділити дві проблеми: 1) рівень дефектності виконаних ним зварних швів. Зварювальник, який наплавляє більше металу, має більшу ймовірність отримати дефект; 2) реальна продуктивність праці. Зварювальник, який допускає появу дефекту, має видалити проблемну ділянку шва, зачистити його, заново заварити та повторно пройти процедуру контролю.

Після статистичної обробки отриманої інформації координатор зварювання будує діаграму (рис. 2), яка дозволяє провести аналіз якості роботи кожного учасника даної групи, зайнятої виконанням робіт певним способом зварювання, за звітний період.

Рисунок 2 – Діаграма якості роботи зварювальників (135 спосіб)

На приведеній діаграмі позначені наступні області: обмежені пунктиром – об'єм наплавленого металу кожним зварювальником за звітний період; чорні стовпчики – об'єм наплавленого дроту із урахуванням ремонту дефектних ділянок; заштриховані стовпці – реальна продуктивність праці зварювальника. Суцільна лінія – встановлена на підприємстві норма дефектності зварних швів на 1 кг наплавленого металу.

Аналіз діаграми зокрема показує, що реальна продуктивність роботи Зварювальника 2 значно нижча, ніж об'єм наплавленого ним металу. Встановлено, що причиною такої різниці показника є перевищення «допустимої» кількості дефектів у виконаних ним швах.

Висновки

1. Розроблені елементи інженерної методики комплексного оцінювання якості зварювання, що відповідає вимогам міжнародних стандартів, основою якої є ідентифікація та документальна фіксація даних.

2. Методика дозволяє порівнювати показники роботи зварювальників, встановлювати причини зниження якості продукції та розробляти заходи щодо їх усунення.

Література

[1] Заходи з імплементації Закону України «Про надання будівельної продукції на ринку» https://uscc.ua/news/zahodi-z-implementacii-zakonu-ukraini-pro-nadanna-budivelnoi-produkcii-na-rinku-reglament-es-3052011.

[2] ДСТУ Б EN 1090-2:2014 Виконання сталевих і алюмінієвих конструкцій. Частина 2. Технічні вимоги до сталевих конструкцій.

[3] Коваленко И.И. Системный анализ задач судового корпусостроения: Монография./ И.И. Коваленко, С.В. Драган, В.Я. Сагань. – Николаев: *el* Talisman, 2010. – 176 с.

FEATURES OF OPERATIONAL MANAGEMENT OF THE NEWLY CREATED PRODUCTION

Hladchenko Dmytro

Master of Welding, Chief welder,

LLC “PC“Autostrada”.

Simutienkov Ivan

Candidate of technical sciences, Doctoral Candidate, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.**Dragan Stanislav**

Candidate of technical sciences, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Annotation. It is shown that in the conditions of a significant shortage of engineering and technical personnel, the necessary level of quality of welding production, which meets the requirements of international standards, can be ensured by developing a complex, but easy-to-use, methodology for assessing the quality of welding works. The experience of using the elements of the developed methodology in the conditions of real production is given.

Keywords: welding, quality assessment methodology, indicators.

УДК 621.762

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ГАРЯЧЕПРЕСОВАНИХ РАДІАЦІЙНО СТІЙКИХ КОМПОЗИТІВ З ПОРОШКУ АЛЮМІНІЮ

Казимиренко Ю. О.

докторка технічних наук, доцентка, професорка кафедри матеріалознавства і технології металів, yuliia.kazymyrenko@nuos.edu.ua

Лебедєва Н. Ю.

кандидатка технічних наук, доцентка кафедри матеріалознавства і технології металів, nataliia.lebedieva@nuos.edu.ua

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна

Анотація. В роботі проаналізовано питання матеріально-технічного забезпечення і організації технологічного процесу одержання радіаційно захисних алюмоматричних матеріалів, наповнених дисперсними частинками Al_2O_3, SiC, скляними мікросферами.

Розглянуто устаткування для гарячого пресування, визначено вимоги до матеріалів, які застосовуються для виготовлення відповідальних механізмів.

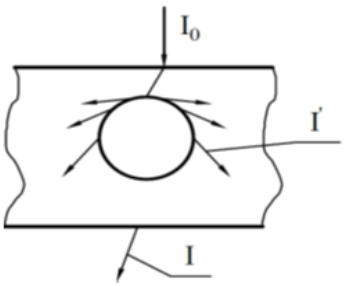
Ключові слова: гаряче пресування, комплектуючі для устаткування, обладнання, матеріали, структура.

Композиційні алюмінієві матеріали завдяки легкості, пластичності, корозійної і радіаційної стійкості є незамінними для виготовлення арматури та екрануючих пластин об'єктів атомної енергетики, авіа- і ракетобудування, суден для радіоактивних речовин. Технології їх отримання за методами порошкової металургії дають можливість поєднувати у одному складі металеві і неметалеві компоненти. Це алюмоматричні матеріали, наповнені дисперсними частинками оксиду алюмінію (Al_2O_3), карбіду кремнію (SiC), скляними і керамічними мікросферами. Ефективність їх використання на об'єктах атомної енергетики та радіаційної небезпеки зумовлюється порівняно малим поглинанням нейтронів; високий коефіцієнт теплопровідності сприятиме відведенню тепла від розігрітих ділянок. Зі збільшенням об'ємної концентрації наповнювача зростають масовий коефіцієнт послаблення рентгенівських випромінювань та питомий свинцевий еквівалент [1, pp. 45–48]. Разом з цим підвищується міцність та жаростійкість [2, с. 129–136]. Проте через різницю у значеннях температурних коефіцієнтів лінійного розширення на поверхні поділу фаз матриця–наповнювач виникатимуть температурні напруження, які призводять до розміцнення в умовах теплових ефектів та термовдарів у межах перепадів температур до 500 °С [3, с. 90–94]. Підвищення міцності спечених алюмінієвих композиційних матеріалів пов'язано з удосконаленням технологічного обладнання та вибором матеріалів для виготовлення комплектуючих.

Мета роботи полягає у розробці практичних рекомендацій щодо виготовлення і відновлення комплектуючих обладнання для гарячого пресування, що дасть змогу регулювати структуру і щільність дисперсно наповнених алюмоматричних порошкових композитів.

Застосування методу гарячого пресування для виготовлення композиційних матеріалів дає можливість формувати щільно упаковану структуру та знизити температуру спікання порошкової суміші на 50…150 °С, що суттєво скорочує технологічний цикл та дозволяє економити енерговитрати. Проблемним питанням вибору та удосконаленню конструкції обладнання для гарячого пресування порошкової суміші металевих, метал-керамічних та метал-скляних композицій присвячено роботи [4, с. 30–35; 5, с. 674–677; 6, с. 1–8], у яких показана ефективність застосування графітових прес-форм та висвітлено позитивний вплив підвищених тисків пресування на отримання високощільних матеріалів. Проте на радіаційно захисні властивості, зокрема метал-скляних гарячепресованих композитів, впливає пористість алюмінієвої матриці. Експериментальні і теоретичні дослідження, поставлені автором роботи [1, pp. 45–48] показали, що підвищені рентгенозахисні властивості композицій з алюмінієвою матрицею пов'язані з відбивною здатністю алюмінію, яка зменшується зі зростанням енергії джерела і компенсується розсіюванням енергії навколо пор (рис. 1), як це підтверджується у роботі [6].

Забезпечити формування пористої структури можливо, використовуючи наступну технологічну схему (рис. 2), де важливим є прикладання невеликого (0,2…1,5 МПа) тиску, який не сприятиме деформаціям частинок наповнювача, зокрема скляних мікросфер.



Розсіювання потоку іонізуючих випромінювань навколо пори: I_0 — падаючий потік; I' — частково відбитий потік; I — потік на виході з комірки

Рисунок 1 – Елементарна комірка пористої структури композиційного матеріалу

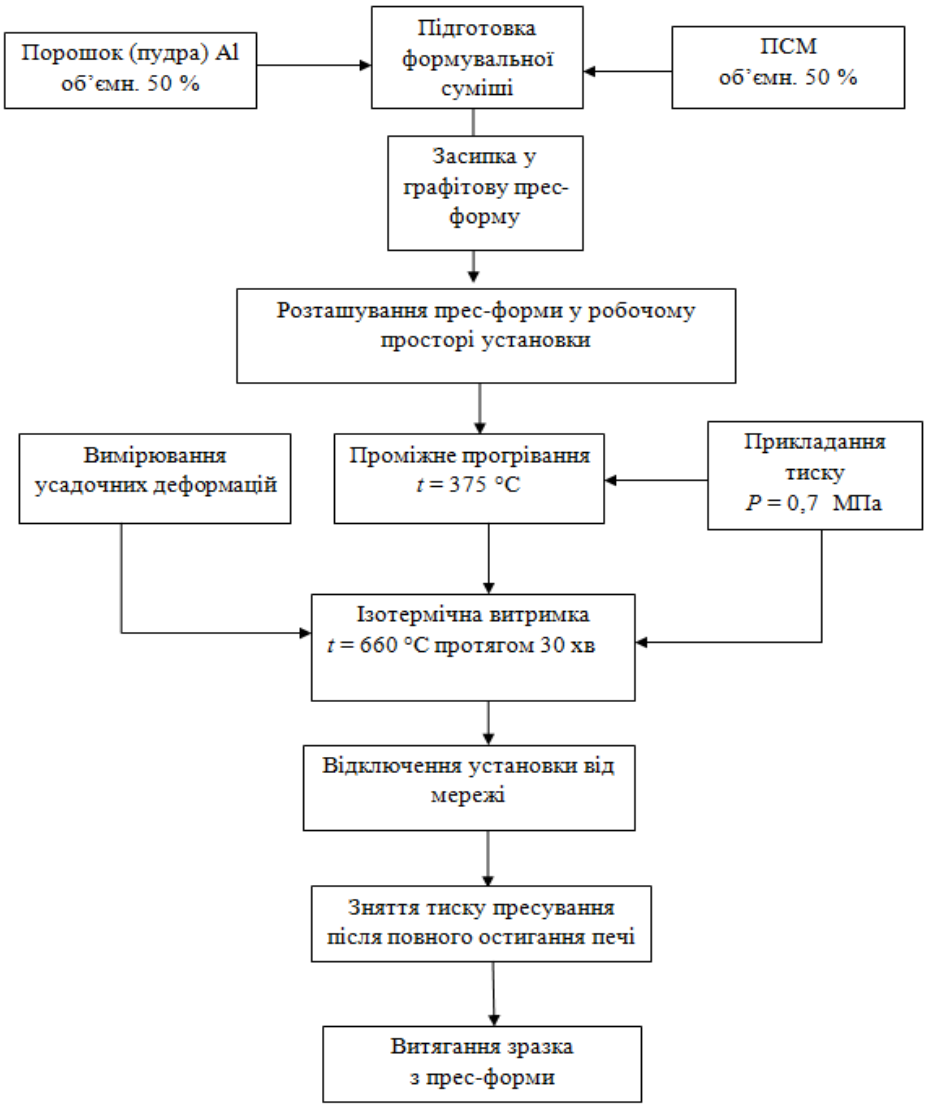


Рисунок 2 – Технологічна схема отримання зразків

Дослідження проведені на прикладі авторського зразку установки з механічним пресуючим пристроєм (рис. 3) і комплектом сталевих, керамічних, графітових прес-форм; керамічних штоків для передачі тиску пресування та технологічної кришки, яка застосовується під час термометрування температурного поля печі.

а *б*

Рисунок 3 – Прикладання тиску пресування через керамічний шток: а – механічний пресуваний пристрій; б – шток з корундової кераміки

Тиск пресування передається через силові пружини, виготовлені зі сталей 65Г і 60С2А, відтаровані на різні зусилля, максимальна величина складає 480 Н. Шток для передачі зусилля крім осьового механічного навантаження зазнає термічного впливу та тертя з пуансоном прес-форми, що потрібно враховувати при виборі матеріалів для його виготовлення. Для технологій гарячого пресування з використанням керамічних або графітових прес-форм доцільно керамічні штоки (рис. 3б). Накладання додаткових вібрацій вимагатиме застосування демпфірувальних матеріалів. Авторські напрацювання, викладені в роботі [8, pp. 457–467] показали ефективність застосування титаного деформуємого сплаву ВТ14. Для додаткового підвищення зносостійкості та коефіцієнту розсіювання енергії рекомендується нанесення плазмового покриття з порошку ПН55Т45. Задля утворення мартенситної структури покриттів зразки загартовано при температурі 820 °С протягом 1 год з охолодженням у воді.

Висновки. ***1.*** Розглянуто устаткування для гарячого пресування, визначено вимоги до матеріалів, які застосовуються для виготовлення відповідальних механізмів механічного пресуючого пристрою. ***2.*** Результати роботи спрямовані на вирішення важливої науково-практичної проблеми матеріально-технічного забезпечення і організації технологічного процесу одержання радіаційно захисних алюмоматричних матеріалів, наповнених дисперсними частинками Al_2O_3, SiC, скляними мікросферами.

Література

[1] Kazymyrenko, Y. Patterns and Mechanisms of interaction of Radioactive Cargo Radiation wite Metal-Glass Layer of Watercrats Structure // The advanced science journal. – 2014. – Iss. 12. – P. 45–48.

[2] Якущенко С. О., Федіна І. В., Носов П. С. Доцільність виготовлення поршнів автомобільних двигунів з композиційних матеріалів // Інформаційні технології в освіті, науці і виробництві. – 2018. – № 2 (1). – С. 129–136.

[3] Kazymyrenko, Y. The Effective Mechanical Properties of Metal-Glass Materials // The advanced science journal. – 2016. – Iss. 1. – P. 90–94.

[4]. Іцкович-Лотоцький Р. Д., Зелінська О. В., Іванчук Я. В. Технологія моделювання оцінки параметрів формоутворення заготовок з порошкових матеріалів на вібропресовому обладнанні з гідроімпульсним приводом : монографія. Вінниця : ВНТУ. – 2018. – 153 с.

[5] Цап І. В., Шабалін І. Л. Вплив тиску пресування керамічних матеріалів системи CrO_3–Cr та Al_2O_3–Cr на їх властивості // Фізика і хімія твердого тіла. – 2009. – Том 10. – № 3. – С. 674–677.

[6] Шкаровська Ю. С., Гетьман А. В., Іващук А. В. Радіаційна стійкість кремнієвих сонячних елементів // International Scientific and Practical Conference “WORLD SCIENCE”. – 2017. – № 6 (22). – Vol. 1. С. 38–40.

[7] Казимиренко Ю. О., Матюшин В. О. Вибір матеріалів технологічного устаткування для виготовлення гарячепресованих порошкових виробів // Вчені записки Таврійського університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2024. – Том 35 (74). – № 3. – С. 1–8.

[8] Kazymyrenko Yu. O., Lebedeva N. Yu., Makrukha T. O. Increasing the Damping Capability of Titanium Alloys by Deposition of Plasma Coatings Made from Titanium Nickelide. // Metallophysics and Advanced Technologies. – 2023. – Vol. 45 No 4. – P. 457–467.

MATERIAL AND TECHNICAL SUPPORT OF THE TECHNOLOGY FOR THE MANUFACTURE OF HOT-PRESSED RADIATION-RESISTANT COMPOSITES FROM ALUMINUM POWDER

Yuliia Kazymyrenko

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Nataliia Lebedieva

PhD, Associate Professor

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolajev, Ukraine

Abstract. The paper analyzes the issues of material and technical support and organization of the technological process for obtaining radiation-shielding aluminumametric materials filled with dispersed particles of Al_{2O3}, SiC, glass microspheres. The equipment for hot pressing is considered, the requirements for materials used for the manufacture of critical mechanisms are determined.

Key words: hot pressing, components for equipment, equipment, materials, structure.

UDC 621.793.72

MODELING AND ANALYSIS OF THE STRESS STATE AND WORKING CAPACITY OF SOLDERED JOINTS

Matviienko M.V.

PhD, Associate Professor, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine, maksym.matvienko@nuos.edu.ua

Labartkava Al.V.

PhD, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, oleksandr.labartkava@nuos.edu.ua

Labartkava A.V.

PhD, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine, andreynuk@gmail.com

Abstract. In the work using the finite element method, the stress state of solder nodes made of heat-resistant alloy based on the intermetallic ni3al and its effect on the working capacity of joints were investigated. the influence of the difference in modulus of elasticity, thermal coefficients of linear expansion, yield strength and creep resistance of the base material and the metal of the solder interlayer on the stress state in the solder unit was studied. it has been established that the difference between the properties of the interlayer and the properties of the base material leads to a decrease in working capacity of the soldered joint.

Keywords: solder joint, stress state, simulation, working capacity

For joining many modern materials, of particular heat-resistant alloys based on Ni_3Al intermetallide with a directional or monocrystalline structure, soldering is the most promising. Since the solder has a different chemical composition, it is an interlayer in the joint, which, in the process of obtaining a solder joint, leads to the formation of a complex stress state. The initiation of microcracks and the subsequent destruction of the material occurs not only in areas of stress concentration, but also in areas that have a complex stress state. The question of the influence of the stress state on the change in the mechanical properties of the material of the joints and their durability is also of considerable interest.

At present, the required reliability and service life of parts are achieved by providing normalized safety factors, which are determined by the maximum value of equivalent stresses in accordance with the strength theories adopted as a basis. But when studying the fracture problem, it is important to take into account the ability of heat-resistant alloys to fracture by a brittle or plastic mechanism, depending on external conditions, including the type of stress state. Known [1], that before brittle fracture, the material of the part in a narrow local area undergoes significant plastic deformations. Therefore, an increase in the plastic properties of the material, which depend on the type of stress state, leads to an increase in the working capacity of joints.

There are many types of criteria and characteristics that allow you to assess the type and rigidity of stress state joints. A great contribution to the research and development of criteria for assessing the type and stiffness of the stress state was made by J.B. Friedman, P.W. Bridgman, W. Lode and other prominent scientists [2–4]. However, there is still little information about studies that allow the use of knowledge about stress stiffness in order to optimize the choice of solder material and improve soldering processes that will increase the working capacity of joints.

The purpose of this work is to study the influence of the properties of connecting materials and the metal of the solder interlayer on the stress state of the elements of the soldered joints.

To assess the influence of the nature of the stress state stiffness on the plasticity of the materials of the soldered unit, the stress state stiffness coefficient $k_s = \sigma_{1\,(3)}/\sigma_{eq}$, where $\sigma_{1\,(3)}$ are the maximum principal stresses, σ_{eq} are equivalent, proposed by Kopelman, was chosen. At a stiffness coefficient of $k_s < 1.0$, there is a decrease in the yield strength and an increase in the plasticity of the material, which reduces the probability of brittle fracture compared to the linear stress state. At a stiffness coefficient $k_s > 1.0$, there is an increase in yield strength and a decrease in the plasticity of the material, that is, the threat of brittle fracture increases.

The influence of the difference in the physical and mechanical properties of the materials to be joined and the interlayer metal and the type of load on the stress state of the soldered unit was investigated by the finite element method using the ANSYS computer software package on

cylindrical nodes with a relative thickness of the solder interlayer of 0.0005…0.01. An axisymmetric two-dimensional stress-strain element PLANE 183 with a quadrangular cross-section close to a square was used. A gradient breakdown was used with a reduction in the size of the finite elements around the solder joint on the side of the base metal and in the solder itself. The dimensions of the finite elements were chosen so that there were at least 20 of them in terms of the thickness of the solder interlayer.

The study of the stress state of soldered joints was carried out under conditions of elasticity and taking into account the plastic deformation of materials, due to instantaneous plasticity and creep. The stress state under force, thermal and thermal-force loads of a soldered unit made of materials with different modulus of elasticity, thermal coefficients of linear expansion, yield strengths and creep resistance of the base material and metal of the solder interlayer was studied.

Analysis of the simulation results showed that when soldering joints on most of the joint in the base metal, stresses are practically absent under thermal load and linearly distributed under power load. Only in a small area around the outer surface and in the solder interlayer a complex volumetric stress state is formed.

When the knot is compressed, the interlayer metal is “strengthened” and the base metal is “weakened” when using an interlayer with a lower modulus of elasticity than that of the base metal. With a “hard” interlayer in the base metal, the $k_s > 1.0$, in the interlayer $k_s < 1.0$. When the knot is stretched, the picture is the opposite. The change in the relative thickness of the solder interlayer within the considered limits practically does not affect the distribution of k_s values.

When the soldered unit is cooled, regardless of the ratio of the thermal coefficients of linear expansion and the modulus of elasticity of the base metal and the interlayer, the material is “strengthened” in the base metal around the joint at a greater (85 %) joint length of $k_s < 1.0$ and only near the outer surface. In the interlayer at 80 % of the joint length $k_s = 1$, near the edge of the joint, the stiffness coefficient first increases slightly (the metal “hardens”), and then sharply decreases (the metal “weakens”) on the outer surface of the joint. When the soldered joint is cooled under pressure, with a lower thermal coefficient of linear expansion of the interlayer than that of the base metal, the base metal is “weakened” ($k_s < 1.0$) and the interlayer metal is “strengthened” ($k_s > 1.0$) along the entire length of the joint, with a higher thermal coefficient of linear expansion of the interlayer, the ductility of the base metal decreases, and the interlayer metal increases. Cooling of a node with a solder interlayer that has a lower yield strength and creep resistance than the base metal by 15…30 %, does not significantly change the picture of the distribution of k_s in the base metal and interlayer.

Based on the results obtained on the distribution of stress state stiffness coefficients in soldered joints, it can be argued that any difference between the physical and mechanical properties of the solder interlayer and the properties of the base material leads to a deterioration in the plastic properties of the solder joints, a decrease in its performance. Therefore, it is necessary to take into account the current type of load at which the soldered joint will work, and choose a solder with a minimum difference in properties from the base metal or one for which the difference in properties with the base metal will not lead to the formation of a stress state that is dangerous in terms of brittle fracture and distribution of stiffness coefficients.

References

1. Bridgman, P.W. Studies in Large Plastic Flow and Fracture / P. W. Bridgman // With Special Emphasis on the Effects of Hydrostatic Pressure. Published by Harvard University Press. 1964. 362 p.

2. Lode, W. Versuche über den Einfluß der mittleren Hauptspannung auf das Fließen der Metalle Eisen, Kupfer und Nickel. Z. Physik. –1926. – No. 36, pp. 913–939. https://doi.org/10.1007/BF01400222

3. McClintock, F. A. A criterion of ductile fracture by the growth of holes / F. A. McClintock. Journal of Applied Mechanics. – 1968. – Vol. 35. – pp. 363–371 https://doi.org/10.1115/1.3601204

4. Hancock, J.W. On the mechanisms of ductile failure in high-strength steels subjected to multi-axial stress-states / J. W. Hancock, A. C. Mackenzie // Journal of the Mechanics and Physics of Solids. – 1976. – Vol. 24 (2–3). – pp. 147–160 https://doi.org/10.1016/0022-5096 (76)90024-7

UDC 669.017

DYNAMICS MODELS IMPROVING OF THERMAL ACTUATOR AND ADAPTIVELY CONTROLLED ELEMENTS BASED ON SHAPE MEMORY ALLOYS

Olexandr Nikolaiev[1], Vitaliy Polishchuk[1], Vyhovska Tetiana[2], Ihnatenko Oleksandra[2], Liashenko Oleksandr[2]

1PhD, Associate Professor of the Department of Engineering Mechanics and Machine Building Technology
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine
aleks.nikolaiev61@gmail.com1, vitpolishchuk@gmail.com2
2Master's student of the Department of Engineering Mechanics and Machine Building Technology
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The investigation of the dynamics simulation of elements and drives based on alloys with shape memory, taking into account the adaptation properties of material, has been carried out in order to develop adaptive-controlled thermomechanical drives or actuators, heat regulator and automation tools of technological processes. The effect of the thermal cycling modes and the magnitude of the shape memory effect guidance deformation on the level of reversibility of the deformation, the implementation of the effect of the reversible shape memory, the magnitude of the force being exerted and the re-instated deformation subject to re-analysis. A generalized dynamic model of a technical mechanism based on the elements with SME has been developed. The developed models can be used in the calculation and design of various thermomechanical drives and actuators, heat regulators, thermal compensators and damping devices based on elements from shape memory alloys and in the synthesis of adaptive control algorithms of continuous and discrete classes in the terminal control, homing and stabilization modes.

Keywords: shape memory effect, martensitic transformation, modeling, deformation-force characteristics, thermomechanical actuator, adaptive control.

The use of new functional materials with shape memory effect (SME) as thermo-mechanical drives (TMD), actuators as well as heat regulators, temperature compensators and damping elements, has significant advantages compared with traditional mechanisms and also provides various opportunities for creating adjustable and adaptive systems [1, 2].

Based on the empirical evidence of worldwide research in using materials with SME, technological methods of their processing in conjunction with the operational capabilities has supported the hypothesis of the need for thermal-force cycling in the pre-deformation state to be developed [3].

An experimental test using the example of titanium nickelide of VSP-1 grade, confirms the correctness of the hypothesis. As a result of research, a method for the manufacture of products made from shape memory alloys (SMA) has been proposed. This method is based on a special thermal cycling and annealing mode, which provides a reversible shape memory effect and stabilization of thermomechanical characteristics. At the same time, a certain combination of the magnitudes of deformations of guidance and phase plasticity, temperature ranges of annealing and structural transformations of the crystal lattice allows improving operational properties and expanding technological capabilities (enhancing the SME, providing reversible SME, increasing the generated stresses and magnitudes of the reinstate deformation, reducing the stress of guidance) of elements made from SMA.

Analysis of previous research publications shows that modeling of the dynamics of adaptively controlled elements was developed only in general form, without taking into consideration the specifics and characteristics of elements with SME, as well as the thermomechanical and especially thermoelectric characteristics of materials with SME are insufficiently investigated. There is practically no analysis of ways to increase the efficiency of TMD. The algorithms and modes of adaptive control of technological elements from materials with SME are not analyzed and unfounded. This article deals with the solution of these important issues.

As a result of the study of the thermomechanical and thermoelectric characteristics of titanium nickelide, the possibility of using elements with an SME as thermo-sensitive deformation-force in adaptive-controlled mechanisms and devices has been revealed. At the same time, not only the characteristics of such devices (discrete factors such as temperature, magnitudes of displacements and efforts) has been explored, but also the electrical resistance element itself can be used to define sensor-controlled parameters of adaptation (the specific nature of the change in the electrical resistance of the alloy with the SME at intervals of the forward and reverse martensitic transformations was detected and examined). The nature of changes is also stabilized after the proposed modes of thermal cycling. This greatly simplifies the sensory hardware base of the adaptive control system by combining in one element a sensitive and working body, as well as a control, operating and an informational electrical system.

The simulation of thermo-mechanical and thermo-electric processes of materials and elements with SME, the dynamics of elements and drives based on alloys with shape memory and taking into account the adaptive properties has allowed for the creation of adaptive-controlled drives or actuators, heat regulators and the automation of technological processes.

Analysis of theoretical and experimental studies allows us to outline the following ways to increase the efficiency of TMD:

• The selection of such SMA in which the temperature A_s of the onset of the reverse martensitic transformation differs little from the operating temperature. At the same time, the energy consumption for heating within the dead stroke is reduced to almost zero. According to the results of theoretical calculations, with $T_0 = A_s$ the coefficient of efficiency of TMD may be increased in twice.

• Restriction of deformation of the shape memory. This is due to the fact that at the end of the working stroke the mechanical work produced by the TMD is small, and the proportion of energy consumed for heating increases.

• Conducting preliminary thermomechanical processing of TMD power elements by thermal force cycling. This allows, in addition to stabilizing the characteristics of the drive, to significantly reduce the negative operation of the cycle by reducing the required voltage guidance and initiating a reversible SME.

• Reduction of heat leakage by isolating TMD from the environment. With an increase in the heating rate due to an increase in the power of the supplied energy, the fraction of the dissipated energy also decreases.

• Search for materials that have a lower heat capacity than nickel alloys with titanium, in which more than 2/3 of the energy supplied is spent on heating.

Since the most probable areas of application of elements with the SME are to use them as TMD or actuators, heat regulators, thermal compensators and damping devices, their operating conditions vary considerably in nature and dynamics it is advisable to specify the class of algorithms and typical adaptive control solutions for each area.

• When using elements with SME as TMD, the adaptation algorithms of the continuous class in the terminal control mode are necessary, and the algorithms of the discrete class are applicable only for linear drives.

• Heat regulators based on elements with an SME can be adaptively controlled based on continuous-class control algorithms, which is due to the presence of temperature hysteresis of mechanical characteristics and only regulators (or more precisely, switches) of unidirectional action (e.g. emergency) allow the use of discrete algorithms in stabilization mode.

• Adaptive damping devices, due to the high speed of the processes, can be controlled only by continuous algorithms in the homing mode and during this time of guidance should be minimized. In contrast, thermo-compensators due to the low speed of the process do not require adaptive control at all and allow for calculations with sufficient accuracy at the design stage.

Conclusion. 1. A model of the dynamics of adaptively controlled elements and actuators has been developed based on materials with the SME, whose equation solving algorithm acts as adaptation algorithms, on the basis of which the laws of adaptive control of such elements and actuators can be synthesized.

2. The thermomechanical characteristics of titanium nickelide have been studied and the possibility of using elements with SME as heat-sensitive deformation-force elements in adaptively controlled mechanisms and devices has been substantiated. Ways to increase the efficiency of TMD have been identified.

3. Using of established for TFC relationships gives the possibility to estimate the effect of thermomechanical treatment in a new way and confirm the assumption that obtained experimental results are determined by the methods of research, since single change of the parameters

(characterizing effects of memory) are thermomechanical training cycle. The obtained dependences define rational guidance strain values and the required number of thermal cycles *N*, providing stabilized characteristics of TSE and the optimized parameters formation for memory effects for given TSE geometric characteristics.

4. For elements with SME the use of adaptive control algorithms of continuous class in homing and terminal modes is justified and recommended.

References

[1]. S. N. Solovyev and V. A. Polishchuk, The improvement of gas-turbine engine lubrication systems with air cooling of oil, Vestnik dvigatelestroyeniya, Zaporozhye: OAO “Motor Sich”, № **2**, 25 – 29 (2004).

[2]. V. A. Polishchuk, O. L. Nikolaev and T. P. Zadorozhnaya, Determination Of Spring Elements Characteristics Using Shape Memory Effect During Thermomechanical Impact, *Scientific bull. NUK*, Mykolaiv, № **1**, 26–29 (2016).

[3]. S. N. Solovyev, V. A. Polishchuk and O. L. Nikolaev, Calculation methodic of the oil temperature controller functional elements for gas-turbine engine lubrication system, Aerospace technic and technology, **10**/26, 183–187 (2005).

ВДОСКОНАЛЕННЯ ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕРМОСИЛОВИХ ПРИВОДІВ І АДАПТИВНО КЕРОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА БАЗІ СПЛАВІВ З ПАМ’ЯТТЮ ФОРМИ

Ніколаєв О.Л.[1], Поліщук В. А.[1], Виговська Т.С. [2], Ігнатенко О.Ю.[2], Ляшенко О.І.[2]

[1] кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
aleks.nikolaiev61@gmail.com
vitpolishchuk@gmail.com

[2]магістрант кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Проведено моделювання динаміки елементів і приводів на основі сплавів з пам’яттю форми з урахуванням адаптаційних властивостей з метою створення адаптивно-керованих термомеханічних двигунів чи приводів, терморегуляторів і засобів автоматизації технологічних процесів. Досліджено вплив режимів термоциклування і величини деформації наведення ЕПФ на ступінь оборотності деформації, реалізацію ефекту оборотної пам’яті форми, величини зусилля, що збуджується, і відновлюваної деформації. Побудовано узагальнену динамічну модель технічного засобу на основі термосилових елементів з ЕПФ, що формалізовано описує його адаптивне управління, на основі якої можуть бути синтезовані алгоритми адаптації. Розроблені моделі можуть бути використані при розрахунку і проектуванні різних термомеханічних двигунів і приводів, терморегуляторів, термокомпен-саторів і демпфуючих пристроїв на основі елементів зі сплавів з ЕПФ і при синтезі алгоритмів

адаптивного управління безперервного і дискретного класу в режимах термінального управління, самонаведення і стабілізації.

Ключові слова: ефект пам'яті форми, мартенситне перетворення, моделювання, деформаційно-силові характеристики, термомеханічний привід, адаптивне управління.

УДК 629.5.02

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СУДНОВИХ ТОНКОСТІННИХ ПРОФІЛІВ З МАЛОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Новошицький А. В.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування,
anton.novoshytskyy@nuos.edu.ua
Боду С. Ж.
старший викладач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування,
svitlana.bodu@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Представлена технологія виготовлення суднових тонкостінних гнутих профілів з малопластичних матеріалів гнуттям с поздовжнім розтягом при локальному нагріві лазерним випромінюванням ділянок заготовки перед профілювальними роликами.

Ключові слова: суднові тонкостінні профілі, технологія виготовлення тонкостінних профілів, гнуття з поздовжнім розтягом.

Виробництво гнутих профілів дрібними серіями широкої номенклатури безпосередньо на суднобудівному підприємстві можливе на основі технології профілювання гнуттям з поздовжнім розтягом [1, 2], яка розроблена в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова. Технологія передбачає послідовну локальну формозміну заготовки профілювальними роликами при дії на неї поздовжнього навантаження розтягу.

Технологія здійснюється за допомогою спеціальної розтяжної машини. Машина має нерухому і тягнучу згинальні головки зі штампами для деформування і закріплення кінців заготовки і її розтягнення, рухому каретку з роликами для деформування [3, 4].

Метою даної роботи є розширення технологічних можливостей технології виготовлення тонкостінних гнутих профілів гнуттям з поздовжнім розтягом для одержання профілів з малопластичних матеріалів.

Для здійснення можливості виготовлення гнутих профілів із малопластичних матеріалів запропоновано локальний розігрів ділянок заготовки безпосередньо перед профілювальними роликами лазерним випромінюванням [5], на відміну від розігріву всього перерізу заготовки струмами високої частоти [6, 7].

Технологічний процес виготовлення профілю [5] зі штабової або листової заготовки передбачає проведення наступних операцій: розміщення заготовки між захватами; деформування і затискання кінцевих ділянок; розтяг заготовки; подача каретки, оснащеної профілювальними роликами та джерелом лазерного випромінювання, до нерухомого захвату; змикання профілювальних роликів і заготовки та включення джерела лазерного випромінювання; переміщення каретки до рухомого захвату; відключення джерела лазерного випромінювання; розвантаження; розмикання профілювальних роликів і захватів; виймання готового профілю, рис. 1.

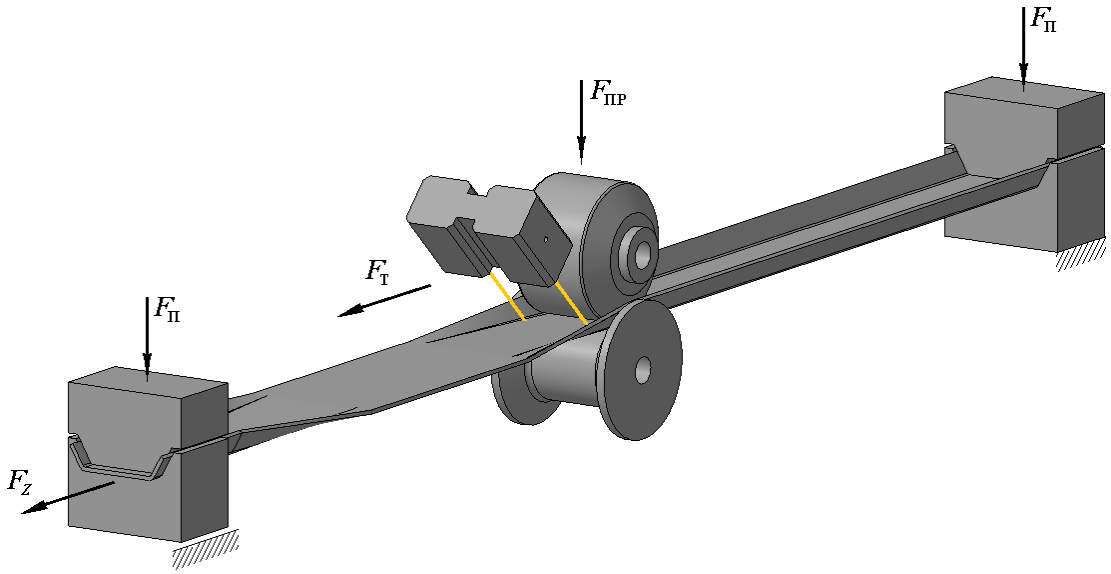


Рисунок 1 – Технологічний процес виготовлення профілю з локальним нагрівом ділянок заготовки лазерним випромінюванням

Початок контакту роликів із заготовкою відбувається біля нерухомого захвату в районі кінцевих згинальних деформацій, що виникають у результаті деформування кінцевої ділянки заготовки в захватах силою $F_П$ і наступного додавання сили розтягу F_Z. При прикладенні зусиль притиску $F_{ПР}$ до профілювальних роликів здійснюється деформування ділянки заготовки відповідно до форми робочих поверхонь роликів. У результаті переміщення роликів під дією зусилля $F_Т$ здійснюється послідовне формування профілю.

Створення навантаження розтягу забезпечує оптимальні умови формоутворення профілю, при його дії полки профілю здобувають прямолінійну форму. Поздовжні пластичні деформації від поперечного вигину заготовки компенсуються в результаті відповідного пластичного розтягу. Це попереджає виникнення поздовжньої зігнутості, а також поздовжньої скрученості навіть при формуванні профілів з несиметричним поперечним перерізом.

Внаслідок нагріву ділянок заготовки і збільшення їх пластичності необхідний згинальних момент зменшуються, також зменшується пружинення. Температуру розігріву вибирають в залежності від механічних властивостей матеріалу штабової заготовки.

При виготовленні суднових гнутих профілів з малопластичних матеріалів, запропонована технологія може бути об’єднана з технологічними схемами наведеними в [8, с. 115–122],

що дасть можливість одержувати профілі: підвищеної жорсткості, с плоскими кінцевими ділянками, с періодично повторюваними гофрами, с поздовжніми криволінійними гофрами, зі складною кривизною, рифлені та перфоровані профілі.

Висновок. Запропонована технологія виготовлення високоточних гнутих профілів з малопластичних матеріалів для суден. Згідно розробленої технології можлива розробка поточної лінії для виготовлення деталей модульних конструкцій суден.

Література

[1] Новошицкий А. В. Технология изготовления тонкостенных профильных элементов судовых конструкций гибкой с продольным растяжением [Текст] : монография / А. В. Новошицкий. – Николаев : издательство Швец В. М., 2017. – 152 с.

[2] Декл. пат. 44451A Україна, МПК7 B 21 D 5/00, B 21 D 53/00. Спосіб виготовлення гнутих профілів [Текст] / С. М. Соловйов, А. В. Новошицький ; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № 2001031674 ; заявл. 12.03.01 ; опубл. 15.02.02, Бюл. № 2.

[3] Декл. пат. 43149A Україна, МПК7 B 21 D 5/00, B 21 D 11/20. Розтяжна машина [Текст] / С. М. Соловйов, А. В. Новошицький ; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № 2001031675 ; заявл. 12.03.01 ; опубл. 15.11.01, Бюл. № 10.

[4] Новошицкий А. В. Установка для изготовления судовых тонкостенных гнутых профилей [Текст] / А. В. Новошицкий // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції, 11–13 жовтня : тези доп. – Миколаїв : НУК, 2017. – С. 192–193.

[5] Патент на корисну модель. 156422 Україна, МПК B 21 D 5/00, B 21 D 11/20, B 21 D 53/00. Спосіб виготовлення гнутих профілів [Текст] / А. В. Новошицький, С. Ж Боду; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № u202306301 ; заявл. 25.12.2023; опубл. 19.06.2024, Бюл. № 25/2024.

[6] Патент на корисну модель. Патент на корисну модель. 145415 Україна, МПК (2020.01) B 21 D 5/00, B 21 D 11/20 (2006.01), B 21 D 53/00. Спосіб виготовлення гнутих профілів [Текст] / О. С. Рашковський, А. В. Новошицький ; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № u202003981 ; заявл. 02.07.20 ; опубл. 10.12.20, Бюл. № 23.

[7] Новошицький, А. В. Технологія виготовлення суднових тонкостінних профілів з малопластичних матеріалів / А. В. Новошицький, С. Ж. Боду // Матеріали XIV міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2023. – С. 91–93.

[8] Новошицкий А. В. Технология изготовления модульных конструкций малотоннажных судов [Текст] : монография / А. В. Новошицкий. – Николаев : издательство Швец В.М., 2021. – 164 с.

IMPROVEMENT OF THE MANUFACTURING TECHNOLOGY OF THIN-WALLED SHIP PROFILES FROM LOW-PLASTIC MATERIALS

Novoshytskyi Anton, Bodu Svetlana

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The technology of manufacturing ship thin-walled bent profiles from low-plastic materials by bending with longitudinal stretching with local heating by laser radiation of the parts of the workpiece in front of the profiling rollers is presented.

Keywords: ship thin-walled profiles, thin-walled profiles manufacturing technology, bending with longitudinal tension.

УДК 629.5.02

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУДНОВИХ ТОНКОСТІННИХ ПЕРФОРОВАНИХ ПРОФІЛІВ З МАЛОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Новошицький А. В.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування,

anton.novoshytskyy@nuos.edu.ua

Боду С. Ж.

старший викладач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування,

svitlana.bodu@nuos.edu.ua

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

Анотація. Представлена технологія виготовлення суднових тонкостінних гнутих перфорованих профілів з малопластичних матеріалів гнуттям с поздовжнім розтягом і лазерною перфорацією заготовки перед профілювальними роликами.

Ключові слова: суднові тонкостінні профілі, перфоровані профілі, технологія виготовлення тонкостінних профілів, гнуття з поздовжнім розтягом.

Виробництво гнутих профілів дрібними серіями широкої номенклатури безпосередньо на суднобудівному підприємстві можливе на основі технології профілювання гнуттям з поздовжнім розтягом [1, 2], яка розроблена в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова. Технологія передбачає послідовну локальну формозміну заготовки профілювальними роликами при дії на неї поздовжнього навантаження розтягу.

Технологія здійснюється за допомогою спеціальної розтяжної машини. Машина має нерухому і тягнучу згинальні головки зі штампами для деформування і закріплення кінців заготовки і її розтягнення, рухому каретку з роликами для деформування [3, 4].

Метою даної роботи є розширення технологічних можливостей технології виготовлення тонкостінних гнутих профілів гнуттям з поздовжнім розтягом для одержання перфорованих профілів з малопластичних матеріалів.

Для здійснення можливості виготовлення гнутих перфорованих профілів із малопластичних матеріалів запропоновано виконання лазерної перфорації безпосередньо перед профілювальними роликами [5], на відміну від існуючого способу [6, 7], при якому перфорування здійснюється відповідними виступами та заглибинами виконаними на профілювальних роликах.

Технологічний процес виготовлення профілю [5] зі штабової або листової заготовки передбачає проведення наступних операцій: розміщення заготовки між захватами; деформування і затискання кінцевих ділянок; розтяг заготовки; подача каретки, оснащеної профілювальними роликами та джерелом лазерного випромінювання, до нерухомого захвату; змикання профілювальних роликів і заготовки; переміщення каретки до рухомого захвату с послідовно-циклічним лазерним перфоруванням заготовки; розвантаження; розмикання профілювальних роликів і захватів; виймання готового профілю, рис. 1.

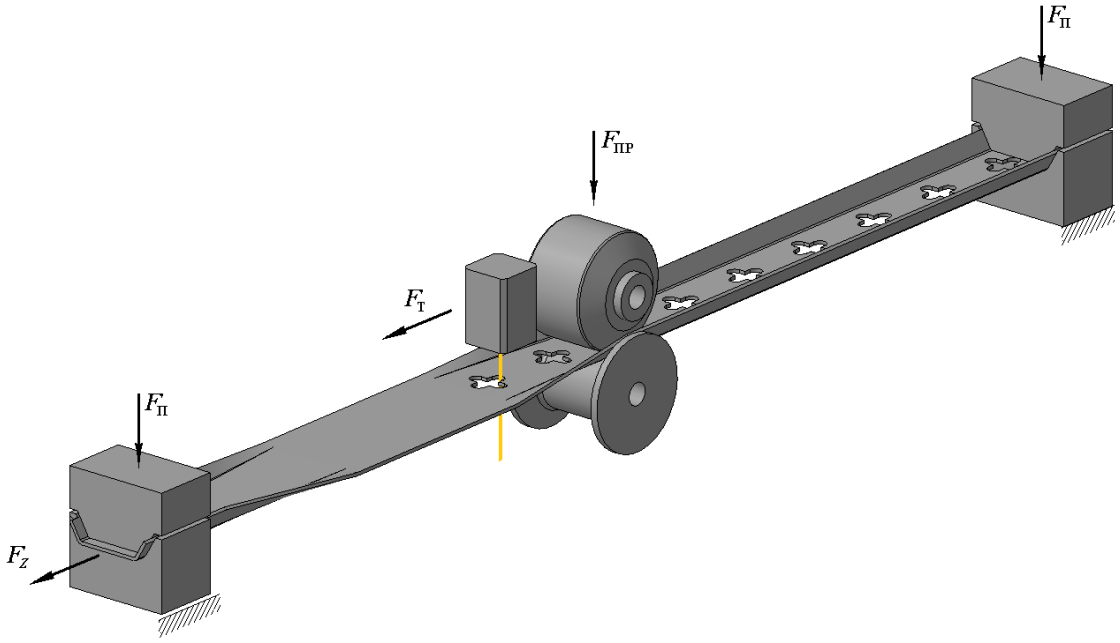


Рисунок 1 – Технологічний процес виготовлення перфорованого профілю

Початок контакту роликів із заготовкою відбувається біля нерухомого захвату в районі кінцевих згинальних деформацій, що виникають у результаті деформування кінцевої ділянки заготовки в захватах силою $F_П$ і наступного додавання сили розтягу F_Z. При прикладенні зусиль притиску $F_{ПР}$ до профілювальних роликів здійснюється деформування ділянки заготовки відповідно до форми робочих поверхонь роликів. У результаті переміщення каретки під дією зусилля $F_Т$ здійснюється перфорування лазером та послідовне формування профілю.

Створення навантаження розтягу забезпечує оптимальні умови формоутворення профілю, при його дії полки профілю здобувають прямолінійну форму. Поздовжні пластичні деформації від поперечного вигину заготовки компенсуються в результаті відповідного

пластичного розтягу. Це попереджає виникнення поздовжньої зігнутості, а також поздовжньої скрученості навіть при формуванні профілів з несиметричним поперечним перерізом.

При виготовленні суднових гнутих профілів з малопластичних матеріалів, запропонована технологія може бути об'єднана з технологічними схемами наведеними в [8, с. 115–122], що дасть можливість одержувати перфоровані профілі: підвищеної жорсткості, с плоскими кінцевими ділянками, с періодично повторюваними гофрами, с поздовжніми криволінійними гофрами, зі складною кривизною, рифлені профілі.

Висновок. Запропонована технологія виготовлення високоточних гнутих перфорованих профілів з малопластичних матеріалів для суден. Згідно розробленої технології можлива розробка устаткування, що стане частиною поточної лінії для виготовлення деталей модульних конструкцій суден.

Література

[1] Новошицкий А. В. Технология изготовления тонкостенных профильных элементов судовых конструкций гибкой с продольным растяжением [Текст] : монография / А. В. Новошицкий. – Николаев : издательство Швец В. М., 2017. – 152 с.

[2] Декл. пат. 44451А Україна, МПК7 В 21 D 5/00, В 21 D 53/00. Спосіб виготовлення гнутих профілів [Текст] / С. М. Соловйов, А. В. Новошицький ; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № 2001031674 ; заявл. 12.03.01 ; опубл. 15.02.02, Бюл. № 2.

[3] Декл. пат. 43149А Україна, МПК7 В 21 D 5/00, В 21 D 11/20. Розтяжна машина [Текст] / С. М. Соловйов, А. В. Новошицький ; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № 2001031675 ; заявл. 12.03.01 ; опубл. 15.11.01, Бюл. № 10.

[4] Новошицкий А. В. Установка для изготовления судовых тонкостенных гнутых профилей [Текст] / А. В. Новошицкий // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції, 11–13 жовтня : тези доп. – Миколаїв : НУК, 2017. – С. 192–193.

[5] Патент на корисну модель. 156418 Україна, МПК В 21 D 5/00, В 21 D 11/20, В 21 D 53/00. Спосіб виготовлення гнутих перфорованих профілів [Текст] / А. В. Новошицький, С. Ж Боду; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № u202306198 ; заявл. 19.12.2023; опубл. 19.06.2024, Бюл. № 25/2024.

[6] Патент на корисну модель. 82746 Україна, МПК (2013.01) В 21 D 5/00, В 21 D 11/20 (2006.01), В 21 D 53/00. Спосіб виготовлення гнутих перфорованих профілів [Текст] / О. С. Рашковський, А. В. Новошицький ; Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № u201300570 ; заявл. 17.01.13 ; опубл. 12.08.13, Бюл. № 15.

[7] Новошицкий А. В. Технология изготовления тонкостенных гнутых перфорированных профилей гибкой с продольным растяжением [Текст] / А. В. Новошицкий // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої 95-річчю Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, 24–27 вересня : тези доп. – Миколаїв : НУК, 2015. – С. 157–159.

[8] Новошицкий А. В. Технология изготовления модульных конструкций малотоннажных судов [Текст] : монография / А. В. Новошицкий. – Николаев : издательство Швец В.М., 2021. – 164 с.

MANUFACTURING TECHNOLOGY OF SHIPBOARD THIN-WALLED PERFORATED PROFILES FROM LOW-PLASTIC MATERIALS

Novoshytskyi Anton, Bodu Svetlana

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The technology for manufacturing shipboard thin-walled bent perforated profiles from low-plastic materials by bending with longitudinal stretching and laser perforation of the workpiece in front of the profiling rollers is presented.

Keywords: ship thin-walled profiles, perforated profiles, thin-walled profiles manufacturing technology, bending with longitudinal tension.

УДК 621.7

ПЕРСПЕКТИВНИЙ МЕТОД ЗВАРЮВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КРУПНИХ ЗАГОТОВОК КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ З ЧАСТИН

Ошовський В.Я.

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування
Первомайського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Україна
oshovskyvikt@ukr.net

Анотація. Заготовки крупних колінчастих валів для руху суден та електрогенераторів виготовляються на унікальному потужньому кувальному обладнанні, а технології мають значні складнощі і недоліки, що не доволяє їх автоматизоване виготовлення на двигунобудівних підприємствах.

Пропонується кування замінити автоматизованим зварюванням заготовок з простих елементів, наприклад щок і шийок, за методом стикового електроконтактного зварювання керуваною дугою, яка обертається магнітним полем соленоїдів та неодимовиих магнітів.

Впровадження запропонованого методу надасть можливість виготовляти колінчасті вали автоматизовано на двигунобудівних пілприємствах.

Ключові слова: заготовка, колінчастий вал, недоліки кування, стикове зварювання, керування обертовою дугою в магнітному полі, неодимові магніти.

Для розвитку суднобудівної галузі необхідні потужні поршневі двигуни для руху суден та електрогенераторів. Крупні колінчасті вали таких двигунів є однією з самих вартісних та складних за конструкцією деталей. Виготовляють їх вільним куванням тільки на спеціалізованих підприємствах з унікальним потужнім кувальним обладнанням – на гідравлічних пресах великої потужності, з силою стиску близько 12 000 тон та відповідним

допоміжним обладнанням, що не дає можливості їх виробництва на двигунобудівних підприємствах.

Окрім того кування має цілий ряд недоліків, які важко усунути.

Так, для спрощення заготовки бойками округлюються тільки корінні (рамові) шийки, а кожна пара щок з шатунною (мотильовою) шийкою утворює прямокутну фігуру з великим напуском, який потім вирізують. що зменшує коефіцієнт використання матеріалу до 0,20…0,25. При цьому перерізаються волокна, що зменшує втомну міцність валу та його надійність.

В роботі [1] відмічається, що в процесі кування і термообробки великих колінчастих валів виникає вигин заготовки, усунення якого є дуже трудомісткою і вартісною операцією. В роботі [2] досліджувався недолік «перевертання плеча кривошипа» в процесі осадки, що визначено основним дефектом форми валу.

Також технологія кування колінчастих валів не автоматизується, має високу трудомісткість та потребує високої кваліфікації робітників.

В наш час є досліджені, розроблені, надійні і росповсюджені у світі автоматизовані комп’ютерними програмами, методи електростикового зварювання залізничниих рейок і труб [3, 4], за якими при подальших розробках можна надійно зварювати колінчасті вали з простих частин – щок і шийок або зі щок з половинами шийок, на двигунобудівних підприємствах.

Таким чином за визначеними недоліками існуючого кування колінчастих валів його заміна сучасними комп’ютерізованими методами зварювання з простих частин є актуальною проблемою, особливо для суднобудівної галузі.

Метою роботи є аналіз і удосконалення методів стикового електроконтактного зварювання для виготовлення заготовок крупних колінчастих валів з попередньо виготовлених простих частин – щок і шийок або щок з половинами шийок, на двигунобудівних підприємствах.

Аналіз досліджених автоматизованих методів електростикового зварювання показує, що найбільш придатним для виготовлення заготовки колінчастого валу з простих частин, при шийках великого перерізу, є зварювання керованою дугою, яка обертається магнітним полем.

За розробками інституту електрозварювання (ІЕЗ) ім Є.О. Патона при такому методі зварювальні заготовки встановлюються в пристосуваннях одна на нерухомій плиті зварювальної машини, а друга на рухомій, що дозволяє змінювати зазор між поверхнями зварювання. На деталях встановлюються соленоїди, які дозволяють змінювати індукцію зустрічного магнітного поля, яке утворює радіальні силові лінії в зазорі між зварюваними поверхнями. Експериментальні дослідження [3, 4] показують, що стиснуті радіальні силові лінії магнітного поля забезпечують обертальний рух стовпа дуги постійного струму, а таким чином і плям дуги, які повинні швидко нагрівати і оплавлювати поверхні до осадки. На швидкість і радіус руху дуги впливають величина струму, довжина дуги (зазор між поверхнями) та індуктивність магнітного поля соленоїдів, Параметри процесу зварювання керуються комп’ютерними програмами таким чином, щоб для рівномірного і швидкого нагріву плями дуги рухалися між зварюваними поверхнями циліндричних деталей з отворами від внутрішнього діаметру до зовнішнього по спіралі для охвату всієї поверхні. Цей спосіб зварювання при високій швидкості обертання дуги у вузькому зазорі дозволяє за рахунок гідродинамічних сил навіть обертати тонкий шар розплавленого металу перед осадкою, що забезпечує високу якість з’єднань.

Пропонується для підвищення ефективності дії плям дуги додатково посилити індуктивність магнітного поля неодимовими магнітами.

На рис. 1 приведена запропонована схема з'єднань основних елементів при зварюванні щок і шийок валу при зварюванні керованою дугою, що обертається в магнітному полі. Шатунна шийка *1* закріплюється на рухомій плиті зварювальної машини, а щока на нерухомій, що дозволяє керування зазором *7*. В технологічні отвори зварювальних частин валу встановлені стержні 6 з магнітом'якого матеріалу, які служать магнітопроводом від постійних неодимових магнітів *4* і соленоїдів *5* до зварювальних частин, до яких підключається також постійний струм. Дуга запалюється осцілятором, а процес зварювання керується комп'ютерною програмою при регулюванні параметрів – струму (напругою), довжини дуги (рухом плити), магнітної індукції (струмом в соленоїдах *5* та положенням магнітопроводів *6*). Таке зварювання може забезпечити виску якість зварних швів і точність виготовлення заготовки колінчастого валу без термообробки.

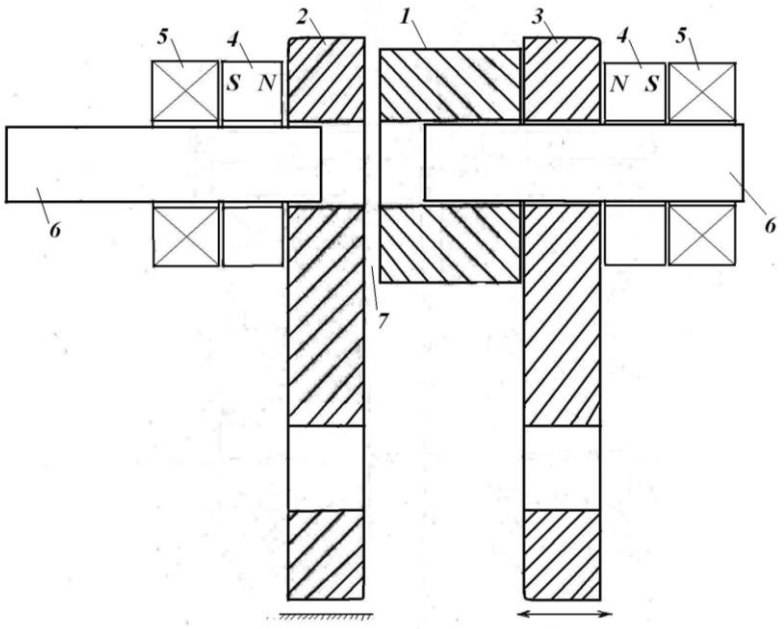


Рисунок 1 – Схема з'єднань основних елементів при зварюванні щок і шийок валу: 1 – шийка шатунна; 2 – щока нерухома; 3 – щока рухома; 4 – неодимові магніти у вигляді шайб; 5 – соленоїди; 6 – стрижні з магнітном'яких матеріалів; 7 – зазор між поверхнями зварювання

Таким чином заміна кування заготовок крупних колінчастих валів зварюванням з простих елементів, наприклад щок і шийок, за методом стикового електроконтактного зварювання керованою дугою, яка обертається магнітним полем соленоїдів та неодимових магнітів є перспективною для впровадження на двигунобудівних підприємствах.

Література

[1] Milenin A., Rec T., Walczyk W., Pietrzyk M. Model of curvature of crankshaft blank during the heat treatment after forging. *Procedia Engineering, AGH Krakow*. 2014. Vol. 81. P. 498–503.

[2] Miao, J. Z., Shiyan, G., Baofeng, L. Qun.Study on bending and upsetting forging 305 marine crankshafts. *Advanced Materials Research, Switzerland.* 2010. № 101. P. 337–343. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.97-101.337

[3] Kachinsky V.S., Kuchuk-Yatsenko S.I. Joint formation in magnetically-impelled arc butt welding of thick-walled pipes from high-strength steels. *The Paton Welding Journal*. 2017. № 8. P. 39–45.

[4] Кучук-Яценко С.І., Качинський В.С., Коваль М.П. Розробка технології та обладнання для пресового зварювання трубчастих деталей в умовах виробництва з метою економії ресурсу та підвищення надійності високонавантажених виробів. *Автоматичне зварювання.* 2020. № 10. С. 3–7.

THE WELDING METHOD IS PROMISING FOR THE MANUFACTURE OF LARGE CRANKSHAFT BLANKS FROM PARTS

Oshovskyi Viktor Yakiv

Pervomaisk Educational and Scientific Institute of Admiral Makarov national university of shipbuilding.

Abstract. Large crankshaft blanks for ship propulsion and power generators are manufactured on unique, powerful forging equipment, and the technology has significant complexities and drawbacks that prevent their automated production at engine-building enterprises.

It is proposed that forging be replaced by automated welding of workpieces made of simple elements, such as cheeks and necks, using the method of butt electrode welding with a controlled arc rotated by the magnetic field of solenoids and neodymium magnets.

The implementation of the proposed method will make it possible to manufacture crankshafts in an automated manner at engine-building enterprises. **Keywords:** workpiece, crankshaft, forging imperfections, butt welding, control of a rotating arc in a magnetic field, neodymium magnets.

УДК 621.311.23

НОВАЦІЇ УДОСКАНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА В ДВЗ СУДНА ТА ЗАХОДИ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ

Хачатуров Е.Б.

док. юр. наук, канд. техн. наук., ст. наук. співр.,
керівник ННЦ «Технопарк НУК ім. адм. Макарова», м. Миколаїв Україна.

Черкес С.В.

технічний директор
ВАТ «Росомаха», м. Миколаїв, Україна

Анотація. На теперішній час для двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), як додатковий вид палива, знаходить застосування суміш газів: водню і кисню. Розробка і впровадження новацій в технологію використання палива в ДВЗ для підвищення його потужності, економії

палива, підвищення ККД і покращення екології, має певну специфіку вимог існуючих норм регламентації, відносно техніці безпеки до правил експлуатації двигуна та отримання дозволу на використання. За сукупністю, елементи розробки науково-технічних інновації, які застосовуються суб'єктами досліджень, мають особливу групу фахової належності.

Ключові слова: двигуни внутрішнього згорання, паливо (бензин, соляра), електролізер, суміші газу, електроліз води, правова регламентація впровадження результатів науково-технічних розробок.

Вступна частина. Розвиток морегосподарського комплексу залежить від обсягів виробництва суднобудівної галузі, яка є головним постачальником водного транспорту. Як відомо, за останні десять років позиції судноплавних компаній України були зниженні не тільки на міжнародному, а й на внутрішньому ринку.

Морський флот, що існує в Україні значно застарів, більшість суден вже не відповідають вимогам міжнародних конвенцій. Наявні судна морського торговельного флоту потребують переоснащення, насамперед – покращення експлуатаційних характеристик ДВЗ, тобто виникає необхідність у масовій модернізації морських суден, що називається реновацією, яка утворить окремий ринок робіт у суднобудівної галузі.

Вітчизняні верфі в більшості простоюють або працюють на зарубіжного замовника. Складнощі з фінансуванням будівництва суден, зменшення замовлень, падіння виробництва продукції, зумовили істотне зменшення завантаження потужностей і кількості працівників на суднобудівних підприємствах.

Мета роботи. У теперішній час швидкий розвиток світової торгівлі водним шляхом зумовлює зростання обсягу морських транспортних перевезень суднами. За такого зростатимуть паливо-мастильні витрати та наслідки їх використання. Метою проведення науково-технічних досліджень роботи ДВЗ, є удосконалення методології використання результатів інноваційних розробок, збільшення потужності, економії палива, підвищення ККД і покращення екології.

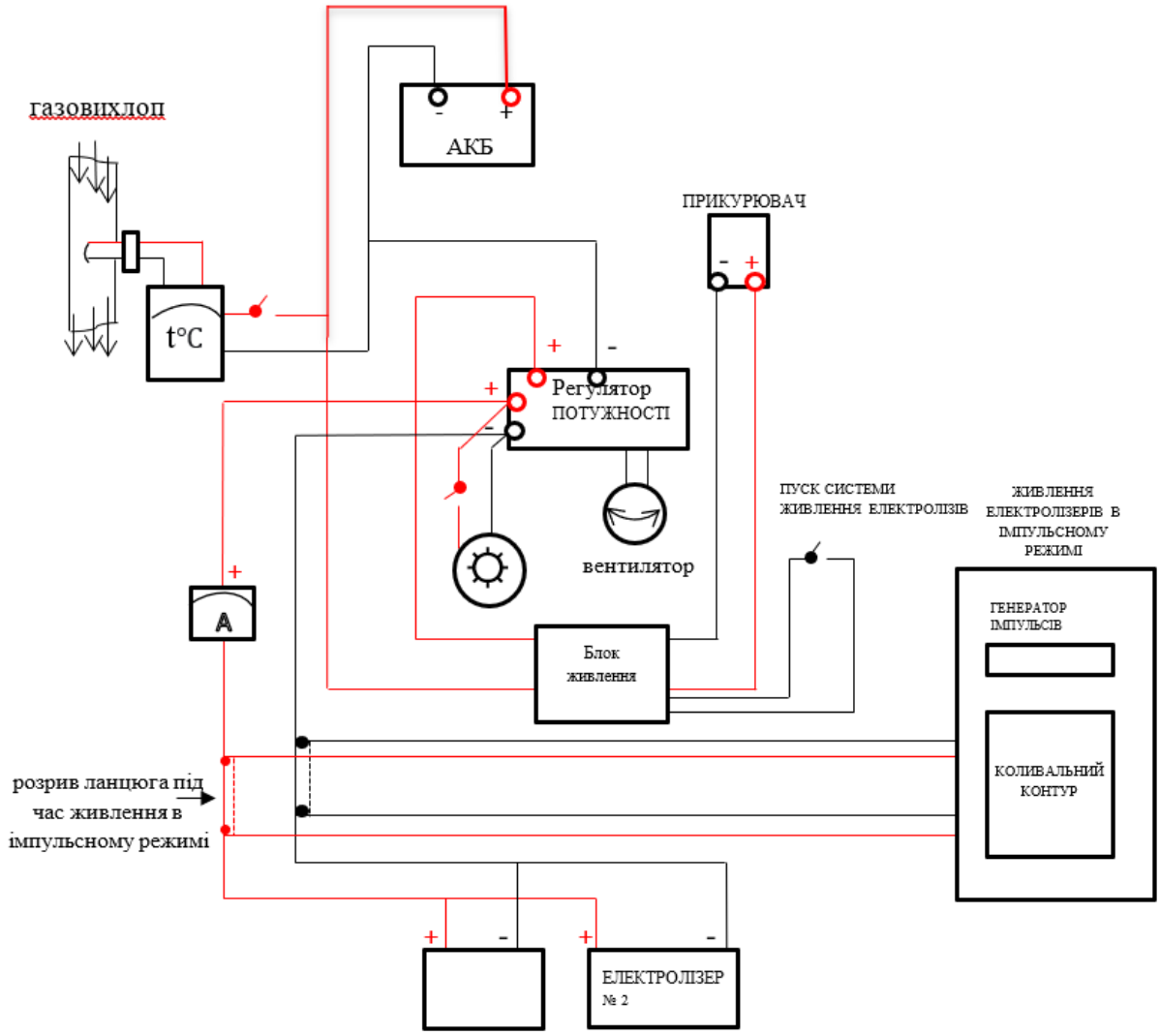
На теперішній час для ДВЗ, як додатковий вид палива знаходить застосування суміш газів: водню і кисню (газ Брауна). Задля цього, водень виробляється в процесі електролізу води та відновлюваних джерел енергії, замінюючи природний газ, як сировину та знижуючи викиди CO2, тобто це відбувається процес використання електрики для розщеплення молекул води (H2O) на водень (H2) та кисень (O2). Водень з нульовим вмістом вуглецю можна виробляти, якщо електролізер працює від вітрових, сонячних або ядерних джерел електроенергії

У данному випадку цей газ одержують шляхом електролізу води. При пропусканні постійного струму через воду біля електродів (анода та катода) виділяються водень та кисень. Суміш цих газів з електролізера подається через впускний колектор камери згоряння ДВС. При цьому, основне паливо (бензин, соляра) згоряють повністю завдяки кисню, що надходить. Це підвищує ККД роботи двигуна та його потужність. При згорянні водню та кисню виділяється додаткова енергія і при цьому очищаються камери згоряння від нагару, що утворився під час попередньої експлуатації двигуна. Це перевірено та підтверджено ендоскопом. Самі ж вихлопні гази стають екологічно чистими. Наведене підтверджено в процесі експлуатації автомобіля 2003 року випуску протягом двох місяців. До цього автомобіль пройшов 260 000 км., двигун не ремонтувався. Після встановлення електролізера

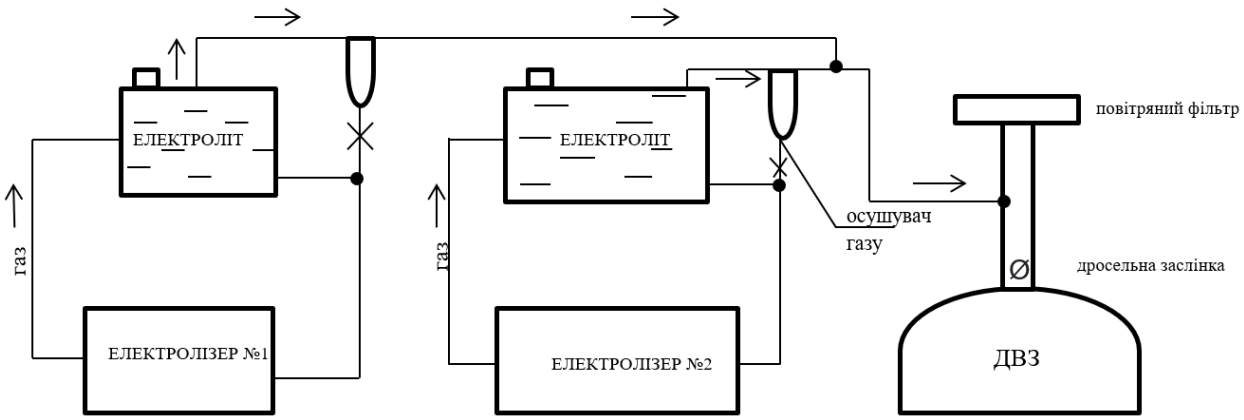
помітно покращала робота двигуна, його потужність збільшилася приблизно на 10 %. Економія палива досягає 10…15 %, залежно від умов та характеру їзди.

Загальні схеми роботи електролізерів додаються.

1. Електрична схема з'єднань електролізної установки



2. Механічна схема з'єднання електролізерів



Для поліпшення провідності струму в електролізер застосовують електроліт: розчин їдкого калію (КОН). Для збільшення кількості виробленої суміші газу (Н2 + О2) збільшують робочу площу електродів, концентрацію електроліту до певної межі. При цьому збільшується сила струму, яка обмежена потужністю електрогенератора автомобіля.

З метою збільшення вироблення суміші газів в електролізері, при невеликому споживанні електроенергії, необхідно досліджувати цей процес із застосуванням генератора імпульсів та регулюванням їх частоти для визначення критерію (досягнення) резонансу коливань молекул води, можливе перемиканням полярності імпульсів.

Висновки:

Таким чином, технічними випробуваннями з'ясовано, що газоподібний водень, котрий виділяється таким чином, можна використовувати як водневе паливо, але його слід зберігати окремо від кисню, оскільки їх суміш (гримучий газ) надзвичайно вибухонебезпечна.

Крім того встановлено, використання суміші газів водню і кисню, в якості додатку до палива, суттєво підвищує потужність та ККД, зменшує витрати палива і покращує екологію роботи ДВЗ.

Задля удосконалення технології використання суміші наведених газів пропонується провести додаткови науково-технічні експерименти із застосуванням ультразвуку, а також випробувати різні види електролітів та їхню концентрацію.

Література

[1] https://focus.ua/digital/658376-v-evrope-zapuschchen-elektrolizer-energii.

[2] https://youtu.be/88oVzlxUlb8si=irWrzhwgNFVoldDW. HHO Генератор водню для авто.

[3] Моно-Бі-полярниї електролізер. https://youtu.be/ikVpMT5xniw?si=OJU4PPTiydluk V2N.

INNOVATIONS IN IMPROVING THE TECHNOLOGY OF FUEL USE IN THE SHIP'S ICE AND MEASURES FOR THEIR IMPLEMENTATION

Khachaturov E.B.

dock. legal of Science, candidate technical Science, Art. of science co., head of the NSC "Technopark NUK named after Adm. Makarova", Mykolaiv, Ukraine.

Cherkes S.V.

technical director of JSC "Rosomakha", Mykolaiv, Ukraine.

Abstract. Currently, a mixture of gases: hydrogen and oxygen is used as an additional type of fuel for the internal combustion engine (ICE). The development and implementation of innovations in the technology of fuel use in internal combustion engines to increase its power, save fuel, increase efficiency and improve ecology, has a certain specificity of the requirements of existing regulatory norms, regarding safety technology to the rules of engine operation and obtaining a permit for use. As a whole, the elements of the development of scientific and technical innovation, which are used by the subjects of research, have a special group of professional affiliation.

Key words: internal combustion engines, fuel (gasoline, diesel), electrolyzer, gas mixtures, water electrolysis, legal regulation of the implementation of the results of scientific and technical developments.

УДК 621.314.26

ІМПУЛЬСНІ ТА ВІБРАЦІЙНІ ВПЛИВИ ПРИ ЕЛЕКТРОДУГОВОМУ МЕХАНІЗОВАНОМУ ЗВАРЮВАННІ ТА НАПЛАВЛЕННІ

Лебедєв В. О.
професор, Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, valpaton@ukr.net.
Лой С. А.
доцент Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, старший викладач, welding.kherson@nuos.edu.ua
Спіхтаренко В. В.
доцент кафедри зварювання Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудуванняімені адмірала Макарова, vladimir.kherson11@gmail.com

Анотація. Наведено дослідження та аналіз впливів на електродуговий процес з метою покращення результатів зварювання та наплавлення. До універсальних впливів слід віднести результати дії джерел зварювального струму та системи подачі електродного дроту з імпульсними алгоритмами функціонування.

Ключові слова: зварювання, дугове наплавлення, електродний дріт, модуляція режимів, структура металу, модульований струм, аналіз.

Електродугове механізоване зварювання та наплавлення є одними з основних процесів з’єднання металів, зміцнення та відновлення (модифікації) вузлів та деталей. Масовий характер використання напівавтоматів та автоматів для зварювання та наплавлення ставить проблему покращення результатів застосування цих видів обладнання.

В зварювальному обладнанні та обладнанні для наплавлення набувають певного місця процеси з використанням імпульсних та вібраційних впливів, які тим чи інщим чином діють на перебіг дугового процесу та результати роботи певного обладнання [1].

Одним з ефективних напрямків впливу на електродуговий процес з метою покращення результатів зварювання та наплавлення є організація застосування періодичних режимів роботи систем обладнання або введення в його склад додаткових систем, які забезпечують імпульсний або вібраційний характер їх дії. Можуть бути задіяні одночасно декільки впливів різного характеру.

Систематизувати імпульсні та вібраційні впливи в обладнанні для електродугового зварювання та наплавлення щодо засобів реалізації можно наступним чином:

1. застосування систем обладнання з певними алгоритмами функціонування і технічними рішеннями

а) система живлення дуги;

б) система подачі електродного дроту;

в) система подачі захисного газу.

2. застосування додаткових спеціальних пристроїв з своїми системами локального управління та регулювання

а) використання поперечних коливань електродного дроту;

б) цілеспрямовані поперечні коливання виробу який наплавляється або зварюється;

в) використання вібрацій в певних напрямках виробу який наплавляється або зварюється;

г) використання вібрацій зварювальної головки;

д) накладання ультразвукових вібрацій на електродний дріт чи зварювальну ванну.

3. Одночасне застосування декількох типів коливань та вібрацій на електродний дріт та виріб.

Всі типи зазначених коливань та вібрацій по різному впливають на едектродугові процеси, але, як правило, один з типів впливає на ряд можливостей зварювання та наплавлення в більшому ступеню. Таким чином можна зауважити, що є коливання та вібрації більш універсальні, а є менш універсальні по ступеню впливу на результати зварювання та наплавлення.

До універсальних впливів слід віднести результати дії джерел зварювального струму та системи подачі електродного дроту з імпульсними алгоритмами функціонування. Здатність такого обладнання керувати перенесенням електродного металу обумовлює ряд ефектів: стабілізація процесу, зниження втрат електродного металу, вплив на геометричні характеристики наплавлного металу, покращення структури метала шва з поліпшенням експлуатаційних характеристик швів та наплавленого шару, зниження шкідливлго впливу зварювальних аерозолів, суттєво спрощується зварювання та наплавлення в положеннях відмінних від нижнього, тощо.

Ці способи вливу на дуговий процас мають ще одну ознаку універсадьності – не потребують додаткового устаткування, а також можуть бути застосовані практично для любого електродугового процесу з використанням електродного дроту, який плавиться, та любого обладнання включаючи напіавтомати, автомати, роботизовані комплекси, тощо,

Частково це можна віднести і до обладнання з імпульсною подачею захистного газу, при чому можна зазначити обмежені можливості застосування такого впливу.

Такий спосіб впливу на процес наплавлення як керовані поперечні коливання виробу меньш універсальні, але при їх використаані виражені ефекти керування площею та глибиною наплавлення з суттєвим поліпшенням міцності та трибологічних характристик наплавленого щару, і це дуже важливо для поверхонь які модифікуються. Практично теж саме стосується використання систем з поперечними високочастотними коливаннями електродного дроту.

Ще меньшою унвіверсальністю відрізняються вібраційні процеси які застосовуються у двох основних випадках: для обробки деталі після зварювання чи наплавлення з метою послаблення дії.

Дуже ефективними є системи для зварювання з одночасним використанням декідькох імпульсних та вібраційних впливів [2, 3]. Такий процес спрощує формування параметрів імпульсів від окремих джерел генерації і посилює їх загальну дію.

На рис. 1. для прикладу представлений в структурному вигляді напівавтомат з двома генераторами імпульсів: інверторне джерело зварювального струму та система імпульсної подачі електродного дроту. Алгоритм їх роботи враховує інерційні властивості обох джерел імпульсів [4] для забезпечення сінхронного впливу на електродуговий процес.

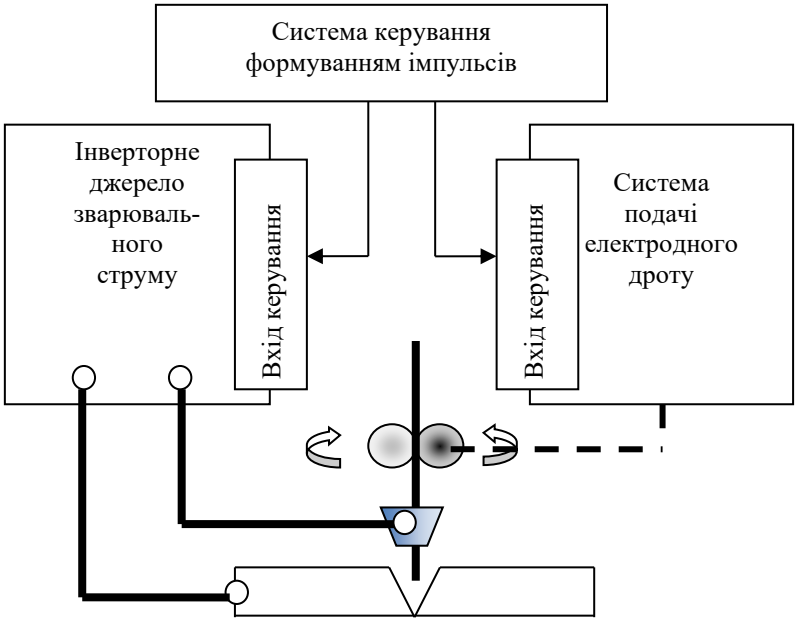


Рисунок 1 – Спрошена структурна схема напіавтомата з двома типами імпульсних впливів.

Фрагмент наплавлення представлений під цифрою 3 (рис. 2) без точного врахування одночасної дії обох генераторів імпульсів.

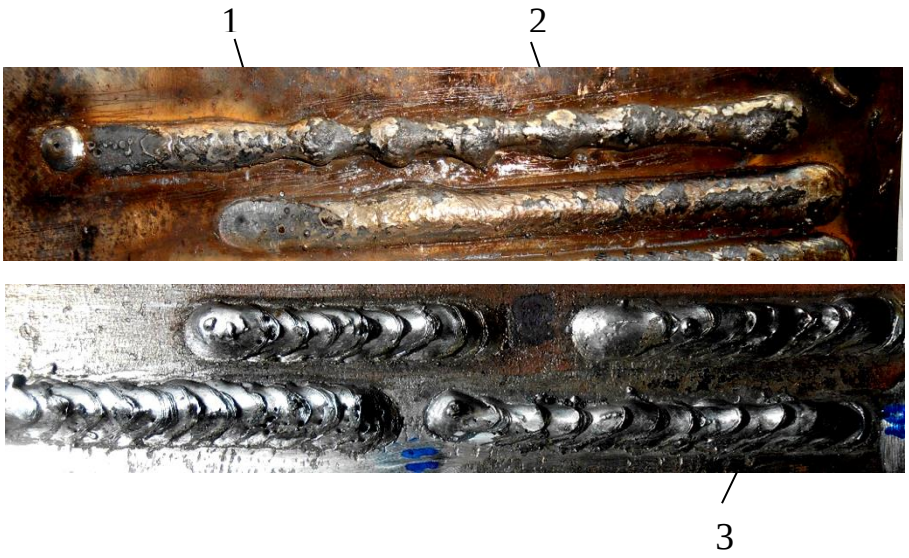


Рисунок 2 – Валикі які наплавлені на вертикальну площину 1 – звичайним способом, 2 – з імпульсною подачею електродного дроту, з одночасною імпульсною подачею та імпульсами від джерела зварювального струму

Висновки

1. Можна зазначити, що практично всі впливи використовуються в зварювальному виробництві та виробництвах по зміцненню та відновлюванню із застосуванням наплавлення.

2. Запропонований спосіб наплавлення з одночасним використанням двох режимів, які переключаються з певним алгоритмом, може забезпечити використання процесу в більш широких діапазонах

Література

1. В.А. Лебедев, С.Ю. Максимов. Современное механизированное оборудование для сварки и наплавки и его технико-технологические возможности // Киев «ОСНОВА», 2012, 392 с.

2. В.О. Лебедєв. Використання комбінації впливів та суміщення процесів при вдосконаленні тезніки та технології дугового зварювання та наплавлення (огляд та пропозиції) // Вісті Акажемії інженерних наук України. – 2008. № 5. – С. 3–11.

3. В.О. Лебедєв, В.О. Тищенко, С.А. Лой, В.В. Спіхтаренко. Особливості багатошарового наплавлення з використанням модуляції параметрів дугового процесу // Shipbuilding & marine infrastructure, № 1, 2022. м. Миколаїв. – С. 15–23.

4. В. О. Лебедєв, Д. М. Кражановський, С. А. Лой, В.В. Спіхтаренко. Формування наплавленого валика при напівавтоматичному підводному зварюванню мокрим способом у вертикальному положенні із застосуванням імпульсної подачі електродного дроту // Збірник наукових праць. Миколаїв, № 2 (2022), С. 26–34.

IMPULSE AND VIBRATION EFFECTS IN THE ELECTRIC ARC MECHANISMED WELDING AND DEPOSIT

V.A. Lebedev, V.V. Spikhtarenko, S. A. Loi

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National Univers

Annotation. The study and analysis of the effect on the electric arc process with the aim of improving the results of welding and surfacing are given. Universal influences include the results of the welding current sources and the electrode wire supply system with pulsed functioning algorithms.

Key words: welding, arc surfacing, electrode wire, mode modulation, metal structure, modulated current, analysis.

УДК 621.791.03

ЕЛЕКТРОПРИВІД МЕХАНІЗМУ ПОДАЧІ ЕЛЕКТРОДНОГО ДРОТУ

Лебедєв В. О.

професор, Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, valpaton@ukr.net.

Лой С. А.

доцент Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, старший викладач, welding.kherson@nuos.edu.ua

Спіхтаренко В. В.

доцент кафедри зварювання Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, vladimir.kherson11@gmail.com

Анотація. Наведено дослідження випробування в системах подачі безколекторних високомоментних електродвигунів. Визначені можливості використання для електродугового

зварювання безредукторного механізму подачі електродного дроту з установкою ролика безпосередньо на валу електродвигуна.

Ключові слова: зварювання, колекторні електродвигуни, електродний дріт, імпульсний механізм подачі, електродвигун вентильного типу, електромеханічний перетворювач, напівавтомат.

Основним виконавчим пристроєм, що реалізує переміщення електродного матеріалу, є механізм подачі дроту. Існує велика кількість конструкцій механізмів подачі електродного дроту [1] як загального призначення так і спеціального. При цьоиу застосовуються різні енергетичні впливи – електричні, пневматичні, гідравлічні, але найбільш широко і майже вовсюдно в зварювальному обладнанні використовуються мехвнізми подачі з електроприводом, а решта це окремі випадки.

Механізми подачі електродного дроту з електроприводом мають більшу унівепсальність та керованість і тому їх застосування може бути використане як для звичайної подачі електродного дроту так і для організації його імпульсного руху, який може забезпечити кероване перенесення крапедь електродного металу в зварювальну ванну [2], що, в свою, чергу впливає на характеристики швів та валиків які наплавляються. Слід зазначити, шо звичвйні колекторні едектродвигуни зазвичай використовуютьсв в системах подачі з перетворювачами руху – редукторами які забезпечуть необхідні параметри швидкості подачі електродного дроту та достатній момент. Такі електродвигуни можуть бути застосовані для організації імпульсного руху електродного дроту однобічними захватами, але для подачі електродного дроту парами роликів один з яких подає а другий притискає такі електродвигуни не застосовуються насамперед через значну інерційність системи двигун – редуктор – ролики.

Сформовані основні вимоги для елетродвигунів, які можуть бути використані для здійснення імпульсної подачі електродного дроту заичайними парами роликів:

1. регулювання частоти імпульсного механізму подачі електродного дроту в діапазоні менше 1…60 Гц;

2. регулювання шпаруватості імпульсного механізму подачі електродного дроту у діапазоні не менше 1,25…5,0 од.;

3. генерація сили інерції у діапазоні 50…400 Н;

4. регулювання кроку імпульсного механізму подачі електродного дроту у діапазоні щонайменше 0,8…7,2 мм.

Двигуни зазначених типів найбільше підходять для механізмів подачі з імпульсними алгоритмами роботи, але їх серійні моделі по конструктивним особливостям та габаритам не можуть бути вбудовані в сучасне зварювальне обладнання.

Нами випробувані в системах подачі відомі типи безколекторних високомоментних електродвигунів: крокових та вентильних. Порівняльні експерименти виявили більш широкі можливості вентильних електродвигунів при застосуванні в обладнанні, яке може бути використано для електродугового зварювання. Ці можливості стосуються насамперед дінамічних характеристик електродвигуна вентильного типу і можуть бути розширені при цілеспрямованій розробці спеціальної конструкції комплектного електроприводу безредукторного механізму подачі едектродного дроту з установкою ролика, який подає, безпосередньо на валу електродвигуна. За основу був взятий електричний привід з вентильним

реактивним електродвигуном що є на сьогодні одним з найперспективніших приводів з низкою переваг: проста конструкція, висока ремонтопридатність, відсутність механічного комутатора, мала кількість витрат міді, найкращі масогабаритні характеристики; низька трудомісткість виготовлення; висока надійність; високий к.к.д. у широкому діапазоні частот обертання; імпульсний характер живлення, що забезпечує зручну стиковку із сучасною цифровою електронікою; електронне управління електричними та механічними характеристиками; низька вартість електромеханічного перетворювача [3].

Розроблений вентильний реактивний електродвигун поєднує в собі електромеханічний перетворювач із зубчастим пасивним ротором, явнополюсним статором та зосередженими котушками його обмотки, яка через електронну схему керування, в загальному випадку складається з транзисторного інвертора, регуляторів швидкості та струму, схеми пристроїв розподілення імпульсів по фазах та інших пристроїв, що підключаються до джерела постійного струму.

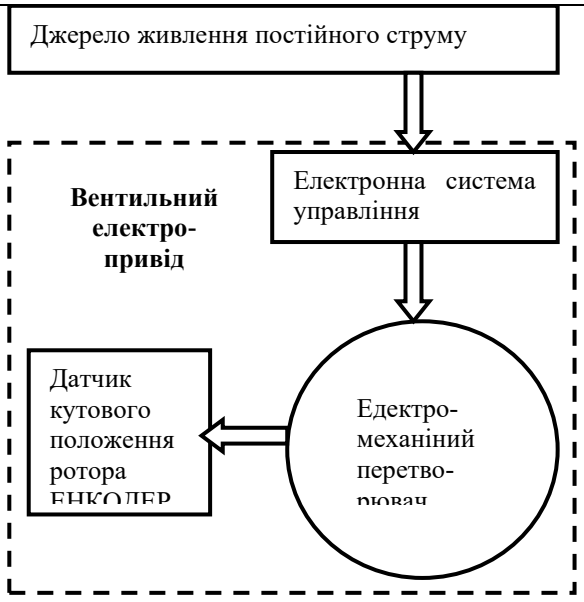


Рисунок 1 – Суктурна схема вентільного едектроприводу

Таблиця 1. Технічні дані вентильного реактивного електродвигуна

Параметр	**Зна-чення**
Число полюсів статора,	8
Число полюсів ротора,	6
Число фаз, m	4
Діаметр статора (мм),	50
Повітряний зазор	0,13
Число вітков катушки фази,	40 (30)
Довжина пакета статора (мм)	30
Момент інерції ротора (кг·см^2),	0,0662
Номінальна напруга живлення (В),	24

В укрупненому вигляді схема вентильного реактивного електроприводу представлена на рис. 1. Деякі дані спеціальної розробки вентильного електродвигуна з покращеними технічними характеристиками зазначені в табл. 1.

Розроблений електродвигун був встановлений в ряді конструкцій напіавтоматів та автоматів із застосуванням як суцільного та і порошкового самозахисного електродних дротів діаметрами 0,8…1,2 мм для суцільного дроту та 2,3 мм для порошкового дроту Один із варіантів напівавтомата для зварювання в середовищі захистного газу з безредукторним механізмом подачі на основі вентильного електродвигуна з регулятором електроприводу та блоком живлення та керування циклом роботи представлений на рис. 2. Такий напівавтомат може працювати в декількох режимах подачи електродного дроту:

1 – плавна подача; 2 – импульсна подача; 3 – импульсна подача з реверсом електродного дроту.

Рисунок 2 – Сруктурна схема вентільного едектроприводу

При випробуваннях було досягнуто діапазону імпульсної подачі до 60 Гц, регулювання шпаруватості – 5…6 од.

Повна циклограма щвидкості руху яка відповідає програмованим режимам роботи електропривода представлена на рис. 3.

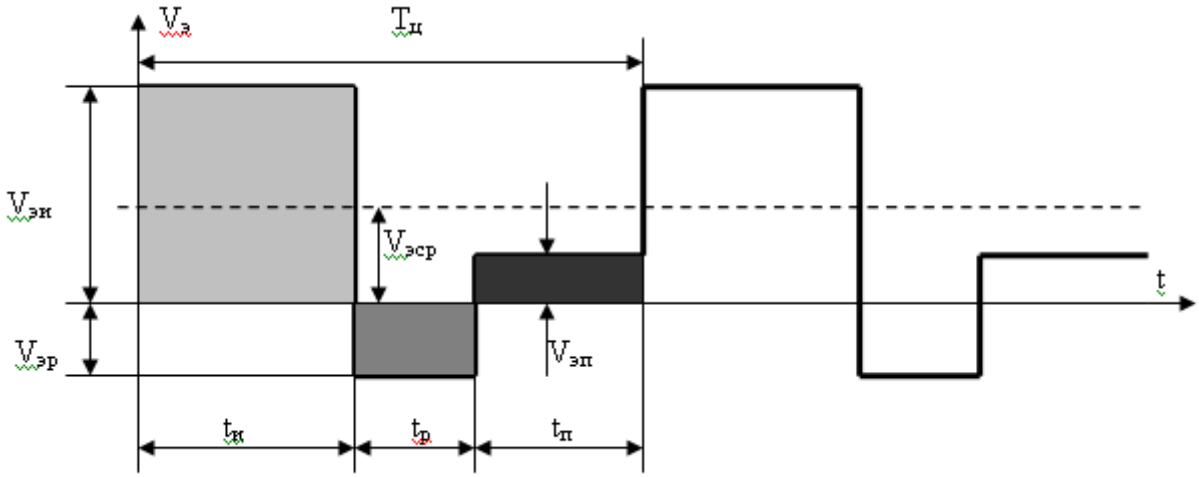


Рис. 3. Формалізовані епюри швидкостей подачі електродного дроту $V_э$: $V_{эи}$, V_{en}, V_{ep} – швидкості в імпульсі, паузі та реверсі відповідно; t_i, t_p, t_n – часи імпульсу, паузи та реверсу відповідно; V_{ecp} – середня швидкість

Висновки

Застосування зварювального обладнання з використанням імпульсного руху електродного дроту забезпечує кероване перенесення крапель електродного матеріалу в зварювальну ванну [4]. Це в свою чергу при цілеспрямованому виборі параметрів імпульсної подачі може забезпечити підвищення якості наплавленого металу, можливості отримання якісного результату при зварюванні в положеннях відмінних від нижнього, зниження втрат електродного матеріалу тощо.

Література

1. В.О. Лебедєв, В.О. Тищенко, С.А. Лой, В.В. Спіхтаренко. Особливості багатошарового наплавлення з використанням модуляції параметрів дугового процесу // “Shipbuilding & marine infrastructure” № 1, 2022 р., м. Миколаїв.-С. 15–23.

2. Єрмолаєв Г.В., В.О. Лебедєв, С.А. Лой, В.В. Спіхтаренко. Використання модуляції дугового процесу при наплавленні // XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» Миколаїв 2023, С. 111–114.

3. В.А. Лебедев, С.Ю. Максимов Современное механизированное оборудование для сварки и наплавки и его технико-технологические возможности // Киев «ОСНОВА», 2012, 392 с.

4. Лендел И.В., Максимов С.Ю., Лебедев В.А., Козырко О.А. Влияние им-пульсной подачи электродной проволоки на формирование и износостойкость наплавленного валика, а также потери электродного металла при дуговой наплавке в CO_2 //Автоматическая сварка. 2015. № 5–6. С. 46–48.

ELECTRICAL DRIVE OF THE ELECTRODE WIRE FEEDING MECHANISM

V.A. Lebedev, S. A. Loi, V.V. Spikhtarenko.

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University.

Annotation. The study of testing in supply systems of collectorless high-torque electric motors is presented. The possibilities of using a gearless electrode wire feeding mechanism with the installation of a roller directly on the shaft of an electric motor for electric arc welding have been determined.

Key words: welding, collector electric motors, electrode wire, impulse feed mechanism, valve-type electric motor, electromechanical converter, semi-automatic.

УДК 681.787:534.1(075.8)

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ ТА ЧАСТОТ КРУТИЛЬНИХ КОЛИВАНЬ МОДЕЛІ ВАЛОПРОВОДУ

Ткач М.Р.
доктор технічних наук,
завідувач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування,
mykhaylo.tkach@gmail.com
Золотий Ю.Г.
Завідувач лабораторії кафедри інженерної механіки
та технології машинобудування,
goldspekl@ukr.net
Костріков О.А
Бакалавр, zefirkakakao@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

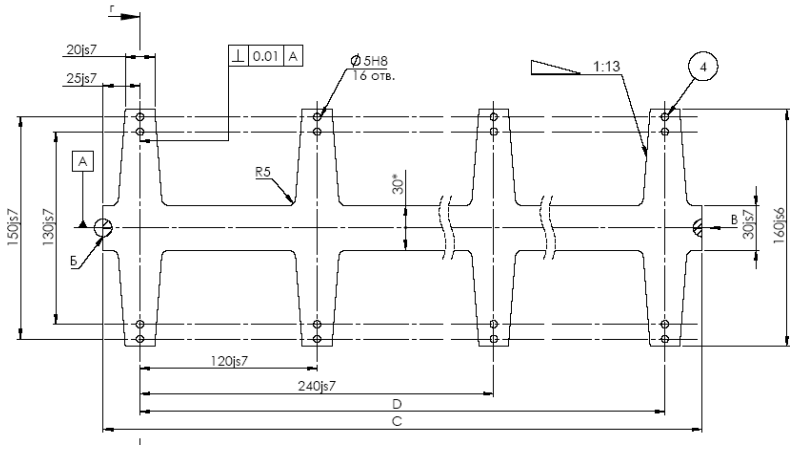
Анотація. Експериментально методом спекл-інтерферометрії та теоретично методом скінчених елементів визначено форми крутильних коливань моделі валопроводу з трьома інерційними елементами у діапазоні частот до 3,5 кГц. Виявлено форми та відповідні частоти крутильних коливань, що відповідають моделі із жорсткими інерційними елементами – 266 Гц та 452 Гц. Гнучким інерційним елементам відповідають частоти крутильних коливань 2806 Гц та 3216 Гц.

Ключові слова: крутильні коливання, метод скінчених елементів, спекл-інтерферометрія.

Крутильні коливання валопроводу виникають внаслідок зміни обертального моменту в елементах валопроводу та пружних властивостей елементів пропульсивного комплексу. Теоретичне дослідження вібраційних характеристик валопроводу виконується на ідеалізованій моделі. Традиційно, для аналізу крутильних коливань використовується модель із зосередженими параметрами, де вали розглядаються невагомими і характеризуються лише податливістю при скручуванні, а інерційні властивості елементів моделі представлені їх масовими моментами інерції відносно осі валу. Між тим такі припущення не завжди є припустимими. Важливо, щоб дослідження крутильних коливань валопроводу були проведені на першому етапі проектування виробу, інакше можливості внесення потенційно необхідних змін до проекту вкрай обмежені [1].

Метою роботи є визначення власних форм коливань моделі валопроводу з гнучкими інерційними елементами розрахунковим і експериментальним методами та верифікація отриманих результатів.

а



б

Рисунок 1 – Експериментальний зразок валопроводу: розміщення на стенді (а) та узагальнене креслення (б)

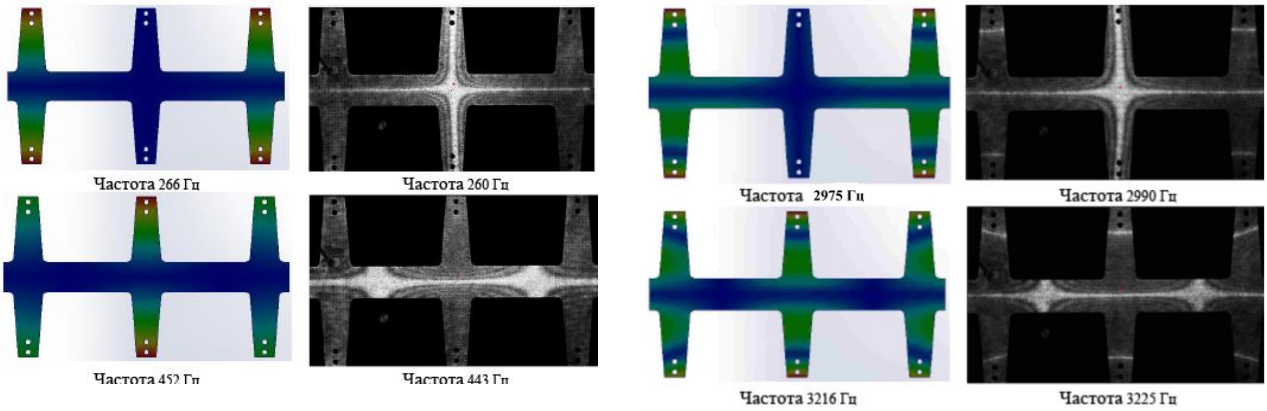
Експериментальні дослідження, що виконано методом спекл-інтерферометрії в лабораторії кафедри ІМ, надали інформацію для подальшої верифікації результатів розрахунків. Стенд та методика досліджень докладно висвітлені раніше [2]. Модель валопроводу виконано шляхом фрезерування з припустимим відхиленням розмірів ±17 мкм (рис 1а). Механічні характеристики матеріалу моделі валопроводу визначені експериментально шляхом дослідження власних коливань зразка матеріалу у формі балки (290×50×5 мм) за методикою [3] та склали: модуль пружності ***E*** – 73.3 ГПа, щільність ρ – 2650 кг/м^3, коефіцієнт Пуассона μ – 0.33.

Таблиця – Порівняння розрахункових та експериментальних частот крутильних коливань, Гц

Експеримент	Розрахунок SolidWorks	
	Без фіксації	З фіксацією
260	265,8	265,6
443	452,0	451,6
2990	2975,4	2975,5
3225	3216,5	3215,7

Комп'ютерна модель деталі побудована у системі тривимірного проектування SolidWorks [4]. Розрахунок форм та частот коливань виконано у модулі Simulation. Деталь не зафіксована у просторі. Розмір комірок сітки від 0.3 мм до 6 мм. За результатами симуляції незафіксованої деталі у діапазоні частот до 3,5 кГц отримано 16 форм коливань, 4 з яких є крутильними коливаннями валопроводу та шість – рухи вільного тіла. Знайдені частоти крутильних коливань наведені в таблиці. З метою визначення виключно крутильних коливань до деталі додано фіксацію на осі симетрії у двох отворах Ø1,0 мм. За результатами симуляції із закріпленням у діапазоні частот до 3,5 кГц знайдено 16 форм коливань з яких 4 крутильних та одна – обертання навколо осі симетрії.

Максимальна відносна відмінність експериментальних та розрахункових значень частот крутильних коливань дорівнює 2.3 %.



а *б*

Рисунок 2– Форми та частоти крутильних коливань валопроводу: жорсткі (а) та пружні (б) елементи; розрахункові результати –ліворуч, експериментальні праворуч

Висновок. Визначена наявність двох груп крутильних коливань валопроводу: з жорсткими та гнучкими інерційними елементами. Показано, що вузлові лінії валопроводів з жорсткими елементами та пружними елементами практично співпадають, а їх власні частоти – відрізняються суттєво.

Література

[1] Unified Requirement (UR) M68 Dimensions of propulsion shafts and their permissible torsional vibration stresses, (Rev.2, Apr 2015), IACS International Association of Classification Societies, London, 2015.

[2] Tkach, M. Improving the Noise Immunity of the Measuring and Computing Coherent-Optical Vibrodiagnostic Complex [Text] / M. Tkach // Lecture Notes in Networks and Systems / M. Nechyporuk, V. Pavlikov, D. Kritskiy – Springer Cham, 2020. – Vol. 188. – P. 277–289. DOI: 10.1007/978-3-030-66717-7_23.

[3] Экспериментально-расчетное определение механических свойств материала рабочих лопаток ГТД [Текст] / М.Р. Ткач, С.Б. Кулишов, В.А. Полищук, В.С. Ключник, Ю.Г. Золотой, И.Ю. Жук, А.Ю. Проскурин, Ю.Н. Галынкин // Авиационно-космическая техника и технология. – 2021. – № 4 (173). – С. 83–92.

[4] Офіційний сайт SolidWorks URL: https://www.solidworks.com

INVESTIGATION OF THE SHAPES AND FREQUENCIES TORSIONAL VIBRATION OF THE POWER LINE MODEL

Tkach Mykhaylo, Zolotoy Yuriy, Kostrikov Oleksandr

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract: Experimentally, by the method of speckle pattern interferometry and theoretically by the method of shearing elements, the shape of the torsional rocks of the shaft line model with three inertial elements was determined in the frequency range up to 3.5 kHz. The shapes and typical frequencies of torsional vibrations were revealed, which are consistent with models with hard inertial elements – 266 Hz and 452 Hz. The frequencies of torsional vibrations are 2806 Hz and 3216 Hz.

Keywords: torsional vibration, finite element method, speckle pattern interferometry.

УДК 681.787:534.1(075.8)

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КРУГЛОЇ ПЛАСТИНИ

Ткач М.Р.

доктор технічних наук,

завідувач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування,

mykhaylo.tkach@gmail.com

Золотий Ю.Г.

Завідувач лабораторії кафедри інженерної механіки

та технології машинобудування,

goldspekl@ukr.net

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

Анотація. Методом спекл-інтерферометрії досліджено частоти та форми коливань круглого алюмінієвого диску діаметром 100 мм та товщиною 3 мм, закріпленого ззовні, в діапазоні частот до 17 кГц. Виконано порівняння з аналітичними рішеннями.

Ключові слова: коливання диску, спекд-інтерферометрія, частотні коефіцієнти.

Забезпечення міцності і надійності конструкцій та їх елементів під дією динамічних навантажень є актуальною, надзвичайно складною і трудомісткою проблемою. Тому експериментальне та теоретичне визначення вібраційних характеристик і напружено-деформівного стану деталей в сучасному машинобудуванні виключно важливе.

Об’єктом даного дослідження є динамічні параметри круглої пластини діаметром 100 мм і товщиною 3,0 мм, достатньо жорстко закріпленої по контуру. Деталі такої форми з відповідним коефіцієнтом подібності часто зустрічаються серед палубних конструкцій, накопичувальних ємностей, компресорів, елементів ГПА тощо. Не зважаючи на простоту конструкції, в інженерній практиці трапляються випадки значної невідповідності

розрахункових і фактичних значень динамічних параметрів, що вимагає експериментальної верифікації.

Метою даної роботи порівняння експериментальних та теоретичних частот і форм власних коливань досліджуваної круглої пластини та аналіз їх верифікації.

Для проведення експериментальних досліджень резонансних характеристик елементів конструкцій останнім часом широко застосовують безконтактні методи, що базуються на інтерференційно-оптичних та цифрових технологіях, серед яких чи не найпоширенішим є метод електронної спекл-інтерферометрії (ЕСІ) [1]. Він полягає в цифровій реєстрації хаотичних інтерференційних структур – спеклів, що виникають при відбиванні від дифузної поверхні монохроматичного когерентного світла. В наших дослідженнях ми використали запатентовану оптичну схему (рис. 1.) [2,3]. В ній лазер 1 з діодною накачкою і довжиною хвилі випромінювання λ=532 нм в напрямку одиничного вектора освітлення $\boldsymbol{e_o}$ через мікрооб'єктив 2 та прозорий світлодільник 3 освітлює дифузний об'єкт 4. Розсіяне об'єктом предметне світлове поле знову проходить через світлодільник до відеокамери 5 в напрямку одиничного вектора спостереження $\boldsymbol{e_c}$. Світловий пучок, відбитий дільником, розсіюється дифузором 7, повторно відбивається дільником в напрямку $\boldsymbol{e_c}$ і формує опорну хвилю. Суміщені опорний та предметний пучки інтерферують на світлочутливій матриці відеокамери у вигляді результуючого спекл-поля, структура якого змінюється в залежності від величини, напрямку і швидкості руху точок досліджуваної поверхні. Відповідно змінюється і його зображення (спеклограма) на екрані комп'ютера 6. Зміни спеклограми несуть інформацію про переміщення кожної з точок об'єкта, завуальовану хаотичною картиною спеклів. Формування регулярної картини смуг коливальних форм зазвичай проводиться методами кореляційної ЕСІ [4]. В наших дослідженнях декодування спеклограм реалізоване запатентованим методом визначення контрасту динамічної картини спеклів [3], як більш завадостійким і менш вимогливим до апаратурного забезпечення [5].

В експериментальній моделі пластина затиснута між двома стальними фланцями товщиною 15 мм, що імітують жорстке закріплення. Вібрація збуджується закріпленим на фланці стовпчиком п'єзокерамічних шайб, на які подається сигнал звукового генератора. Через фланець на пластину передається пружна хвиля, що на власних частотах збуджує резонансні коливання. Такий хвильовий метод збудження усуває вплив приєднаної маси віброзбуджувача на коливання пластини і мінімізує можливість пропуску резонансних мод.

У таблиці 1 приведені декілька типових визначених експериментально власних частот (Гц) і форм коливань (друга строчка).

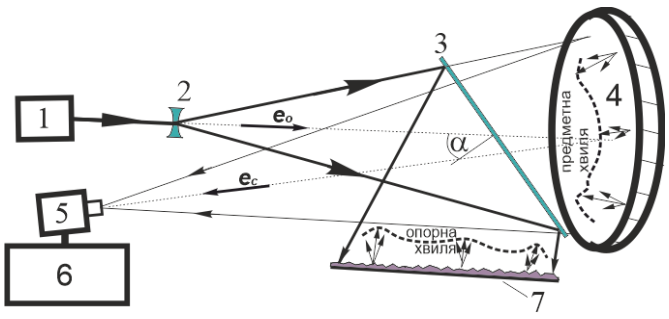
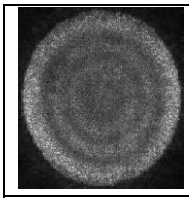
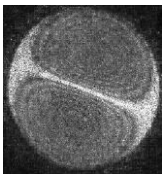
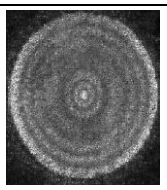
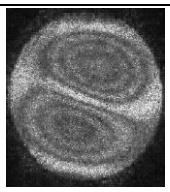
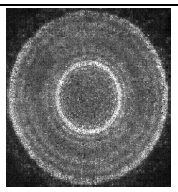
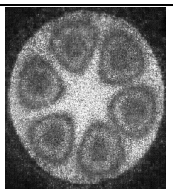
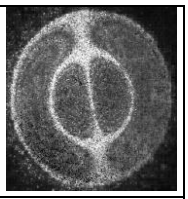


Рис. 1. Оптична схема електронного спекл-інтерферометра

Таблиця 1

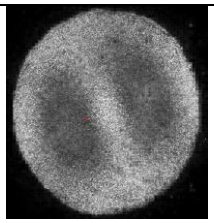
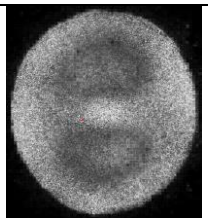
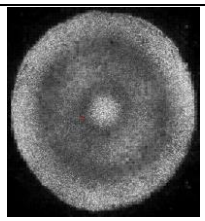
						
2814	5524	5790	6131	10953	13690	16430
2770	5675	10782	5675	26373	13838	16492

Аналітичне визначення частот та форм коливань закріпленої круглої пластини базується на класичному рішенні, див. наприклад [6]. Значення розрахункових частот (Гц) для форм коливань, що визначено експериментально, наведено у третій строчці таблиці (розрахунковий ø104,7 мм). Механічні властивості прийняті E= 72 ГПа, ρ=2870 кг/м3, μ=0,33.

По більшості власних частот і форм спостерігається гарне узгодження теоретичного і експериментального спектрів, а похибка не перевищує 1,5 %.

Розбіжності в теоретичних і експериментальних значеннях власних частот для мод 2814,5524,6131 можна пояснити неадекватністю фізичних і геометричних розрахункових даних та недосконалістю закріплення. Для прикладу, на частоті 6131Гц інтерферограма реєструє наявність коливань і по контуру закріплення. Тому цю частоту треба вважати притаманною не лише пластині, а системі пластина – фланці.

Таблиця 2

		
5775	5805	5790

І зовсім дивною виглядає форма коливань на частоті 5790 (табл. 2) з однією вузловою зоною в центрі пластини. Така стояча хвиля з фізичних міркувань існувати не може. Але більш детальне дослідження при пониженому рівні збудження показує в околі власної частоти на схилах резонансної кривої частоти 5775 та 5805 наявність кратних форм. Їх існування характерне для поворотно-симетричних систем, якою є однорідний диск сталої товщини. Ці форми мають однакову кількість вузлових кіл та вузлових діаметрів. Теоретично їх частоти повинні бути однаковими. Але при коливаннях реальних об’єктів із-за наявності несиметрії вони різні, 5775Гц і 5805Гц. Причому, їх вузлові діаметри взаємно перпендикулярні. На спільній резонансній частоті 5790Гц вони можуть давати таку усереднену інтерферограму за рахунок ефекту биття складових форм. Це припущення є гіпотезою і потребує додаткової перевірки.

Висновок. На базі експериментальних та теоретичних досліджень показано, що реальні вібраційні характеристики навіть закріпленого диску постійної товщини потребують ретельного розрахункового аналізу з максимально адекватним моделюванням граничних умов.

Література

[1] Jones, R., Holographic and speckle interferometry. A discussion of the theory, practise and application of the technique [Text] /R. Jones, C. Wykes, // Cambridge University Press. – Cambridge, 1989.

[2] Пристрій для вібродіагностики конструкцій методом електронної спекл-інтерферометрії з одноволоконним багатомодовим світоводом: заявка на пат. Україна: G01B9/21, G01H 13/00: – u 2020 06205 (22); заявл. 25.09.2020. Публ. відомостей 10.02.2021, Бюл.№ 6.

[3] Спосіб визначення частот і форм резонансних коливань лопаток газотурбінного двигуна методом спекл-інтерферометрії: Пат. UA 103068 Україна: F01D 5/16 (2006.01) G01B 9/02 (2006.01) G01H 13/00/ М. Р. Ткач, І. Ю. Жук, Д. В. Довгань, Ю.Г. Золотий. – a 2013 00572; заявл. 17.01.2013; опубл. 10.12.2015, Бюл. No 23.– 5 с.

[4] Bystrov N.D., Zhuzhukin A.I., Speckle-interferometry in the Investigation of Large-size Gas Turbine Engine Structures Vibration, Procedia Engineering, vol. 176, 2017, pp. 471–475, DOI:10.1016/j.proeng.2017.02.346.

[5] Tkach, M. Improving the Noise Immunity of the Measuring and Computing Coherent-Optical Vibrodiagnostic Complex [Text] / M. Tkach // Lecture Notes in Networks and Systems / M. Nechyporuk, V. Pavlikov, D. Kritskiy – Springer Cham, 2020. – Vol. 188. – P. 277–289. DOI: 10.1007/978-3-030-66717-7_23.

[6] Василенко, М. В. Теорія коливань і стійкості руху [Текст] : Підручник / М. В. Василенко, О. М. Алексейчук. – К. : Вища школа, 2004. – 525 с.

FEATURES OF EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF DYNAMIC PARAMETERS OF CLAMPED CIRCULAR PLATE

Tkach Mykhaylo, Zolotoy Yuriy

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Using the method of speckle interferometry, the frequencies and shapes of the vibration of a circular aluminium disk with a diameter of 100 mm and a thickness of 3 mm of a fixed ring in the frequency range up to 17 kHz was determined. The level of analytical solutions has been improved.

Keywords: disk vibration, spectrum interferometry, frequency coefficients.

УДК 629.5.01

ВІЙСЬКОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛИХ НАДВОДНИХ ДРОНІВ

Геляра В.В.
аспірант Національного Університету Кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
Ел. пошта: student2abcd@gmail.com

Анотація. Морські дрони не є чимось новим у світі оборонних технологій і вже багато років використовуються різними збройними силами по всьому світу. Їх використання з роками набирає обертів завдяки низькій вартості та безпеці порівняно з пілотованими кораблями, що виконують аналогічні завдання.

Ключові слова: Малі надводні дрони, військові операції на морі, морська розвідка, автономні бойові системи

Вступ. Малі надводні дрони є важливим інструментом морської розвідки і не тільки. Їхній невеликий розмір і непомітність дозволяють їм наближатися до ворожих цілей і збирати інформацію непоміченими. Це особливо важливо при проведенні операцій у ворожих водах, де ризик появи великих кораблів і підводних човнів дуже високий.

Під час війни між Росією та Україною (з 2022 року) Україна створила кілька моделей власних безпілотних надводних ударних кораблів [1], які вона використовувала для атак на російські військові кораблі та прибережну інфраструктуру.

Безпілотні катери можуть використовуватися для широкого спектру місій, включаючи перехоплення суден з боєголовками і зарядженою зброєю, морську розвідку і морське мінування.

Ці безпілотні судна, разом із західними поставками протикорабельних і крилатих ракет, стримували російський Чорноморський флот, схиливши чашу терезів Чорноморської війни на користь України. Російський флот втратив морську ініціативу і був змушений наблизитися до портів Севастополя і Новоросійська. Ці успіхи також дозволили Росії відновити «зерновий коридор», незважаючи на вихід з договору.

Переваги. Однією з головних переваг малих надводних дронів є їхня *економічна ефективність*. Вони набагато дешевші за звичайні військові кораблі і підводні човни, але можуть одночасно виконувати багато тих самих завдань. Це робить їх особливо привабливими для країн з обмеженим військовим бюджетом.

Крім того, малі водні дрони мають *високу автономність* і можуть діяти в небезпечних або недоступних для людини ситуаціях. Вони можуть працювати в екстремальних погодних умовах, під водою і поблизу мінних полів, що необхідно для виконання складних місій.

Ще однією перевагою є здатність до *швидкої модернізації та адаптації*. Розвиток технологій означає, що обладнання безпілотників можна швидко вдосконалювати, додавати нові функції і підвищувати ефективність [2].

Висновок. Морські ударні безпілотники є нерозвиненим сектором оборонної промисловості, але їх великий потенціал може незабаром зробити їх одним з основних засобів ведення війни поряд з крилатими ракетами, торпедами, мінами і морською артилерією.

Завдяки своїй низькій вартості, простоті виробництва і масовості, ці системи можуть зайняти таке ж місце, як авіаційні загороджувальні бомби та іранські дрони-камікадзе, замінивши ударні ракетні системи, які зараз домінують на ринку.

Література

1. Водні дрони, Ілон Маск та високоточні ракети: як Україна відвоювала Чорне море. Українська правда (укр.). Архів оригіналу за 19 січня 2024. Процитовано 9 лютого 2024.

2. Button, R. W., Kamp, J., & Curtin, T. (2022). “Small Unmanned Surface Vehicles in Naval Operations”. RAND Corporation.

MILITARY APPLICATION OF SMALL SURFACE DRONE

Heliara Viktor

Mykolaiv, 54007, Avenue of Heroes of Ukraine, 9.

Abstract. Naval drones are not new in the world of defense technology and have been used by various armed forces around the world for many years. Their use has been gaining momentum over the years due to their low cost and safety compared to manned ships performing similar tasks.

Keywords: small surface drones, military operations at sea, maritime reconnaissance, autonomous combat systems

УДК 747:629.525

ПЕРСПЕКТИВА ЗАСТОСУВАННЯ СМАРТ- СКЛА В ІНТЕР’ЄРІ ЯХТИ

Сергієнко О.М.

старший викладач кафедри дизайну

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Миколаїв, Україна. email:vvs64728@gmail.com

Анотація. У статті розглянуто багатофункціональність смарт-скла, як приклад застосування сучасних технологій для інтер’єрних рішень та створення сприятливих умов перебування на борту яхти.

Ключові слова: смарт-скло, світло, простір, багатофункціональність, захист, інтер’єр, яхта.

Скління традиційно вирішувало виключно функціональні завдання на борту яхт. Воно використовувалося для виготовлення віконних та дверних отворів. Але розвиток сучасних технологій та тенденцій у сфері застосування скла забезпечує нову перспективу яхтингу. Наразі стало можливо значно покращити життя на борту завдяки інноваційним технологіям виготовлення скла.

Мета. Розглянуто застосування смарт-скла як інноваційного матеріалу із функціональними можливостями для оптимізації комфорту та надійності в інтер’єрі яхти.

Скло універсальне, тому його можна використовувати в різних деталях інтер'єру яхти, оптимізуючи простір і світло, одночасно посилюючи відчуття цього простору. Скляні вироби мають властивість надавати інтер'єру легкість, прозорість та сучасний вигляд. Типові скляні елементи суперяхт складаються з ілюмінаторів, вікон, вітрового скла. Прозорі скляні двері, вікна, стіни, перегородки для зонування простору та навіси пропускають максимальну кількість природного світла та візуально збільшують простір, що іноді так необхідно для малих за площею кают на яхті.

Скло допомагає втілювати в життя унікальні інтер'єрні рішення, вносить у приміщення кают особливий зміст, атмосферність, програмує настрій та емоції. Наприклад, великі вікна та скляні двері створять в інтер'єрі яхти ефект умовного поєднання внутрішнього простору із зовнішнім виглядом на океан і дозволять насолоджуватися видом на море.

У проекті моторної яхти VIVIERAE II, побудованої компанією Nordhavn VivieRae II та розробленої Джеффом Лейшманом, скляні сходи на круглому сходовому прольоті від Головної палуби до Верхньої палуби підвішені по зовнішньому периметру кожної сходинки так, щоб вони сяяли крізь скло. Цей дизайн створює відчуття прогулянки на свіжому повітрі – зоряним небом або під сонячним світлом, створюючи ефект ілюзії левітації.

Природне денне світло виконує не тільки своє основне завдання – освітлення приміщення, але допомагає покращити кольори та пожвавити інтер'єрний простір. Для забезпечення ідеального балансу стилю та функціональності слід враховувати напрямок сонячного світла. Але природне світло на яхті непостійне: кожен поворот корпусу яхти сильно змінює розташування світла та тіней, а ті у свою чергу – змінюють кольори та форми предметів. Коригувати такі небажані ефекти може застосування смарт-скла – інноваційного матеріалу з функцією змінної прозорості та кольоровості. Таке скло у спеку блокує сонячне світло, захищає від підвищених температур і до 95 % від прямої дії УФ- та ІЧ-випромінювання, що рятує від перегріву приміщення та вигоряння стін та предметів салону яхти.

Смарт скло здатне поєднувати в собі функцію енерго- та теплозбереження. Здатно контролювати сонячне світло, що надходить, і тепло завдяки спеціальному напиленню. Щоб через ілюмінатори чи вікна не йшло тепло, на поверхню скла наноситься спеціальне покриття, яке скорочує втрату всередині приміщення. Для захисту від підвищених температур покриття наносять із зовнішнього боку, що забезпечує економну роботу кондиціонера на борту яхти.

Очевидно, що інтер'єрний простір яхти має бути ергономічним, легко трансформованим, тобто середовищем, яке можна редагувати під завдання. Ці завдання ефективно вирішуються за допомогою смарт-скла зі змінною прозорістю. Спочатку функцією такого скла є мобільне зонування простору за допомогою внутрішніх перегородок для розмежування простору або рішення конфіденційності, особливо коли яхта пришвартована або здійснює нічні поїздки. Раніше роль конфіденційності виконували звичайні штори, ролети, жалюзі. Але їх недолік у незручності використання та в тому, що під час руху вони створюють шум. За рахунок своєї багатошарової структури смарт-скло забезпечує акустичний комфорт та скорочує рівень шуму на 35 ДБ.

Існують основні технології смарт-скла:

1. Смарт-скло засноване на новітніх технологіях полімерно-дисперсійних рідких кристалів (PDLC або LCD). Воно виконано на основі рідкої суміші полімерних кристалів, що знаходяться серед двох пластів скла з електропровідним покриттям і формують шар, що

змінюється прозорість. У вимкненому стані поверхня скла залишається матовою, абсолютно непрозорою з відтінками білого, сірого або блакитного, а при подачі електроживлення – прозорою або напівпрозорою. Матова поверхня скла з регульованою прозорістю не затемнює простір, на відміну від штор та жалюзі.

2. Смарт-скло на основі «зважених частинок» (SPD), поміщених між двома шарами електропровідного покриття. При вимкненій напрузі має чорний або темно-синій колір, при включенні стає прозорим і дозволяє здійснювати точний контроль кількості світла і тепла, що проходять через скло.

3. Смарт-скло на основі електрохромних частинок (ECD). Шар, що змінюється, формується за рахунок напилення іонів літію в кілька шарів. Без електрики смарт-скло ECD прозоре, а під впливом електрики затінюється від кольорового до напівпрозорого стану (синього) і тим самим контролює кількість світла і тепла, що пропускаються. Останні досягнення в електрохромних матеріалах – перемикання стану між «прозорим» та «дзеркальним».

4. Смарт-скло на основі світлодіодів, які вбудовані між склом і працюють через прозоре струмопровідне покриття. Ця світлодіодна технологія Glassiled дозволяє використовуватися як мультимедійний екран високої роздільної здатності. Може бути використана в конструкціях інтер'єру – дверях, меблях, перегородках, що виключає виділення додаткового місця для телевізора. Інтерактивна технологія, що перемикається, дозволяє скляним панелям, встановленим як у вертикальному, так і в горизонтальному положенні підлаштовуватися під крок людини і змінювати свій стан, висвітлюючи траєкторію безпечного руху.

Скляні конструкції в яхтах повинні відповідати певним нормам і технічним характеристикам, тому що в морі судно піддається впливу сил «кручення», внаслідок чого може виникнути деформація скла, розшарування чи розтріскування. Підвищена міцність має смарт-скло під назвою «триплекс». Полімерні частинки, що знаходяться в його структурі, певною мірою здатні запобігти його деформації. Завдяки багатошаровій структурі смарт-скло сприяє надійності та безпеці великих поверхонь та великогабаритних конструкцій. Застосовується скло-триплекс у виготовленні перегородок для розмежування простору, дверей, фальшборту, у басейнах та душових кабінах, сходах.

Висновок. Розвиток технології смарт-скла дозволяє створювати індивідуальний дизайн та використовувати скло для вирішення додаткових концептуальних, креативних завдань. Смарт-скло має багатофункціональність, допомагає вирішити ергономічні завдання в організації внутрішнього простору на яхті. Є сучасною альтернативою шторам та жалюзі, як універсальне рішення для забезпечення конфіденційності, може застосовуватися для проектування зображення та інтерактивності. Смарт-скло має енергозберігаючу та звукоізоляційну функцію, а його міцність забезпечує безпеку у використанні. Застосування інноваційної технології багатофункціонального скла значно покращить життя на борту яхти.

Література

1. Smart-скло: нова технологія на сторожі комфорту в будинку і офісі: https://oknavik.dp.ua/ua/smart-steklo-novaya-texnologiya-na-strazhe-komforta-v-dome-i-ofise/

2. Vour world // your yacht: https://www.boatinternational.com/yachts/the-superyacht-directory/vivierae-ii–89413

3. Glassiled with touch jf sjltech / media facade: https://www.glassiled.com/

4. Glassiled LED-embedded communicating façade system: https://agc-glassasia.com/glass-brands/glassiled/

PROSPECTS FOR USING SMART – GLASS IN THE INTERIOR OF A YACHT

Serhiienko O.M.

Senior Teacher of the Design Department. National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Mykolaiv, Ukraine.

Abstract. Annotation: The article considers the multifunctionality of smart glass as an example of the application of modern technologies for interior solutions and the creation of favorable conditions for staying on board a yacht

Key words: smart glass, light, space, multifunctionality, protection, yacht.

UDC 621.791.36

DEVELOPMENT OF BRAZING TECHNOLOGY FOR COPPER AND CHROME PARTS

Matviienko M.V.[1], Buturlia Ye.A.[2]

[1]Kherson branch Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

[2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. The paper considers the problems and peculiarities of joining dissimilar materials of copper and chromium, which cannot be joined by welding. Also, the technology of brazing of dissimilar materials with obtaining permissible stresses after cooling of the product is described.

Key words: Corrosion, ship, structural elements, latitudes.

Introduction. The chromium plating process is used to solve a number of problems such as reducing friction, increasing wear resistance, improving corrosion resistance, etc. Typically, the thickness of chrome plating is 0.075…0.25 mm [1]. Different sputtering systems use different target designs and shapes. One setup utilizes a target or cathode in the form of a bimetallic compound of a chromium and copper ring, which requires an unbreakable connection between the copper and chromium. The melting point of copper is 1083 °C, while chromium melts at 1907 °C, and the significant difference between the physicochemical and mechanical properties leads to the impossibility of joining these materials by fusion welding. According to the state diagram [2], these materials do not form intermediate compounds. Since in production there is a need to use bimetallic cathodes for chromium sputtering, this topic is relevant.

Basic material. Two problems have to be solved during manufacturing: the development of joining technology and the reduction of stresses caused by differences in physical and mechanical properties. Dissimilar materials are joined directly to each other or through intermediate layers by diffusion welding or brazing. In diffusion brazing with an intermediate perforated layer, copper is

sputtered onto the chromium surface starting at 946o C, then the perforation gaps are filled at the welding temperature.

The **brazing** method is promising and has been successfully used for joining metals to ceramics and graphite to ceramics. For **brazing** it is necessary to ensure wetting of copper and chromium components of the cathode. When brazing ceramics, copper-titanium eutectic alloy is widely used. Taking into account the fact that the cathode base is copper, it is reasonable to study the process of obtaining the copper-chromium compound through the eutectic composition Cu-Ti, which is formed at a temperature of 960 ºC in the case of copper content of 42 %. The required volume of solder was determined by the thickness of the solder joint. Based on this volume, the dimensions of the copper and titanium rings were determined. In the case of **brazing** a copper part with a chrome part, the amount of solder that is formed during the **brazing** process is determined only by the mass of the titanium ring, since the solder is formed by contact melting of the copper base of the cathode and the titanium ring. Cu-Cr samples were investigated using 0.1 mm thick titanium foil. Metallographic studies showed that the obtained solder joint is without visible defects. Brazing was carried out according to the following regime: brazing temperature 960 ºC with 15 min exposure time. The Cr-Cu state diagram shows that the eutectic between chromium and copper is formed at a temperature of 1076 ºC, which is lower than the brazing temperature. When studying the distribution of elements on REMMA 101-01, it was found that the concentration of copper decreases when approaching chromium, while the concentration of titanium along the thickness of the weld ranges from 2.56 to 9.18 %. The main problem in brazing dissimilar materials is residual stresses due to the difference in linear thermal expansion coefficients (LTEC). In order to reduce residual stresses, brazing of samples was carried out with a 0.08 mm thick layer of molybdenum filaments. It is assumed that due to the molybdenum filaments, whose LTEC is less than that of copper, the level of residual stresses will be reduced.

Conclusions. On the basis of the conducted researches the technology of **brazing** of cathode was developed. A device was designed for **brazing**, due to which **brazing** was carried out with pressure according to the following regime: **brazing** temperature 960 °C with 5…15 min holding time, pressure in the contact between the soldered surfaces was 0.075 MPa.

Modeling of the cathode brazing process using the finite element method has been carried out. The highest stresses are observed in the chromium ring and do not exceed the allowable stresses. This was confirmed during the fabrication of the standard cathode product.

References

1. J. T. Black, E. Paul Degarmo, Ronald A. Kohser. Materials and processes in manufacturing. – 9th ed. – New York: Wiley, 2003. – С. 793. – 1154 с. – ISBN 0-471-03306-5. – ISBN 978-0-471-03306-6.

2. Okamoto, H. Cr-Cu (Chromium-Copper). J. Phase Equilib. Diffus. 33, 342–343 (2012). https://doi.org/10.1007/s11669-012-0050-z

UDC 621.78

TYPES OF CORROSION AFFECTING STEEL STRUCTURAL ELEMENTS OF SHIP HULLS UNDER OPERATING CONDITIONS

Anna Kondratieva
Student Phd, Admiral Makarov National University of Shipbuilding
kondratevaanna633@gmail.com

Abstract. This paper examines the main types of corrosion affecting steel structural elements of ship hulls under operating conditions in a marine environment. Corrosion is one of the most serious challenges for shipbuilding, as it significantly impacts the durability and safety of marine vessels.

Key words: Corrosion, ship, structural elements, latitudes.

Corrosion is a process that results in the degradation of metals under the influence of the environment [2–4]. The primary mechanisms of steel corrosion in marine conditions can be divided into several types, each characterized by specific features and factors affecting the rate and intensity of corrosion processes [1–10]. The main mechanisms of steel corrosion include:

Electrochemical corrosion is the most common mechanism of metal degradation in aggressive environments, such as seawater. It occurs as a result of electrochemical reactions where the metal acts as an anode, oxidizing to form metal ions and releasing electrons [5]. On the cathodic areas of the metal surface, reduction reactions take place, such as:

– Oxygen reduction:

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$$

– Reduction of hydrogen ions (in acidic environments):

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$

Electrochemical corrosion of steel can be represented by the oxidation reaction of iron:

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$

As a result of these reactions, iron hydroxides are formed, which can subsequently transform into more stable compounds, such as iron oxides (rust). This transformation typically occurs in the presence of water and oxygen, leading to the characteristic reddish-brown layer commonly seen on corroded steel surfaces. These oxides, while somewhat protective, are porous and can allow further corrosion to continue beneath the surface.

Pitting corrosion is characterized by the formation of localized corrosion damage, known as pits. These small but deep cavities can significantly reduce the strength of the material and lead to its failure [1].

The causes of pitting corrosion include:

- the presence of aggressive ions, such as chlorides, which contribute to the breakdown of protective oxide films on the steel surface.
- material heterogeneity, including the presence of impurities and inhomogeneities, which can serve as initiation sites for pit formation.

Pittings can propagate deeper into the material, creating stress concentrations that increase the risk of crack formation.

Crevice corrosion occurs in areas with limited oxygen access, such as narrow gaps between joints and under gaskets. In these zones, the concentration of oxygen decreases, leading to a shift in electrochemical potential and an acceleration of corrosion processes.

Factors contributing to crevice corrosion include:

- the presence of stagnant zones, where the mixing of the environment is limited.
- the use of structural elements that create crevices and gaps, where aggressive environments can accumulate.

Intergranular corrosion affects the grain boundaries of steel and is associated with the presence of impurities and carbides at the grain boundaries, leading to their dissolution and the loss of the material's mechanical integrity.

This type of corrosion is particularly relevant for steels exposed to thermal treatment, which can lead to the precipitation of chromium carbides at the grain boundaries and the depletion of chromium in those areas, making them more susceptible to corrosion.

Stress corrosion cracking is a corrosion mechanism that occurs under the combined action of a corrosive environment and mechanical stresses [8]. This process leads to the formation of cracks and can result in the sudden failure of the structure.

Factors influencing stress corrosion cracking (SCC) include:

- a high level of residual or operational stresses in the material.
- the presence of aggressive ions, such as chlorides, in the surrounding environment.

Erosion corrosion occurs as a result of the combined effects of corrosion processes and mechanical wear due to the movement of the environment relative to the metal surface [6]. This leads to the accelerated removal of protective oxide films and more intense material degradation.

Erosion corrosion is particularly relevant for components exposed to currents or abrasive particles.

Each of the described corrosion mechanisms significantly affects the durability and performance of steel ship structures. To prevent corrosion, comprehensive measures must be implemented, including the use of protective coatings, optimization of designs, and regular monitoring of the condition of metal elements [9–10]. Additionally, the specifics of corrosion processes in different geographic regions should be considered to develop more effective protection strategies and extend the service life of vessels.

Factors influencing corrosion include humidity, temperature, salinity, oxygen concentration, and other chemical elements in the water. In marine environments, salinity and humidity play a key role in corrosion processes. The high concentration of chlorides in seawater accelerates corrosion, while changes in temperature and humidity can lead to condensation on the metal surface, further intensifying corrosion processes [1–10].

For analyzing the corrosion of steel components in various geographic latitudes, both laboratory and field research methods are used. Laboratory methods include electrochemical testing and corrosion process modeling under controlled conditions. Field studies are conducted on actual ships in different climate zones to gather data on the rate and nature of corrosion under real operating conditions.

Northern latitudes: In low-temperature conditions, corrosion may slow down; however, the presence of ice deposits can cause mechanical damage and initiate corrosion processes.

Equatorial latitudes: High temperature and humidity create favorable conditions for active corrosion processes. These conditions promote the formation of dense layers of rust, which can retain moisture and salts, accelerating corrosion.

Mid-latitudes: Conditions here vary depending on the season. Transitional seasons (spring, fall) are characterized by high humidity, which can increase the risk of corrosion.

The analysis of field study data [1–10] shows that corrosion in equatorial latitudes occurs at the highest rate due to high temperature and humidity, while in northern latitudes, the corrosion rate may be lower, but the nature of corrosion is more aggressive due to mechanical damage caused by ice (Table 1).

Table 1. Average corrosion rate of steel in various latitudes

Geographic latitude	Average corrosion rate (mm/year)
Northern latitudes	0.1–0.3
Mid-latitudes	0.2–0.5
Equatorial latitudes	0.5–1.0

The table shows that corrosion is most intense in equatorial latitudes. This requires the implementation of special protective measures for ships operating in these conditions.

Recommendations for preventing corrosion of steel elements in ship hull structures:

Use of protective coatings: The application of paint materials and cathodic protection significantly reduces the corrosion rate.

Material selection: Using corrosion-resistant alloys and composite materials can extend the service life of structures.

Regular monitoring and maintenance: Periodic inspection of the condition of metal structures and timely repair of corrosion damage.

Modification of ship design: Taking into account the specific climatic conditions when designing ships, including selecting shapes and structural solutions that minimize the accumulation of water and salts.

Conclusions: The study shows that geographic latitudes have a significant impact on the rate and nature of corrosion of steel components in ships. The most aggressive conditions for corrosion are observed in equatorial latitudes, whereas in northern latitudes, corrosion tends to be more localized and associated with mechanical damage. Applying a comprehensive approach to corrosion protection will significantly increase the service life of ships and enhance their operational reliability.

References

1. Zhang, X., & Cheng, Y.F. (2014). “Mechanistic Aspects of the Synergistic Effect of Sulfide and Chloride on Pitting Corrosion of Pipeline Steel in Brine Solution." Corrosion Science, 85, 472–481.

2. Panchenko, S., Lyamina, E., & Sabirov, R. (2016). “Investigation of Corrosion Behavior of Low-Carbon Steels in Marine Environment”. Materials Science Forum, 843, 261–268.

3. Shi, J., Zhao, W., & Wang, Z. (2017). “Effect of Microstructure on the Corrosion Behavior of Weathering Steel in Marine Atmosphere”. Journal of Materials Science & Technology, 33 (11), 1270–1278.

4. Song, F., & Li, D. (2018). “Corrosion Mechanism of Carbon Steel under Marine Atmospheric Conditions: Effect of Temperature and Humidity”. Materials and Corrosion, 69 (4), 536–544.

5. Wang, Z., Gu, T., & Liu, H. (2019). “Electrochemical Investigation of Marine Corrosion Behavior of Low-Alloy Steel in Different Chloride Concentrations”. Corrosion Science, 150, 151–160.

6. Feng, H., & Zhu, G. (2020). “A Study on the Erosion-Corrosion Behavior of Shipbuilding Steel in Seawater Environment." Ocean Engineering, 198, 106930.

7. Li, J., Zhang, Y., & Du, C. (2021). “Intergranular Corrosion of High-Strength Steel in Marine Environments: Effects of Alloying Elements”. Journal of Materials Engineering and Performance, 30 (4), 2167–2176.

8. Zhang, L., & Yang, K. (2022). “In-Situ Monitoring of Stress Corrosion Cracking in Marine Grade Steels”. Corrosion Engineering, Science and Technology, 57 (1), 47–54.

9. Zhao, Q., & Sun, X. (2023). “Innovative Coatings for Corrosion Protection of Steel Structures in Marine Environments: Recent Advances”. Surface and Coatings Technology, 452, 129073.

10. Wang, H., & Chen, S. (2024). “The Impact of Climatic Variations on Marine Corrosion of Structural Steel: A Comprehensive Study”. Journal of Marine Science and Engineering, 12 (3), 285–299.

СЕКЦІЯ № 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

УДК 621.45.034

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДОПАЛЮВАЧА ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ДЛЯ СУДНОВОЇ СИСТЕМИ SOFC-GT

Сербін С. І.
доктор технічних наук, професор кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
serhiy.serbin@nuos.edu.ua
Ващиленко М. В.
кандидат технічних наук, доцент кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
nnuy5te@gmail.com
Патлайчук О. В.
аспірант кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
alexpatlaichuk@gmail.com

Анотація. Запропоновано конструкцію допалювача відхідних газів ежекторного типу для роботи у складі суднової гібридної системи, що містить твердооксидні паливні елементи і газову турбіну. Проаналізовані можливості його подальшого математичного моделювання з урахуванням низької теплотворної здатності відхідних газів і високим вмістом водяної пари.

Ключові слова: твердооксидний паливний елемент; газова турбіна; суднова енергетика; гібридна система; допалювач відхідних газів.

Процес електрохімічної взаємодії компонентів в твердооксидних паливних елементах (SOFC) характеризується неповнотою використання підводимого до них палива. За різними оцінками, приблизно 15–25 % цього палива не встигає вступити в реакцію і з відхідними газами від анодної частини SOFC покидає установку.

На підставі цього, можливим напрямком підвищення ефективності суднових гібридних енергетичних систем, що містить твердооксидні паливні елементи і газову турбіну (SOFC-GT), є використання допалювача газів, які виходять зі стеку паливних елементів. Даний допалювач розташований безпосередньо за стеком і служить для організації спалювання залишків горючих компонентів (водень, чадний газ) на виході з анодної частини SOFC.

В роботах [1–3] запропонована складна схема газотурбінної частини системи SOFC-GT, яка працює з перерозширенням і в якій реалізується цикл з впорскуванням водяної пари в допалювач. Особливістю роботи допалювача в такій системі є потреба в організації стійкого горіння відхідних газів твердоксидного паливного елемента в умовах не тільки низької теплотворної здатності цих газів, але й додаткового впорскування водяної пари, що збільшує вірогідність погасання полум'я без додаткових засобів інтенсифікації процесів перемішування і згоряння.

Слід зазначити, що звичайні серійні камери згоряння газотурбінних двигунів не можуть бути використані безпосередньо в таких системах без їх модифікування, як через низьку теплотворну здатність анодних газів та додавання пари, так і через використання в них у ролі окислювача відхідного з катодної частини SOFC повітря, яке має менший вміст кисню порівняно з атмосферним повітрям.

Таким чином, допалювач відхідних газів потрібно спеціально конструювати (модифікувати) для використання у складі системи SOFC-GT. Ще одним фактором, який треба враховувати, є необхідність стабільної роботи допалювача в широкому діапазоні навантажень з низькими викидами токсичних компонентів.

Для дослідження пропонується конструкція допалювача відхідних газів ежекторного типу [4], схема якого представлена на рис. 1. Окислювач (відхідні гази з катодної частини SOFC) через чотири вхідні патрубки *1* надходить у ресивер *2*, де розділяється на чотири потоки. Перший потік надходить в ежектор *3* через три канали *4*. Відхідні анодні гази після твердоксидного паливного елемента проходять через патрубок *5*, частково перемішуються з окислювачем першого потоку в змішувачі *6* і далі надходять у жарову трубу *7*.

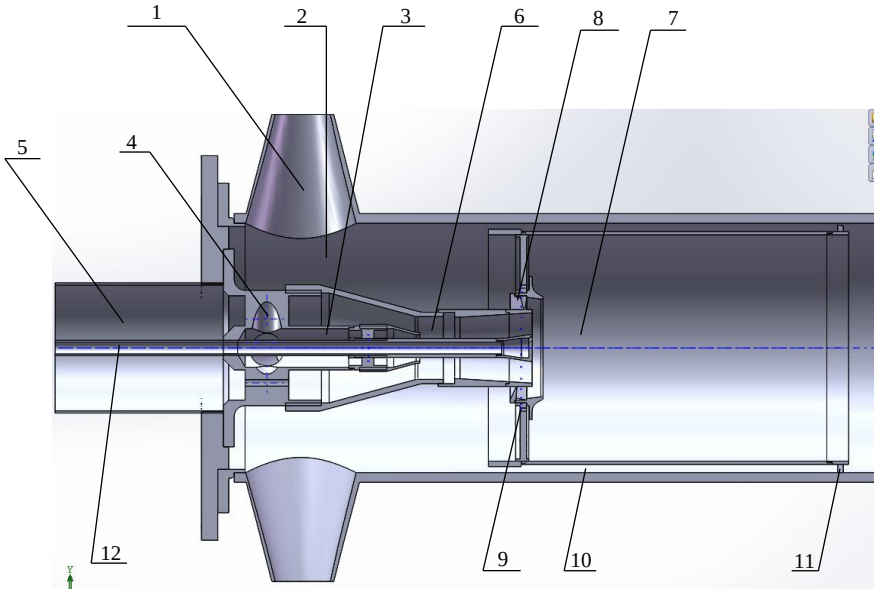


Рис. 1. Конструкція допалювача відхідних газів SOFC:
1 – вхідні патрубки; 2 – ресивер; 3 – ежектор; 4 – канал подачі окислювача в ежектор; 5 – патрубок підведення відхідних газів від паливного елемента; 6 – змішувач; 7 – жарова труба; 8 – завихрювач; 9 – отвори подачі окислювача; 10 – щілина для охолодження жарової труби; 11 – завихрювач; 12 – канал підведення додаткового палива (при потребі)

Другий потік окислювача подається в завихрювач *8*, закручується і надходить в жарову трубу *7*, утворюючи вихрову зону горіння. Третій потік окислювача поступає в жарову трубу через ряд отворів *9*. Четвертий потік окислювача підводиться в канал *10* для охолодження стінки жарової труби, і далі після завихрювача *11* перемішується з продуктами згоряння для досягнення необхідної температури на виході з допалювача. Через канал *12* для підтримки стабільності процесів горіння в зону горіння по осі камери може подаватися природний газ.

Запропонована авторами конструкція допалювача відхідних газів для гібридної суднової системи SOFC-GT є основою для подальшого його математичного моделювання, дослідження та оптимізації параметрів.

Для теоретичного дослідження цієї конструкції важливе значення матиме використання тривимірного CFD-аналізу робочих процесів, які проходять у ньому. При розробці моделі хімічно реагуючих турбулентних течій в допалювачі слід враховувати, що вона повинна містити серію підмоделей для найважливіших фізико-хімічних процесів, таких як утворення горючої суміші, турбулентне перенесення компонентів і їх горіння в присутності великої кількості водяної пари.

Розробка математичної моделі допалювача відхідних газів твердооксидних паливних елементів має виконуватися на основі розв'язування системи рівнянь, що описує конвективний і дифузійний перенос концентрацій для кожного з компонентів реагуючої суміші.

Література

[1] Serbin S., Washchilenko N., Cherednichenko O., Burunsuz K. Energy System with Solid Oxide Fuel Cells and Steam-Injected Gas Turbine. *IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES*). 2023. P. 1–5.

[2] Chen D., Serbin S., Washchilenko N., Burunsuz K. Parameter evaluation for a hybrid marine system combining solid oxide fuel cells and overexpanded steam-injected gas turbine. *International Journal of Thermofluids*. 2024. Vol. 21. 100565.

[3] Ващиленко М.В., Сербін С.І., Патлайчук О.В. Суднова гібридна енергетична система з твердооксидними паливними елементами та газовою турбіною. *Shipbuilding and marine infrastructure*. 2023. № 1 (17). С. 13–21.

[4] Matveev I.B., Serbin S.I., Vilkul V.V., Goncharova N.A. Synthesis Gas Afterburner Based on an Injector Type Plasma-Assisted Combustion System. *IEEE Trans. Plasma Sci*. 2015. Vol. 43. No. 12. P. 3974–3978.

DESIGNING OF THE OFF-GAS BURNER FOR THE SOFC-GT MARINE SYSTEM

Serbin S., Washchilenko N., Patlaichuk O.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The design of an ejector-type off-gas burner for operation as part of a marine hybrid system containing solid oxide fuel elements and a gas turbine is proposed. The possibilities of its further mathematical modeling are analyzed, taking into account the low calorific value of waste gases and the high content of water vapor.

Keywords: solid oxide fuel cell; gas turbine; marine power engineering; hybrid system; off-gas burner.

УДК 621.45.034

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДОПАЛЮВАННЯ ГАЗІВ ДЛЯ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ «ТВЕРДООКСИДНИЙ ПАЛИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ – ГАЗОВА ТУРБІНА»

Сербін С. І.
доктор технічних наук,
професор кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
serhiy.serbin@nuos.edu.ua
Патлайчук О. В.
аспірант кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
alexpatlaichuk@gmail.com

Анотація. Проведене математичне моделювання процесу спалювання горючих складових відхідних газів паливних елементів в допалювачі ежекторного типу. Розрахунки параметрів паливоспалюючого пристрою дозволили визначити основні напрями підвищення їх ефективності в умовах низької теплотворної здатності відхідних газів.

Ключові слова: твердооксидний паливний елемент; газова турбіна; суднова енергетика; допалювач відхідних газів; математичне моделювання.

Математичне моделювання процесу допалювання відхідних газів для суднової гібридної системи «твердооксидний паливний елемент – газова турбіна» (SOFC-GT) виконувалось для конструкції допалювача, розробленої авторами і описаної в роботі [1].

Математична модель допалювання розроблена на основі розв’язування системи рівнянь, що описує конвективний і дифузійний перенос концентрацій для кожного з компонентів реагуючої суміші. Використовуються рівняння нерозривності, збереження кількості руху, збереження енергії, переносу хімічних компонентів суміші, а також рівняння моделі турбулентності.

При проведенні розрахунків використано схему горіння хімічних реагентів kee58, запропоновану в [2]. Вона містить 58 хімічних реакцій з 18 хімічними компонентами: CH_4, H_2, CO, O_2, H_2O, CO_2, H, O, OH, HO_2, CH_3, HCO, CH_2, CH, CH_2O, H_2O_2, N, N_2.

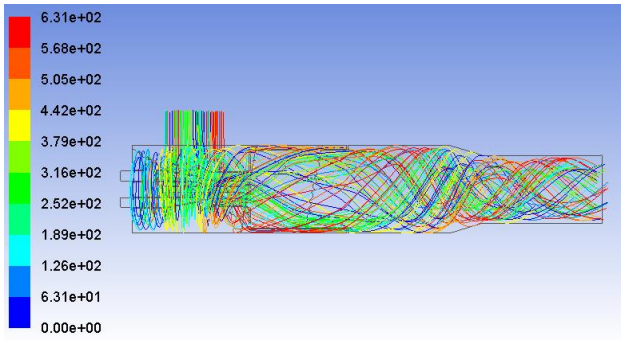
Оскільки кінетичний механізм для спалювання відхідних газів містить велику кількість реакцій, то для своєї числової реалізації він потребує моделі горіння, яка в змозі прогнозувати особливості хімічного реагування в допалювачі в умовах турбулентного перемішування. Такою моделлю є модель EDC (Eddy-Dissipation-Concept), яка враховує взаємодію кінетики і турбулентності потоків [3]. Дана модель допускає, що реакції проходять в невеликих турбулентних структурах, званих «дрібномасштабними реакторами». Швидкості реакцій визначаються з рівняння Арреніуса і інтегруються за допомогою числових методів.

Використана в даній роботі математична модель емісії оксидів азоту являє собою систему рівнянь масового переносу, яка враховує конвекцію, дифузію, а також утворення і розкладання оксидів азоту і споріднених сполук [4].

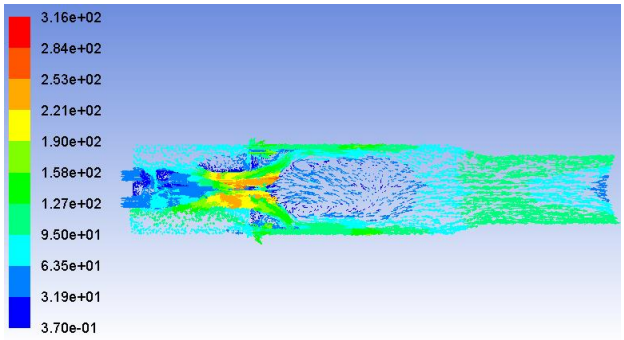
Розрахунки аеродинамічної структури потоку та вигоряння відхідних газів SOFC в допалювачі проведені для горючої суміші такого складу (масові частки): H_2 = 1,177 %, H_2O = 38,876 %, CO = 7,064 %, CO_2 = 52,883 %. Склад окислювача (масові частки): O_2 = 16,53 %, H_2O = 3,84 %, CO_2 = 0,52 %, N_2 = 79,11 %.

Витрата окислювача після катодної секції паливного елемента дорівнювала 2,8254 кг/с, його температура 1193 K; витрата відхідних газів після анодної секції паливного елемента приймалася рівною 0,4077 кг/с, їх температура 1193 K. Тривимірні розрахунки проведено з використанням кінцево-різницевої розрахункової сітки, що складалася з 1,55 млн. тетраедрних елементів.

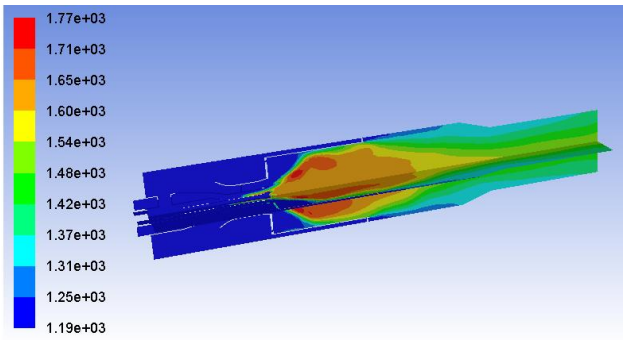
В результаті проведення тривимірних розрахунків з використанням програмного комплексу Ansys Fluent [5] із застосуванням кінетичного механізму [2] отримано нові дані про робочий процес допалювача відхідних газів твердооксидного паливного елемента.



(а)



(б)



(в)

Рисунок 1 – Лінії треків окислювача (а), вектори швидкості робочого тіла, м/с (б) та розподіл температури, К (в) по довжині допалювача

На рис. 1 наведено лінії треків окислювача, вектори швидкості робочого тіла, а також розподіл температури по перерізах допалювача. В даній конструкції за рахунок взаємодії потоків окислювача, які проходять відповідно через завихрювач, ежектор та радіальні отвори в первинній зоні паливоспалюючого пристрою, має місце утворення інтенсивної зони рециркуляції (рис. 1, а, б) в головній частині допалювача. Ця центральна зона рециркуляції достатньо сильно розвинута і служить для ефективної стабілізації положення фронту полум'я (рис. 1, в).

На рис. 2 приведені розподіл швидкості потоку та масових часток горючих компонентів: оксиду вуглецю CO і водню H_2, а також молекулярного кисню O_2 по довжині допалювача. Через наявність протяжної рециркуляційної зони (рис. 2, а), де знаходяться продукти згоряння з відносно високою температурою, горючі компоненти (CO та H_2) інтенсивно вигоряють (рис. 2, б, в) в головній частині допалювача при взаємодії з киснем (рис. 2, г).

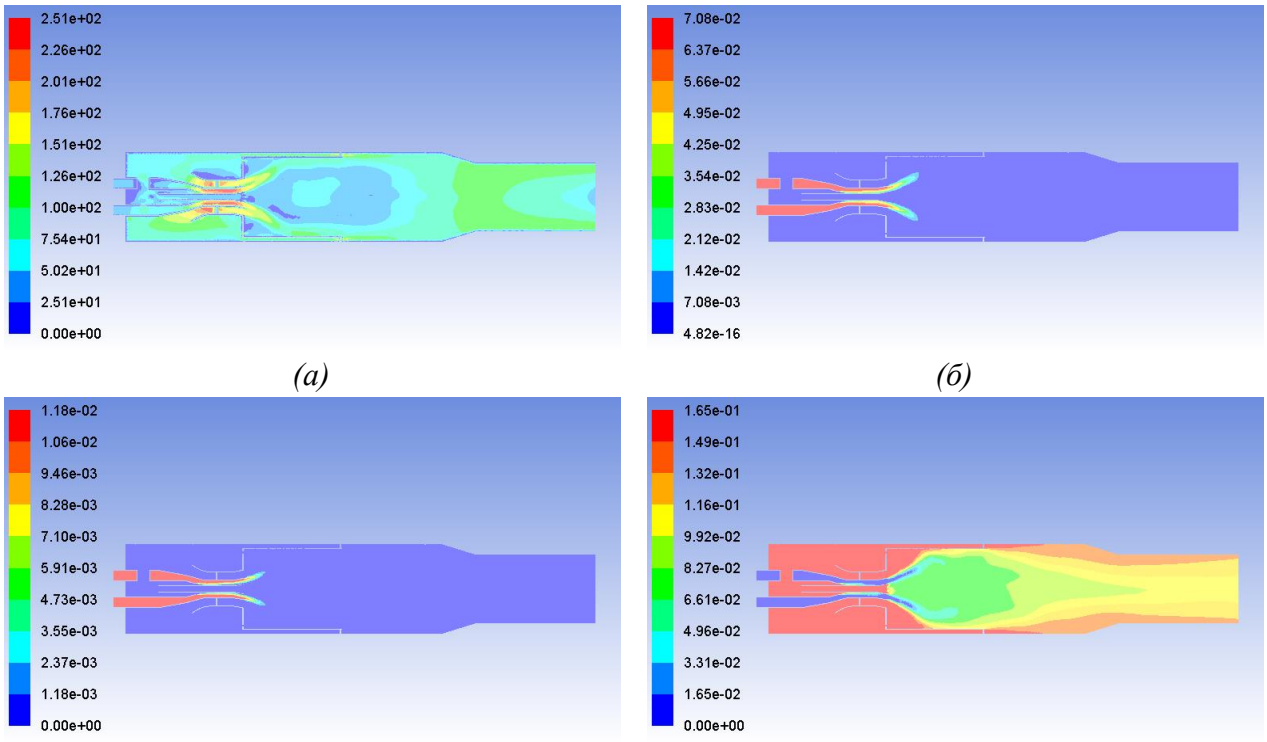


Рисунок 2 – Розподіл швидкості, м/с (а), масових часток: CO (б), H_2 (в), O_2 (г) по довжині допалювача

Зміну масових часток продуктів повного згоряння (H_2O, CO_2), активних радикалів (O, OH, H) та оксиду азоту NO по перерізах допалювача представлено на рис. 3.

Видно, що кількість продуктів повного згоряння визначається не тільки процесами допалювання горючих компонентів анодних газів, але й початковим їх вмістом в горючій суміші. З активних проміжних з'єднань найбільшу концентрацію має гідроксил OH. Відмітимо, що нестабільні з'єднання (радикали) через високу температуру відхідних газів SOFC починають утворюватись ще в внутрішніх секціях ежектора, що обумовлює початок процесів допалювання всередині ежектора. Це може призвести до перегріву елементів конструкції допалювача та потребує додаткових досліджень з метою усунення цього явища.

Оксид азоту NO утворюється головним чином в зонах найбільших температур. Але оскільки максимальні температури горіння всередині допалювача не перевищують 1770 К, то концентрації оксиду азоту по його перерізах і на виході мінімальні.

Результати розрахунків свідчать про те, що запропонована конструкція допалювача забезпечує стабільне і повне вигоряння горючих компонентів відхідних анодних газів твердооксидних паливних елементів в умовах їх низької теплотворної здатності і великої кількості водяної пари.

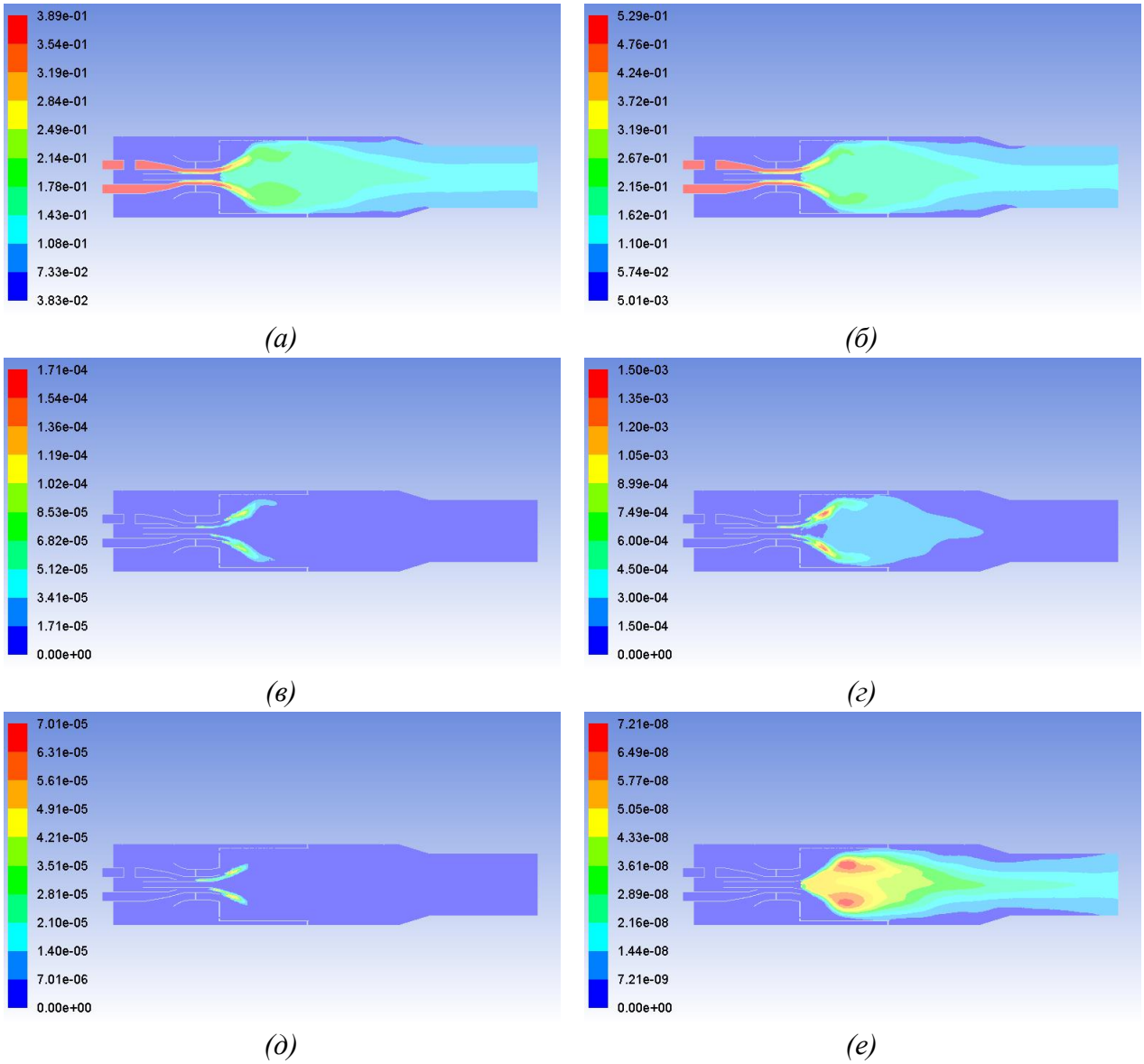


Рисунок 3 – Розподіл масових часток: H_2O (а), CO_2 (б), O (в), OH (г), H (д), NO (е) по довжині допалювача

Література

[1]. Сербін С.І., Патлайчук О.В. Дослідження ефективності допалювача відхідних газів твердооксидного паливного елемента. *Збірник наукових праць НУК*. 2024. № 1. С. 62–68.

[2]. Bilger R.W., Starner S.H., Kee R.J. On Reduced Mechanisms for Methane-Air Combustionin Nonpremixed Flames. *Combustion and Flame*. 1990. Vol. 80. P. 135–149.

[3]. Magnussen B.F., Hjertager B.H. On mathematical models of turbulent combustion with special emphasis on soot formation and combustion. *16-th Symp. (Int.) on Combustion: the Combustion Institute*. 1977. Vol. 16. No. 1. P. 719–729.

[4]. Serbin S.I., Kozlovskyi A.V., Burunsuz K.S. Investigations of non-stationary processes in low emissive gas turbine combustor with plasma assistance. *IEEE Trans. Plasma Sci.* 2016. Vol. 44. No. 12, P. 2960–2964.

[5]. ANSYS Fluent Theory Guide. ANSYS, Inc., 2013. 780 p.

MATHEMATICAL MODELING OF GAS AFTERBURNING FOR THE HYBRID SYSTEM "SOLID OXIDE FUEL CELL – GAS TURBINE"

Serbin S., Patlaichuk O.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. Mathematical modeling of the process of combustion of combustible components of waste gases of fuel cells in an ejector type afterburner has been carried out. Calculations of the parameters of the combustion device made it possible to determine the main directions of increasing their efficiency in conditions of low calorific value of waste gases.

Keywords: solid oxide fuel cell; gas turbine; marine power engineering; off-gas burner; mathematical modeling.

UDC 621.181.27

EFFICIENCY OF METHODS OF WATER INPUT INTO THE FLAME ON COMBUSTION QUALITY AND NITROGEN OXIDE EMISSIONS

O. Kolbasenko

Ph.D student[1]

B. Dymo

Cand. of Sciences (Tech), Prof.[2]

[1] *National Technical University "Kharkiv Polytechnical Institute", Ukraine*

[2] *Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine*

[1] *orden2020@gmail.com,* [2] *dymobv@gmail.com*

Abstract. The paper presents the results of comparative studies of the combustion quality and the values of the nitrogen oxides concentrations during the combustion of fuel oil M40, with the injection of water vapor into its combustion zone and burning water-fuel emulsions with water content W^r = 15 % and 30 %, carried out on an experimental installation. The analysis of the obtained data showed that when burning the water fuel emulsion with W^r = 30 %, the best combustion quality indicators were obtained.

Keywords: water in the combustion zone, water fuel emulsion, microexplosions.

Introduction. In order to solve the problems that have arisen, related to the increase in the cost of fuel, environmental protection, measures aimed at reducing the emission of harmful substances and increasing the efficiency of ship power plants at the same time are of great importance. due to the improvement of combustion processes. Thermochemical methods are currently considered one of the most effective and economical methods of reducing nitrogen oxide concentrations in thermal power engineering. Water supply to the reaction zone is mainly carried out in two ways: by injecting steam or water into the air or into the core of the torch, and by using water fuel emulsions (WFE).

The aim of the work – is to compare indicators of combustion quality and concentrations of nitrogen oxides with different methods of introducing water into the combustion zone.

Main part. The study of the effect of water vapor injection and WFE combustion on combustion processes, NO_x, SO_2 emissions was carried out on an experimental installation [1] that ensures the stability of combustion parameters, when burning unwatered fuel oil M40 (S^r = 1.8 %, W^r = 2 %), when injecting water steam to the root of the torch in the amount corresponding to 30 % of the WFE, and when burning a water fuel emulsion based on this fuel oil with a water content of W^r equal to 15 and 30 % with air excess coefficients α in the range of 1.22…1.26. All studies were carried out using M40 fuel oil using one fuel sample during all studies, which ensured the same composition of the organic part of the WFE and made it possible to determine the effect of the method of water injection (steam) and the water content of the WFE on the combustion efficiency and the output of nitrogen oxides in combustion chamber (CC).

Distribution of gas temperatures along the length and cross-section of the CC was determined with the help of a platinum-rhodium thermocouple, the coil of which was placed at the gas inlet to the water-cooled probe. The accuracy of temperature measurements is ±5 °C. With the help of the same probe, the isokinetic mode of gas sampling for composition analysis was ensured.

Control of the quality of combustion of fuel oil, diesel fuel, WFE based on them was monitored using the Gasochrome-3101 chromatograph (measurement of the concentration of H_2, CO, CH_4, O_2 up to and including and the intersection of the CC for the purpose of determining the efficiency of combustion and for the purpose of evaluating non-burning products and determining the heat loss from chemical underburning) and gas analyzer OKSI-5M for the purpose of determining the concentration of O_2, the coefficient of excess air α during combustion and concentration toxic emissions of SO_2, NO and NO_2. Sensitivity of gas analyzers (in vol.%) is at the following levels: $5 \cdot 10^{-4}$ on H_2, $1 \cdot 10^{-3}$ on CO and CH_4, SO_2, NO_x,

$2 \cdot 10^{-2}$ on O_2. The relative error is ±5 %.

When burning fuel oil, the lowest concentrations of H_2 and CO and their sums were obtained ($CO+H_2$) from all considered regimes. Moreover, the concentration of CO changes little along the length of the CC, apparently due to the insufficient amount of H_2 and H_2O, which slows down the course of oxidation reactions of CO to CO_2, despite the lower value of the maximum gas temperature 1855 °C, which should reduce the concentration of NO_x. The minimal effect of reducing properties ($CO+H_2$) contributes to the increase of NO_x concentration to the maximum value of 532 mg/m^3.

When injecting an amount of water vapor equivalent to 30 % of the WFE the concentration of H_2 and CO and their the amount increases, and the maximum temperature of the gases decreases to 1820 °C. Therefore, under the influence of these two factors, the concentration of NO_x decreases by 1.33 times compared to the burning of fuel oil, and the value of the (NO_2:NO) ratio increases to 0.268. As a result of the improvement of the combustion process, the maximum gas temperature is located closer to the burner section. However, due to the lack of influence of factors inherent in the combustion process of WFE (micro-explosions, plasma mode, anharmonic acoustic field, reductive properties of hydrogen atoms), the level of WFE combustion modes is not reached.

When burning WFE with W^r = 15 % the quality of combustion is higher. The maximum concentrations of CO and H_2, therefore ($CO+H_2$) are higher and are located at the closest distance from the burner cut (~70 mm) from all the modes considered due to the excess of the amount of heat released over the heat consumption of the gases for the evaporation of the WFE water and its pyrolysis. The maximum temperature of gases is located at a relative distance of 0,07 of the CC length and reaches 1950 °C, which should lead to an increase in the concentration of NO_x. But due to the

greater influence of the reducing properties of the increased amount ($CO+H_2$), the concentration of NO_x decreases.

When burning WFE with $W^r = 30$ % the maximum concentrations of CO, H_2, ($CO+H_2$) and the temperature of the gases move by a distance up to 200 mm from the burner cut (0.2 of the CC length). The level of maximum concentrations is almost at the level of the combustion regime with $W^r = 15$ %, but the completion of combustion reactions and the creation of NO_x at a temperature of 1600 °C ends at a distance that is almost 2 times greater. As a result of the influence of the four mentioned mechanisms of combustion of WFE, the NO_x concentration decreases to 166 mg/m^3, i.e. 1.6 times less compared to the $W^r = 15$ % mode.

Analysis of the data from the conducted studies showed when injecting water vapor to the root of the torch the concentration of NO_x is reduced by 1.33 times (NO decreases by 1.48 times, and NO_2 increases by 1.27 times, (NO_2:NO) increases by 1.87 times). When burning WFE with $W^r = 15$ % the concentration of NO_x decreases by 1.9 times, (NO by 2.33 times, NO_2 increases by 1.1 times and (NO_2:NO) increases by 2.1 times). When burning WFE with $W^r=30$ % the NO_x concentration decreases by 3.2 times (NO by 3.7 times, NO_2 increases by 1.6 times, and (NO_2:NO) increases by 2.3 times).

Conclusions. 1. Conducted experimental studies show that the efficiency of the combustion process when burning WFE is higher than when burning standard fuel oil and when injecting water or steam into the combustion zone.

2. A comparison of the combustion processes of liquid fuels with different methods of water vapor injection into the combustion zone showed that with an increase in the amount of injected water from 2 % when burning fuel oil to 30 % when burning a water fuel emulsion with a water content of $W^r = 30$ %, the quality of combustion improves The concentration of CO increases and H_2 in the process of pyro-genetic reactions and the concentration of nitrogen oxides decreases.

References

[1]. Filipshchuk A.N., Kolbasenko O.V., Shevtsov A.P., and Dymo B.V. (2021). Technology for Improving Technical, Economic and Ecological Efficiency of Boiler Plants Using Physico-Chemical Correction of the Water-Fuel Emulsions Composition. *Problems of the Regional Energetics*, 3 (51), 62–77. DOI: https://doi.org/10.52254/1857-0070.2021.3-51.06

ЕФЕКТИВНІСТЬ СПОСОБІВ ВВОДУ ВОДИ В ПОЛУМ'Я НА ЯКІСТЬ ГОРІННЯ І ВИКИДИ ОКСИДІВ АЗОТУ

О. Колбасенко[1], Б. Димо[2]

[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

[2] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна.

Аннотація. У роботі наведено результати порівняльних досліджень якості горіння та значень концентрації оксидів азоту при спалюванні мазуту М40 із введенням водяної пари в зону його горіння та спалювання водопаливної емульсії з вмістом води Wr = 15 % і 30 %, проведено на експериментальній установці. Аналіз отриманих даних показав, що при спалюванні водопаливної емульсії з Wr = 30 % отримані найкращі показники якості горіння.

Ключові слова: вода в зоні горіння, водопаливна емульсія, мікровибухи.

УДК 629.12.03

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ГІБРИДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ НА БАЗІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ КОМПАНІЇ SOFTINWAY INC.

Чередніченко О. К.
д.т.н., проф., Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
oleksandr.cherednichenko@nuos.edu.ua
Сербін С. І.
д.т.н., проф.,Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
serhiy.serbin@nuos.edu.ua
Личко Б. М.
к.т.н., доц.Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
bogdan.lychko@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто сучасний стан математичного моделювання процесів при вирішенні питань концептуального проєктування енергетичного обладнання. Доведено, що в умовах концептуального проєктування достовірність представлення математичної моделі складного енергогенеруючого об'єкту вимагає підтримання високої інтеграції всіх програмних компонентів, які пов'язані зі встановленням закономірностей термохімічних процесів енергоперетворення. Виявлена висока ефективність програмного продукту AxSTREAM®.

Ключові слова: математичне моделювання; концептуальне проєктування; програмний компонент.

Вступ. Впровадження перспективних технологій, вдосконалення інженерних рішень, концептуальне проєктування неможливе без вихідного масиву інформації, що формує опис матеріальних властивостей об'єкта у вигляді характеристик, параметрів, показників та ін. Такий масив інформації необхідний для академічних та наукових цілей при формуванні критеріїв оцінки раціональності прийнятих проєктних рішень з урахуванням впливу обмежень, що накладаються початковими та граничними умовами.

Виявлення відповідності характеристик проєктованого об'єкта згаданим критеріям раціональності прийнятих проєктних рішень може бути отримано внаслідок моделювання процесів у цих об'єктах. Значимість таких досліджень зросте для об'єктів зі значними розмірами, витратами та суттєвим впливом на навколишній світ.

Дослідження складних фізичних процесів вже давно проводяться з використанням різних підходів, таких як аналітичні рішення, лабораторні вимірювання з подальшим порівнянням отриманих експериментальних результатів із результатами числових досліджень

та інше. Останнім часом широкого поширення набули методи числового моделювання та гібридні експериментальні та числові моделі.

При фізичному моделюванні програма випробувань вимагає великої кількості експериментів, що суттєво впливає на час та вартість. Великі успіхи, які були досягнуті в комп'ютерних технологіях з 1980-х років, головним чином, підвищення швидкості обробки інформації та можливість зберігання великих обсягів даних, уможливили використання математичних моделей більшої складності та з меншими обмеженнями.

Числові моделі тим більш корисні, чим краще вони представляють реальну проблему, але це не завжди можливо чи можливо, але з більшим чи меншим спрощенням. Незважаючи на величезний прогрес у числових моделях, вони все ще мають обмеження у відтворенні багатьох фізичних явищ.

Таким чином, **ціль роботи** – аналіз шляхів забезпечення коректного діапазону достовірності при моделюванні складних технічних систем.

Основна частина. При математичному моделюванні слід враховувати, що опис процесів в складних технічних системах передбачає три основні рівні деталізації: концептуальні агрегатні моделі, спрощені розрахункові моделі та докладні точні моделі. Числова модель буде привабливою і зможе вирішити проблему коректного опису процесів (достовірність), якщо вона відповідає наступним вимогам: математична модель має можливість інтегруватися до існуючих рішень; схема досить надійна та працює безвідмовно протягом розумного періоду часу; рішення є точним та підтверджено аналітично та/або експериментально; модель ефективна у межах розумного часу обчислень.

В даний час доступні програмні комплекси, що містять структурні моделі від різних компаній, університетів та дослідних центрів, наприклад, ANSYS, ABAQUS, SW та інші. Всі ці математичні моделі зараз доступні на ринку, більшість із них має умовно безкоштовні версії (freeware); однак ці моделі не слід застосовувати сліпо, навіть якщо вони використовують адекватну та правильну процедуру розв'язання математичної задачі. Важливо поставити питання, чи підходить математична модель для аналізу фізичного явища, яке вона покликана моделювати.

Найбільш поширені випадки невірного, неефективного або недоцільного використання математичних моделей:

- погане формулювання початкових та граничних умов;
- використання програмного забезпечення як «чорної скриньки»;
- неефективний для цього випадку математичний апарат або його реалізація;
- неадекватне математичне формулювання для відтворення фізичного явища.

В умовах концептуального проєктування або дослідження перспектив втілення нових технологій доцільно використовувати модульний підхід, при якому рівняння для кожного блоку розв'язуються за допомогою індивідуальних алгоритмів. В такому разі для всіх розрахункових модулів дотримується заздалегідь задана логічна послідовність обчислення. Прикладом реалізації цієї концепції є програмний продукт AxSTREAM® від компанії SoftinWay Inc. Програмний комплекс надає широкі можливості для моделювання фізичних процесів та забезпечує інтегрований та раціональний підхід до проєктування турбомашин. На додаток до AxSTREAM®, SoftInWay створила програмний комплекс AxCYCLE™ для

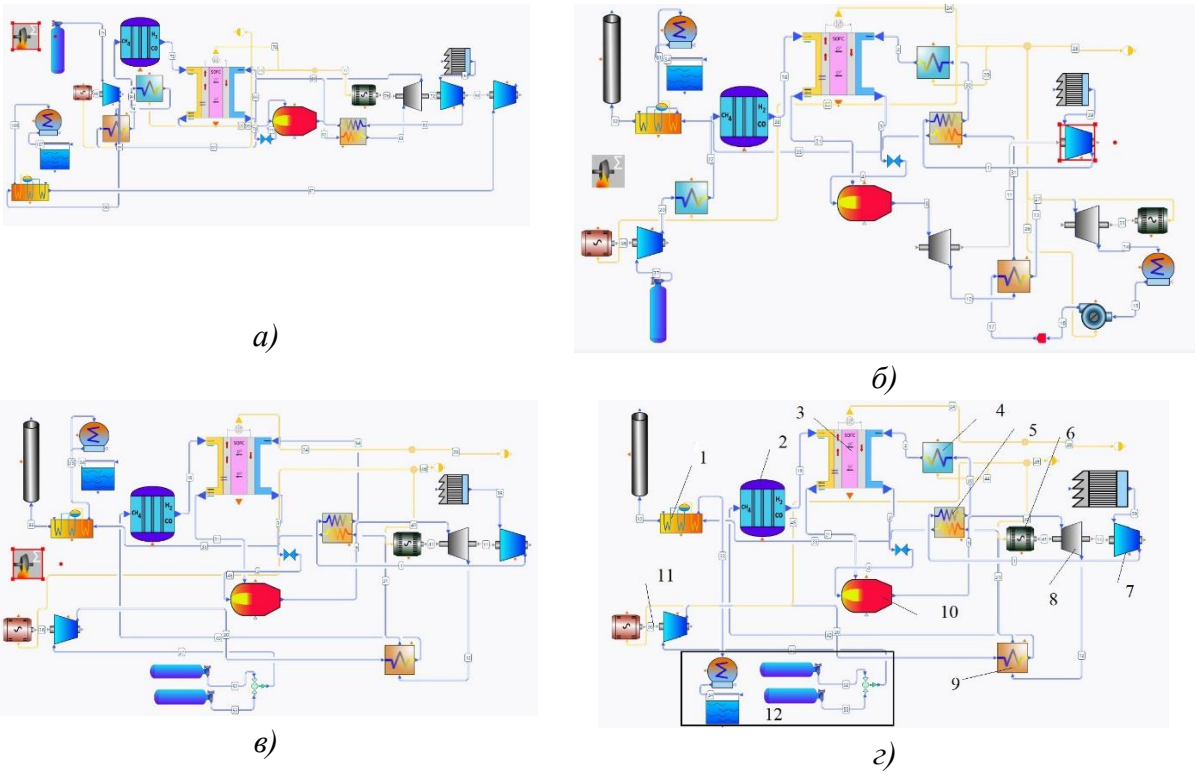
термодинамічного моделювання та розрахунків теплового балансу виробництва теплоти та циклів перетворення енергії.

Однією з особливостей AxSTREAM є висока інтеграція всіх програмних компонентів, які пов'язані зі встановленням закономірностей термохімічних процесів енергоперетворення в енергетичних установках, що дозволяє користувачу поєднувати окремі фази проєктування для створення єдиного ланцюжка обробки.

Цей програмний продукт використовується в наукових дослідженнях гібридних енергетичних систем в Машинобудівному навчально-науковому інституті Національного університету кораблебудування (Україна).

У цілому гібридна енергетична система поєднує кілька типів генерації та/або накопичення енергії або використовує два або більше видів палива для живлення генератора електричного струму. За конструктивним виконанням та організацією робочого циклу енергетичні системи гібридного типу суттєво відрізняються. Виявлена перспективність використання паливних елементів у складі гібридних енергетичних систем суден та плавучих об'єктів.

Перспективним різновидом паливних елементів є твердооксидні елементи SOFC (Solid Oxide Fuel Cell). Високі значення температури відпрацьованих газів дозволяють застосовувати SOFC разом з утилізаційною газовою турбіною (GT) для виробництва електричної енергії в гібридних енергетичних установках SOFC-GT. На рис. 1 надані деякі варіанти теплових схем гібридних енергетичних установок SOFC-GT, які створені в програмному середовищі AxCYCLE™.



а) *б)* *в)* *г)*

Рисунок 1 – Теплові схеми гібридних енергетичних установок SOFC-GT:
а) – з контуром перерозширення; б) – з утилізаційним паротурбінним контуром;
в) – з контуром додаткових підігрівачів; г) – з утилізаційним опріснювальним контуром

За результатами математичного моделювання процесів в гібридних енергетичних установок SOFC-GT виявлена перспективність установки з контуром додаткових підігрівачів робочого тіла. Інноваційним аспектом даної схеми є те, що генератор компенсує витрати електроенергії на організацію процесу (приводи насосів, компресорів, нагрівачів) при заданих параметрах циклу. Максимальний ККД установки досягає 63,7 %.

Висновки.

1. Підтверджено, що в умовах концептуального проєктування математичне моделювання є найбільш раціональним засобом дослідження складних фізичних процесів.

2. Встановлено, що в умовах концептуального проєктування достовірність представлення математичної моделі складного енергогенеруючого об'єкту у вигляді структурно-функціональних блоків, які моделюють одиничні ланки процесу, вимагає підтримання високої інтеграції всіх програмних компонентів, які пов'язані зі встановленням закономірностей термохімічних процесів енергоперетворення.

3. Виявлена висока ефективність програмного продукту AxSTREAM® при моделюванні термодинамічних процесів та розрахунках теплового балансу виробництва теплоти та оцінки ефективності циклів перетворення енергії.

MATHEMATICAL SIMULATION OF PROCESSES IN HYBRID ENERGY INSTALLATIONS BASED ON SOFTWARE PRODUCTS OF THE COMPANY SOFTINWAY INC.

Cherednichenko O. K., Serbin S.I., Luchko B.M.

Abstract. The current state of mathematical modeling of processes when solving issues of conceptual design of power equipment is considered. It is proved that in the conditions of conceptual design, the reliability of the presentation of the mathematical model of a complex energy-generating object requires the maintenance of a high level of integration of all software components that are related to the establishment of laws of thermochemical processes of energy conversion. The high efficiency of the AxSTREAM software product was revealed.

Keywords: mathematical modeling; conceptual design; software component

УДК514.18

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Бідніченко О.Г.,
кандидат технічних наук доцент
професор кафедри комп'ютерно- інтегрованих технологій та інженерної графіки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
helenbidnichenko@gmail.com

Анотація. Дана робота присвячена дослідженню методів геометричного моделювання в тривимірному просторі у системі *AutoCAD*. Подано особливості формування наочних

зображень базових елементів технічних конструкцій. Досліджено способи формування геометричних моделей та методи їх редагування та візуалізації. Методами поверхневого та твердотільного моделювання змодельовані наочні зображення окремих елементів, що входять до енергетичних установок.

Ключові слова: геометричне моделювання, тривимірне моделювання, редагування об’єктів поверхневе та твердотільне моделювання.

Вступна частина. Геометричне моделювання будь-яких об’єктів передбачає створення геометричних моделей об’єктів та можливості їх редагування. На сучасному рівні процес проектування елементів енергетичних установок здійснюється з використанням графічних пакетів прикладних програм. З розвитком сучасних технологій та програмного забезпечення тривимірне моделювання стає все більш популярним та невід’ємним елементом в галузі інженерного проектування. Тривимірне представлення забезпечує більш реалістичне та повне уявлення про об’єкти, дозволяючи краще візуалізувати та аналізувати створені моделі. Графічна система *AutoCAD* є провідним програмним забезпеченням для проектування і моделювання, яка надає широкий спектр інструментів для роботи з дво- та тривимірними об’єктами. *AutoCAD* є потужним інструментом для професіоналів та використовується в різних галузях промисловості: машино- та кораблебудуванні, будівництві, архітектурі, дизайні тощо.

Метою доповіді є дослідження способів геометричного моделювання наочних тривимірних зображень об’єктів в графічній системі *AutoCAD* на прикладі створення геометричних моделей елементів енергетичних установок.

Основна частина. Процес проектування устаткування для енергетичних установок в сучасні часи здійснюється шляхом візуалізації у віртуальному просторі створених проектантом геометричних моделей об’єктів. Сучасні графічні пакети прикладних програм і графічні системи дозволяють конструктору реалізувати свої проектні ідеї та вивчати змодельовані об’єкти у віртуальному середовищі перед їхньою фізичною реалізацією. Тому створення віртуальних геометричних моделей обладнання є сучасним підходом до проектування енергетичних установок.

Графічна система *AutoCAD* дає можливість створення тривимірних об’єктів двома способами – у вигляді поверхневих або твердотільних моделей.

Створення поверхневих моделей може здійснюватися моделюванням полігональних та багатогранних сіток [1, с. 17] та тонкими оболонками такими способами: поверхні обертання, зсуву, з’єднання, поверхня Кунса та плоска поверхня [1, с. 20]. У якості прикладу поверхневої моделі деталі побудовано профіль робочої частини лопатки осьової газової турбіни у графічній системі *AutoCAD* командою LOFT (рис. 1). Така технологія моделювання поверхонь виробу використовується для проектування об’єктів, що виготовляються способами штампування або лиття.

При геометричному моделюванні складних поверхонь спочатку отримують моделі основних частин об’єкта, що моделюється, а потім операціями редагування виконують округлення або перехід від одної поверхні до іншої, зайві частини відрізають тощо. Таким чином поступово збирають зовнішню оболонку об’єкта необхідної форми та розмірів.

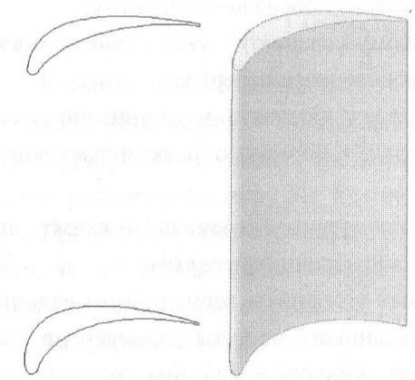


Рисунок 1 – Каркасна модель поверхні робочої частини лопатки осьової газової турбіни

Твердотільне моделювання вважається більш розповсюдженим. Геометричні моделі обладнання формуються у декілька етапів. Спочатку створюються моделі основних геометричних форм, які складають об’єкт, що моделюється. Такі прості моделі вже надані в системі *AutoCAD* як стандартні тіла: “BOX” (паралелепіпед), “CYLINDER” (циліндр), “SPHERE” (сфера), “CONE” (конус) тощо. Наступним кроком моделювання є виконання операцій Булевої алгебри [2, с. 78]: об’єднання різних об’єктів в одне тіло командою “UNION”; видалення частини об’єкту командою “SUBTRACT” та перетин об’єктів командою “INTERSECT”. Такий підхід дозволяє створювати більш складні та унікальні форми. Крім цього системою *AutoCAD* передбачено деякі 3-D дії [2, с. 63] для перетворення плоских форм у об’ємні тверді тіла: командою “REVOLVE” можна обертати 2D об’єкт навколо заданої осі, команда “SWEEP” дозволяє зміщувати обраний геометричний об’єкт вздовж заданої траєкторії, команда “EXTRUDE” дозволяє перетворити 2D об’єкти в тривимірні, надаючи їм об’єм.

Гнучкість та творчість до процесу моделювання об’єкту додають команди редагування створених базових тривимірних тіл. Команди "3D MOVE” та "3D ROTATE” дозволяють точно розташувати об’єкти у просторі, команда “MIRROR 3D” пришвидшує створення симетричних об’єктів, команди “TRIM” та “EXTEND” подовжують та скорочують сформовані об’єкти. На рис. 2 представлено деякі наочні зображення агрегатів енергетичної установки, які змодельоване в системи *AutoCAD* методом твердотільного моделювання.

Під час геометричного моделювання конструктору необхідно не тільки мати в голові уяву про створюваний об’єкт, а і подивитися не деякі його конструктивні особливості на віртуальній моделі. Тому обов’язковою функцією в графічних системах є візуалізація тривимірних об’єктів.

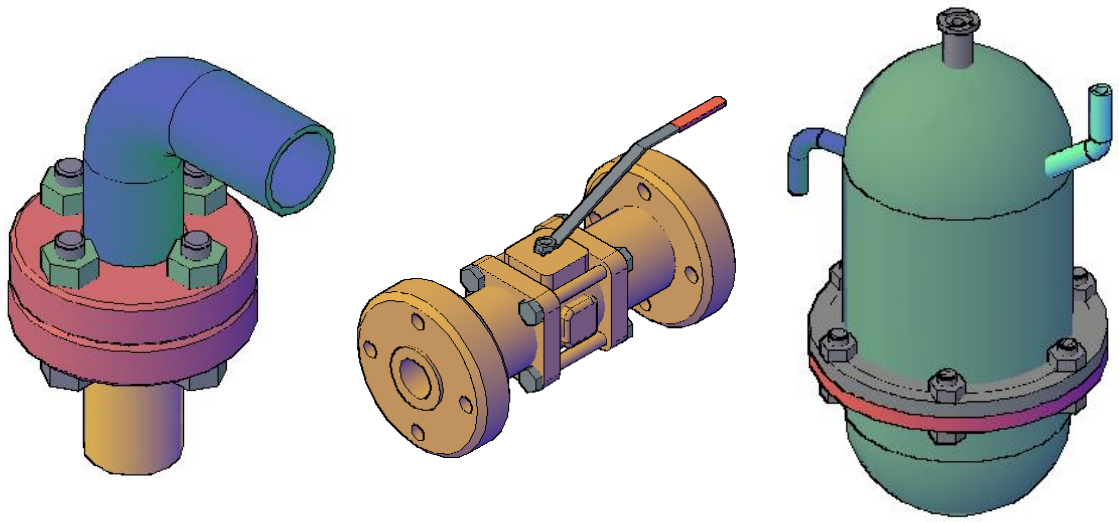


Рисунок 2 – Об’ємні зображення елементів технічних конструкцій, виконані в AutoCAD

В системі *AutoCAD* створено декілька можливостей для перегляду та відображення моделей. Командою 3-D Orbit можливо обертати сформовану модель у 3D-просторі для огляду та для більш детального уявлення про поверхні і форми створеного об'єкта. Команда "VIEW" дозволяє здійснити перехід до переглядів з різних боків, таких як "TOP", "FRONT", "ISO" тощо.

Отже, при геометричному моделюванні об'єктів основні трудовитрати конструктора пов'язані не стільки зі створенням геометричних моделей базових елементів, скільки з їх модифікацією. На відміну від двовимірного моделювання при роботі у тривимірному просторі існує необхідність аналізу об'єкта, що моделюється, і синтезу його тривимірної моделі з базових елементів. При синтезі моделі неможливо обійтися без команд редагування, оскільки лише деякі об'єкти реального світу можна подати у вигляді простої комбінації базових тривимірних об'єктів.

Висновки. Розглянуто особливості геометричного моделювання тривимірних об'єктів у системі *AutoCAD*. Подано способи поверхневого та твердотільного моделювання. Змодельовані приклади для робочої частини лопатки турбіни та наочні зображення елементів енергетичних установок. Показано, що методи візуалізації тривимірних об'єктів дозволяють створити максимально реалістичні моделі.

Література

1. Бідніченко О.Г. Особливості геометричних поверхонь та способи їх комп'ютерного моделювання. Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка». Вип.102. Київ: КНУБА, 2022. С. 13–26. DOI:10.32347/0131-579x.2021.102.

2. Борисенко В.Д., Об'ємне моделювання в AutoCAD [Текст]: навч. посіб. / В.Д. Борисенко, О.Г. Бідніченко, І.В. Устенко. – Миколаїв: ФОП Швець В.Д., 2014. – 224 с.: іл. ISBN 978-617-7240-10-2.

FEATURES OF USING THE AutoCAD SYSTEM IN GEOMETRIC MODELING OF COMPONENT ELEMENTS OF ENERGY INSTALLATIONS

Bidnichenko OG, Cand. tech. Sciences, Assoc. pr.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. This report is devoted to highlighting the features of geometric modeling in the AutoCAD system when creating visual images of technical objects. The possibilities of the system, ways of forming models and methods of their editing and visualization are considered. Examples of simulated technical objects using surface and solid modeling methods are given.

Keywords: geometric modeling, surface and solid modeling, visual images, technical objects.

УДК 65.9

ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ

Кісєтов Ю. В.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
kisetov499@ukr.net

Анотація. Використання технологій ШІ дає можливості підвищити ефективність процесу навчання. Ефективність використання ШІ у підготовці суднових механіків проявляється у можливості створення інтерактивних тренувальних середовищ, які моделюють різні сценарії роботи на судні. Це не тільки підвищує рівень практичної підготовки студентів, а й знижує вартість таких тренувань в реальних умовах. Крім того, набуття практичного досвіду в сфері використання ШІ дає змогу розширити компетенції майбутніх суднових механіків, навчити їх практичному використанню додаткових можливостей ШІ.

Ключові слова: (штучний інтелект, самостійна робота, компетентності суднового механіка, практичний досвід підготовки).

Вступна частина. Професійними особливостями процесів навчання та подальшої діяльності судномеханіків є достатньо великий обсяг практичної складової навчального комплексу.

Такі досить специфічні умови навчання, за яких студент (курсант) самостійно вивчає окремі курси чи розділи частіше всього в електронному форматі, що не виключає його безпосереднього контакту з викладачем як очно, так і в електронному вигляді. У зв'язку з цим навчання стає процесом вирішення нестандартних науково-навчальних завдань методами проблемного навчання, суть якого полягала у формуванні проблемних ситуацій у процесі навчання, виявленні та розв'язанні проблем студентами [1–4].

Мета роботи –спроба застосування можливостей ШІ ChatGPT на прикладі вивчення теми «Обробка відходів на морських суднах».

Основна частина. Програма підготовки передбачає надбання відповідних знань і компетентності суднового механіка як на рівні управління, так і на рівні експлуатації згідно з вимогами Конвенції та Кодексу ПДНВ у новій редакції за манільськими поправками 2010 р. – таблицями A-III/1 і A-III/2 [5]. Згідно до ряду вимог, визначених наведеними документами, на майбутнього суднового механіка покладається багато питань і вмінь, які потребують значного рівня самостійності під час прийняття рішень. Але досить часто зазначається, що значна кількість фахівців під час своєї практичної діяльності неефективно виконують свої функції, оскільки в процесі навчання недостатньо уваги було приділено саме формуванню навичок самостійної роботи в умовах експлуатації.

На практичному занятті було розглянуто можливості використання ЩІ в якості помічника при самостійному вивченні вказаної вище теми.

На першому етапі ШІ було запропоновано скласти план роботи по вказаній темі. Результат цього завдання наведено нижче. (Курсивом нижче наведено відповіді, які надані ШІ. Зрозуміло, що знадобилося трохи відредагувати отриману інформацію).

План вивчення теми «Обробка відходів на морських суднах»:

Тема 1. Визначення проблеми. Введення у тему обробки відходів на морських суднах. Постановка задачі та актуальність проблеми;

Тема 2. Розгляд міжнародних норм та стандартів з обробки відходів. Огляд законодавства, що регулює діяльність морських суден у цій галузі;

Тема 3. Види відходів та їх джерела. Класифікація відходів на морських судах. Визначення основних джерел формування відходів. Технології обробки відходів на морських суднах;

Тема 4. Розгляд методів збирання та тимчасового зберігання відходів. Приклади організації збору та зберігання;

Тема 5: Обробка твердих відходів. Вивчення методів обробки твердих відходів на морських суднах. Практичні приклади реалізації з використанням відповідного обладнання. Управління та моніторинг обробки відході;

Тема 6: Системи управління відходами на судах. Огляд сучасних систем управління відходами. Розгляд прикладів реалізації таких систем.

Тема 7: Моніторинг та оцінка ефективності. Введення у методи моніторингу обробки відходів. Практичні вправи з оцінки ефективності системи обробки.

На другому етапі було сформульовано завдання подальшого розвитку питань, отриманих від ШІ на першому етапі. Після наступної деталізації завдання з необхідністю наданням інформації про технології і обладнання, які використовуються на суднах, була отримана така додаткова інформація. *Обладнання для технологій обробки відходів на морських суднах включає різноманітні технічні рішення, призначені для збору, сортування, переробки та утилізації відходів. Ось кілька характеристик основних типів обладнання:*

Системи збирання та транспортування відходів:

Бункерні системи: Судна обладнані спеціальними контейнерами або бункерами для тимчасового зберігання відходів до їхньої обробки або вивантаження в порту.

Транспортери: Використовуються для переміщення відходів від місця їх утворення до систем сортування та обробки.

Системи сортування та поділу відходів:

Конвеєрні системи. Переносять відходи через різні станції сортування, де вони можуть бути класифіковані за типами.

Роботизовані системи: Автоматизовані роботи для сортування та поділу відходів відповідно до їх видів та характеристик.

Механізми переробки відходів:

Піролізні установки: Використовують високі температури без кисню для перетворення відходів у паливо або інші корисні продукти.

Молекулярні сита: Використовуються для фракціонування відходів та вилучення цінних матеріалів.

Системи утилізації органічних відходів:

Біореактори: Створюють оптимальні умови для розкладання органічних відходів з використанням мікроорганізмів.

Компостери: процеси природного компостування для обробки органічних відходів.

Системи очищення та фільтрації:

Фільтри: Усувають токсини та забруднювачі з відходів, запобігаючи їх попаданню в морське середовище.

Системи очищення газів: Уловлюють та обробляють гази, що утворюються при переробці відходів.

Системи моніторингу та управління:

Сенсори та датчики: Відстежують рівні різних видів відходів, температуру, тиск та інші параметри.

Системи автоматизації: Інтегровані зі ШІ для ефективного управління всіма процесами обробки відходів.

Це лише загальний огляд параметрів устаткування, і конкретні властивості можуть відрізнятися залежно від типу судна, його призначення та міжнародних стандартів.

У процесі наступного «діалогу» зі ШІ було отримано ще додаткову інформацію, яку можливо використовувати при вивченні вказаної теми, але не вдалося отримати описи, схеми, фото, характеристики і параметри конкретного обладнання, яке використовується на суднах. Останнє пов’язане з використанням безкоштовної версії ШІ, яка має функціональні обмеження. Крім того, зараз існує достатньо широкий набір систем ШІ різних розробників, кожна із яких має свої особливості, можливості, галузь використання тощо.

Висновки. Отриманий досвід використання ШІ для самостійного вивчення матеріалу свідчить про можливість підвищити ефективність самостійної роботи студентів, отримати економію часу і, крім того, надати студентам нові навички роботи з інформаційним середовищем.

У цілому система навчання – це навчально-виховний комплекс, який поєднує в собі різні форми викладання навчального матеріалу. Використання ШІ допоможе створювати індивідуалізовані навчальні програми, підвищити ефективність навчання, збагатити навчальний процес.

Література

[1]. Kisietov J. The practice of implementation of methods of problem-based training of mechanical engineers. International scientific conference " The current stage of development of scientific and technological progress ’2023", No 25 on February 20, 2023, Pro Conference Org in conjunction with Sergeieva & Co, Karlsruhe, Germany, Pp. 3–4. Available at: DOI: 10.30888/2709-1783.2023-25-01-004.

[2]. Kisietov J., Kuklina O. Features of the information-management system for the preparation of bachelors in marine education Theory, practice and science. Abstracts of XXIII International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan. April 27–30, 2021. Pp. 400–405. Available at: DOI – 10.46299/ISG.2021.I.XXIII.

[3]. Кісєтов Ю. В. Самостійна робота в умовах дистанційного навчання інженерів-механіків: Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XIV Міжнародна науковотехнічна конференція: матеріали. – Миколаїв : НУК, 2023. – с. 135–136.

[4]. Kisietov J. Using artificial intelligence in the process of training mechanical engineers. Conference proceedings “Modern systems of science and education in the USA, EU and other countries 2024”, No 22 on January 21, 2024 / ProConferencein conjunction with KindleDP Seattle, Washington, USA: – Pp. 3–5. Available at: DOI: 10.30888/2709-2267.2024-22-00-007.

[5]. Міжнародна конвенція про підготовку ідипломування моряків і несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками) Текст]: -К.: ВПК «Експрес-Поліграф», 2012. – 568 с.

THE PRACTICE OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PROCESS OF TRAINING MECHANICAL ENGINEERS

Yu. Kisetov

Associate Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants and Thermal Power Engineering

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The use of AI technologies makes it possible to increase the effectiveness of the learning process. The effectiveness of the use of AI in the training of ship mechanics is manifested in the possibility of creating interactive training environments that simulate various scenarios of work on a ship. This not only increases the level of practical training of students, but also reduces the cost of such training in real conditions. In addition, gaining practical experience in the field of using AI makes it possible to expand the competence of future ship mechanics, to teach them the practical use of additional AI capabilities. The report presents some questions of practical teaching experience in the conditions of the need to increase the share of independent work of students specializing in “Management of ship technical systems and complexes” in specialty 271 “River and sea transport” for the first (bachelor) level of higher education.

Keywords: (artificial intelligence, independent work, ship mechanic competences, practical training experience).

УДК 65.9

МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У РОЗРОБЦІ ПРОГРАМ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН

Кісєтов Ю. В.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

kisetov499@ukr.net

Анотація. Використання штучного інтелекту (ШІ) у розробці навчально-методичних матеріалів відкриває нові горизонти в освітньому процесі. ШІ дозволяє автоматизувати та

оптимізувати створення навчальних матеріалів як в цілому, так і їх окремих частин, адаптуючи їх під вимоги законодавчих і керівних документів, індивідуальні потреби студентів тощо. Завдяки аналізу великих обсягів даних, ШІ може пропонувати інноваційні підходи до формування навчального плану, прогнозувати результати навчання та надавати рекомендації щодо поліпшення якості освіти. Такий підхід забезпечує більш ефективне і персоналізоване навчання, сприяючи підвищенню професійних компетенцій студентів та підготовці фахівців, здатних відповідати викликам сучасного ринку праці.

Ключові слова: (штучний інтелект, освітній процес, інноваційні підходи, якість освіти, практичний досвід, програма навчальної дисципліни).

З розвитком технологій штучний інтелект (ШІ) стає невід'ємною частиною різних сфер життя, зокрема освіти. Використання ШІ в навчальному процесі є однією з ключових тенденцій, що має значний потенціал для трансформації сучасної освіти. Серед перспективних напрямків використання ШІ в освіті можливо виділити наступні.

1. Персоналізація навчання. ШІ може аналізувати індивідуальні потреби, сильні та слабкі сторони студентів, і на основі цього пропонувати адаптовані навчальні плани, завдання та ресурси. Це підвищує ефективність навчання та допомагає студентам досягти кращих результатів.

2. Аналіз даних та прогнозування. ШІ здатен обробляти великі обсяги даних про студентів, їхню успішність, активність у навчальному процесі та інші фактори. На основі цього аналізу можна прогнозувати можливі ризики, наприклад, відсів студентів, та вживати заходів для їх запобігання. Крім того, такий аналіз допоможе викладачам та адміністрації університетів приймати обґрунтовані рішення.

3. Автоматизація навчальних процесів. ШІ може значно спростити питання управління навчальними розкладами, ведення документації, розробку навчально-методичних матеріалів, перевірку завдань і навіть відповіді на типові запитання студентів. Це звільняє час викладачів для зосередження на навчанні та дослідницькій роботі.

4. Віртуальні помічники та чат-боти. Віртуальні помічники, побудовані на основі ШІ, можуть надавати студентам миттєву підтримку, відповідаючи на їхні питання, допомагаючи з навчальними завданнями або навіть надаючи психологічну підтримку. Чат-боти можуть допомогти в організації навчального процесу, нагадувати про важливі події, завдання або дедлайни.

В роботі наведено деякі результати спроби застосування можливостей ШІ ChatGPT на прикладі розробки навчальної програми дисципліни «Гідравлічні машини та допоміжні механізми».

Для ШІ було сформовано завдання розробити теми лекцій, практичних і лабораторних занять навчальній дисципліни «Гідравлічні машини та допоміжні механізми / Hydraulic machines and auxiliary mechanisms ", яка є однією зі складових комплексної підготовки суднових механіків по спеціальності «Управління судновими технічними системами і комплексами». Загальна кількість годин навчання – 90. В тому числі: лекції, практичні і лабораторні заняття – по 15 год., самостійна робота студентів – 45 год. На одну тему лекції планується 1–2 години. На одну тему практичного заняття і одну лабораторну роботу планується 2 години. Дисципліна поділена на два модулі:

Змістовий модуль 1. Основи гідромеханіки. Гідромашини та об’ємний гідропривід;

Змістовий модуль 2. Гідропривід суднових рульових машин, суднових вантажо-підйомних та палубних механізмів.

Результати бажано отримати з урахуванням системи підготовки таких фахівців в англомовних країнах і англомовних навчальних закладах. Для кожної теми, запропоновано додати джерела для самостійного вивчення.

Фрагмент результатів цього завдання на прикладі лекційного матеріалу навчальної програми наведено нижче в табл.1. Для співставлення наведені аналогічні фрагменти існуючої робочої програми, розробленої в 2024 році.

Таблиця 1 – Порівняльні результати змістовних модулів лекційного матеріалу

Варіант розробленої навчальної програми НУК	**Варіант, запропонований ШІ**
1	2
Змістовний модуль 1. Основи гідромеханіки. Гідромашини та об’ємний гідропривід	
Тема 1. Властивості рідин та газів. Прибори. Основи кінематики та динаміки рідини. (2 год.). Література: [4, с. 14–22].	Тема 1. Вступ до гідромеханіки. Огляд гідравлічних систем. Основні поняття та термінологія. (1 год.). Література: – “Fluid Power with Applications” by Anthony Esposito – Hydraulic Systems Basics URL: https://www.hydraulicspneumatics.com/technologies/hydraulic-pumps-motors/article/21883942/hydraulic-systems-basics)
Тема 2. Гідравлічні розрахунки (гідравлічні втрати, гідродинамічний опір).(1 год.). Література: [4, с. 22–33].	Тема 2. Основи гідравліки. Закони гідравліки. Типи рідин та їх властивості. (1 год.). Література: – “Introduction to Fluid Mechanics” by Robert W. Fox, Alan T. McDonald, Philip J. Pritchard – Hydraulics and Pneumatics – Fluid Power URL: https://www.hydraulicspneumatics.com/
Тема 3. Класифікація, улаштування, принцип дії та характеристики гідромашин об’ємних гідроприводів. (2 год). Література: [1, с. 70–75].	Тема 3. Гідравлічні насоси. Типи насосів (відцентрові, об’ємні та інші). Принципи роботи і застосування. (2 год.). Література: – “Pump Handbook” by Igor J. Karassik, Joseph P. Messina, Paul Cooper, Charles C. Heald – Types of Hydraulic Pumps URL: https://www.hydraulicspneumatics.com/technologies/hydraulic-pumps-motors/article /21884162/types-of-hydraulic-pumps
Тема 4. Будова об’ємного гідроприводу, Основні складові, Характеристики. Типові гідравлічні схеми. (2 год.). Література: [1 с. 81–90; 2, с. 9–11].	Тема 4. Гідравлічні двигуни та мотори Типи двигунів (аксіально-поршневі, радіально-поршневі, лопатеві). Принципи роботи і застосування. (2 год.) Література: – “Hydraulic Control Systems” by Herbert E. Merritt – Hydraulic Motors URL: https://www.hydraulicspneumatics.com/technologies/hydraulic-pumps-motors/article/ 21884639/how-hydraulic-motors-work

Закінчення таблиці 1

1	2
	Тема 5. Гідравлічні клапани та регулятори (1 год.). Типи клапанів (запобіжні, регулювальні, напрямні). Принципи роботи і застосування. Література: – “Hydraulic Valves and Controls: Selection and Application” by K. K. Govil – Hydraulic Valves URL: https://www.hydraulicspneumatics.com/technologies/hydraulic-valves/article/21884483/hydraulic-valves
Змістовий модуль 2. Гідропривід суднових рульових машини, суднових вантажопідйомних та палубних механізмів	
Тема 5. Суднові гідравлічні рульові машини (ГРМ). Вимоги до конструктивного виконання, принцип дії, характеристики, гідравлічні схеми ГРМ. (2 год.). Література: [2, с. 11–17].	Тема 5. Системи гідроприводу. Основні компоненти систем гідроприводу. Принципи роботи та застосування. (1 год.) Література: – “Hydraulic Power System Analysis” by Arthur Akers, Max Gassman, Richard Smith – Basics of Hydraulic Systems URL: https://www.hydraulicspneumatics.com/technologies/hydraulic-systems/article/21884711/basics-of-hydraulic-systems
Тема 6. Суднові вантажопідйомні механізми (конструкції, принцип дії, характеристики, гідравлічні схеми). (2 год.). Література: [1, с. 66–76; 6, с. 392–399; 7, с. 79–82].	Тема 6. Гідропривід рульових машин Конструкція і принципи роботи. Застосування в суднових системах. (2 год.) Література: – “Marine Hydraulic Engineering” by Roger L. Brauer – Steering Gear Systems URL: https://www.marineinsight.com/marine-navigation/steering-gear-system-of-ship-an-introduction/
Тема 7. Гідропривід якірно-швартовних механізмів (конструкції, принцип дії, характеристики, гідравлічні схеми) (2 год.). Література: [6, с. 400–411; 7, с. 83–88].	Тема 7. Гідропривід вантажопідйомних механізмів Типи вантажопідйомних механізмів. Принципи роботи та застосування. (2 год.). Література: – “Lift* ing Equipment: Specification, Inspection, and Maintenance” by L. Patrick Engelbrecht – Hydraulic Cranes URL: https://www.cranehunter.com/crane-manufacturers/hydraulic-cranes/)
Тема 8. Технічна експлуатація та обслуговування гідроприводів (2 год.). Література: [2, с. 87–101; 6, с. 412–417; 7 с. 89–98].	Тема 8. Гідропривід палубних механізмів Основні компоненти палубних механізмів.- Застосування та принципи роботи. (2 год.) Література: – “Shipboard Operations” by H. D. McGeorge URL: – Deck Machinery URL: https://www.marineinsight.com/marine-machinery/what-is-deck-machinery/
	Тема 9. Обслуговування та ремонт гідроприводів. Технічне обслуговування. Діагностика несправностей. (1 год.). Література: – “Maintenance and Troubleshooting of Hydraulic Systems” by George W. Younkin – Hydraulic System Maintenance URL: https://www.machinerylubrication.com/Read/207/hydraulic-system-maintenance

Отримані результати стосовно змісту практичних і лабораторних занять свідчать про цілком реальне використання ШІ при розробці таких документів.

Висновки. Узагальнюючи викладене слід зазначити, що перспективи використання ШІ в навчальному процесі університетів є надзвичайно широкими. Вони дозволяють підвищити якість освіти, зробити її більш адаптивною та ефективною, а також оптимізувати багато адміністративних процесів. Однак для досягнення повного потенціалу ШІ в освіті необхідно враховувати виклики та забезпечувати відповідну підготовку як викладачів, так і студентів. У майбутньому роль ШІ в освіті лише зростатиме, що вимагатиме подальших досліджень та інновацій.

OPPORTUNITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DEVELOPMENT OF PROGRAMS OF EDUCATIONAL DISCIPLINES

Yu. Kisetov

Associate Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants and Thermal Power Engineering

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The use of artificial intelligence (AI) in the development of teaching and methodical materials opens new horizons in the educational process. AI allows you to automate and optimize the creation of educational materials both as a whole and their separate parts, adapting them to the requirements of legislative and regulatory documents, individual needs of students, etc. Thanks to the analysis of large volumes of data, AI can offer innovative approaches to the formation of the curriculum, predict learning outcomes and provide recommendations for improving the quality of education. This approach provides more effective and personalized training, contributing to the improvement of professional competencies of students and the training of specialists capable of meeting the challenges of the modern labor market.

Keywords: artificial intelligence, educational process, innovative approaches, quality of education, practical experience, curriculum.

УДК 621.438(075)

КИСНЕВО-ПАЛИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Патлайчук В. М.
кандидат технічних наук,
завідувач кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Анотація. Проаналізовані переваги, недоліки та особливості створення енергетичних установок, використовуючих спалювання викопного палива в середовищі чистого кисню. Розглянуті перспективи їх впровадження в енергетику.

Ключові слова: енергетична установка; кисневе спалювання; уловлювання вуглекислого газу; камера згоряння; вплив на атмосферу.

Киснево-паливне спалювання – це процес спалювання палива з використанням чистого кисню або суміші кисню та рециркуляційних випускних газів замість повітря. Оскільки азотна складова повітря не нагрівається, споживання палива зменшується і є досяжними значно вищі температури полум’я.

Історично склалося так, що кисневе спалювання до недавнього часу використовувалося, головним чином, для зварювання та різання металів, особливо сталі, саме через можливість досягнення високих температур полум’я. В останнє десятиліття дана технологія також привернула багато уваги як потенційна можливість сторення енергетичних установок з нульовим викидом вуглекислого газу до атмосфери.

В даний час проводяться дослідження щодо спалювання викопного палива в енергетичних установках в середовищі киснево-збагаченої суміші замість повітря. В таких установках майже весь азот попередньо видаляється з вхідного повітря, утворюючи потік, який приблизно на 95 % складається з кисню. Спалювання чистим киснем призводить до надто високої температури полум’я в котлі (камері згоряння), що не є в даному випадку бажаним, тому суміш попередньо розбавляють шляхом змішування з рециркуляційними продуктами згоряння або організують поетапне спалювання.

Рециркуляційні продукти згоряння також можуть бути використані для транспортування палива в котел і забезпечення адекватної конвективної передачі тепла в усі зони котла. Дослідники відзначають, що кисневе спалювання генерує приблизно на 75 % менше випускних газів, ніж повітряне спалювання, а продукти згоряння складаються переважно з вуглекислого газу (CO_2) та водяної пари (H_2O) [1].

Метою використання кисневого спалювання в подібних установках є виробництво продуктів згоряння з високим вмістом CO_2, готового до подальшого уловлювання та зберігання. Кисневе спалювання має також інші значні переваги перед традиційними установками, що працюють на повітрі. Серед них:

– маса та об’єм продуктів згоряння зменшуються приблизно на 75 %;

– оскільки маса продуктів згоряння зменшується, з ними втрачається менше тепла;

– розмір обладнання для очищення продуктів згоряння можна зменшити на 75 %;

– продукти згоряння складаються переважно з CO_2, придатного для подальшої секвестрації;

– концентрація забруднюючих речовин у продуктах згоряння вища, що полегшує відділення;

– більшість продуктів згоряння конденсуються; це робить можливим їх компресійне розділення;

– тепло конденсації можна уловлювати та використовувати повторно, а не втрачати з випускними газами;

– оскільки в повітрі відсутній азот, утворення оксидів азоту значно знижується;

– якщо паливо містить сірку, сірчану кислоту можна відновити, а не викидати як небезпечний забруднювач навколишнього середовища або «втрачати» під час десульфурації випускних газів.

З економічної точки зору, енергетичні установки, засновані на кисневому спалюванні, мають вартість значно більшу, ніж традиційні установки на повітрі. Основною проблемою, яка суттєво ускладнює установку і збільшує собівартість генеруємої електроенергії, є попереднє приготування чистого кисню в установках розділення повітря. Цей процес є дуже енергозатратним і майже 15 % електроенергії типової вугільної електростанції може бути спожито на нього.

Дана проблема може бути частково подолана розвитком нових, більш економічних технологій отримання кисню. Зараз в стадії досліджень знаходяться декілька подібних проєктів, зокрема проєкт «хімічного петльового спалювання», в рамках якого передбачається, що кисень, необхідний для спалювання викопного палива, виробляється всередині цього палива за допомогою реакцій окислення та відновлення, на відміну від використання дорожчих методів його генерації шляхом відділення від повітря [2].

На даний момент, якщо не враховувати необхідність зниження викидів CO_2, кисневопаливні установки не є конкурентоспроможними порівняно з традиційними енергетичними установками. Якщо враховувати необхідність зниження, то кисневе спалювання з подальшою секвестрацією CO_2 є життєздатною альтернативою іншим існуючим методам зменшення викидів вуглекислого газу.

Використання кисневого спалювання також може бути економічно ефективним при спалюванні небезпечних відходів з низьким значенням теплотворної здатності. Його також часто поєднують із поступовим спалюванням для відновлення оксиду азоту, оскільки чистий кисень може стабілізувати характеристики горіння полум’я.

В даний час енергетичні установки з кисневим спалюванням переважно знаходяться лише на стадії експериментальних випробувань і досліджень.

Однією з перших спроб дослідження кисневого спалювання був проєкт White Rose у Північному Йоркширі, Великобританія [3]. Планувалося створення дослідної кисневопаливної енергетичної установки в поєднанні з установкою розділення повітря для уловлювання двох мільйонів тонн вуглекислого газу на рік. Далі вуглекислий газ мав доставлятися по трубопроводу для зберігання в солоному водоносному шарі під Північним

морем. Однак наприкінці 2015 та на початку 2016 року, після припинення фінансування проєкту компанією Drax Group та урядом Великобританії, будівництво було призупинене.

В даний час проходять початкове тестування на підтвердження концепції, щоб оцінити технології для масштабування до комерційних установок, такі пілотні установки:

– електростанція Callide A в Квінсленді, Австралія [4–5];

– Schwarze Pumpe Power Station у Шпремберзі, Німеччина [6];

– проєкт CIUDEN в Кубіллос-дель-Сіл, Іспанія;

– демонстраційна установка компанії NET Power (США) [7].

Як свідчать результати робіт [4–7], проводимі дослідження в цілому підтверджують результати попередніх розрахунків, але проєкти потребують подальшого фінансування і доопрацювання. Певною загрозою для них в останні роки є стрімке здешевлення кремнієвих фотоелементів і відповідний розвиток сонячної енергетики.

Література

[1]. Allam R. NET Power’s CO2 cycle: the breakthrough that CCS needs. Modern Power Systems. URL: http://surl.li/flcdax.

[2]. Strohle J., Orth M., Epple B. Design and operation of a 1 MWth chemical looping plant. Applied Energy. 2014. Vol. 113. P. 1490–1495.

[3]. White Rose Project Fact Sheet: Carbon Dioxide Capture and Storage Project. Carbon Capture and Sequestration Technologies Program at MIT. URL: http://surl.li/wnctcz.

[4]. Greig C., Bongers G., Stott C., Byrom S. Overview of CCS Roadmaps and Projects. URL: http://surl.li/nrzcjq.

[5]. Rollo W. Clean coal trial hoped to help lower power station carbon emissions. ABC News, 2015. URL: http://surl.li/srchia.

[6]. Vattenfall abandons research on CO2 storage. The Local, 2014. URL: http://surl.li/ubxwyu.

[7]. Isles J. Gearing up for a new supercritical CO2 power cycle system. Gas Turbine World. 2014. Vol. 44 (6). P. 14–18.

OXY-FUEL COMBUSTION AS AN ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL POWER GENERATION

Patlaichuk V. M.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The advantages, disadvantages and features of the design of power plants using fossil fuel combustion in pure oxygen are analyzed. The prospects of their implementation in the energy sector are considered.

Keywords: power plant; carbon capture and storage; oxy-fuel combustion; combustion chamber; environmental impact.

УДК 621.438(075)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАКСИМАЛЬНОГО ТИСКУ В ЦИКЛІ АЛЛАМА НА ЙОГО ЕФЕКТИВНІСТЬ

Патлайчук В. М.
кандидат технічних наук,
завідувач кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Анотація. Проведене дослідження впливу робочого тиску в камері згоряння на ефективність енергетичної установки, виконаної за термодинамічним циклом Аллама. Проаналізований вплив цього параметра на головні показники установки.

Ключові слова: енергетична установка; кисневе спалювання; цикл Аллама; вуглекислий газ; ефективність.

В останні роки у зв’язку із загальною тенденцією до зменшення викидів вуглекислого газу до атмосфери набувають розвитку енергетичні установки, в яких спалювання палива відбувається не в традиційному середовищі атмосферного повітря, а в середовищі чистого кисню. Висока ефективність подібних конструкцій та повна відсутність будь-яких викидів від них в атмосферу створюють гарні перспективи для їх використання в енергетиці.

Різновидом енергетичних установок на чистому кисні є установки, виконані за термодинамічним циклом Аллама, які в даний час ще знаходяться на стадії теоретичних та експериментальних досліджень [1–2].

Базова теплова схема подібної установки (рис. 1) проаналізована в роботах [2–4].

Ефективність термодинамічного циклу Аллама залежить від багатьох факторів. З них одними з головних є параметри (тиск та температура) робочого тіла за камерою згоряння.

Аналіз впливу максимального тиску в циклі Аллама на його ефективність проводився для енергетичної установки, що використовує у ролі палива природний газ. Зміна тиску в камері згоряння досліджувалася в діапазоні від 20 до 40 МПа. Температура випускних газів з камери згоряння при варіюванні приймалася постійною – 1150 °С. Також постійним підтримувався тиск газів за турбіною – 3 МПа.

При аналізі за необхідністю використовувались результати експериментальних досліджень демонстраційної установки компанії NET Power, проведені у м. Ла-Порте (США) [1–2, 5].

Передбачалося, що приготування кисню здійснюється в установці розділення повітря криогенного типу високої продуктивності. В розрахунках використовувалась типова установка даного типу, яка генерує на виході кисень з тиском 14,7 МПа (150 кгс/см^2). Витрату електроенергії на отримання 1 м^3 O_2 чистотою не менше 99,2 % приймаємо 0,60 кВт·год [4].

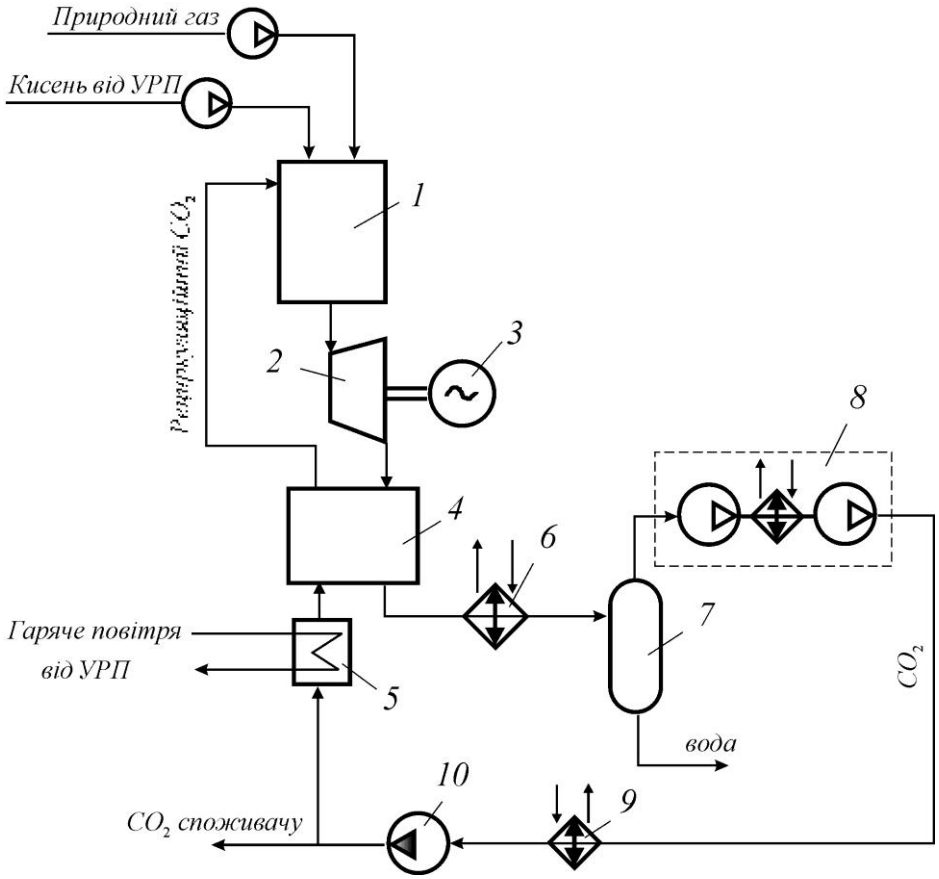


Рисунок 1 – Базова теплова схема установки, виконаної за циклом Аллама: УРП – установка розділення повітря; 1 – камера згоряння; 2 – турбіна; 3 – електрогенератор; 4 та 5 – високотемпературна та низькотемпературна секції рекуператора; 6 – охолоджувач; 7 – сепараційна установка; 8 – двосекційний компресор CO_2; 9 – охолоджувач CO_2; 10 – насос CO_2

Приймалося, що природний газ подається до камери згоряння з магістрального газопроводу. Орієнтовна зміна тиску на ділянці газопроводу становить від 7,5 до 5,0 МПа (відповідно від початку ділянки до її закінчення). Для розрахунку обиралося деяке середнє значення цього тиску – 6,25 МПа при температурі газу 288 К.

Оскільки тиск і кисню, і природного газу на вході до установки був значно меншим, ніж розрахунковий тиск в камері згоряння, то для підвищення тиску цих реагентів використовувались дотискні компресори.

З метою зменшення температури утворюваних в камері згоряння газів до цієї камери додавався рециркуляційний потік CO_2, який відокремлювався у хвостових частинах установки з продуктів згоряння. Наслідком такого технічного рішення було те, що робоче тіло перед турбіною приблизно на 97 % складалося з вуглекислого газу і на 3 % з водяної пари.

Рекуператор містить дві секції: високотемпературну *4* та низькотемпературну 5. В низькотемпературній секції рециркуляційний CO_2 підігрівається за рахунок тепла повітря, нагрітого в компресорі установки розділення. У високотемпературній секції вуглекислий газ підігрівається до потрібної температури входу в камеру згоряння за рахунок тепла випускних газів.

Важливим етапом функціонування енергетичної установки, виконаної за цилом Аллама, є відокремлення від випускних газів водяної пари і формування надалі майже чистого потоку вуглекислого газу. Для цього випускні гази після рекуператора поступають в охолоджувач *6*. При тиску за турбіною 3 МПа конденсація водяної пари з випускних газів починається при температурі 234 °С. Відокремлення крапель води відбувається в системі очищення, головним елементом якої є циклонний сепаратор.

Подальше підвищення тиску CO_2 проводиться у двосекційному компресорі *8* з проміжним охолодженням між секціями. В першій секції тиск підвищується до 5 МПа, у другій – до 8 МПа.

В надкритичному діапазоні тиску (критичний тиск для CO_2 становить 7,36 МПа) та температурі, близької до атмосферної (30…60 °С), вуглекислий газ має дещо зріджений стан і його густина дорівнює приблизно 500 кг/м^3. Тому подальше підвищення тиску вуглекислого газу можна здійснювати насосом *10*.

Графічні залежності ефективності досліджуваної енергетичної установки наведені на рис. 2 та 3.

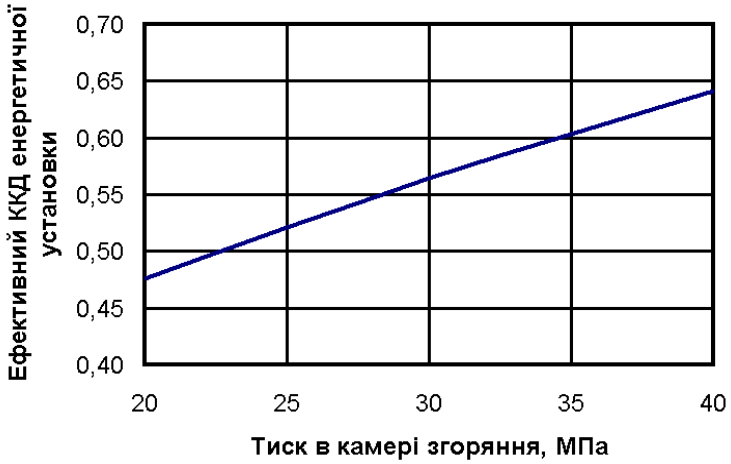


Рисунок 2 – Залежність ефективного ККД установки від тиску в камері згоряння

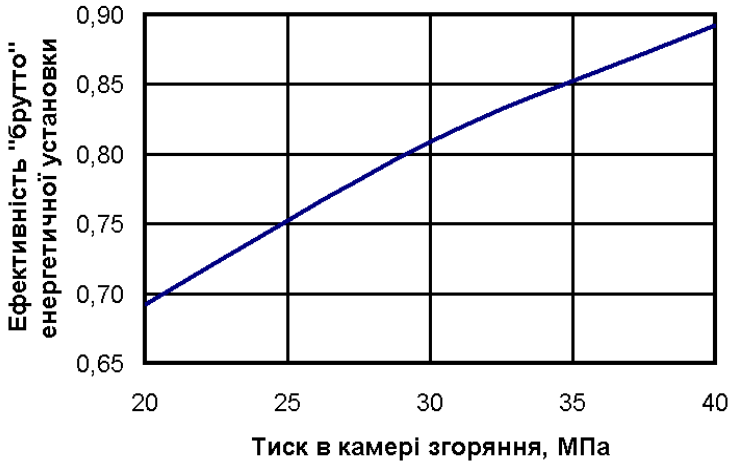


Рисунок 3 – Залежність ефективності установки без урахування відборів потужності на власні потреби від тиску в камері згоряння

Результати розрахунків свідчать про те, що:

1. Збільшення тиску в циклі з 20 до 40 МПа призводить до зростання ефективного ККД установки з 48 до 64 %. Це зростання має майже лінійний характер.

2. При фіксованій корисній потужності установки (100 МВт) зростання ефективного ККД приводить до пропорційного зменшення споживання паливного природного газу (з 15 до 11 т/год).

3. Найбільшою витратою електричної енергії на власні потреби установки є сумарні витрати на стиснення вуглекислого газу, на що витрачається до 19 % від генерованої електрогенератором потужності.

4. На другому місті за витратами є витрати електричної енергії на утворення кисню в установці розділення повітря (9…12 %).

5. При фіксованій температурі газу перед турбіною (1150 °С) і тиску після неї (3 МПа) збільшення тиску у камері згоряння веде до зменшення температури випускних газів за трактом після турбіни

Література

[1]. Allam R. NET Power's CO_2 cycle: the breakthrough that CCS needs. *Modern Power Systems*. URL: http://surl.li/flcdax.

[2]. Isles J. Gearing up for a new supercritical CO_2 power cycle system. *Gas Turbine World*. 2014. Vol. 44 (6). P. 14–18.

[3]. Patlaichuk V.M., Patlaichuk O.V. Zero emissions power plant based on the Allam cycle. *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці*: Матеріали XIV Міжн. наук.-техн. конференції. Миколаїв: НУК, 2023. С. 141–143.

[4]. Патлайчук В.М., Кутняк І.В. Аналіз параметрів енергетичної установки, виконаної за циклом Аллама. *Суднова енергетика: стан і проблеми*: Матеріали XI Міжн. наук.-техн. конференції. Миколаїв: НУК, 2023. С. 212–215.

[5]. Dodge E. CCS Breakthrough: CO_2 Power Cycles Offer Improved Efficiency and Integrated Carbon Capture. *Breaking Energy*. URL: http://surl.li/wygibm.

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE MAXIMUM PRESSURE IN THE ALLAM CYCLE ON ITS EFFICIENCY

Patlaichuk V. M.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The study of influence of the pressure before the turbine on efficiency of the power plant made according to the Allam thermodynamic cycle was carried out. The influence of this parameter on the main indicators of the power plant is analyzed.

Keywords: power plant; oxy-fuel combustion; Allam cycle; carbon dioxide; efficiency.

УДК 621.433

ОСНОВНІ КОНЦЕПЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПАЛИВНОГО ГАЗУ В ПОРШНЕВИХ ДВИГУНАХ.

Доценко С. М.

к. т. н., доцент кафедри «Енергетичне машинобудування» Первомайський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Первомайськ, Україна, e-mail: serhii.dotsenko@nuos.edu.ua

Вульчин Є. М.

магістрант Первомайський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Первомайськ, Україна, e-mail: Eduard4082003@qmail.com

Анотація. Розглянуто основні шляхи вирішення проблеми використання паливного газу в суднових енергетичних установках та концепції організації робочого процесу в поршневих двигунах. Перспективність використання газодизельних двигунів для СЕУ пояснюється більш високим к.к.д. в порівнянні з газовими двигунами, збільшеним моторесурсом порівняно з дизельними та можливістю швидшої конвертації дизельних двигунів на газодизельні. Суттєвим є екологічний ефект, який забезпечують власні характеристики газоподібного палива, а саме: відсутність оксидів сірки, незначна кількість NO_X і понижене виділення CO при згорянні.

Ключові слова: дизельні двигуни, газодизельний двигун; газовий двигун, робочий процес, паливний газ.

Актуальність задачі. Найбільш важливим питанням при використанні газу є раціональна організація робочого процесу двигуна. Заміна дизельного палива газом потребує заміни або конвертації дизельних двигунів на газові, які працюють за циклом Отто (з іскровим запалюванням) або газодизельні з самозайманням від стиску.

Основна частина. Основні концепції організації робочого процесу двигунів, які використовують газоподібне паливо, такі:

– двигуни, що працюють на стехіометричній газоповітряній суміші з коефіцієнтом надлишку повітря 1,0. Це найбільш простий і найбільш традиційний спосіб використання газу в газових двигунах;

– двигуни, що працюють на гомогенній збідненій газоповітряній суміші з коефіцієнтом надлишку повітря 1,5…1,72. При достатній турбулентності повітря і правильній організації робочого процесу такі двигуни мають всі умови для зниження NO_x до рівня менш, ніж 1,0 г/кВт за годину;

– форкамерні двигуни на гомогенній збідненій газоповітряній суміші з запаленням від іскри. Обмеження по детонації дозволяють забезпечити середній ефективний тиск в таких двигунах на рівні 1,6…1,8 МПа, а рівень викидів NO_x менш, ніж 1,0 г/кВт за годину;

– газодизелі, в яких газоповітряна суміш підпалюється невеликою кількістю дизельного палива (5…15 % від подачі дизельного палива на номінальній потужності). Газодизелі мають середній ефективний тиск до 2,0…2,2 МПа, високу паливну економічність. Їх недоліком є

складність конструкції в зв'язку з двопаливністю та складність досягти рівня NO_x менше, ніж 4,0 г/кВт×год;

– газодизелі, в яких підпалювання бідних газоповітряних сумішей здійснюється дуже малою запальною дозою дизельного палива (менше 1,0…0,5 %). У даному випадку дизельна паливна система виступає альтернативою системи запалення від іскри, але забезпечує меншу між циклову нестабільність. Такі двигуни забезпечують рівень NO_x менше 1,0 г/кВт×год, а середній ефективний тиск до 2 МПа може бути досягнутим з високою паливною економічністю;

– газодизелі з подачею газового палива в кінці такту стиску під високим тиском 20–25 МПа. Запальна доза рідкого палива, яка не перевищує 5 %, впорскується за декілька градусів до початку подачі газу для забезпечення надійного самозаймання палива та стабілізації процесу згоряння. Розглянутий процес фактично є дизельним процесом на газоподібному паливі. Ефективний к.к.д. такого поршневого газодизельного двигуна фірми «Міцуї» при 5 % запальній дозі палива складає $ή_e$ = 44 – 53 % проти $ή_e$ = 42 – 43 % дизельного варіанта та $ή_e$ = 37 – 41 % газового варіанта двигуна [1].

Існують три основні шляхи використання газу як палива для суднових поршневих двигунів внутрішнього згорання:

- створення нової газової поршневої машини;
- конвертація в заводських умовах нових дизельних двигунів в газові або газодизельні;

– модернізація дизельних двигунів, які знаходяться в експлуатації.

Створення нової газової машини потребує великих капіталовкладень та часу. Найбільш перспективним у сучасних умовах для України є конвертація дизельних двигунів, які знаходяться в експлуатації, в газові або газодизельні. Для суднової енергетичної установки доцільнішим є використання газодизельних двигунів. Це пояснюється таким факторами, як більш високий к.к.д. у порівнянні з газовими двигунами, можливість конвертації дизельних двигунів у газодизельні, збільшений моторесурс газодизеля в порівнянні з дизелем. Так моторесурс циліндро-поршневої групи у газодизеля більший на 50 % в порівнянні з дизелем. При створенні машин слід віддавати перевагу кінематичним і технологічним схемам, які б усували або максимально знижували динамічні процеси [2].

Необхідно врахувати і те, що з кожним роком все жорсткішими стають вимоги до суден з точки зору забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами. Переобладнання СЕУ для роботи на газоподібному паливі дозволило значно поліпшити екологічну ситуацію на акваторії портів[3].

Основними задачами, які ставляться при конвертації дизельних двигунів на газорідинний процес, є:

– зберегти при роботі за газодизельним процесом таку ж потужність, як і при роботі на рідкому паливі;

– забезпечити рівномірний розподіл потужності між циліндрами;

– зберегти, по можливості, конструкцію базового дизельного двигуна;

– забезпечити можливість переходу з одного виду палива на інше в процесі роботи двигуна в мінімально короткий час;

– знизити об'єм запальної дози рідкого палива до мінімального.

Конструкція базового дизельного двигуна доповнюється системою подачі, сумішоутворення, дозування та регулюванням кількості газоподібного палива [4,5]. Система живлення рідким паливом фактично не змінюється, але виникають труднощі при забезпеченні стабільної малої запальної дози палива штатними паливними насосами високого тиску та штатними форсунками.

При конвертації дизеля на роботу за циклом Отто дизельна паливна система замінюється на систему запалювання від електричної іскри.

Висновки.

1. Використання газоподібного палива економічно вигідно. По-перше, ціна на газ в декілька разів менша за ціну на дизельне паливо. По – друге, використання газоподібного палива дозволить збільшити моторесурс енергетичної установки за рахунок зменшення зносу циліндро-поршневої групи та збільшення строку служби масла.

2. Використання газоподібного палива в енергетичних установках екологічно вигідно. Важливий екологічний ефект забезпечують власні характеристики природного газу, а саме: відсутність оксидів сірки, незначна кількість NO_X і понижене виділення CO при згорянні.

Література

1. С.Н. Литвин, С.М. Доценко, А.Л. Григорьев, А.Н. Врублевский Перспективы дальнейшего снижения расхода дизельного топлива газодизельными двигателями. Авіаційно-космічна техніка і технологія // Збірник наукових праць ХАІ. – 2002. № 30. С. 11–14.

2. І.О. Григурко, М.Ф. Брендуля, С.М. Доценко Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) «Новий світ – 2000», Львів, 2006. – 576с.

3. O. Cherednichenko, M. Tkach, B. Timoshevskiy, V. Havrysh, S. Dotsenko. Improving the efficiency of a gas-fueled ship power plant using a Waste Heat Recovery metal hydride system. Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie № 59 (131) – *30.09.2019. – С. 9 – 15.*

4. С.Н. Литвин, С.М. Доценко, А.Л. Григорьев, А.Н. Врублевский Новый способ модернизации топливной аппаратуры при конвертировании дизель – генератора с жидкого топлива на газ. Авіаційно-космічна техніка і технологія // Збірник наукових праць ХАІ. – 2000. № 19. С. 64–69.

5. Использование модулятора импульсов давления для интенсификации впрыскивания запальной порции дизельного топлива в цилиндры газодизеля. АЛ. Григорьев, А.Н. Врублевский, С.Н. Литвин, С.М. Доценко // Вестник ХГПУ-1999. – Выпуск. 85, – С. 3–12.

BASIC CONCEPTS OF WORKFLOW ORGANIZATION WHEN USING FUEL GAS IN RECIPROCATING ENGINES.

Serhii Dotsenko, Eduard Vulchyn

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Pervomaisk Institute

Abstract. The main ways of solving the problem of using fuel gas in ship power plants and the concept of organizing the workflow in reciprocating engines are considered. The prospects for the use of gas-diesel engines for SPPs are explained by the higher efficiency. Compared to gas engines, increased service life compared to diesel engines and the possibility of faster conversion of diesel engines to gas-diesel engines. The environmental effect is significant. which provides its own

characteristics of gaseous fuels, namely: the absence of sulfur oxides, a small amount of NOx and a reduced release of CO during combustion.

Keywords: diesel engines, gas-diesel engine; gas engine, working process, fuel gas.

УДК 621.431

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ГАЗОДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ КОЕФІЦІЄНТУ НАДЛИШКУ ПОВІТРЯ.

Доценко С. М.

к. т. н., доцент кафедри «Енергетичне машинобудування» Первомайський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Первомайськ, Україна, e-mail: serhii.dotsenko@nuos.edu.ua

Урсуленко І. О.

викладач кафедри «Енергетичне машинобудування» Первомайський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Первомайськ, Україна, e-mail: ivan.ursulenko@nuos.edu.ua

Анотація. Поршневий газодизельний двигун відрізняється від дизельного тим, що використовує два вида палива. В якості запального палива використовується дизельне паливо, а основним видом є газоподібне паливо. Для суднової енергетичної установки доцільнішим є використання газодизельних двигунів. Так, моторесурс циліндро – поршневої групи у газодизеля більший на 50 % порівняно з дизелем. Необхідно врахувати і те, що з кожним роком все жорсткішими стають вимоги до суден з точки зору забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами. Переобладнання СЕУ дозволить значно поліпшити екологічну ситуацію на акваторії портів.

Ключові слова: газодизельний двигун; коефіцієнт надлишку повітря; ефективні показники; середній ефективний тиск.

Актуальність задачі. Одним із перспективних напрямків підвищення енергетичної ефективності та економічності поршневих двигунів, які знаходяться в експлуатації, є застосування газодизельного циклу.

Фактично всі провідні двигунобудівні фірми займаються розробкою та побудовою газодизельних двигунів. У першу чергу це стосується двотактних крейцкопфних, які використовуються в якості головних суднових двигунів.

Фірма «Зульцер» (Швейцарія) продовжує успішно займатися удосконаленням суднових двотактних газодизелів типу RD-76 та RNMD-90, основну увагу приділяючи дослідженню усунення детонаційного горіння газоповітряної суміші різноманітного складу. Роботи, проведені фірмою в даному напрямку, дозволили за рахунок покращання продувки циліндра, збільшення подачі повітря і його більш інтенсивного охолодження досягти на цих двигунах середньо ефективного тиску на рівні P_e = 0,8…1,08 МПа при без детонаційному згоранні

робочої суміші різного складу. Так, випробування головного суднового газодизеля RNMD-90 з D = 900мм, S=1550мм, при n = 122 хв$^{-1}$ забезпечили циліндрову потужність $N_ц$=1618 кВт при запальній дозі дизельного палива 7…10 % [1].

Мета роботи – дослідження можливості підвищення ефективних показників газодизельного двигуна 6 ГЖЧН 26/34 за рахунок раціонального вибору коефіцієнту надлишку повітря.

Об'єкт дослідження – Шестициліндровий 4-тактний газодизельний поршневий двигун з газотурбінним наддувом 6 ГЖЧН 26/34, який входить в склад газодизель-генератора ГДГА-800.

Основна частина. Енергетична ефективність двигуна, яке використовує як рідке так і газоподібне паливо, залежить від багатьох факторів. Одним із них є кількість повітря, що подається до камери згоряння циліндрів двигуна. Кількість повітря впливає на повноту згорання палива та на величину втрат з відхідними газами. Для забезпечення енергоефективної роботи газодизельних двигунів витрата повітря повинна підтримуватись на рівні, при котрому відбувається найбільш повне згорання палива, як дизельного так і газоподібного.

Кількість повітря (а значить і кількість кисню), яке подається до камери згоряння циліндрів двигуна, оцінюється по величині коефіцієнту надлишку повітря. Для визначення впливу коефіцієнту надлишку повітря на ефективні та екологічні показники було проведено розрахунок робочого процесу газодизельного двигуна 6 ГЖЧН 26/34 для 3 варіантів величини коефіцієнту надлишку повітря $\boldsymbol{\alpha}$ [2].

Таблиця 1 – Результати аналітичного розрахунку робочого процесу газодизеля

Параметри	**a = 1,6**	**a = 1,8**	**a = 2,0**
M_1 кмоль	16,570	18,516	20,462
M_{N2} кмоль	12,304	13,841	15,379
M_{O2} кмоль	1,146	1,555	1,964
M_2 кмоль	17,009	18,955	20,902
P_{max} кПа	14016	13824	13666
V_e м^3/кВт год	0,309	0,284	0,263
P_e кВт	774	754	737

Перший показник на який вплинула зміна величини коефіцієнту надлишку повітря це M_1 – загальна кількість продуктів свіжого заряду.

$$M_1 = 1 + \alpha \times L_0^г, \text{кмоль/кмоль}$$

При збільшенні $\boldsymbol{\alpha}$ величина M_1 зростає. Також зростають M_{N2} та M_{O2} – кількість азоту та кисню відповідно в продуктах згоряння.

$$M_{O_2} = 0{,}21 \times \left[(\alpha - 1) \times L_0^г - q \times L_0^п\right], \text{кмоль}$$

$$M_{N_2} = 0{,}79 \times \alpha \times L_0^г + N_2, \text{кмоль}$$

Це пояснюється тим, шо при збільшенні величини коефіцієнту надлишку повітря – збільшується кількість повітря що поступає в циліндр двигуна. А так як повітря на 21 % складається з кисню, а на 78 % з азоту, то відповідно збільшується і кількість азоту та кисню в продуктах згорання.

Враховуючи що збільшилася величина окремих компонентів продуктів згоряння у випускних газах газодизеля, то і відповідно збільшилася і загальна кількість продуктів згоряння M_2.

Важливим показником робочого процесу газодизельного двигуна є температурні параметри. Величина середньої температури випускних газів на виході з двигуна при збільшенні величини коефіцієнту надлишку повітря – збільшується. Висока температура випускних газів на виході з двигуна дозволяє здійснити більш глибоку утилізацію як високопотенційного так і низькопотенційного тепла теплоти металогідридними технологіями[3–5].

Друга група показників на які впливає величина коефіцієнту надлишку повітря, це ефективні показники, які можна розділити на 2 підгрупи.

Перша підгрупа це ефективні показники двигуна. При збільшенні величини коефіцієнту надлишку повітря $\boldsymbol{\alpha}$ зменшується середній ефективний тиск, а потужність двигуна прямопропорційно залежить від P_{me}, то вона також зменшується.

$$P_{ep} = \frac{P_{me} \times V_{St} \times n}{30 \times Z \times 10^3}, кВт$$

Друга підгрупа – це година $\mathbf{V}_г$ ($м^3$/год), та питома ефективна об'ємна витрата газу $\mathbf{V}_e$ ($м^3$/кВт*год).

Для газодизелів питома ефективна об'ємна витрата газу зворотньопропорційно залежить від $\boldsymbol{\eta}_e$, то вона зменшується.

$$V_e = \frac{3600}{Q_H \times \eta_e} =, {кг}/{кВт\ *год.}$$

Висновки.

1. При збільшенні коефіцієнту надлишку повітря в газодизельному двигуні від а = 1,6 до а = 2,0 збільшуються загальна кількість продуктів згоряння та їх окремих компонентів. Друга група ефективних показників при цьому зменшується (P_{max}, V_e, P_e).

2. Найбільш ефективна робота газодизельного двигуна відбувається при а = 1,6. При цьому максимальна потужність двигуна та найбільший середній ефективний тиск, який вказує на ефективність робочого процесу газодизеля.

Література

1. С.Н. Литвин, С.М. Доценко, А.Л. Григорьев, А.Н. Врублевский Перспективы дальнейшего снижения расхода дизельного топлива газодизельными двигателями. Авіаційно-космічна техніка і технологія // Збірник наукових праць ХАІ. – 2002. № 30. С. 11–14.

2. Методичні вказівки до виконання розрахунку робочого процесу, теплового балансу, теоретичної та дійсної індикаторної діаграми газодизельного двигуна з дисципліни «Теорія ДВЗ». // Доценко С.М., Бєльський Ф.В.- Первомайськ ППІ НУК, 2013. – 52с.

3. O. Cherednichenko, M. Tkach and S. Dotsenko, “The Usage of a Waste Heat Recovery Metal-Hydride Unit of Continuous Operation in the Maritime Energy”, Kremenchuk, Ukraine, 2019, pp. 510–513.doi: 10.1109/MEES. 2019.

4. М.Р Ткач, Б.Г. Тимошевский, С.М. Доценко, Ю.Н. Галынкин. Эффективность утилизации низкопотенциального тепла металлогидридными установками непрерывного действия. // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. № 9. – С. 39-44.

5. O. Cherednichenko, M. Tkach, B. Timoshevskiy, V. Havrysh, S. Dotsenko. Improving the efficiency of a gas-fueled ship power plant using a Waste Heat Recovery metal hydride system. Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie № 59 (131) – 30.09.2019. – С. 9–15.

INCREASING THE EFFECTIVE PERFORMANCE OF A GAS-DIESEL ENGINE DUE TO THE RATIONAL CHOICE OF THE COEFFICIENT OF EXCESS AIR

Serhii Dotsenko, Ivan Ursulenko

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Pervomaisk Institute

Abstract. A piston gas-diesel engine differs from a diesel engine in that it uses two types of fuel. Diesel fuel is used as incendiary fuel, and the main type is gaseous fuel. For a ship power plant, it is more expedient to use gas-diesel engines. Thus, the motor life of the cylinder-piston group of a gas diesel engine is 50 % higher compared to a diesel engine. It is necessary to take into account the fact that every year the requirements for ships in terms of environmental pollution by exhaust gases are becoming more stringent. Re-equipment of CEU will significantly improve the environmental situation in the waters of ports.

Keywords: gas-diesel engine; coefficient of excess air; effective indicators; average effective pressure.

УДК 621.577

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Канц В. В.

викладач кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування
Первомайського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Первомайськ, Україна
valentyna.kants@nuos.edu.ua

Тепловий насос, зараз – одна з найбільш ефективних і економічних за витратами енергії систем, яка може бути основою, як для системи опалення та гарячого водопостачання, так і для системи кондиціонування повітря в приміщенні. Переваги теплових насосів беззаперечні, і європейський досвід їх застосування – наочний приклад цьому. На відміну від різних систем опалення реалізованих на твердопаливних, газових або електричних котлах, конвекторах та інших типах нагрівачів повітря в приміщенні, тепловий насос – найбільш технологічний і

екологічно нешкідливий, який перетворює енергію повітря в теплову енергію. У зв'язку з постійним зростанням цін на паливо та енергоносії придбання і монтаж теплових насосів актуальні як ніколи.

Ключові слова: тепловий насос, енергозбереження, енергоефективність.

Використання відновлюваних джерел енергії, зокрема енергії, отриманої від зовнішнього середовища за допомогою теплових насосів для енергозабезпечення будівель, обумовлена:

– Зростанням витрат на централізоване енергозабезпечення;

– Удосконаленням технологій і зниженням вартості впровадження подібних технічних рішень;

– Необхідністю надійного забезпечення теплоносієм на потреби гарячого водопостачання протягом року, що призведе до зменшення застосування електробойлерів в багатоквартирних будівлях.

На протязі останнього десятиліття значно змінилось становище з енергозабезпеченням населення і виробничої сфери в нашому суспільстві. У наслідок економічної та енергетичної кризи зменшились обсяги виробництва продукції. Це негативно впливає на рівень життя людей, але з посиленням цих тенденцій почалася розробка і впровадження нових методів, засобів і програм впливу на споживання енергоресурсів у всіх сферах виробництва і побуту. Науково-технічний прогрес у сучасних умовах стимулює динамічний розвиток відновлювальних джерел енергії, максимально наближених до безпосередніх споживачів не тільки у високо розвинутих країнах, але й у країнах, де відбуваються кризові явища, як це є сьогодні в Україні. Енергозбереження має бути направлено на економію енергоресурсів та зниження навантаження на навколишнє середовище. Одним з варіантів економії енергоресурсів є використання геотермальної й сонячної енергії за допомогою теплових насосів (ТН) для теплопостачання житлових будинків. Він уже багато років використовується для опалення будівель різного призначення і гарячого водопостачання в ряді країн Західної Європи, США, Японії та інших [1, с. 2–4].

Системи опалення, характеризуються економічністю: при підводі до теплового насоса, наприклад, 1 кВт електроенергії, залежно від режиму роботи та умов експлуатації він дає до 3–5 кВт теплової енергії. Серед переваг теплового насоса вказують зниження капітальних витрат за рахунок відсутності газових комунікацій, збільшення безпеки житла завдяки відсутності вибухонебезпечного газу, можливість одночасного отримання від однієї установки опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування, екологічно чистий метод опалення та кондиціонування, так як не проводиться емісія CO_2, надійний захист від перебоїв електроенергії, практично не потребує обслуговування, термін служби теплового насоса становить мінімум 25 років [2, с. 45].

Системи опалення бувають моновалентні і бівалентні. Різниця між двома видами полягає в тому, що моновалентні системи мають одне джерело тепла, який повністю покриває річну потребу в опаленні. Бівалентні системи мають у своєму складі два джерела тепла для розширення діапазону робочих температур. Наприклад, тепловий насос працює до температури зовнішнього повітря -25 °С, а при подальшому зниженні температури на додаток

до нього підключається газовий або рідкопаливний котел для компенсації зниження продуктивності теплового насоса.

Принцип роботи теплового насоса подібний побутового холодильника. Тільки в холодильнику тепло переноситься з внутрішньої камери на задню стінку, а в тепловому насосі з навколишнього середовища в систему опалення. Залежно від джерел тепла, які використовуються у зовнішньому контурі, розрізняють три основних типи теплових насосів, які можна використовувати в системі опалення будинку: тепловий насос ґрунт-вода (зовнішній контур використовує різницю температур на поверхні і в глибині ґрунту); тепловий насос вода-вода (зовнішній контур використовує тепло ґрунтових вод або на дні водойми); тепловий насос повітря-вода (зовнішній контур використовує тепло повітря).

Схематично тепловий насос можна представити у вигляді системи з трьох замкнутих контурів: у першому, зовнішньому, циркулює тепловіддавач (тепловий носій, що збирає теплоту навколишнього середовища), у другому – холодоагент (речовина, яка випаровується, забираючи теплоту теплоотдатчика, і конденсується, віддаючи теплоту теплоприймачу), в третьому – теплопрємник (вода в системах опалення та гарячого водопостачання будівлі).

Зовнішній контур (колектор) це покладений в землю або у воду трубопровід, в якому циркулює незамерзаюча рідина – антифриз.

У другій контур, де циркулює холодоагент вбудовані теплообмінники – випарник і конденсатор, а також пристрої, які змінюють тиск холодоагента – дросель і компресор.

Третій контур – це внутрішній контур, тобто сама система опалення будівлі або система гарячого водопостачання.

Робочий цикл. Рідкий холодоагент продавлюється через дросель, його тиск падає, і він надходить у випарник, де закипає, відбираючи теплоту, що поставляється колектором з навколишнього середовища. Газ, на який перетворився холодоагент, всмоктується в компресор, стискується і, нагрітий, виштовхується в конденсатор. Конденсатор є тепловіддаючим вузлом теплонасосу: тут теплота приймається водою в системі опалювального контуру. При цьому газ охолоджується і конденсується, щоб знову піддатися розрядженню в розширювальному вентилі і повернутися у випарник. Після цього робочий цикл починається заново. Вигідною особливістю теплового насоса є те, що в літній період, включивши систему «у зворотному напрямку» можна отримати кондиціонування. Тобто тепло буде відбиратися внутрішнім контуром будівлі і скидати його в ґрунт, воду чи повітря [2, с. 100].

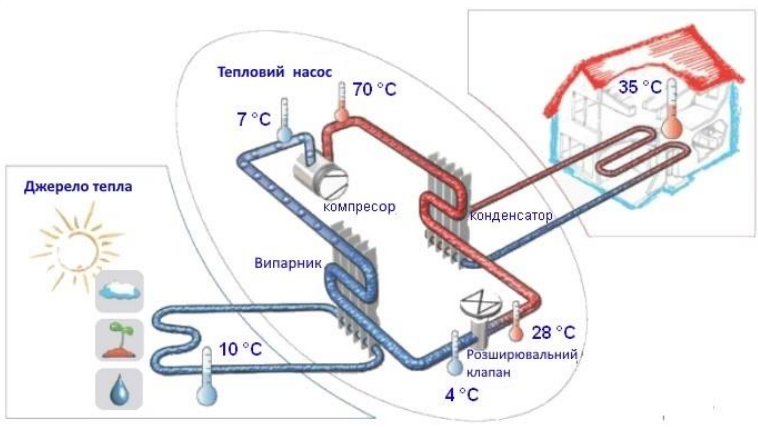


Рисунок 1 – Принцип дії теплового насосу

Висновки. Використання теплових насосів дозволяє опалювати будинки безкоштовною енергією довкілля. Переваги теплових насосів: демонструє підвищену ефективність у порівнянні з іншими поширеними технологіями, продуктивність приблизно в 4–5 разів більше, ніж у газового котла при обліку однакового споживання енергії, основний секрет криється в тому, що таке обладнання не синтезує тепло самостійно, а тільки переносить його. Більш вигідно застосовувати теплові насоси в низькотемпературних системах опалення. До недоліків відносять: ціна і окупність, територіальне розміщення, шум в котельні, трифазна електромережа, витрати на бурові роботи.

Література

1. Бірюк В. Ю. Перспективи використання теплонасосних систем на електростанціях / Холодильна техніка і технологія. – 2011. -№ 5. – С. 67–69.

2. Лівінський О. М., Очеретний В. П., Ковальський В. П., Бойко А. С. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 115–119.

ADVANTAGES OF USING HEAT PUMPS

Valentyna Kants

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Pervomaisk Institute

Abstract. The heat pump is currently one of the most efficient and energy-efficient systems that can be the basis for both the heating and hot water supply system and the indoor air conditioning system. The advantages of heat pumps are undeniable, and the European experience of their use is a clear example of this. Unlike various heating systems implemented on solid fuel, gas or electric boilers, convectors and other types of indoor air heaters, the heat pump is the most technological and environmentally friendly, which converts air energy into thermal energy. In connection with the constant increase in fuel and energy prices, the purchase and installation of heat pumps is more relevant than ever.

Keywords: heat pump, energy saving, energy efficiency.

УДК 629.113

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СУЧАСНИХ СХЕМ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА НА ЯКІСТЬ ПРОЦЕСУ ЙОГО ЗГОРЯННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ІНДИКАТОРНОГО ККД ДВИГУНА

Пошивай М.І.
здобувач вищої освіти
Авдюнін Р. Ю.
викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики
Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Анотація. В роботі надано стислий аналіз сучасним схемам впорскування палива. Розглянуто фази подачі та згоряння палива, які впливають на якість процесу згоряння палива та підвищення індикаторного коефіцієнта корисної дії двигуна.

Ключові слова: ПНВТ, СДВЗ, сумішоутворення, оптимізація

Удосконалення систем подачі палива високого тиску в циліндр сучасного суднового двигуна внутрішнього згоряння (СДВЗ) для найбільшої оптимізацією процесу згоряння. Оптимізація процесу згорання – шлях до підвищення економічних і поліпшення екологічних показників роботи СДВЗ.

В реальному циклі дизельного двигуна, з моменту початку подачі палива в циліндр відбуваються складні фізичні та хімічні процеси сумішоутворення і займання. Умовно все це розбивається на декілька фаз [1].

Перша фаза – охоплює проміжок часу від моменту фактичного надходження палива в циліндр до моменту займання та початком різкого нарощування тиску. Тривалість періоду затримки займання вимірюється в П.К.В. від 6° ÷ 20°, або в секундах 0,001 до 0,005 с, та має значний вплив на характер всього подальшого процесу згорання.

Друга фаза – відповідає періоду різкого нарощування тиску. Початком займання палива при положенні поршня в ВМТ та розповсюдження полум’я по всій камері згорання, при постійному об’ємі. Величина середньої швидкості нарощування тиску за всю другу фазу

W= $\frac{dp}{d\varphi}$.

Третя фаза – відповідає періоду незначного підвищення тиску в циліндрі, характеризується найбільш інтенсивним протіканням процесу згорання та найбільшій швидкості виділення тепла $(\frac{dp}{d\varphi})_{max}$=const. Залежить від степені навантаження двигуна та структурних характеристик процесів впорскування впродовж всього процесу згоряння.

Четверта фаза – продовжується під час процесу розширення вона зовсім небажана. Але крім порушення нормальної роботи паливного обладнання, ця фаза може залежати від динаміки тиску ПНВТ, від характеристик паливних систем високого тиску.

Характеристики залежать від структурної схеми паливної системи ВТ.

1. Імпульсна подача палива (безпосередня). В двигунів з механічним управлінням залежить від характеру відкриття вихідного із ПНВТ клапану та швидкості відкриття клапану форсунки, об'єму трубопроводу, рівня тиску в системі високого тиску, кількості палива.

2. Подача палива з постійним тиском. Акумуляторна схема.

3. Подача палива багатоступінчата.

Вся подача палива під високим тиском до 2500 кГс/см^2 поділяється на три фази:

Перша фаза – задержка впорскування (від моменту початку подачі ПНВТ до моменту початку подачі форсункою).

Фактично початок подачі ПНВТ це стиснення циклової подачі до моменту підняття вихідного клапану. Перша фаза залежить від геометричних характеристик трубопроводу високого тиску та кількості рідини в ньому.

Перша фаза обумовлена швидкістю імпульсу тиску від насосу до форсунки, деформацією трубопроводу від тиску та степінню стиснення рідини.

Швидкість імпульсу тиску може досягти 1450 м/с.

Друга фаза активного впорскування під час цієї фази в циліндр подається основна частина циклової подачі палива. Тривалість другої фази залежить від навантаження двигуна.

Якість подачі в другій фазі залежить від профілю кулачка або конструкції гідровузла. **Третя фаза** – вільна подача (без ПНВТ) під залишковим тиском.

Залежить від стиснутого палива та пружності трубопроводу високого тиску.

Третя фаза є теж небажаною. Вона може тривати від 2° до 8° П.К.В.

- Залежить від кількості палива в системі подачі до форсунки, пружності пружин або гідровузлів запору.

- Негативним фактором є те що ввесь процес вільної подачі приводить до порушення якості розпилу, закоксовування соплових отворів форсунок та нагарних явищ в самому циліндрі в випускному тракті до ГТН.

Третя фаза присутня у всіх трьох структурних схемах паливних систем високого тиску.

Тільки там де електроклапан подачі палива установлений прямо перед форсункою, там це явище носить задовільний характер. В схемі двигуна Зульцер RT-flex в ступінчатій паливоподачі форсунки через кожні 20 хвилин по черзі відключаються для вигорання нагару та зменшення теплової напруги в циліндрі [2].

На організацію якісного сумішоутворення в сучасній експлуатації впливають:

- Високотехнологічні досягнення в виготовленні прецензійних пар, які можуть забезпечити тиск до 2500 кГс/см$^{2.}$

- Якісні показники матеріалів паливного обладнання (суперстеліти)

- Якісні показники палив, які використовуються в експлуатації.

- Якісна експлуатація паливного обладнання.

Висновки:

1. Якщо не збалансувати ці фази подачі палива та фази згорання то значна частина повітряного заряду в силу нерівномірного розподілення палива по об'єкту камери згорання не буде брати участь в процесі.

2. Наявність попереднього впорскування створює умови для більш повного згоряння, займання основної маси палива відбувається практично миттєво, забезпечує плавне наростання тиску в камері згорання.

3. Управління мікропроцесором (Блоком електронного управління БЕУ) на який поступають сигнали від встановлених датчиків обертів колінчатого валу, положень мертвих точок, тиску наддуву, тиску палива, тиску та температури мала. Тиск наддуву збалансовується з порцією впорскнутого палива. Це дає не тільки оптимізацію процесу згоряння, а й значно покращує екологічні показники газоподібних викидів.

Література

[1] Наливайко, В.С. Суднові двигуни внутрішнього згоряння : підруч. для студентів ВНЗ / В. С. Наливайко, Б. Г. Тимошевський, С. Г. Ткаченко. – Миколаїв : Торубара В. В. [вид.], 2015. – 331 с.

[2] Наливайко, В.С. Основи комп'ютерного проектування ДВЗ [Текст] : навчальний посібник для поглибленого вивчення курсу та отримання практичних навичок при створенні математичних моделей процесів ДВЗ та конструкцій окремих вузлів і деталей для студентів спец. 142 «Енергетичне машинобудування» (спеціалізація «Двигуни внутрішнього згоряння») / В.С. Наливайко, С.Г. Ткаченко, В.С. Хоменко, Р.Ю. Авдюнін. – Миколаїв: видавець Торубара В.В., 2017. – 138 с.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MODERN FUEL INJECTION SCHEMES ON THE QUALITY OF ITS COMBUSTION PROCESS AND INCREASING THE ENGINE EFFICIENCY INDICATOR COEFFICIENT

Poshyvai Maksym,
5220м
Avdiunin R.
lecturer, Ship Power Plants and Equipment
Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The work provides a concise analysis of modern fuel injection schemes. The phases of fuel supply and combustion are considered, which affect the quality of the fuel combustion process and the increase of the indicator coefficient of the useful effect of the engine.

Keywords: high pressure fuel pump, marine engine, mixture formation, optimization

UDC 621.577

USE OF EXCESSIVE ENERGY OF COMBUSTION PRODUCTS FOR CHARGE AIR COOLING OF LOW-SPEED MARINE DIESEL ENGINES

Andrieiev A.A.
Ph.D., Associate Professor, Kherson Educational and Research Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine
Andrieieva N.B.
Ph.D., Associate Professor, Kherson Educational and Research Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine
Email: artem_andreev@ukr.net

Abstract. power output of gas turbine, recovering the energy of combustion products of ICE, was compared with the power, required by air charging compressor. The effectiveness of using the excessive thermal energy of combustion products for cooling charged air has been analyzed. The schemes of ejector waste heat recovery systems for cooling charged air of ICE were proposed.

Key words: internal combustion engine, combustion products, disposal, supercharged air, heat-using cooling system.

Improving turbocharging systems is one of the main directions in diesel engine development. The use of modern turbochargers (TC) with high efficiency (η_{tc} = 0.70…0.75) promotes the generation of excess energy from combustion products beyond what is necessary to drive the turbo compressors. Usually, the excess energy of the combustion products is utilized in an additional gas turbine, which is installed on the bypass line of the main turbine of the turbocharger. Due to the high cost, the application of such turbocompound systems (TCS) is economically justified for large internal combustion engines (ICE) with a capacity of 20…60 MW or more. In this case, their payback period is 5…10 years. Moreover, the efficiency of the TCS, as well as the ICE itself, significantly decreases with an increase in the temperature of the outside air at the turbocharger inlet t_{nv} and the temperature of the seawater t_{zw} in the charge air cooling system. Therefore, it is advisable to utilize the excess thermal energy of combustion products in heat-recovery charge air cooling units (HRCAU), which improve the performance of the ICE at high temperatures of air and water.

It seems reasonable to use the excess thermal energy of the gases in HRCAU, particularly of the ejector type, as it is structurally the simplest. To do this, part of the gases should be directed past the turbocharger turbine to the HRCAU. The amount of bypassed gas is proportional to the excess power of the turbine over the power of the compressor. It depends on the temperature of the charge air at the compressor outlet, which, in turn, is dependent on the ambient air temperature, and can be 20…30 %. Low-boiling working fluids (LWF) are used as the working medium for the ejector-type HRCAU.

The schematic of the charge air cooling system of the ICE based on the ejector-type HRCAU, which utilizes the heat of the excess gases, is shown in Fig. 1. In this case, in the evaporative high-temperature section of the generator, the heat of the bypass gases with a temperature of 350…400 °C and a flow rate of 20…30 % of the total amount of gas after the engine cylinders is used for generating

high-pressure LWF vapor. Heating of the liquid LWF, which enters the generator from the condenser, from the condensation temperature to the boiling temperature at high pressure occurs in the low-temperature economizer section of the generator due to the heat removed from the gases after the heat-recovery boiler (HRB) with a temperature of about 180 °C.

The heat drop that occurs in the evaporative section of the generator is small, as it is limited by the temperature difference of the gases at the inlet and outlet of the section (at the inlet to the HRB) $t_{g1} - t_{g2}$ = 350-250 = 100 °C), and is related to a very small flow rate of gases through the bypass (about 20 % of the total flow).

Further increase in the efficiency of utilizing the excess heat of the gases is possible by using the entire thermal potential of the gases after the turbocharger turbine in the HRCAU. The schematic of such an HRCAU with an economizer section of the generator installed on the gases after the HRB, and the evaporative section on the bypass line of the gases, is shown in Fig. 2.

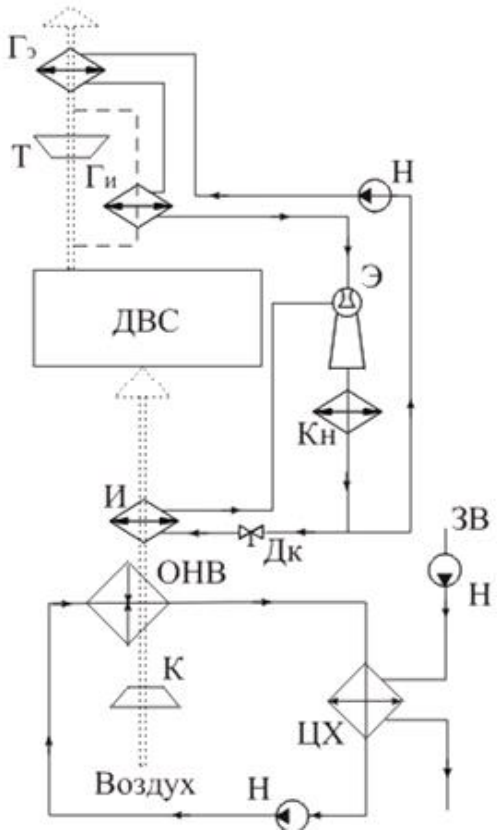


Figure 1. Schematic of the charge air cooling system of the ICE taking into account the ejector-type HRCAU: Т – turbocharger turbine; К – turbocharger compressor; УК – heat-recovery boiler; ОНВ – water charge air cooler; ЦХ – central cooler; ЗВ – seawater; HRCAU: Гe and Гi – economizer and evaporative sections of the generator; Э – ejector; Кн – condenser; Н – pump; Дк – throttle valve; И – evaporator-air cooler.

To assess the efficiency of such a utilization option, the results of the calculations carried out can be used, but taking into account the increase in the thermal potential by the amount that was previously used in the steam-water HRB, i.e., equivalent to the temperature difference at the inlet and outlet of the HRB, $t_{г1} - t_{г2}$ = 250 – 180 = 70 °C, related to 80 % of the gas flow (with 20 % bypass).

The results of calculations according to the heat balances, compiled in accordance with the temperatures and flows of exhaust gases through the generator sections of the HRCAU, show that the amount of heat that is usually recovered in the HRB is equal to the excess heat of the gases used in the HRCAU with an evaporative section of the generator on the bypass line and an economizer on the total flow of gases after the HRB. As a result, the schematic solution of the HRCAU in Fig. 2 provides a reduction in the charge air temperature by $\Delta t_{в} = 25 \ldots 30$ ° C at $t_{г} = 110$ °C and 20 % of the gas flow through the bypass line.

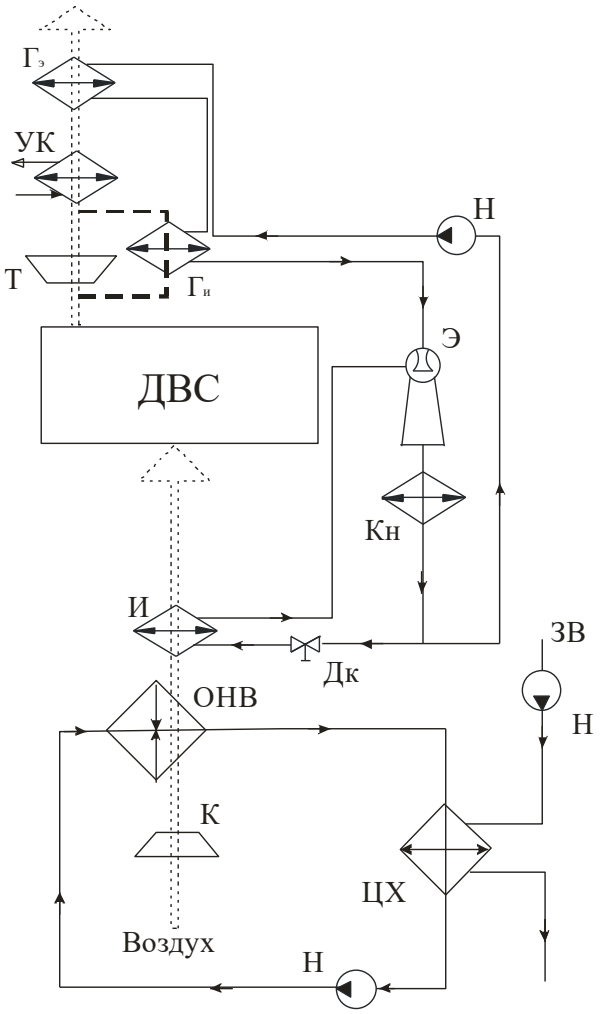


Figure 2. Schematic of the charge air cooling system of the ICE based on the ejector-type HRCAU with an evaporative section of the generator on the gas bypass line (economizer section after the turbocharger turbine); Т – turbocharger turbine; К – turbocharger compressor; ОНВ – water charge air cooler; ЦХ – central cooler; ЗВ – seawater; HRCAU: Ге and Гі – economizer and evaporative sections of the generator; Э – ejector; Кн – condenser; Н – pump; Дк – throttle valve; И – evaporator-air cooler.

Given that a reduction in charge air temperature after the charge air cooler in the HRCAU evaporator by $\Delta t_{в} = 10$ ºC leads to a decrease in specific fuel consumption by approximately 0.7 %, we obtain that the utilization of the excess thermal potential of the bypass gases, according to the schematic in Fig. 2, ensures a reduction in specific fuel consumption by almost 2 %.

Conclusions:

1. The use of excess thermal energy of gases, beyond what is necessary to drive the turbocharger compressor, in ejector-type HRCAU for cooling charge air in the ICE provides a reduction in specific fuel consumption by approximately 2 % in the absence of an HRB and 1 % when part of the gas heat is utilized in the HRB. At the same time, the charge air temperature is reduced by 25…30 °C and 15 °C, respectively, compared to its cooling in a water cooler.

2. Schematic solutions for charge air cooling systems of the ICE using ejector-type HRCAU have been proposed.

References

1. Influence of Ambient Temperature Conditions on Main Engine Operation: MAN B &W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark2005.

2. MAN B&W. Project Guide. Two-stroke Engines. MC Programme. Vol. 1: MAN B & W Diesel A / S,, Copenhagen, Denmark1986.

3. *Shiraishi K., Ono* Y. Hybrid Turbocharger with integrated High Speed Motor-generator // Technical Review: Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. – 2007. -Vol. 44. -No. 1 (березень). – 3 p.

4. MAN Engine Selection Guide. MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark.

UDC 621.577

HEAT-UTILIZING SYSTEMS FOR CHARGE AIR COOLING IN MODERN MARINE LOW-SPEED DIESEL ENGINES

Andrieiev A.A.

Ph.D., Associate Professor, Kherson Educational and Research Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Andrieieva N.B.

Ph.D., Associate Professor, Kherson Educational and Research Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Email: artem_andreev@ukr.net

Abstract: The impact of cooling water and ambient air temperatures on the charge air temperature and the efficiency of modern marine low-speed diesel engines equipped with high-efficiency turbocharging systems has been analyzed.

A schematic solution has been proposed that involves integrating a heat-utilizing ejector refrigeration machine into the existing water cooling circuits of high- and low-temperature charge air coolers. This integration aims to optimize the cooling process and improve the overall efficiency of the diesel engines by maintaining lower and more stable charge air temperatures, regardless of variations in ambient and cooling water temperatures.

Keywords: Specific fuel consumption, Charge air temperature

The distinctive feature of marine low-speed diesel engines (LSDs), compared to other internal combustion engines, is their ability to operate at the lowest possible charge air temperature (after the air cooler). However, in traditional cooling systems for LSDs, this temperature is determined by the temperature of seawater, which, for typical shipping routes, varies within the range of 4 to 36 °C. This results in a charge air temperature range of 16 to 48 °C at typical load conditions of marine LSDs. The lower this temperature, the higher the effective efficiency (thermal efficiency) of the LSD.

In modern LSDs, the pressure ratio in the turbocharger (TC) reaches 4 or more, which causes the air temperature at the TC outlet to rise to approximately 200 °C. This creates favorable conditions for utilizing technologies like a waste heat recovery ejector thermotransformer, which produces "cold" for cooling the charge air, thus maintaining a consistently low temperature of the air regardless of fluctuations in seawater temperature.

For most types of transport vessels, the amount of thermal energy generated by the waste heat boiler during a voyage exceeds the overall ship's energy requirements when the outside air temperature is as low as $t_{нв}$ = 0 °C. At an outside air temperature of $t_{нв}$ = 25 °C, the excess can be 2.0 to 2.5 times the ship's needs.

Thanks to the high efficiency of modern turbochargers (TC) with efficiencies $\eta_{тк}$ of 0.80 to 0.85, the power generated by their turbines often exceeds the power required for diesel engine turbocharging. The excess energy from the exhaust gases is utilized by turbocompounding systems (TCS), which involve the use of an additional gas turbine installed on a bypass line, diverting exhaust gases around the main turbocharger.

However, the effectiveness of TCS, as well as the diesel engine installation itself, decreases as the outside air temperature and seawater temperature rise. Additionally, an acceptable payback period for such systems (5 to 10 years) is generally achievable only with large LSDs, typically with power outputs ranging from 20 to 60 MW or higher.

The evaluation of the surplus power of the waste heat recovery turbine $N_т$ over the power required by the turbocharger compressor $N_к$ to achieve the necessary boost pressure was conducted for Wärtsilä New Sulzer low-speed diesel engines (LSDs) of various power outputs. The power reserve of the turbine was determined as the ratio $\Delta N_{тк} = (N_т - N_к)/N_к$.

Calculations were performed considering the impact of ambient air temperature at the turbocharger compressor inlet on the exhaust gas temperature $t_{г1}$ at the turbine inlet: $t_{г1} = f(t_{нв})$. According to data from MAN – Burmeister & Wain and Wärtsilä New Sulzer, an increase in ambient air temperature at the compressor inlet by 10 °C leads to a rise in exhaust gas temperature of the LSD by 16 °C.

The dependence of the compressor efficiency $\eta_к$ on the pressure ratio $\pi_к$ was also taken into account.

The surplus power of the turbocharger was confirmed by the calculated results of the turbine power and compressor power, performed for a series of Wärtsilä New Sulzer low-speed diesel engines. These results are shown in Figure 1, illustrating the relationship between the engine power N_e and the temperature of the exhaust gases at the turbine inlet as a function of ambient air temperature.

As we can see, for a range of engine powers N_e, Wärtsilä New Sulzer LSDs have a surplus power in the turbocharger. As engine power increases, the absolute difference between turbine and compressor power increases, while the relative difference remains almost constant.

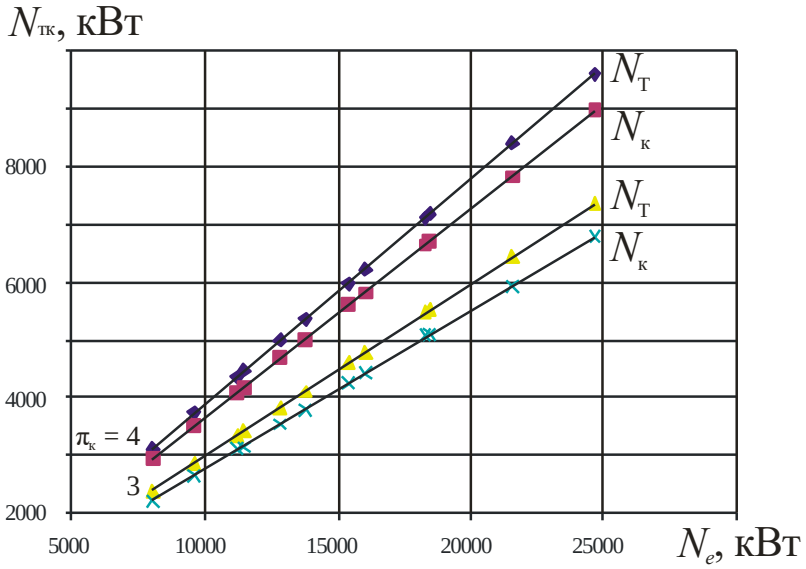


Figure 1. Turbine Power N_m and Compressor Power $N_к$ of the Turbocharger as a Function of Engine Power N_e at Different Pressure Ratios $\pi_к$:
▲, x -$\pi_к$ = 3; ♦, ■ – $\pi_к$ = 4.

The excess thermal energy from the exhaust gases can be utilized in a heat-utilizing refrigeration system (HURS), which is the most straightforward in terms of design. To achieve this, a portion of the exhaust gases should be bypassed past the turbocharger to the high-pressure steam generator of the HURS. The amount of bypassed gas is proportional to the surplus power of the turbine over the compressor power and is approximately 10 to 20 %.

The diagrams of systems based on heat-utilizing refrigeration units (HURS) that use the thermal energy from excess exhaust gases for charge air cooling are shown in Figure 2. The components are as follows:

Т: Turbocharger turbine; К: Turbocharger compressor; КК: Waste heat boiler; ОНВ: Water charge air cooler; ЦХ: Central refrigerator; ЗВ: Seawater,

HURS:

Г: Generator; Ге and Гі: Economizer and evaporator sections of the generator; Е: Ejector; Кн: Condenser; Н: Pump; ДК: Expansion valve; І: Evaporator (air cooler).

The generator of the heat-utilizing refrigeration unit (HURS) is installed on a bypass line for exhaust gases that bypass the turbocharger, with the gas flow through this line being directly proportional to the surplus power of the turbocharger turbine over the power required by the turbocharger compressor. This flow can account for 20 to 30 % of the total exhaust gas flow from the engine cylinders [1, 2].

Since the temperature of the gases entering the HURS generator (after the engine cylinders) is around 400°C, the thermal potential utilized in the HURS can be quite substantial, even though only 20 to 30 % of the total gas flow is directed to the generator. The higher temperature of the bypassed exhaust gases (compared to the temperature of the gases after the turbocharger) results in increased thermal gradients in the heat-utilizing system, which, in turn, allows for a more compact design and reduced aerodynamic resistance.

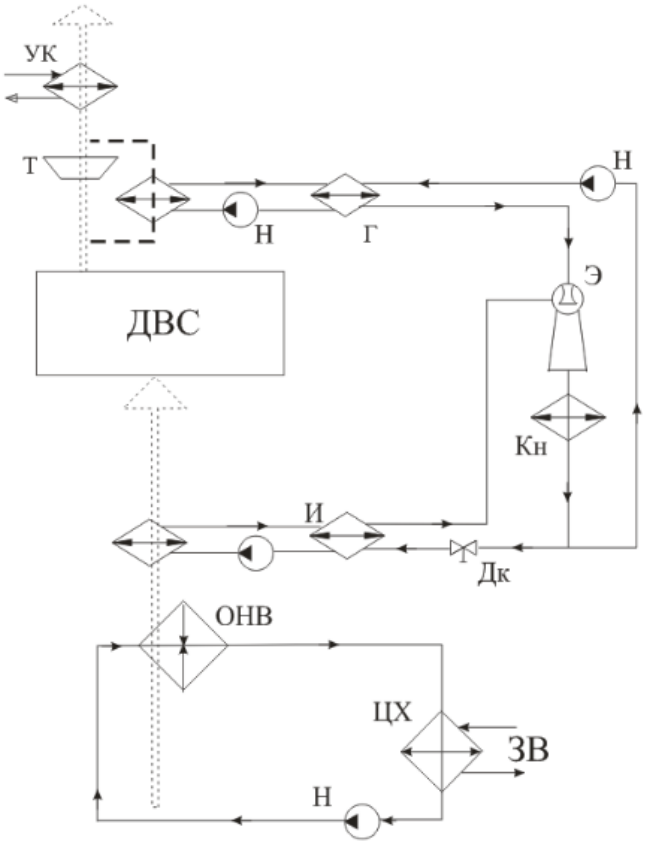


Figure 2. Diagrams of charge air cooling systems for diesel engines based on Ejector Heat-Utilizing Refrigeration Units (HURS) that use excess thermal energy from exhaust gases

Conclusions

1. Developed Schemes: Possible schemes for utilizing the thermal energy of charge air and exhaust gases for marine low-speed diesel engines (LSDs) have been developed, which can enhance the efficiency of marine diesel engines.

2. Proposed Solutions: Schematic and design solutions for charge air cooling systems for LSDs have been proposed, along with recommendations for their design, ensuring effective operation of LSDs at elevated external temperatures.

References

1. Influence of Ambient Temperature Conditions on Main Engine Operation / MAN B&W Diesel A/S // Copenhagen, Denmark – 2005. – 15 p.

2. Heim, K. Existing and Future Demands on the turbocharging of Modern Large Two-stroke Diesel Engines [Text] / K. Heim // 8-th Supercharging Conference – Dresden – 2002.

UDC 621.577

UTILIZATION OF EXHAUST GAS HEAT FOR CHARGE AIR COOLING OF LOW-SPEED MARINE DIESEL ENGINES

Andrieiev A.A.
Ph.D., Associate Professor, Kherson Educational and Research Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine
Andrieieva N.B.
Ph.D., Associate Professor, Kherson Educational and Research Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine
artem_andreev@ukr.net

Abstract. The paper proposes utilizing excess thermal energy from exhaust gases in heat-utilizing systems, specifically in an ejector refrigeration machine that cools the boosted air. It is shown that using exhaust gas and boosted air heat after the turbocharger in an ejector refrigeration machine ensures additional cooling of the boosted air (compared to water cooling), thus increasing the efficiency of low-speed marine diesel engines. Schematic solutions for heat-utilizing systems for cooling boosted air in low-speed marine diesel engines based on the ejector refrigeration machine are proposed.

Keywords: low-speed diesel, utilization, exhaust gases, boosted air cooling, heat-utilizing refrigeration machine.

One of the main directions for improving internal combustion engine (ICE) performance is enhancing turbocharging systems. The key element of these systems is the turbocharger (TC), which includes a boosted air compressor and a waste heat recovery turbine that uses exhaust gas energy to drive the compressor. Increasing the efficiency and pressure ratio of the TC significantly affects ICE performance. Modern compressor pressure ratios reach π up to 3…4.5, with efficiencies η reaching 0.75…0.85. While in the mid-20th century, pressure ratios did not exceed 1.8…2.5, the efficiency of modern compressors has nearly doubled. At low pressure ratios in the 1950s diesel engines, the power produced by the waste heat recovery turbine significantly exceeded the power required to drive the boosted air compressor. The excess power of the waste heat recovery turbine is known to be used to drive the compressor of a turbo-expander (air) refrigeration machine that cools the boosted air [1]. Although in modern high-boost ICEs, the surplus turbine power over the compressor power required to create the necessary πc is no longer as significant, its utilization for cooling the boosted air can still provide a noticeable increase in ICE fuel efficiency.

The assessment of the excess power of the waste heat recovery turbine N_t over the power of the boosted air compressor N_c required to create the necessary boost pressure was performed for a range of low-speed diesel engines (LSD) by “Wärtsilä New Sulzer” [2]. The turbine power reserve was determined as the ratio $\Delta N_{tc} = (N_t - N_c)/N_c$. The calculations accounted for the effect of ambient air temperature tn on the temperature of exhaust gases t_{g1} at the inlet to the waste heat recovery turbine TC: $t_{g1} = f(t_n)$. According to the data from “MAN – Burmeister & Wain” and “Wärtsilä New Sulzer,"

an increase in ambient air temperature at the TC inlet by 10°C results in a rise in exhaust gas temperature at the ICE outlet by 16°C.

It is evident that the excess thermal energy of exhaust gases can be utilized in a heat-utilizing, particularly ejector, refrigeration machine as the simplest design solution. For this purpose, part of the exhaust gases is directed past the TC turbine. The amount of bypassed gas is proportional to the turbine power exceeding the compressor power and is about 10…15 %. This amount depends on the boosted air temperature, which in turn depends on the ambient air temperature.

As engine power increases, the difference in absolute turbine and compressor power increases, while in relative terms, it remains practically constant. The excess thermal energy of exhaust gases can be utilized by the heat-utilizing ejector refrigeration machine (ERM), for which part of the gases is directed past the TC turbine to the ERM. The amount of bypassed gas is proportional to the turbine power exceeding the compressor power, constituting 10…15 %. The schematic of such an installation is shown in Fig. 1.

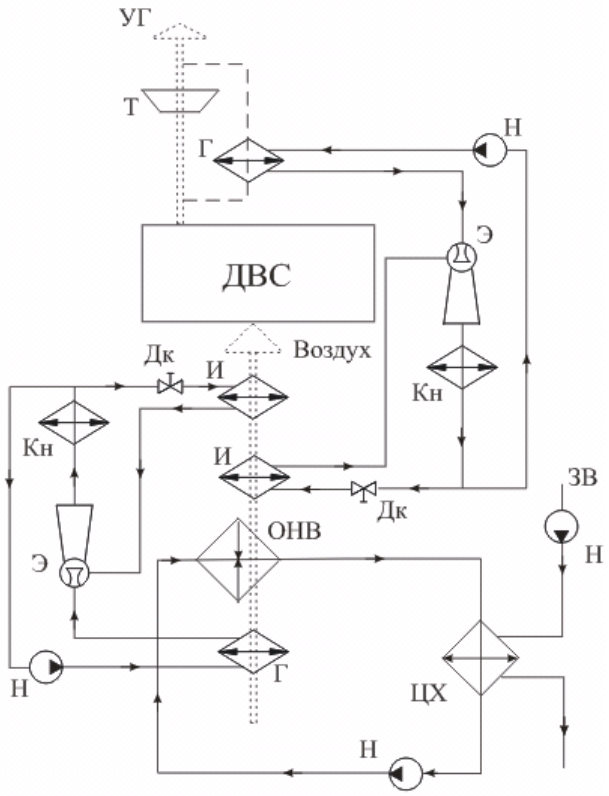


Fig. 1. Scheme of ERM application for boosted air cooling:
УГ – exhaust gases; Т – turbine; Г – generator; Н – pump; Е – ejector; Кн – condenser; Дк – throttle valve; И – evaporator; ОНВ – boosted air cooler; ЦХ – central water cooler; ЗВ – seawater

Since the temperature of the gases at the ERM generator inlet, installed on the bypass line, is about 450°C, and at the outlet about 280°C, the utilized thermal potential is quite large, even considering that only about 15 % of the total gas amount passes through the bypass. It is advisable to include the ERM evaporators in the cooling water circuit of the BAC rather than directly in the boosted air path. The schematic of such an installation is shown in Fig. 2.

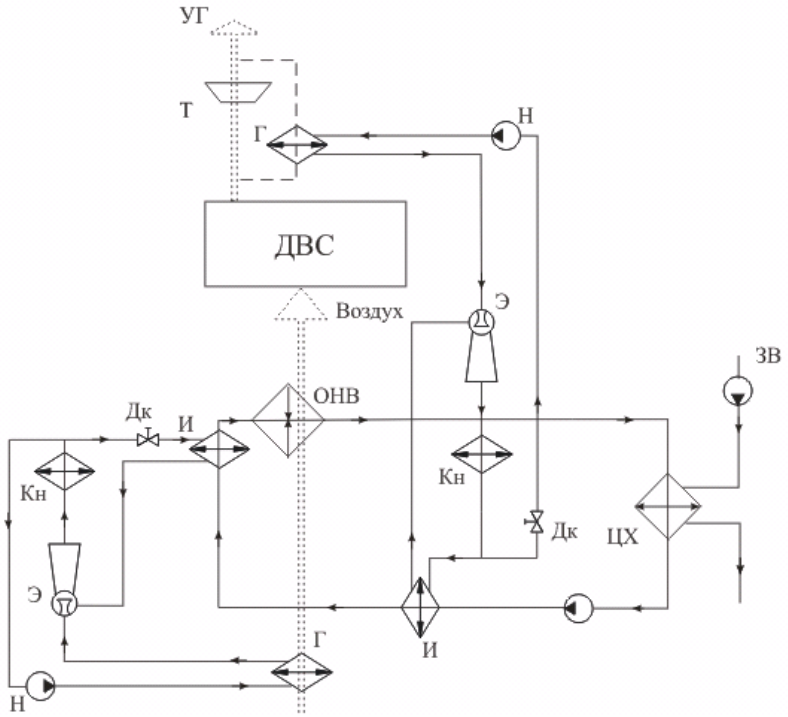


Fig. 2. Scheme of ERM application for fresh water cooling in the BAC circuit: УГ – exhaust gases; Т – turbine; Г – generator; Н – pump; Е – ejector; Кн – condenser; Дк – throttle valve; И – evaporator; ОНВ – boosted air cooler; ЦХ – central water cooler; ЗВ – seawater

Removing the ERM evaporator from the diesel air path increases operational safety. Additionally, the dimensions of the water cooler evaporator are significantly smaller than the air cooler, as the heat transfer intensity to water is much greater than to air.

Calculation results showed that using the excess thermal energy of gases and boosted air in the ERM reduces the boosted air temperature by 20…35°C (compared to water cooling), thus increasing the efficiency of the LSD by approximately 2 %.

Conclusions

1. The application of the ERM, which utilizes the heat of boosted air after the TC and exhaust gases for boosted air cooling, provides additional cooling of the boosted air by 20…35°C (compared to water cooling) and, accordingly, increases the efficiency of the LSD by approximately 2 %.

2. Schematic solutions for boosted air cooling systems in marine diesel engines based on the ERM have been proposed.

References

1. Heim K. Existing and Future Demands on the turbocharging of Modern Large Two-stroke Diesel Engines // 8-th Supercharging Conference, Dresden, 1–2 October 2002.

2. Influence of Ambient Temperature Conditions on Main Engine Operation: MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark, 2005. -http://www.mandiesel. com/files/news/filesof762/5510-0005.00pr_low.pdf.

3. Артемов Г.А., Горбов В.М. Суднові енергетичні установки: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 356 с.

4. Thermo Efficiency System (TES) for reduction of fuel consumption and CO_2 emission: MAN B &W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark, 2005. http://www.mandiesel.com/files/news/filesof5055/P3339161.pdf.

5. MAN B&W. Project Guide. Two-stroke Engines. MC Programme. Vol. 1: MAN B &W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark, 1986.

UDC 621.577

INCREASING THE EFFICIENCY OF CHARGE AIR COOLING SYSTEMS IN MARINE DIESEL ENGINES

Andrieiev A.A.
Ph.D., Associate Professor, Kherson Educational and Research Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine
Andrieieva N.B.
Ph.D., Associate Professor, Kherson Educational and Research Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine
Email: artem_andreev@ukr.net

Abstract. The use of heat-utilizing refrigeration machines, specifically ejector refrigeration machines, for cooling the charge air cooler (CAC) water circuit is proposed. It is demonstrated that utilizing the thermal energy from charge air in an ejector refrigeration machine results in additional cooling of the cooling water and, consequently, the charge air temperature compared to traditional water cooling methods. This improvement leads to enhanced efficiency of marine low-speed diesel engines (LSDs). Schematic solutions for heat-utilizing cooling systems for marine LSDs based on ejector refrigeration machines that utilize charge air thermal energy are proposed.

Keywords: Low-speed diesel engine, utilization, water cooling, charge air cooling, heat-utilizing refrigeration machine

Introduction. The efficiency of internal combustion engines (ICEs) is largely dependent on the turbocharging system, which includes the turbocharger and the charge air cooler (CAC) [1]. As the charge air temperature increases, the air excess ratio decreases, leading to poorer mixture formation, increased ignition delay, higher exhaust gas temperatures, and greater heat dissipation from the cylinders. This results in increased thermal losses, engine thermal stress, higher specific fuel consumption, and reduced effective efficiency and power output [2].

This issue is particularly pronounced under partial load conditions, where the impact of changing atmospheric conditions exacerbates the deterioration of engine performance. Traditional water cooling systems are inadequate for managing increased thermal loads on the CAC, leading to reduced engine power or excessive energy consumption for circulation. Hence, the application of mechanical cooling solutions is warranted. Known proposals involve using steam-compression refrigeration machines driven by the engine shaft. Therefore, improving cooling system efficiency in marine engines at high charge air temperatures is highly relevant [3].

Objective. The goal of this work is to develop rational cooling schemes for marine diesel engines that reduce cooling water temperature in the engine cooling system through the use of a heat-utilizing circuit.

Discussion. The installation of a heat-utilizing system (HUS) on the water circuit addresses two key issues. First, reducing the cooling water temperature leads to a corresponding decrease in charge air temperature, with a 1°C decrease in cooling water temperature resulting in a 10°C reduction in charge air temperature [5]. Secondly, maintaining the charge air temperature while reducing water consumption in the cooling system can lead to smaller, less powerful pumps and lower energy consumption. Analysis of technical data for marine low-speed diesel engines reveals that water consumption in the cooling circuit is 2–3 times greater than air consumption supplied to the engine (Figure 1). Therefore, changes in air temperature have approximately ten times the effect on energy savings compared to changes in water temperature.

The potential energy savings from reducing pump power for cooling water are minimal, ranging from 0.1–0.3 % of the main engine power, which translates to 160–180 kW for a 65–70 MW engine and 35–40 kW for a 20 MW engine (Figure 2).

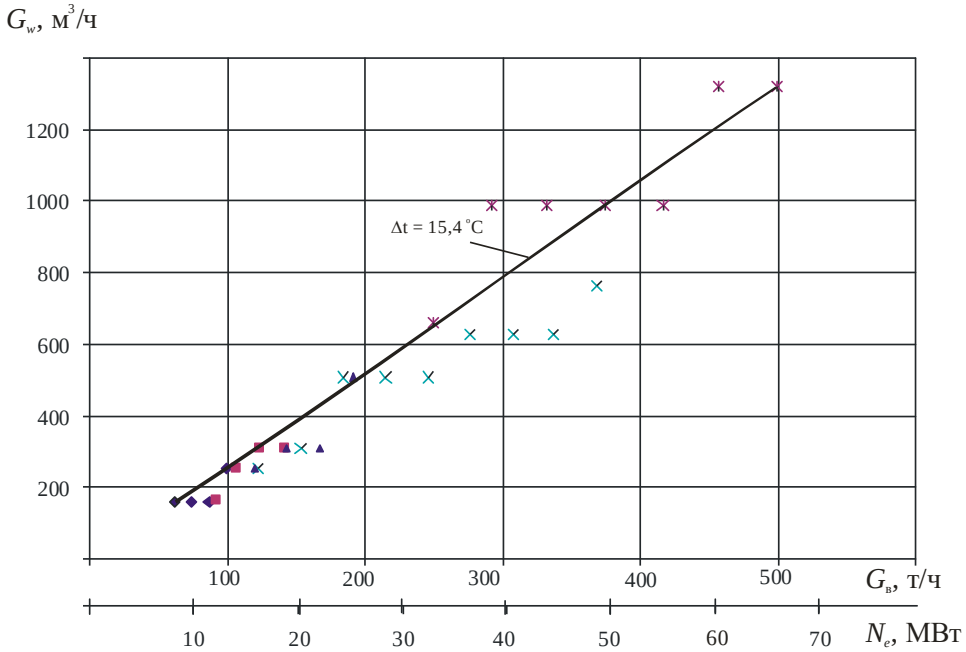


Figure 1. Dependence of water flow G_w in the engine cooling circuit on air flow G_a (engine power N_e)

Overall, the pump power dependence on engine power is nearly proportional, ranging from 0.002–0.005 of engine power. The accuracy of these calculations was confirmed by technical documentation from existing ships, with discrepancies not exceeding 1-2 %. Although the installation of a HUS on the cooling water circuit provides additional reductions in pump power consumption, these savings are relatively small. Thus, the criterion of reducing pump power consumption can be a useful indicator for further research in this area.

In contrast, installing a HUS on the charge air cooling circuit effectively reduces charge air temperature without impacting the gas-air tract of the engine. This avoids aerodynamic losses associated with installing the HUS directly in the air tract, which would require tract reconstruction and additional costs.

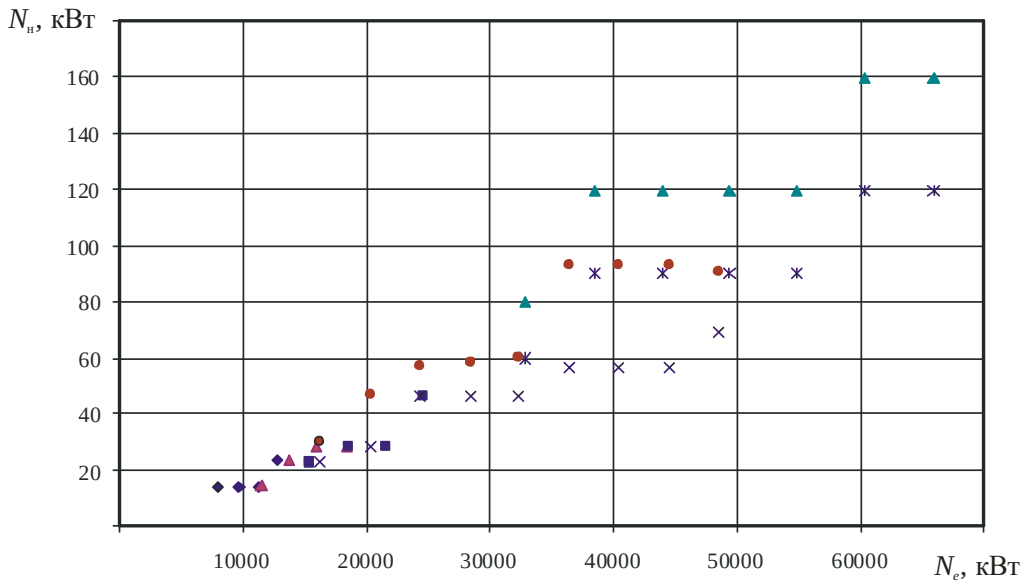


Figure 2. Dependence of cooling water pump power N_p on internal combustion engine power N_e

Conclusions

The use of a HUS for cooling the charge air cooling water circuit is proposed and justified. Applying a HUS to the charge air cooling water circuit allows for a reduction in air temperature by 30–40°C, which results in a decrease in specific effective fuel consumption and an increase in engine efficiency by approximately 2 %.

References

1. Heim K. Existing and Future Demands on the turbocharging of Modern Large Two-stroke Diesel Engines // 8-th Supercharging Conference, Dresden, 1–2 October 2002.

2. Influence of Ambient Temperature Conditions on Main Engine Operation: MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark, 2005. http://www.mandiesel. com/files/news/filesof762/5510-0005.00pr_low.pdf.

3. Артемов Г.А., Горбов В.М. Суднові енергетичні установки: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 356 с.

4. Thermo Efficiency System (TES) for reduction of fuel consumption and CO_2 emission: MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark, 2005.-http://www.mandiesel.com/files/news/filesof5055/P3339161.pdf.

5. MAN B&W. Project Guide. Two-stroke Engines. MC Programme. Vol. 1: MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, Denmark, 1986.

UDC 621.577

IMPROVING THE EFFICIENCY OF A MARINE LOW-SPEED DIESEL ENGINES BY CHARGE AIR COOLING WITH A HEAT-RECOVERY SYSTEM

Andrieiev A.A.
Ph.D., Associate Professor, Kherson Educational and Research Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine
Email: artem_andreev@ukr.net

Abstract. The operating conditions of marine low-speed diesel engines vary significantly during a voyage, with changes in the temperature of the outside air, and consequently the charge air, as well as the temperature of seawater, which removes heat from the charge air. The fuel efficiency of the low-speed diesel engines is significantly influenced by the charge air temperature, which in turn depends on the temperature of the cooling water.

Keywords: specific fuel consumption, charge air temperature

Introduction. A distinctive feature of marine low-speed diesel engines (LSD), unlike other internal combustion engines, is their ability to operate at the lowest possible charge air temperature (after the air cooler – AC). However, in traditional cooling systems for LSDs, this temperature is determined by the temperature of the seawater, which, for typical shipping routes, varies in the range of 4…36°C. This results in a range of charge air temperatures under typical LSD loads from 16…48°C. The lower this temperature, the higher the effective efficiency of the LSD. In modern LSDs, the degree of air pressure increase in the turbocharger (TC) reaches 4 or more, leading to an air temperature at the TC outlet of about 200°C. This creates favorable conditions for the operation of, for example, a waste-heat ejector thermotransformer, which produces “cold” for cooling the charge air, allowing for a consistently low air temperature regardless of the varying seawater temperature.

Relevance of Research. The issue of reduced fuel efficiency at elevated outside air and seawater temperatures is particularly acute in high-boost, long-stroke marine LSDs, where the air pressure increase ratio π_k is 3…4.5, and potentially up to 5 in the future. The charge air temperature can reach 220…260°C, which accordingly increases the heat losses with the water cooling the charge air and with the exhaust gases. Before evaluating the efficiency of charge air cooling in a system that uses waste heat, we will analyze the possibility of integrating such a system into the charge air system of a marine LSD.

Main Material. The studied system, taking into account the ejector thermotransformer, is shown in Figure 1, allowing conclusions to be drawn about the structural features of integrating the ejector thermotransformer into the charge air system of a marine LSD.

As shown, the heat-recovery cooling system uses heat exchangers–standard coolers: high-, medium-, and low-temperature coolers, and the presence of an intermediate water circuit connected to the heat exchangers with phase transition of low-boiling working fluids eliminates the need to interfere with the charge air path entirely.

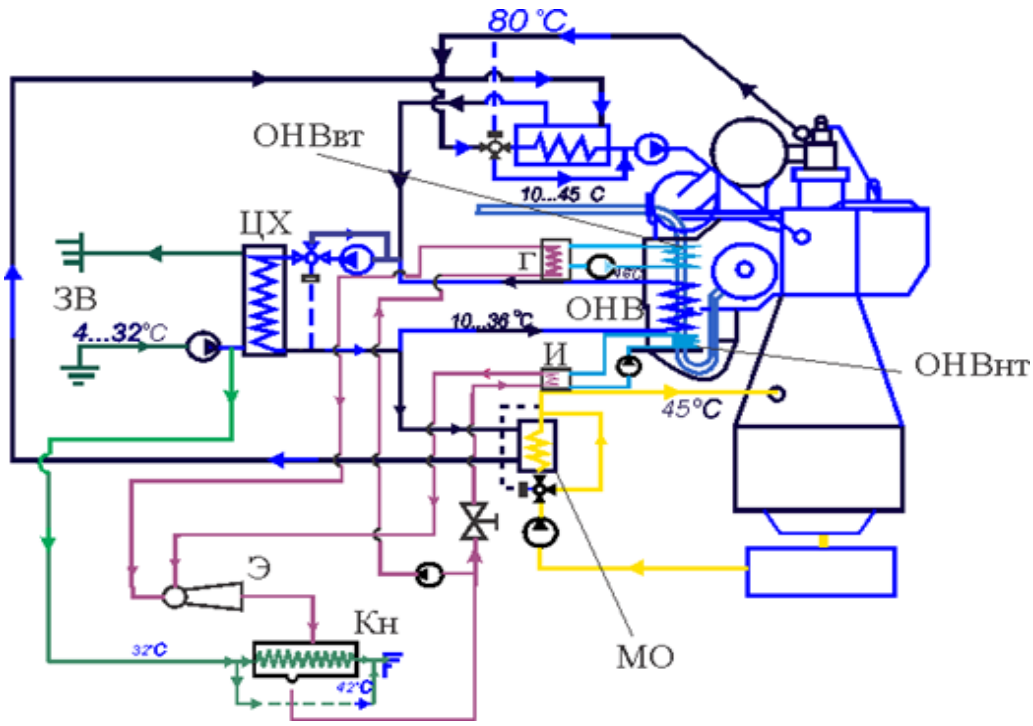


Figure 1. Cooling System for Marine Low-Speed Diesel Engines (LSD) with an Ejector Thermotransformer

The additional cooling of air in the standard air cooler (as the second, intermediate stage) allows the three-stage, three-circuit cooling system to achieve the maximum depth of charge air cooling – significantly below the temperature of the seawater. However, a limitation of this system is that the depth of air cooling still depends on the temperature of the seawater, although with the presence of the intermediate stage of charge air cooling by seawater, the cold generated in the ejector thermotransformer is sufficient for deep air cooling.

The real effect of charge air cooling depends on the outside air temperature, which fluctuates throughout the voyage and determines its thermal potential as a heat source, and the seawater temperature, which affects the potentially achievable depth of air cooling and the actual need for using mechanical cooling in addition to seawater cooling.

The reliability of the theoretical results was ensured by comparing the calculation results based on a mathematical model of the charge air cooling processes in the ejector thermotransformer with data on thermal loads and the amount of moisture condensed during air cooling, as well as by using the “Mandieselturbo” program to assess the impact of charge air cooling on the performance of the LSD (specific fuel consumption). The calculation results were also confirmed by sea trials of LSDs under a wide range of operating conditions.

Based on the study of issues related to the design features of the air cooler and thermotransformer, the joint operation of the air cooler and thermotransformer (moisture condensation and removal), the use of low-boiling working fluids in the thermotransformer, and considering modern technological capabilities and accumulated experience in operating thermotransformers on low-boiling working fluids, it can be concluded that the charge air system of marine LSDs with a thermotransformer is operationally viable.

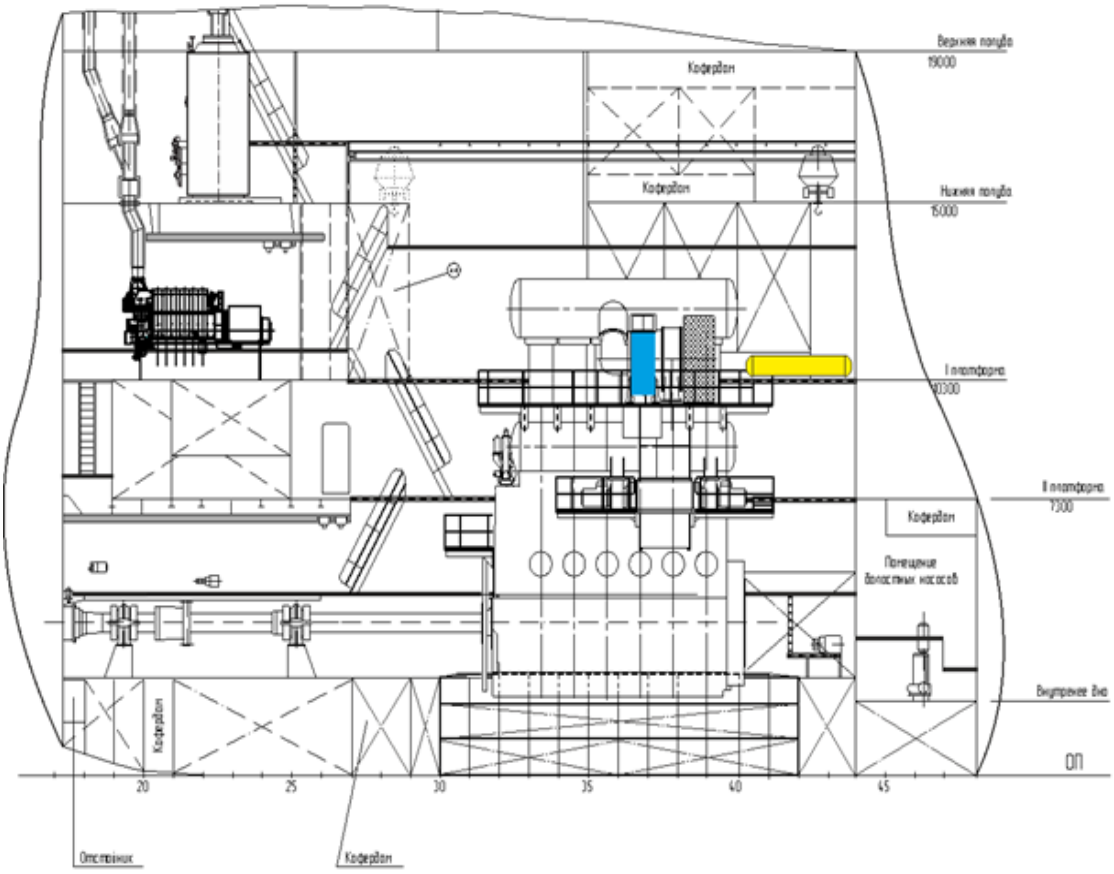


Figure 2. Layout of the Heat-Utilizing Cooling System for LSDs in the Engine Room of a Bulk Carrier (View of the Port Side)

Conclusions

1. It has been established that cooling the charge air of LSDs in a heat-utilizing cooling system that recovers the heat of the charge air can reduce its temperature to 15…25°C and decrease the specific fuel consumption by 1.5…2.5 g/(kW·h) compared to cooling it with seawater.

2. Schematic and structural solutions for the charge air cooling system of LSDs have been proposed, and recommendations for their design have been developed, ensuring the effective operation of LSDs at elevated external temperatures.

References

1. Thermo Efficiency System (TES) for reduction of fuel consumption and CO2 emission. – Copenhagen, Denmark: MAN B&W Diesel A/S, 2005. – 12 p.

2. Schmid H. Less Emissions through Waste Heat Recovery / H. Schmid // Wartsila Corporation. – April, 2004. – 10 p.

3. Артемов Г.А., Горбов В.М. Суднові енергетичні установки. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 356 с.

УДК 623.8

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ У СКЛАДІ ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСУ В СУЧАСНИХ БОЙОВИХ КОРАБЛІВ

Діасамідзе Б. Т.
Ph.d., асистент каф. ЕСЕУ та ТЕ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м. Миколаїв
badri.diasamidze@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто основні причини застосування газотурбінних двигунів на бойових кораблях, можливі недоліки експлуатації та методи покращення ефективності пропульсивного комплексу за рахунок комбінованих схем CODOG та CODELAG

Ключові слова: газотурбінний двигун; бойовий корабель, пропульсивний комплекс, суднова енергетична установка

Вступна частина. Висока боєготовність – основна особливість сучасних кораблів від катерів до авіаносців. Це є результатом впровадження нових бойових засобів і застосування для рушійної установки судна малих габаритних розмірів, малої маси і великої потужності газотурбінних двигунів. Газотурбінні двигуни використовуються на різних типах суден від катерів до авіаносців. Нині вони застосовуються для руху високошвидкісних суден у всіх значущих світових флотах.

Ціль роботи. Метою роботи є аналіз можливостей застосування газотурбінного двигуна на сучасних бойових кораблях.

Основна частина. Загальне застосування газотурбінних двигунів на морських енергетичних установках обумовлено такими передумовами [1–3]:

• невелика питома маса силової установки – не більше 3,4 кг/кВт (наприклад, двигун LM-2500 [1–3] має питому масу 0,2 кг/кВт),

• компактна конструкція

•достатня потужність від одного енергоблока – від 30 000 кВт і більше

• високий ступінь маневреності – двигун здатний вийти на повну потужність приблизно через 2 хвилини після запуску

• сприйнятливість до автоматизації

• відносна легкість в експлуатації

• відносно невелика кількість допоміжних вузлів і систем.

Газотурбінні двигуни, що використовуються на суднах, працюють в унікальних умовах, які значною мірою впливають на їхні експлуатаційні характеристики, а також збільшують ступінь нормального зносу і навіть можуть призводити до виходу з ладу. Хоча це стосується всіх типів двигунів, газові турбіни особливо вразливі через такі причини: висока швидкість об'ємного потоку повітря – до 80 м³/с, високий ступінь механічного навантаження на двигун, складність (а іноді й неможливість) проведення ретельного обстеження двигуна або заміни його складових частин, необхідність забезпечення високої якості палива та масла. На морі

військові газотурбінні двигуни працюють в умовах постійного хитання судна. Хоча саме хитання не впливає безпосередньо на характеристики двигуна, воно викликає систематичний знос лабіринтових ущільнень та елементів підшипників. Крім того, варто зазначити, що ударні навантаження, спричинені хвилями, також впливають на підшипники [1–3].

Значна частина робочого середовища, що проходить через двигун, переносить різноманітні домішки. Вони накопичуються в проходах компресорів і, меншою мірою, в проходах турбін. Загалом, домішки складаються з морської солі, мастила, вихлопних газів інших двигунів внутрішнього згоряння судна, а також в прибережних зонах плавання – промислового пилу [1–3].

Забруднення газового тракту двигуна призводить до наступних наслідків:

1. Зміни активних перетинів потоку в компресорах і турбінах і зміни кутів атаки лопатей. Також підвищується шорсткість їх поверхонь. В результаті цих процесів падає ККД і потужність газотурбінного двигуна. Дуже часто ці зміни можуть призвести до роботи двигуна з перенапругою. Це може призвести до серйозної несправності двигуна [1–3].

2. Інтенсивна корозія та ерозія ступеней компресорів і турбін, що може призвести до постійного зниження ефективності, витривалості, динамічних властивостей і навіть до поломки лопаток і, як наслідок, до поломки двигуна. Більшість систем управління та захисту корабельних газових турбін пов’язані з системою подачі палива. Ці пристрої вимагають підтримки високої чистоти палива. Що стосується можливості проникнення води в паливо, то ця вимога може створити певні труднощі за несприятливого стану моря. Неочищене паливо ускладнює запуск двигуна, погіршує умови зміни навантаження і навіть може викликати деякі порушення в роботі системи управління. Це результат структурних змін окремих елементів системи автоматичного керування. Домішки нафти з морської води також можуть виникнути під час експлуатації. Як наслідок, це може призвести до інтенсивного зносу підшипників, який неможливо відновити на борту. Морське середовище, систематично впливаючи на всі елементи і вузли двигуна, викликає їх корозію. Турбінні ступені морських газових турбін особливо піддаються корозії. Це виникає через вміст сірки в паливі і від солей морської води. Газова корозія дуже активна і небезпечна в діапазоні застосовуваних температур. Особливо чутливі до такого роду корозійних процесів турбінні лопаткові ступені [1–3].

Застосування турбінних двигунів як основних рушійних двигунів судна зумовлює, відповідно до вимог, порядок експлуатації. Це істотно змінює використання газотурбінних двигунів на флоті в порівнянні з авіацією. Для роботи суднового двигуна характерно відносно низьке навантаження. Час роботи при середньому і максимальному навантаженні становить лише кілька відсотків від усього часу його експлуатації. Тому ефективність роботи суднових двигунів значно нижча від планової (проектної) [1–3].

У зв’язку з необхідністю економії палива та, зрештою, підвищенням енергоефективності енергетичних установок військових кораблів, флотилії різних країн намагаються знайти шляхи вдосконалення пропульсивного комплексу бойових кораблів. Військові кораблі часто використовують комбінації газових турбін (GT) і дизельних двигунів (DE) у різних варіантах: CODAG, CODOG, CODELOG (або CODLOG), та CODELAG (або CODLAG). Ці системи є стандартом для кораблів від корветів до есмінців. Згідно з даними, 56 % з наданих кораблів мають саме такі типи силових установок (39 % – CODOG/CODAG, 17 % – CODELOG/CODELAG). Типова конфігурація CODOG включає дві лінії валів, які керують

гвинтами зі змінним кроком, підключеними до дизеля та турбіни. щодо зменшення споживання, так і кількості годин роботи за рахунок використання резервних джерел силові установки. З комбінації дизельних двигунів і газових турбін (і в деяких випадках парових турбін і ядерної енергії) з'являються такі рухові системи [4].

Типова конфігурація приводу CODOG (Combined Diesel or Gas (рис. 1) складається з двох ліній валів, кожна з яких приводить в дію гвинт зі змінним кроком. Кожна лінія підключена до дизельного двигуна (DE) і газової турбіни (GT) через механізм, що формує подвійну систему CODOG[4].

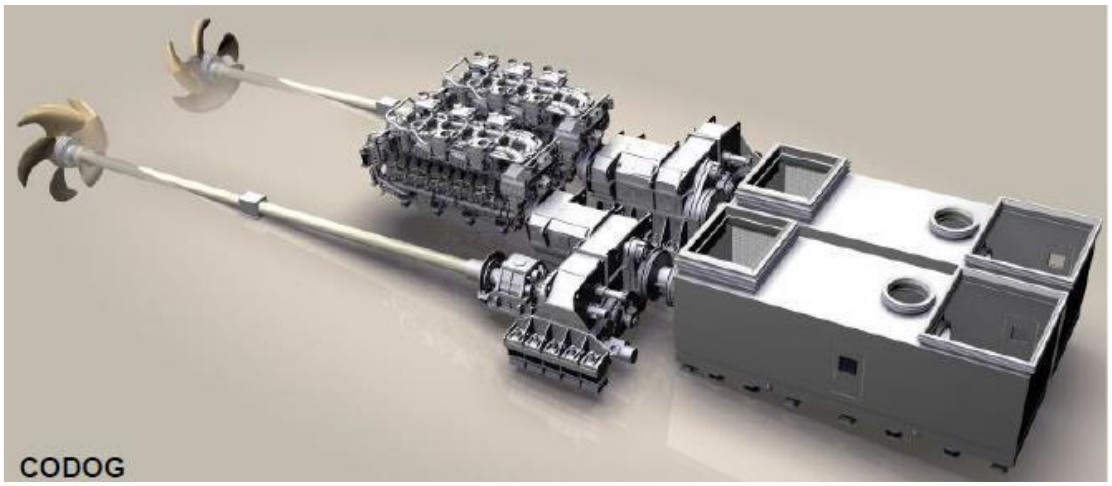


Рисунок 1 –Конфігурація пропульсивного комплексу типу CODOG [4]

У електричній версії CODELAG (рис. 2), електрогенератори (DE) забезпечують електричну енергію, необхідну для живлення електричних двигунів, тоді як ГТД (GT) безпосередньо підключений до валів через коробку передач[4].

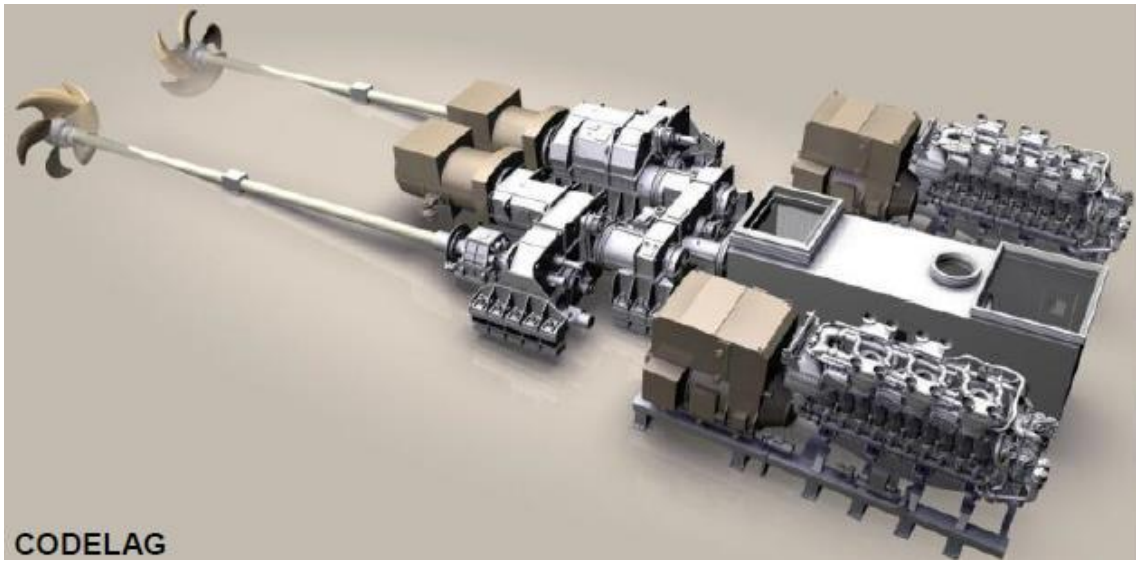


Рисунок 2 – Конфігурація пропульсивного комплексу типу CODELAG

У режимі круїзу судно живиться електричною системою (DE), тоді як для операцій, що потребують максимальної швидкості, підключається ГТД (GT) [4].

Висновки. Застосування газотурбінних двигунів у складі пропульсивного комплексу бойових кораблів є обґрунтованим, особливо для операцій, що потребують маневреності та швидкого реагування, враховуючи відносну легкість експлуатації для різних типів бойових кораблів. Особливо перспективними виглядають ГТД у складі комбінованих пропульсивних схем типу CODOG та CODELAG.

Література

1. Чархаліс, А., & Корчевський, З. Діагностика газових турбін військово-морського флоту [Текст] / А. Чархаліс, З. Корчевський // WIT Transactions on The Built Environment. – 2024. – № 27.

2. Вірковський П., Князевич Т., Марковський Я. Оцінка експлуатаційних параметрів морського газотурбінного двигуна з точки зору викидів шкідливих сполук вихлопних газів [Текст] / П. Вірковський, Т. Князевич, Я. Марковський // Journal of Polish CIMEEAC. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 45–53.

3. Діасамідзе Б.Т., Шмарков О.А. Можливості використання газотурбінних двигунів у морському транспорті [Текст] / Б.Т. Діасамідзе, О.А. Шмарков // Суднова енергетика: стан та проблеми: Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2023. – С. 44–49.

4. Urrutia J. M. P. et al. Infrared Signatures in The Modern Warship //International Journal of Maritime Engineering. – 2021. – Т. 163. – №. A2.

POSSIBILITY OF USAGE GAS TURBINE ENGINES AS PART OF THE PROPULSION COMPLEX IN MODERN WARSHIPS

Diasamidze B.T.

Ph.D., Assistant Professor, Department of Ship Power Plants Operation and Thermal Power Engineering

Abstract. This paper examines the primary reasons for the use of gas turbine engines on warships, the potential drawbacks of their operation, and methods for improving the efficiency of the propulsion complex through combined CODOG and CODELAG schemes.

Keywords: gas turbine engine; warship, propulsion complex, ship power plant.

УДК 621.311.22

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ ТЕРМОСИФОННОГО КОТЛА-УТИЛІЗАТОРА ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ КОМБІНОВАНОГО ЦИКЛУ

Долганов Ю.А.
к.т.н., доцент, University of Luxembourg, Luxembourg
iurii.dolganov@uni.lu
Єпіфанов О. А.
к.т.н, доцент, Національний університет кораблебудування
ім. адм. Макарова, м. Миколаїв, Україна
epifanov.nuk@gmail.com
Пацурковський П.А.
к.т.н., доцент, Національний університет кораблебудування
ім. адм. Макарова, м. Миколаїв, Україна
pavlo.patsurkovskyi@nuos.edu.ua

Анотація. Представлено удосконалену методику теплового розрахунку термосифонного котла-утилізатора для теплових електростанцій комбінованого циклу. Особливість методики полягає у врахуванні внутрішніх температурних градієнтів термосифонів та швидкості природної циркуляції у випарнику.

Ключові слова: котел-утилізатор, методика розрахунку, термосифон, теплові електростанції.

Використання в енергетичному секторі теплових електростанцій комбінованого циклу на основі газових турбін АТ НВКГ «Зоря»-«Машпроект» дозволяє підвищувати їх ефективність, одночасно знижуючи їх негативний вплив на навколишнє середовище [1]. Використання нагрівальних поверхонь на основі термосифонів разом із природною циркуляцією в горизонтально орієнтованих утилізаційних котлах забезпечує підвищену ефективність і надійність роботи теплових електростанцій.

Основною метою роботи є оцінка впливу внутрішнього теплового опору у термосифонах та швидкості циркуляції у випарних секціях котла-утилізатора на величину теплової та електричної потужності електростанції комбінованого циклу.

Основна частина. При виконанні гідравлічного розрахунку випарної поверхні традиційний підхід не прийнятний для конфігурацій системи, до складу якої входять секції термосифона. Швидкість потоку змінюється не тільки між різними секціями через зниження температури димових газів, але й по мірі віддалення цих газів від барабана котла.

Розроблена модель відрізняється від традиційних підходів тим, що включає ранжовану змінну, яка дозволяє розрахувати швидкість циркуляції не тільки для секцій котла, але й для окремих випарних труб в секції.

Для вдосконалення розрахунків теплообміну в термосифонних поверхнях нагріву секційного котла-утилізатора було отримано точні співвідношення для визначення внутрішнього градієнта температур у двофазних гравітаційних термосифонах [2]:

$$\begin{cases} \Delta P_{ts} = \dfrac{(\xi_{hf} + \xi_{ha})W^2}{2\upsilon_{st}} \\ W = \dfrac{G_{st}\upsilon_{st}}{F} \\ G_{st} = \dfrac{Q_{ts}}{r} \\ \Delta T_{ts} = \dfrac{{q_{ts}}^{1.13}\left(\dfrac{\lambda_f T_{s.ts}}{d_{ts}} + \xi_{ha}\right)}{2r} \end{cases}$$

Наведені залежності було отримано шляхом поєднання фізичного моделювання процесів всередині термосифону з експериментальною верифікацією.

Удосконалення гідравлічного розрахунку випарної поверхні котла полягає в використанні даних аналітичної моделі, отриманої в роботі [3]:

$$\boldsymbol{W_a = W_{circ.min}, W_b = W_{circ.max}}$$
$$\boldsymbol{f(W_{circ}) = S_{circ}(W_{circ}) - \Delta P_{st}(W_{circ})}$$
$$W'_{circ} = root(f(W_{circ}), W_{circ}, W_a, W_b)$$

Детальна схема удосконаленої методики розрахунку представлена в роботі [4].

Удосконалений метод розрахунку було перевірено за даними парогазової установки з газотурбінним двигуном UGT6000 [5]. Метод теплового розрахунку, що не включає внутрішній тепловий опір термосифона, дає занижені значення площі поверхонь нагріву та кількості секцій. В результаті він завищує корисну теплову потужність котла-утилізатора та електричну потужність електростанції (рис. 1).

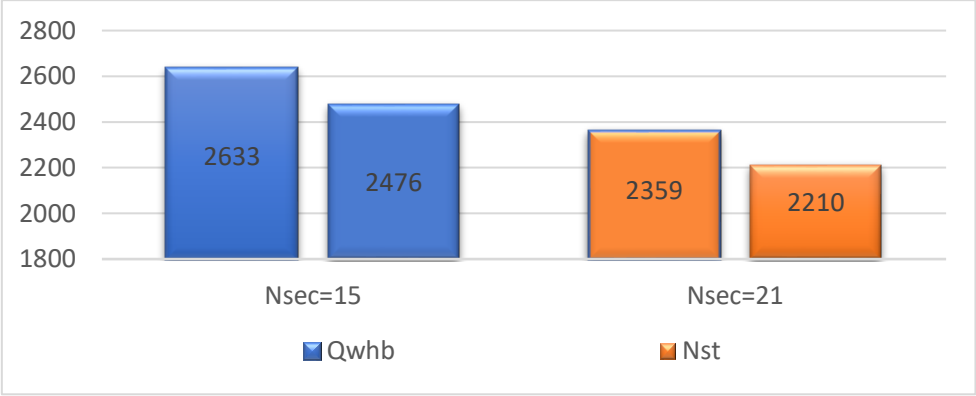


Рисунок 1 – Вплив методики розрахунку на величину теплової (Q_{WHB}), електричної (N_{ST}) потужності електростанції та кількості термосифонів котла-утилізатора N_{SEC}

Висновки. Запропоновано удосконалений метод теплового розрахунку, який враховує внутрішні температурні градієнти термосифонів та швидкості природної циркуляції у випарних секціях котла-утилізатора. Наведені залежності дозволяють підвищити точність розрахунків теплової та електричної потужності теплової електростанції комбінованого циклу.

Література

[1] R. Kehlhofer, Combined Cycle Gas and Steam Turbine Power Plants., USA: PennWell Publishing Company, 2009.

[2] I. A. Dolganov, A. A. Yepifanov, P. A. Patsurkovskyi and B. M. Lychko, “Study of Prospects of Two-Phase Gravity Thermosiphons Used in Waste Heat Boilers of Cogeneration Units,” *Problems of the Regional Energetics,* vol. 45, 2020.

[3] I. A. Dolganov, A. A. Epifanov and B. M. Lychko, “Advanced Natural Circulation Model in Evaporation Circuits of Thermosiphon Waste Heat Boilers,” *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences,* vol. 112, no. 1, pp. 139–154, 2024.

[4] I. A. Dolganov, A. A. Epifanov, P. A. Patsurkovskyi, B. M. Lychko, “An improved methodology for thermal calculation and design optimization of a thermosiphon waste heat boiler for CCPP”, *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 58, 2024.

[5] “Gas Turbine Power Plant UGT 6000,” 20.08.2024. [Online]. Available: http://uoe.com.ua/products/ua/?id=0&pid=catalogue&language=ukr&catalogue_id=1043&type=content

IMPROVEMENT OF THE HEAT CALCULATION METHODOLOGY OF THE THERMOSIPHON WASTE HEAT BOILER FOR COMBINED CYCLE POWER PLANTS

Dolganov I. A., Yepifanov O. A., Patsurkovskyi P.A.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. An improved method of thermal calculation of thermosiphon waste heat boiler for combined cycle power plants is presented. The method’s key feature is the consideration of internal temperature gradients within the thermosiphons and the natural circulation velocity in the evaporator.

Keywords: waste heat boiler, calculation method, thermosiphon, power plants.

УДК 621.43

ВПЛИВ ВМІСТУ СІРКИ В ПАЛИВІ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ТЕХНІЧНИЙ СТАН ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Калініченко І.В.

кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки
Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Херсон, Україна
ivan.kalinichenko@nuos.edu.ua

Анотація. Основною задачею в роботі є знаходження оптимальних витрат на паливо і його підготовку при мінімальних експлуатаційних витратах на підтримку необхідного технічного стану і економічної ефективності суднових дизель-генераторів. Виявлено

залежність відсотку вмісту сірки в паливі, що впливає на зношення плунжерів паливного насосу високого тиску та голки розпилювача форсунки.

Ключові слова: вміст сірки в паливі; зношення плунжерів паливного насосу високого тиску; економічна ефективність суднових дизель-генераторів.

Актуальність теми. Морські судна, на яких встановлені силові установками, є значними споживачами паливоенергетичних ресурсів. Одним із способів зниження експлуатаційних витрат суднових енергетичних установок є використання важких палив, що мають більш низьку вартість по відношенню до дизельного палива. В даний час використання палив з підвищеною в'язкістю характерно не тільки для малообертових дизелів (які традиційно експлуатуються на пальному подібної якості) і сучасних високофорсованих середньообертових дизелів (СОД), паливні системи і паливна апаратура яких спроектовані на роботу з важкими паливами, але і СОД попереднього покоління, раніше експлуатувалися виключно на дизельному паливі.

На викиди токсичних та шкідливих речовин від спалювання суднових палив існують обмеження відповідно до міжнародних програм захисту атмосфери і вимог Міжнародної морської організації (International Maritime Organization – IMO). У липні 2010 року вступила в силу нова редакція Додатку VI Міжнародної конвенції по запобіганню забруднення (MARPOL 73/78. Convention Annex VI), що передбачає більш жорсткі вимоги до суден. Вимоги стосуються практично всіх груп токсичних і шкідливих викидів, включаючи і NOx. [1–3]:

Разом з тим, застосування в СОД важких дешевих сортів палива знижує показники надійності дизеля в цілому і паливної апаратури зокрема, а також погіршує його технічний стан, перш за все деталей циліндропоршневої групи і прецизійних пар паливних насосів високого тиску (ПНВТ) і форсунок.

Тому, однією з найважливіших проблем, що виникають при експлуатації суднових енергетичних установок, є підвищення надійності і довговічності двигунів внутрішнього згоряння, кількість і модельний ряд яких постійно збільшується.

Мета роботи – є підвищення економічної ефективності та зменшення зносу деталей паливної системи дизель-генератора з урахуванням масового вмісту сірки палива

Основна частина. Сірка в паливі знаходиться в складі неорганічних сполук. Вміст сірки в паливі може досягати 3,5 %. Сірчисті сполуки, що входять до складу палива, прийнято поділяти на активні і неактивні. Активні сірчані з'єднання (вільна сірка, сірководень, меркаптани) при контакті з металом викликають корозію. Неактивні сірчисті з'єднання (сульфіди, дисульфіди та ін.) при звичайних умовах не викликають корозії металів.

Однак, дія як активних, так і неактивних сірчистих сполук в умовах протікання робочого процесу в камері згоряння ДВЗ змінюється. Обидві категорії домішок переходять в розряд активних компонентів. Це відбувається в наслідку того, що при згорянні сірки утворюється сірчистий газ SO2 і сірчаний ангідрид SO3, які, вступаючи в реакцію з сконденсованою водою. Утворюють сірчисту H2SO3 і сірчану H2SO4 кислоту. Ці кислоти викликають сильну корозію деталей циліндропоршневої групи дизеля. Крім цього, внаслідок низької теплоти згорання присутність сірки зменшує теплоту згоряння палива. Експерименти виконувалися на трьох однотипних суднових СОД фірми MAN B&W марки 5L23/30H Мк2, що мають автономну

паливну систему. Це дозволяло проводити паралельні дослідження для різних сортів палива. Під час експерименту дизеля мали однаковий технічний стан і експлуатувалися при однакових навантаженнях.

Як експлуатаційні характеристики визначалися температура газів перед газотурбонагнітачем (ГТН) і максимальний тиск згоряння, які вимірювалися за допомогою штатних засобів діагностики. Ці параметри відносяться до основних, за якими відбувається регулювання робочого процесу дизеля і визначення неузгодженості навантаження по циліндрах.

За економічну характеристику приймався питома ефективна витрата палива.

Дослідження проводилися для різних сортів суднового палива:

– малов'язкого MDO, середньов'язкого HFO180 і HFO180-LS, важкого HFO 380 і HFO380-LS.

При використанні палив з підвищеним вмістом сірки в його структурному складі зростає температура газів перед ГТН, а разом з нею і теплові навантаження на весь дизель.

До складу суднової енергетичної установки входили два подібних дизеля. Двигуни мали розділену один щодо одного систему подачі палива, що допускало експлуатацію кожного дизеля на «своєму» сорті палива. З огляду на цю можливість, один з дизелів експлуатувався на паливі, що містить 1,3 % сірки, а другий – 0,8 % сірки. Умови експлуатації дозволяли перед початком експерименту провести повну заміну втулок, поршнів, поршневих кілець, а також основних елементів паливної апаратури (плунжерів паливних насосів високого тиску і форсунок) на обох дизелях. Час роботи дизелів під час експерименту, а також середньостатистичні навантаження на дизелі не перевищували 4 % [3].

Після закінчення певного часу роботи, що визначається як показниками середньостатистичного напрацювання на знос, так і можливістю тимчасового виведення дизелів з експлуатації, вироблялося визначення зносу циліндричної втулки і верхнього поршневого кільця дизеля.

Знос поршневих кілець виконувався за допомогою зважування на електронних вагах. Вимірювання зносу проводилося для двох крайніх циліндрів, які, як відомо, більш ніж інші (центральні циліндри) схильні до цього явища. Отримані при цьому значення усереднювалися. Крім того, дослідження тільки двох циліндрів істотно скорочувало час монтажних робіт, яке обмежувалося умовами експлуатації. З цих же причин дослідження виконувалися після 190, 420, 560, 780 та 1020 годин роботи двигунів. Результати вимірювання зносу циліндрових втулок і поршневих кілець наведені на рис. 1 і 2.

Аналіз наведених даних дозволяє однозначно стверджувати про принципове зниження зносу як циліндрових втулок, так і поршневих кілець при використанні палива з меншим вмістом сірки в своєму структурному складі. Також, для палива з меншим вмістом сірки, необхідно відзначити більш швидкий час досягнення значень постійного зносу, яке, як відомо, носить експонентний характер. Крім того, використання палива, що пройшло додаткову ультразвукову обробку сприяє поліпшенню технічного стану деталей циліндропоршневої групи двигуна і його газовипускной системи.

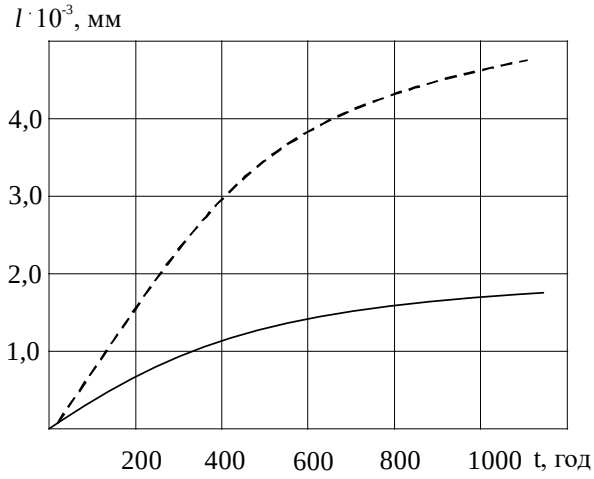


Рисунок 1. Вплив вмісту сірки в паливі на знос циліндрових втулок ДГ
_____ l_1 – вміст сірки в паливі – 0,5 %;
– – – l_2 – вміст сірки в паливі – 1,6 %

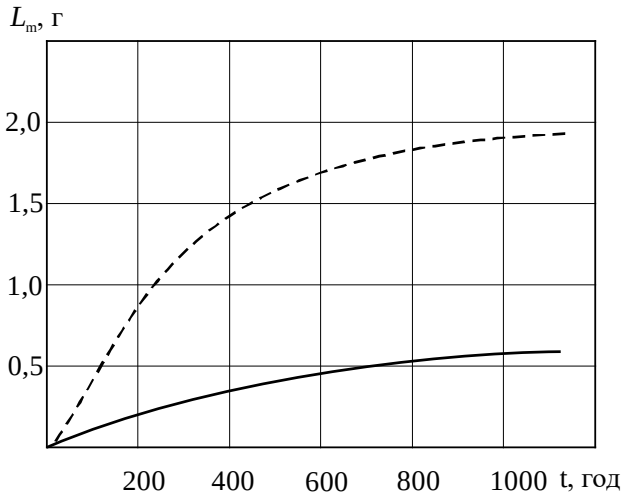


Рисунок 2. Вплив вмісту сірки в паливі на знос поршневих кілець ДГ
_____ Lm1 – вміст сірки в паливі – 0,5 %;
– – – Lm2 – вміст сірки в паливі – 1,6 %

Висновок. Наведені результати дослідження свідчать про те, що прагнення забезпечити експлуатацію суднових СОД на відносно дешевих сортах палива, що характеризуються підвищеними в'язкістю і вмістом сірки, призводить до погіршення експлуатаційних параметрів роботи дизеля і технічного стану його елементів, зокрема плунжерів ПНВТ при вмісту сірки більше 1 %.

Література

[1]. Radchenko, M., Radchenko, A., Mikielewicz, D., Kosowski, K., Kantor, S., Kalinichenko I. (2021). Gas turbine intake air hybrid cooling systems and their rational designing. Modern Power Systems and Units. V International Scientific and Technical Conference. Kraków, Poland, Edited by Rerak, M.; Majdak, M.; E3S Web of Conferences. 323. id.00030. 5 p. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132300030.

[2]. Андреев АА, Смагин ДН, Калиниченко ИВ. (2004). Совершенствование схем утилизации низкопотенциальной теплоты судовых дизельных установок на основе низкокипящих жидкостей. Збірник наукових праць НУК. Миколаїв НУК. 4. 397.

[3]. Радченко Р.Н., Богданов Н.С., Калиниченко И.В. (2015). Основы рационального проектирования системы охлаждения наддувочного воздуха судового малооборотного дизеля эжекторным теплотрансформатором. Авиационно-космическая техника и технология. Харків: XAI. 5 (122). 65–68. http://nbuv.gov.ua/UJRN/aktit_2015_5_13.

EFFECT OF FUEL CONTENT SULFUR ON ECONOMIC EFFICIENCY AND TECHNICAL STATUS OF DIESEL GENSET

Kalinichenko I.V.

candidate of technical sciences, associate professor

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Annotation. The main task in the work is to find optimal fuel costs and its preparation with minimum operating costs in support of the necessary technical condition and economic efficiency of ship diesel genset. The dependence of the percentage of sulfur content in fuel, which affects the wear of high pressure fuel pump plungers and spray nozzle needles, is detected.

Keywords: sulfur content in fuel; wear of plungers of a high pressure fuel pump; economic efficiency of marine diesel genset.

УДК 621.45.034

ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ В КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА, ЩО ПРАЦЮЄ НА АМІАКУ

Колесников А. Б.

аспірант

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

tolyamongol74@gmail.com

Єлеонська О. С.

викладач кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

olga.yeleonska@nuos.edu.ua

Анотація. Необхідність зменшення впливу енергетики на навколишнє середовище вимагає розробки декарбонізованих енергетичних систем. В якості палива для камери згоряння газотурбінного двигуна обрано газоподібний аміак. Проведено тривимірні CFD розрахунки характеристик камери згоряння, що працює на аміаку. Показано можливість

повного вигоряння аміаку в об’ємі паливоспалюючого пристрою при умові ефективного закручення первинного повітря.

Ключові слова: газотурбінний двигун; камера згоряння, декарбонізована система, аміак.

Енергія є рушійною силою промислового та економічного зростання, а також є основним засобом для існування людей, і її споживання неминуче постійно зростатиме. Основним типом енергоресурсів є викопні види палива на основі вуглеводнів, такі як вугілля, нафта та газ. 88 % світових викидів CO_2 є викиди при спалюванні вуглеводнів [1, 2].

Європейська комісія прокладає шлях до того, щоб зробити Європейський Союз кліматично нейтральним до 2050 року. Вона рекомендує скоротити чисті викиди парникових газів на 90 % до 2040 року порівняно з 1990 роком, що узгоджується з недавніми науковими рекомендаціями та зобов’язаннями ЄС щодо Паризької угоди [1].

Необхідність дотримання вимог законодавчих актів міжнародних організацій щодо зниження впливу енергетики на довкілля визначає запит практики, спрямований на розробку та адаптацію енергоефективних декарбонізованих енергетичних систем, а також вирішення завдань підвищення паливної ефективності за рахунок комплексного впровадження новітніх методів перетворення енергії та ресурсів, які мінімізують викиди CO_2 та інших шкідливих речовин у навколишнє середовище.

У відповідь на зростаючу потребу в низьковуглецевих та вуглецево-нейтральних методах виробництва енергії аміак (NH_3) стає перспективною альтернативою традиційним вуглеводням. Аміак є потенційно перспективним паливом для декарбонізованих систем на базі газотурбінних двигунів, оскільки може бути отриманий з відновлюваних джерел енергії. Порівняно з традиційними джерелами палива, такими як нафта та газ, аміак не містять вуглецю та не виділяє вуглекислий газ при спалюванні. Крім того, аміак є універсальним паливом, яке можна використовувати у широкому діапазоні потужностей у газотурбінних двигунах в різних умовах експлуатації.

Основна мета досліджень – вивчення особливостей процесу згоряння аміаку в камері згоряння газотурбінного двигуна, підвищення ефективності камери згоряння газової турбіни, що працює на газоподібному аміаку.

Для розрахунку процесів окиснення аміаку в камері згоряння газотурбінного двигуна використовувалася модель згоряння Eddy-Dissipation-Concept (EDC) [3, 4].

Під час проведення тривимірних розрахунків використовувалися дві конструктивні схеми камер згоряння.

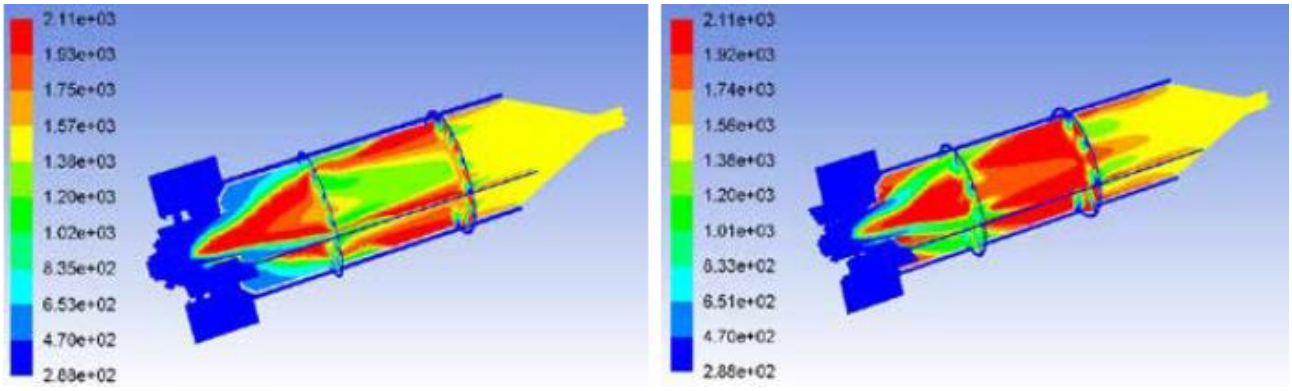
На рис. 1 показано розподіл температур за перерізами камери згоряння.

Параметри камер згоряння у вихідному перерізі представлені у табл. 1.

Концентрації аміаку на виході для варіанта 2 мінімальні, що свідчить про повне його згоряння. Але при цьому викиди оксидів азоту дуже значні. Навпаки, для варіанта 1 концентрації оксидів азоту на виході задовільні, але відбувається неповне згоряння аміаку.

На даному етапі дослідження можна зробити такі висновки:

У цілому в досліджуваній камері згоряння аміак стабільно горить в широкому діапазоні визначальних параметрів, що дозволяє спроєктувати і випробувати перспективні зразки камер згоряння газотурбінних двигунів, що працюють на газоподібному аміаку.



(а) *(б)*

Рисунок 1 – Розподіл температур в камері згоряння: (а) – варіант 1; (б) – варіант 2

Таблиця 1 – Розрахункові параметри камери згоряння в вихідному перерізі

Параметр	**Варіант 1**	**Варіант 2**
Температура продуктів, К	1491.4	1490.3
Мольні частки:		
NH_3	6.016e-04	3.185e-06
O_2	0.0912	0.0899
H_2O	0.176	0.176
H_2	1.008e-05	3.572e-06
NO	1.736e-06	0.00147
N_2O	0.000518	7.597e-05
NO_2	6.865e-06	3.485e-05

Для зниження концентрації оксидів азоту в димових газах потрібно застосовувати альтернативні газодинамічні схеми стабілізації полум’я, ступінчасте підведення палива, спільне спалювання різних видів палива.

Використання аміаку як альтернативи вуглеводневому паливу – перспективний напрямок енергетики. Однак, окрім вирішення питань ефективності камери згоряння, необхідно знизити викиди оксидів азоту, небезпечних для навколишнього середовища і здоров’я людини.

Література

[1] European Commission. (2019) A European Green Deal. Available: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.

[2] Mitsubishi Power. (2022) Mitsubishi Power commences development of world’s first ammonia-fired 40MW class gas turbine system. Targets to expand line up of carbon-free power generation options, with commercialization around 2025. Available: https://power.mhi.com/news/20210301.html.

[3] Launder, B.E., Spalding, D.B. (1972) Lectures in Mathematical Models of Turbulence. London: Academic Press, 169 p.

[4] Lee, H., Lee, M. (2021) Recent advances in ammonia combustion technology in thermal power generation system for carbon emission reduction. Energies, vol. 14, no. 18, 5604.

FEATURES OF THE WORKING PROCESS IN A COMBUSTION CHAMBER OF AN AMMONIA-FUELED GAS TURBINE ENGINE

Anatolii Kolesnykov

PhD student, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Olga Yeleonska

teacher of the Department of Ship Power Plants Operation and Thermal Power Engineering, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Abstract. The need to reduce the impact of energy on the environment requires the development of decarbonized energy systems. Ammonia gas was chosen as the fuel for the combustion chamber of the gas turbine engine. Three-dimensional CFD calculations of the characteristics of the combustion chamber operating on ammonia were carried out. It is shown the possibility of complete combustion of ammonia in the volume of the fuel combustion device under the condition of effective swirling of the primary air.

Keywords: gas turbine engine; combustion chamber, decarbonized system, ammonia.

УДК 621.4

ОЦІНКА РЕСУРСУ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ З ТРУБЧАСТИМИ ТЕПЛООБМІННИМИ АПАРАТАМИ

Кузнецов В. В.

кандидат технічних наук, доцент

доцент кафедри Технічної теплофізики і суднових паровиробних установок

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

valeriy.kuznetsov@nuos.edu.ua

Шевцов А. П.

доктор технічних наук, професор

професор Навчально-наукового центру Морської інфраструктури

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

anatoliy.shevtsov@nuos.edu.ua

Анотація. Надано метод оцінки ресурсу суднової енергетичної установки на підставі оцінки імовірності безвідмовної роботи теплового двигуна і теплообмінного апарату за умови, що ці події несумісні. Імовірність безвідмовної роботи теплового двигуна визначається технічним завданням та підтверджується його експлуатацію. Імовірність безвідмовної роботи теплообмінного апарату визначається сукупністю несумісних подій його конструктивних елементів за умови, що міцність кожного конструктивного елементу буде перевищувати на протязі часу експлуатації величину напружень матеріалу, викликаних тепловими навантаженнями. За результатами дослідження обґрунтовано, що для суднових енергетичних

установок з покращенням показників економічності, теплових та шкідливих викидів, компактності можливо підвищити їх ресурс до 7 % при інтенсифікації термогазодинамічних процесів у пучках еліптичних труб з оребренням, профільованими лунковими системами в утилізаційних котлах та регенераторах.

Ключові слова: імовірність, безвідмовна робота, двигун, утилізаційний котел, регенератор, інтенсифікація, термогазодинамічні процеси.

Вступ. Підвищення ресурсу суднових енергетичних установок (СЕУ) необхідно приймати на підставі комплексного покращення їх характеристик, у тому числі по підвищенню паливної економічності, екологічності і компактності. У ряді випадків заходи щодо підвищення ресурсу можуть дати відчутний економічний ефект. Основна мета підвищення ресурсу полягає у визначенні економічно виправданого рівня з урахуванням забезпечення безпеки плавання судна на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації СЕУ.

Забезпечення необхідного рівня ресурсу СЕУ пов’язане з її безвідмовністю, довговічністю та ремонтопридатністю. Актуальними задачами оптимізації ресурсу СЕУ є:

– розробка методів збору і обробки даних по відмовам СЕУ для розрахунків показників ресурсу окремих елементів і установки у цілому;

– розробку методів кількісної оцінки ресурсу СЕУ з урахуванням режимів їх експлуатації на стадії проектування;

– визначення економічно доцільного рівня ресурсу установки з урахуванням призначення судна та умов його експлуатації.

Мета роботи – визначення резервів підвищення ресурсу СЕУ при інтенсифікації процесів в їх енергетичних теплообмінних апаратах.

Метод дослідження – математичне моделювання імовірних процесів в елементах СЕУ за умови їх несумісності.

Об’єктом дослідження є ресурсні властивості елементів енергетичної установки при утилізації та використанні теплоти суднових енергетичних установок.

Предметом дослідження є характеристики імовірності безвідмовної роботи теплового двигуна і теплообмінного апарату елементів енергетичної установки та їх показників.

Результати дослідження. Визначення показників ресурсу енергетичної установки виконано на підставі оцінки імовірності безвідмовної роботи теплового двигуна (Д) і теплообмінного апарату (ТА) за умови, що ці події несумісні. Припущення несумісності подій таких відмов ґрунтується на досвіді експлуатації, який свідчить, що поява однієї події не змінює ймовірність появи іншої. На підставі цього ймовірність безвідмовної роботи на протязі заданого часу енергетичної установки $P_{\text{ЕУ}}$ досягається умовою безвідмовної роботи двигуна і теплообмінного апарату і розраховується як:

$$P_{\text{ЕУ}} = P_{\text{Д}} \times P_{\text{ТА}}, \tag{1}$$

де $P_{\text{Д}}$ – імовірність безвідмовної роботи теплового двигуна, $P_{\text{ТА}}$ – імовірність безвідмовної роботи теплообмінного апарату.

Імовірність безвідмовної роботи теплового двигуна визначається технічним завданням та підтверджується його експлуатацію [1]. Ймовірність безвідмовної роботи теплообмінного

апарату визначається сукупністю несумісних подій його конструктивних елементів за умови, що міцність кожного конструктивного елементу буде перевищувати на протязі часу експлуатації величину напружень матеріалу, викликаних тепловими навантаженнями [2, 3].

Значення імовірності безвідмовної роботи теплообмінного апарату з n конструктивними елементами розраховується за виразом:

$$P_{\text{ТА}} = 1 - [(1 - P_1)\times P_2 \times P_3 \times \ldots \times P_n) + (P_1 \times (1 - P_2) \times P_3 \times \ldots \times P_n) + \ldots$$
$$\ldots + P_1 \times P_2 \times P_3 \times \ldots \times (1 - P_n)]. \quad (2)$$

В загальному вигляді для теплопередавальних елементів енергетичних установок імовірність безвідмовної роботи визначається імовірністю відсутності руйнації в обмеженому інтервалі часу як:

$$P_{i,t} = P\left([\sigma] - \sigma_{\text{a}} \geq 0\right), \quad (3)$$

де $[\sigma]$ – розподіл допустимих напружень який відомий для фіксованого моменту часу та розподілу температур, σ_{a} – амплітуди діючих напружень розподіл яких відомий для всього інтервалу часу, що розглядається.

Допустимі напруження є функцією розрахункової температури поверхонь теплопередачі t та кількості циклів навантаження N та визначаються згідно [4].

За розрахункову поверхонь теплопередачі для визначення допустимих напружень береться максимальна отримана температура в найбільше напруженому перерізі теплопередавального елемента [5].

Номінальна розрахункова температура стінок теплопередавальних елементів визначається за формулою:

$$t = t_{\text{a}} + \Delta t_q + \Delta t, \quad (4)$$

де t_{a} – середня температура теплоносія в перерізі теплопередавального елементу, що розглядається, °С, визначається за результатами аналізу теплових умов роботи елемента і його компонувальних схем, а також за результатами теплового розрахунку; $\Delta t_q = f(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, t_k)$ – середня різниця між розрахунковою температурою стінки теплопередавального елемента і теплоносієм у перерізі, що розглядається, °С, α_1, α_2, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі від відпрацьованих газів до стінки труби, від стінки труби до теплоносія, випромінюванням відповідно, Вт/(м^2×К), t_k – температура відпрацьованих газів перед рядом труб, що розглядаються, °С; Δt – поправка на нерівномірність теплового потоку по ширині газоходу, °С [5].

При припущенні, що міцність деталі $[\sigma]$ і навантаження незалежні і густина імовірності цих величин буде розподілена по нормальному закону, то густина імовірності різниці:

$$\overline{M} = [\sigma] - \sigma_{\text{a}} \geq 0,$$

за правилами композиції законів розподілу також буде розподілена за нормальним законом з параметрами $\left(\overline{M}, S_{м}^2\right)$, де $\overline{M}$ – середнє значення M, $S_{м}$ – середнє квадратичне відхилення величини M, що визначаються відповідно як:

$$\overline{M} = [\sigma] - \overline{\sigma_a}\ ;\ S_м^2 = S_{[\sigma]}^2 + S_a^2 . \qquad (5)$$

Умовою міцності при імовірності неруйнації P, що характеризується квантилем u_p буде вираз:

$$M_p = \overline{M} + u_p S_м = 0 . \qquad (6)$$

З рівнянь (5) і (6) квантиль визначиться як:

$$u_p = \frac{1 - n_{пр}}{\sqrt{n_{пр}^2 \theta_{[\sigma]}^2 + \theta_a^2}}, \qquad (7)$$

де $n_{пр} = \frac{[\sigma]}{\sigma_a}$ – запас міцності, $\theta_{[\sigma]} = \frac{S_{[\sigma]}}{[\sigma]}$ та $\theta_a = \frac{S_a}{\sigma_a}$ – варіації.

По таблицях [6] значенню квантиля відповідає імовірність P відсутності руйнації теплопередавальних елементів.

Визначивши таким чином імовірність безвідмовної роботи до і після застосування інтенсифікації теплопередачі, визначається абсолютне значення її зміни.

Оцінку імовірності безвідмовної роботи СЕУ виконано для трьох варіантів головної енергетичної установки: варіант I – малообертовий дизельний двигун з утилізаційним котлом, що виробляє перегріту пару; варіант II – газотурбінний двигун з утилізаційним котлом що виробляє перегріту пару; варіант III – газотурбінний двигун з регенератором. Матеріал поверхонь теплопередачі для всіх варіантів прийнято Ст15К.

Для інтенсифікації теплопередачі розглянуті використанні гладких та оребрених пучків еліптичних труб з лунковими системами на ребрах

Математичне очікування за умови нормального розподілу наробітку на відмову двигунів прийнято: варіант I – 1000 годин; варіант II – 900 годин; варіант III – 800 годин з дисперсією 100 годин для всіх варіантів.

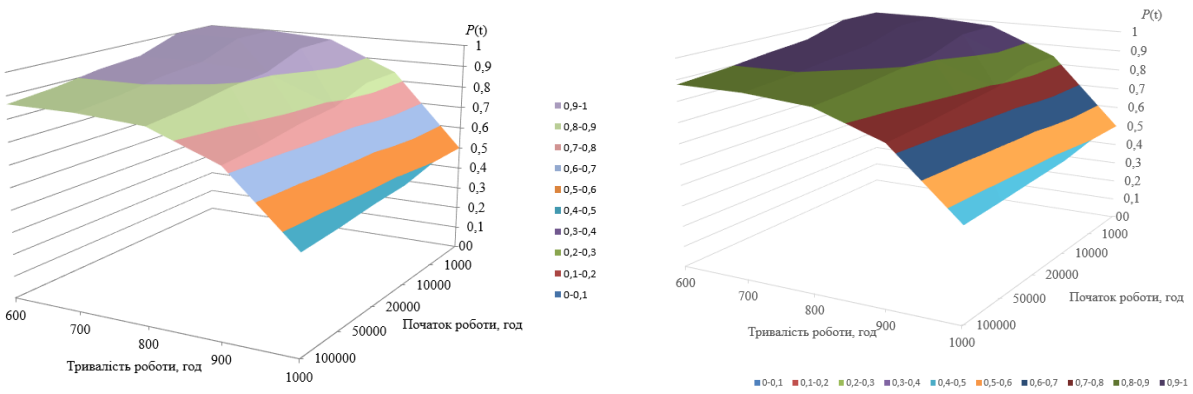
Імовірності безвідмовної роботи, розраховані за залежностями (3)-(7), теплообмінних апаратів (ТА) по варіантах за умови 100000 годин приведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати оцінки імовірності безвідмовної роботи

	Варіант I	**Варіант II**	**Варіант III**
Імовірність безвідмовної роботи ТА			
до інтенсифікації	0,864	0,711	0,698
після інтенсифікації	0,878	0,730	0,765

В подальших розрахунках прийнята умова логарифмічного розподілу імовірності безвідмовної роботи теплообмінного апарату у часі [8].

На рис. 1 представлені результати розрахунку імовірності безвідмовної роботи системи дизельний двигун-утилізаційний котел, розраховані згідно залежності (1).



а *б*

Рисунок 1 – Зміна імовірності безвідмовної роботи системи дизельний двигун-утилізаційний котел без (а) та з інтенсифікацією (б) тепловіддачі

Отримані результати показують зміну безвідмовної роботи установки в межах 0,8…1,4 %.

Аналогічні результати отримані для варіанта II, при якому зміна безвідмовної роботи склала 1,1…1,9 % та варіанта III з результатом 5,9…6,5 %.

Висновки

1. Інтенсифікація тепловіддачі завдяки зниженню температури теплопередавальної поверхні дозволяє підвищити ресурс енергетичного теплообмінного апарату енергетичної установки визначеного як інтервал часу безвідмовної роботи, що визначається імовірністю відсутності руйнації для визначеного матеріалу.

2. Рівень підвищення ресурсу енергетичної установки з енергетичним теплообмінним апаратом залежить від розподілу температурного рівня відпрацьованих газів та кількості теплопередавальних елементів в ньому.

3. Оцінка підвищення ресурсу енергетичних установок з утилізацією теплоти для дизельних та газотурбінних склало до 1,9 %, а для газотурбінних установок з регенерацією до 7 % при використанні конструкційних сталей.

Література

[1] Камкин С.В. Эксплуатация судовых дизельных энергетических установок [Текст] / С.В Камкин, И.В. Возницкий, В.Ф. Большаков и др. – М.: Транспорт, 1996.432 с.

[2] Астахов С.В. Оценка надежности судовых механизмов при проектировании и эксплуатации [Текст] / С.В. Астахов, Б.А. Ватипко, Л.П. Холявко. – Л., Судостроение, 1979. – 200 с.

[3] Решетов Д.Н. Работоспособность и надежность деталей машин. [Текст] / Д.Н. Решетов. – М., «Высш.школа», 1974. – 206с

[4] Котлы стационарные и трубопроводы пара и горячей воды. Нормы и методы расчета на прочность. Общие положения по обоснованию толщины стенки [Текст]: ОСТ 108.031.08-85. М: ЦКТИ им. Ползунова, 1985.

[5] Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден. Том 3. Регістр судноплавства України, 2020. 632 с.

[6] Шор Я.Б. Таблицы для анализа и контроля надежности [Текст] / Я.Б. Шор, Ф.И. Кузьмин. – М., Изд-во «Советское радио», 1968, 288 с.

[7] Кузнецов В.В. Ефективність суднових енергетичних установок з теплообмінними апаратами з трубних пучків з лунковими системами [Текст] / В.В. Кузнецов, А.П. Шевцов // Авіаційно-Космічна Техніка і Технологія. 2023, № 4 спецвипуск 2 (190). С. 19 -27

[7] Вентцель Е.С. Теория вероятностей [Текст] / Е.С. Вентцель. – М., Изд-во «Наука», 1969, 564 с.

RESOURCE ASSESSMENT OF A MARINE POWER PLANT WITH TUBULAR HEAT EXCHANGERS

Kuznetsov V. V., Shevtsov A.P.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The paper presents a method for assessing the service life of marine power plant, which is based on the failure-free operation probability of heat engine and heat exchanger and provided that these events are incompatible. The probability of the heat engine failure-free operation is determined by the design specifications and confirmed by its operation. The probability of the heat exchanger failure-free operation is determined by a set of incompatible events of its structural elements, provided that the strength of each structural element will exceed the value of material stresses caused by thermal loads during the operation. The results of the research substantiate that for marine power plants with improved efficiency, thermal and harmful emissions, and compactness, it is possible to increase their service life by up to 7 % with the intensification of thermo-gas-dynamic processes in bundles of elliptical pipes with ribs, which are profiled with dimple systems in waste heat boilers and regenerators.

Key words: probability, trouble-free operation, engine, waste heat recovery boiler, regenerator, intensification, thermo-gas-dynamic processes

УДК 628.165:621.44

ПРОГНОЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОНТАКТНИХ ГАЗОПАРОТУРБІННИХ УСТАНОВОК НА ПЛАВЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

Кузнецова С.А.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри Експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

svitlana.kuznetsova@nuos.edu.ua

Анотація. Представлені результати оцінки ефективності застосування контактних установок з урахуванням кліматичних умов півдня України, для отримання електричної

енергію та води. Розглянуті різні схемні рішення та шляхи зменшення габаритних показників елементів установки для їх застосування на плавелектростанціях.

Ключові слова: плавлектростанція, контактна газопаротурбінна установка, схема, контактний конденсатор, опріснювальний апарат.

Для поліпшення ситуації, пов'язаною з проблемами з електричною енергією на півдні Україні, де є значній попит на енергоносії, запропоновано застосування установок значної потужності 300–1300 МВт, що розташовані у плавелектростанціях та можуть пересуватися по річкам чи іншим значним водоймам [1–3]. Так наприклад для забезпечення відсутності дефіциту Одеської області потрібно 800–1400 МВт в залежності від пори року. Для ліквідації дефіциту електроенергії планувалося додати три плавелектростанції потужністю 300 МВт [1]. Таким значення потужності відповідають установки компанії Karpowership, що використовуються – суднові дизельні енергетичні установки [4] та Siemens Energy – бінарні газопаротурбінні [5]. Вони можуть працювати з використанням як газоподібних так і рідких палив. Потужності цих установок можуть досягати від 34-470 МВт для дизельних установок [4] при забезпеченні електричною енергією до 30-420 МВт, а газопаротурбінні установки при використанні газової турбіни SGT-800 та паровою SST-600 (150–450МВт) або двох SGT 8000H з однієї SST – 5000 до 1330 МВт [4, 5]. У бінарних газопаротурбінних установках, за рахунок використання утилізації теплоти газів за газовими турбінами, підвищується ефективність установок та знижується вартість електричної енергії порівняно з дизельними установками.

Альтернативним варіантом є контактні газопаротурбінні установки на плавелектростанціях, застосування яких дозволить отримати не тільки електричну енергію, а і якісну прісну воду. Використання таких установок найбільш доречно для районів, де є значні проблеми з прісною водою при наявності наземних та підземних джерел мінералізованої води.

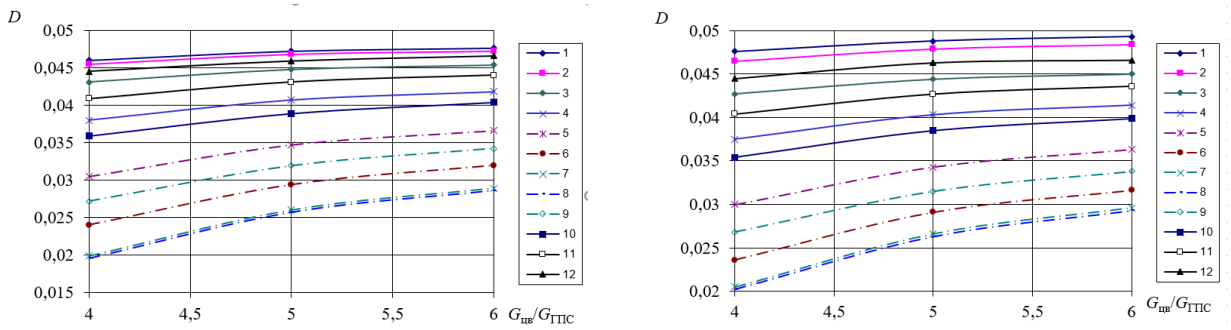
Для підвищення ефективності отримання води можуть використовуватися схеми з випарним охолоджувачем або опріснювальним апаратом киплячого типу перед контактним конденсатором [6, с. 59]. Використання таких схем збільшує габарити установки по висоті, що додатково впливає на остійність. Для зменшення цього впливу розглянуто схему з використанням теплообмінного елементу опріснювальних апаратів киплячого типу з регенерацією теплоти мінералізованої води. Для подальшого підвищення отримання води планується розглянути схеми з використанням додаткової регенерації теплоти циркуляційної води за контактним конденсатором або регенерації теплоти мінералізованої води, що відводиться з апарату для збільшення температури мінералізованої води перед нагрівачем, що особливо важливо у зимові періоди коли температури мінералізованої води можуть бути 275–277 К.

Мета роботи: оцінка ефективності використання цих схем для підвищення ефективності установок по отриманню опрісненої води на плавелектростанціях для застосування їх на півдні України.

Дослідження виконувались при параметрах газопарової суміші: 44,0–45,0 кг/с та температурі 448–453 К, температуру суміші зменшують до 356–383К, паропродуктивність утилізаційного котла – 5,65–5,70 кг/с; ефективність охолоджувачів циркуляційної води 0,7–0,8; витрата циркуляційної води на вході до контактного конденсатору 176–220 кг/с,

температури на виході 303–333 К. Ефективність інерційних віддільників крапель КК 0,90–0,95; температура і відносна вологість повітря відповідають кліматичним умовам наведених для Одеської області [7], температура додаткових джерел: 5–24 °С, а вміст солей до 20 %, що відповідає даним [8]; витрата додаткової мінералізованої води, що надходить до опріснювальних апаратах 75–138 кг/с з урахуванням екологічних вимог по температурному режимі при відведенні за борт.

Для визначення ефективності використовується показник відносного отримання опрісненої води $D = \frac{\sum M_{к} + M_{п.в}}{G_{ГПС}}$, де $\Sigma M_{к} + M_{п.в} = E_{gw} \cdot D_{п} - D_{п}$ – кількість опрісненої води отриманої у конденсаторі та опріснювальному апараті, кг/с; E_{gw} – показник ефективності генерації води (визначено з урахуванням кліматичних умов району); $D_{п}$ – паропродуктивність утилізаційного котла, кг/с; $G_{ГПС}$ – витрата газопарової суміші, що виходить з УК, кг/с. Результати представлені на рис. 1.



а *б*

Рисунок 1 – Характеристика показника відносного отримання опрісненої води від відносної витрати циркуляційної води на вході до КК ($G_{ц.в}/G_{ГПС}$) при застосуванні опріснювального апарату киплячого типу та контактного конденсатору по ходу газопарової суміші (а) з регенерацією теплоти циркуляційної води за КК, (б) з регенерацією теплоти частини мінералізованої води, що випаровується, а також відводиться з апарату за 12 місяців

Використання таких схем дозволило збільшити показник отримання опрісненої води на 0,001–0,0015 для схеми з регенерацією циркуляційної води та на 0,0022–0,0035 для регенерації теплоти мінералізованої води, а також відводиться з апарату. Тобто за добу можливо отримати додатково до 92–133 т опрісненої води з них у контактному конденсаторі – до 5–72 т. Обрано найхолодніший місяць з високим вмістом вологи у повітрі – січень та серпень – найспекотнішій, що має низку вологість повітря. Як бачимо, що низька температура мінералізованої води, що є і охолоджувачем для циркуляційної води та температура та вологість повітря значною мірою підвищують ефективність контактного конденсатору, при отриманні води. Для опріснювального апарату навпаки збільшення температури мінералізованої води що використовується для опріснення підвищує ефективність по отриманню опрісненої води.

Для розташування цього додаткового обладнання контактних газопаротурбінних установок порівняно з бінарними використовується площа під парову турбіну для розташування опріснювального апарату киплячого типу.

Для зменшення габаритних розмірів підігрівника мінералізованої води поверхневого типу [6, с. 59] доречно використання інтенсифікації процесу тепловіддачі шляхом використання профільованих труб з контрольованим відривом потоку [9]. Це дозволить знизити розміри цього елемента та покращити можливість його використання на плавелектростанціях.

Висновки.

1. Показано, що для розв'язання проблем з електричною енергією на півдні Україні та можливості отримання при цьому опрісненої води доречно використання контактних газопаротурбінних установок на плавелектростанціях.

2. Для збільшення отримання води рекомендується застосовування схеми з використанням теплоти газопарової суміші після утилізаційного котла для підігріву перед випаровуванням мінералізованої води та додаткову регенерацію циркуляційної води або мінералізованої води після випаровування перед видаленням. За рахунок цього підвищується коефіцієнт ефективності на 0,001–0,0015 для схеми з регенерацією циркуляційної води та на 0,0022–0,0035 для регенерації теплоти мінералізованої води, а також відводиться з апарату.

3. При використання регенерації теплоти мінералізованої води, що відводиться з апарату, за добу з урахуванням кліматичних умов на протязі року можливо отримати додатково до 92–133 т опрісненої води з них у контактному конденсаторі – до 5–72 т.

Література

[1] Турецька Karpowership і німецька Siemens Energy запропонували українському уряду рішення, яке може послабити відключення електроенергії – заживити Південь країни плавучими електростанціями. Уряд поки не квапиться погоджуватися на пропозицію Режим доступу https://forbes.ua/company/krim-turetskoi-karpowership-plavuchi-elektrostantsii-ukraini-proponue-nimetska-siemens-energy-ale-tsiei-zimi-voni-navryad-dopomozhut-02122022-10197

[2] Одеська ОВА та профільні міністерства ведуть перемовини з турецькою стороною щодо постачання трьох плавучих електростанцій, які зможуть забезпечити електроенергією частину регіону Режим доступу https://www.epa.gov/enforcement/marpol-annex-vi-and-act-prevent-pollution-ships-apps

[3] Турецька Karpowership поставить Україні плавучі електростанції потужністю 500 МВт Режим доступу https://www.biofuels.co.jp/waste-heat-recovery-system.pdf

[4] Karpowership Режим доступу https://www.karpowership.com/khan

[5] SeaFloat power plants. Режим доступу https://www.siemens-energy.com/global/en/home/products-services/product/seafloat.html

[6] С.А. Кузнецова Схеми знесолення води при використанні теплоти газопарової суміші перед контактним конденсатором / Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв. 2015. № 2 (458) С. 57–63

[7] META. (2022). Pohoda v Odesi Режим доступу https://pogoda.meta.ua/ua/Odeska/Odeskiy/Odesa/archive/

[8] Chorne more. (2023). Режим доступу https://uk.wikipedia.org/wiki/Чорне_море

[9] Kuznetsov V. Increasing the Economic Efficiency of Marine Power Plants Using Waste Heat Boilers with Controlled Flow Separation / Valerii Kuznetsov, Svitlana Kuznetsova // Polish maritime research. – 2024. – 3 (123). – Vol. 31; pp. 94–101.

EFFICIENCY FORECAST OF CONTACT GAS-STEAM TURBINE PLANTS APPLICATION ON FLOATING POWER STATIONS

Kuznetsova S.A.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract The efficiency evaluation results of using contact plants taking into account the climatic conditions of the south of Ukraine for obtaining electric energy and water are presented. Various circuit solutions and ways of reducing the overall parameters of the plant elements for their use in floating power plants are considered.

Key words: floating power station, contact gas-steam turbine plant, circuit, contact condenser, desalination device.

УДК 621.43.057.2

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЕШЕВИХ НИЗЬКОЯКІСНИХ ПАЛИВ У СУДНОВИХ ДИЗЕЛЯХ

Лисих А.Ю.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри енергетичне машинобудування
Первомайського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Первомайськ Миколаївської обл., Україна
alla.lysykh@nuos.edu.ua
Нестеренко В.В.
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри енергетичне машинобудування
Первомайського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Первомайськ Миколаївської обл., Україна
viktoriia.nesterenko@nuos.edu.ua

Анотація. Описано основні види палив, що застосовується в суднових двигунах. Вказано основні причини, що викликають необхідність застосування альтернативних палив, та їх види. Також надано короткий аналіз впливу альтернативних палив на ефективні показники двигуна.

Ключові слова: дизельні дистилятні палива, мазут, гудрон, синтетичні рідкі палива.

Вступна частина. На суднах морського і річкового флоту дизель є основним типом суднових енергетичних установок, як головних, так і допоміжних. На доступну для огляду перспективу, за оцінками фахівців, таке домінуюче становище зберігатиметься [1,2]. Витрати на паливо на судні становлять понад 60 % від усіх експлуатаційних витрат. Отже,

конкурентоспроможність транспортних перевезень значною мірою визначається кількістю і вартістю використовуваного палива. Ціни на низькоякісні важкі палива значно нижчі за ціни дизельних дистилятних палив. Це відкриває перспективи для широкого використання дешевих низькоякісних важких палив на морському і річковому флоті в Україні і за кордоном. Важкі палива відрізняються від дистилятних підвищеним вмістом високомолекулярних сполук. Досвід експлуатації суднових дизелів показав, що з обважненням фракційного складу палива значно погіршуються їхні екологічні, енергетичні та ресурсні показники.

Основною причиною погіршення робочих характеристик є неповнота і несвоєчасність процесу згоряння. Особливо виразно це проявляється при підвищенні частоти обертання колінчастого валу. Щорічний приріст парку поршневих двигунів та їхньої питомої потужності посилює їхній негативний вплив на навколишнє середовище. На двигуни суднового, тепловозного і промислового застосування припадає близько 11 % глобальних викидів. Переведення суднових дизелів на важкі палива посилюватиме ситуацію, що склалася.

Мета роботи. Останнім часом у світовому двигунобудуванні намітилася стійка тенденція до зміни пріоритетів зі сфери підвищення паливної економічності, питомої потужності, ресурсу в сферу безумовного виконання дедалі жорсткіших норм щодо забезпечення екологічної безпеки експлуатації дизелів [2]. Тому дослідження, спрямовані на виконання вітчизняних і міжнародних вимог до забруднення атмосферного повітря, є актуальними.

Основна частина. Основним видом палива для суднових дизелів є рідкі нафтові вуглеводневі палива. На суднах морського і річкового флоту використовуються два види моторних палив. Це дизельні дистилятні та важкі палива. Дистилятні палива відрізняються високою якістю, малою в’язкістю і не потребують додаткового підігріву.

Слід зазначити, що експлуатаційні властивості моторних палив значною мірою визначаються вартістю вихідної сировини, технологічним процесом і глибиною переробки. З підвищенням якості палива і глибини переробки зростатиме і його ціна.

Нині основним мотивом, що визначає зацікавленість у використанні важких палив у суднових дизелях, є їхня низька вартість.

Одним з основних експлуатаційних показників моторних палив є в’язкість. З підвищенням в’язкості погіршуються процеси паливоподачі.

Порівняно з дистилятним, важкі палива вирізняються високою в’язкістю і низькою температурою застигання. Тому в умовах експлуатації на флоті вони потребують додаткового підігріву та очищення.

За наявними прогнозами, розвіданих запасів нафти і газу має вистачити на 20–25 років, а кам’яного вугілля мінімально на 240 років [1, 2]. У зв’язку з цим у США, Німеччині, Японії, Великій Британії та інших країнах активно ведуть науково-дослідні роботи з отримання рідких моторних палив із твердої вуглеводневої сировини. Ці моторні палива називаються синтетичними рідкими паливами – СРП.

На відміну від дистилятних, за підвищеної в’язкості важкі та синтетичні палива містять різні ароматичні вуглеводні, смоли, асфальтени, карбени, карбоїди, сірку, ванадій. У них нижча температура замерзання, підвищена зольність і коксованість.

Випробування суднових дизелів 8ЧРН24/36 і 8ЧРН32/48 на мазуті Ф-5 [3, 4] показали, що, як порівняти з роботою на дизельному паливі, температура випускних газів збільшилася на 10–20 °С, максимальний тиск згоряння – на 0,1–0,2МПа, швидкість наростання тиску за

кутом повороту колінчастого – на 0,1МПа/град. Питома ефективна витрата палива підвищилася на 4–7 % під час роботи на номінальному режимі і до 22 % на часткових навантаженнях. На всіх режимах спостерігалося збільшення чадності відпрацьованих газів.

Висновки. У Національному технічному університеті «ХПІ» було виконано великий обсяг досліджень щодо застосування в дизелях типу ЧН25/34; ЧН26/34, ЧН36/46, ЧН36/45 важких палива, включно з мазутами. У всіх випадках відзначалося підвищення питомої ефективної витрати палива; температури відпрацьованих газів, зниження середньої швидкості наростання тиску і максимального тиску; згоряння. Під час роботи дизеля ЧН26/34 на мазуті 100 в'язкістю 161мм^2/с порівняно з дизельним паливом максимальні тиск упорскування збільшився на 10–15 %, тривалість – на 9 %, питома ефективна витрата палива – на 8 %, температура відпрацьованих газів – на 40–60 °С [1, 2].

Подібні результати отримано й іншими дослідниками [3, 4].

Під час роботи дизеля на синтетичному паливі, виробленому з кам'яного вугілля і бітумних пісків, відзначено сповільнене згоряння, збільшення витрати палива на 5–10 % і максимального тиску згоряння на 20 % [2].

Під час переведення дизеля 4Ч18/26 з дистилятного дизельного на синтетичне паливо, отримане зі сланців, питома ефективна витрата палива підвищилася на 10 %, максимальний тиск згоряння збільшився на 20 %, а максимальна швидкість наростання тиску за кутом повороту колінчастого валу – на 28–68 % [1]. Ці відхилення помітно погіршують надійність, знижують ресурс, екологічні характеристики суднових дизелів.

Література

[1]. Паливно – енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття. Під загальною редакцією А.К. Шидловського. М.П. Ковалка. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2001. – 400 с.

[2]. Експериментальні дослідження екологічних параметрів дизельного двигуна при роботі на соєвій олії = Experimental studies of the environmental parameters of a diesel engine when running on soybean oil / С.М. Доценко, О.І. Грабовенко, І.А. Швець, А.Ю. Лисих // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв : Гельветика, 2023. – № 2–3 (491–492). – С. 49–56.

[3]. Shvets, O. Hrabovenko, S. Dotsenko, V. Nesterenko. Results of the Experimental Research of the Medium Speed Diesel Engine Work on Soybean Oil. // Proceedings of 24th International Scientific Conference Transport Means, 2020: – Kaunas, Lithuania, 2020, pp. 671–675.

[4]. О.І. Грабовенко, С.М. Доценко, В.В. Нестеренко, І.А. Швець Використання рослинної олії в якості палива в середньообертовому дизельному двигуні.: – Двигуни внутрішнього згоряння, № 2 (2022), – С. 79–86.

PROSPECTS FOR THE USE OF ALTERNATIVE CHEAP LOW-QUALITY FUELS IN MARINE DIESEL ENGINES

Lysykh A.Y.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of Power Engineering Pervomaisk Educational and Research Institute Admiral Makarov National University of Shipbuilding, м. Pervomaisk, Mykolaiv region, Ukraine

Nesterenko V.V.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Power Engineering Pervomaiskyi Educational and Research Institute Admiral Makarov National University of Shipbuilding, м. Pervomaisk, Mykolaiv region, Ukraine

Abstract. The main types of fuels used in marine engines are described. The main reasons for the need to use alternative fuels and their types are indicated. A brief analysis of the influence of alternative fuels on the engine performance is also given.

Keywords: diesel distillate fuels, fuel oil, tar, synthetic liquid fuels.

УДК 621.431

ГІБРИДНА ЕНЕРГОУСТАНОВКА НА ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ З ГЛИБОКОЮ УТИЛІЗАЦІЄЮ ТЕПЛА

Митрофанов О. С.
д-р техн. наук, доц., Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
mitrofanov.al.ser@gmail.com
Тимошевський Б. Г.
д-р техн. наук, проф., Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
borys.tymoshevskyi@nuos.edu.ua
Проскурін А. Ю.
канд. техн. наук, доц., Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
arkadii.proskurin@nuos.edu.ua

Анотація. Представлена принципова схема гібридної енергетичної установки з ДВЗ на паливних елементах та глибокою утилізацією тепла. Попередньо встановлено, що застосування ДВЗ з системою ТХУ тепла дозволяє підвищити ефективність енергоперетворення вихідного вуглеводневого палива за рахунок використання теплового потенціалу відпрацьованих газів двигуна.

Ключові слова: гібридна енергетична установка; двигун внутрішнього згоряння; твердооксидний паливний елемент; утилізація тепла; реактор термохімічної утилізації.

Вступ. Розвиток людства нерозривно пов’язаний з використанням різних джерел енергією. У наш час економічний розвиток будь-якої країни базується на споживанні енергії, тому різного роду проблеми, що виникають зі зростанням енергоспоживання, викликають значне занепокоєння світової наукової спільноти. Крім того, з постійним розвитком світової

економіки та зростанням попиту на різного роду джерела енергії людство усвідомило, що традиційний спосіб використання енергоносіїв має два головні недоліки:

– хімічна енергія, що міститься в паливі, спочатку повинна бути перетворена в теплову, а лише потім в електричну або механічну (ефективність цього процесу може бути обмежено циклом Карно, сучасними матеріалами, тощо), що значно знижує ККД енергоперетворення;

– традиційний спосіб використання викопного палива неминуче призводить до утворення та викидів шкідливих компонентів у навколишнє середовище, таких як SO_x і NO_x, окис вуглецю, вуглеводні, а також парникових газів.

Саме тому, для забезпечення сталого економічного розвитку вчені різних країн світу намагаються знайти способи використання енергії з максимальною енергоефективністю, не забруднюючи при цьому навколишнє середовище.

Мета роботи – розробка та аналіз принципової схеми гібридної енергетичної установки з ДВЗ на паливних елементах та глибокою утилізацією тепла.

Основна частина. Серед різних варіантів вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища та зміни клімату, а також залежності людства від викопного палива паливні елементи виходять на перше місце. Паливні елементи були визначені як найкращі варіанти для забезпечення декарбонізації секторів стаціонарної енергетики, включаючи основну енергетику, резервну енергетику та когенераційні установки [1].

Паливний елемент призначений для перетворення хімічної енергії палива безпосередньо в електричну без обмеження циклом Карно, що робить його досить ефективним. На сьогоднішній день найбільш ефективними з точки зору генерації електричної та високопотенційної теплової енергії є твердооксидні паливні елементи (ТОПЕ або Solid Oxide Fuel Cell – SOFC) та енергетичні установки на їхній основі [2, 3]. Так, наприклад, а рамках пілотного проекту в Європі було розроблена та протестована невелика енергоустановка з ТОПЕ, характеристики якої наведено в таблиці 1[3].

Таблиця 1 – Показники роботи ТОПЕ

№ з.п.	Параметр	Значення
1	Електрична потужність, кВт	0,7…2,5
2	Теплова потужність, кВт	0,6…25
3	Ефективність системи (LHV), %	80…95
4	Електрична ефективність, %	35…60

ТОПЕ перетворює хімічну енергію різних вуглеводневих видів палива, таких, наприклад, як синтез-газ, природний газ, в електричну енергію за допомогою електрохімічної окислювально-відновної реакції. Крім того, ТОПЕ працює при високих температурах, тому його відпрацьовані гази на виході мають високий енергетичний потенціал, який можна використовувати у різних теплових машинах (газових та парових турбінах) [4–6]. Одним з перспективних напрямків використання паливних елементів є їх застосування у складі енергетичних установок з ДВЗ [7]. Зокрема пропонується для великих океанських суден застосовувати ТОПЕ для генерації електричної енергії, а анодний газ (газ на виході паливного елемента) використовувати в газовому двигуні з іскровим запалюванням для додаткового вироблення електричної енергії.

Для забезпечення більш глибокого використання енергетичного потенціалу вуглеводневого палива пропонується гібридна енергетична установка на паливних елементах з ДВЗ та реактор термохімічної утилізації тепла відпрацьованих газів (рис. 1). Таке конструктивне рішення дозволяє знизити до мінімальних значень величину втрат енергії у результаті енергоперетворення.

Гібридна енергетична установка на паливних елементах з глибокою утилізацією тепла працює таким чином. З витратної ємності вуглеводневе паливо *1* за допомогою насоса *2* надходить у двигун внутрішнього згоряння *3* який у свою чергу живить генератор електричного струму *4*. Частина вуглеводневого палива з загальної витратної ємності *1* за допомогою насоса *4* надходить у підігрівач *5*, який живиться від контуру охолодження двигуна. Підігрівач *5* забезпечує попереднє підігрівання вуглеводневого палива та часткову утилізацію тепла контуру охолодження двигуна *3*. Після підігрівача *5* паливо поступає до підігрівача *6* та термохімічного реактору конверсії *7*.

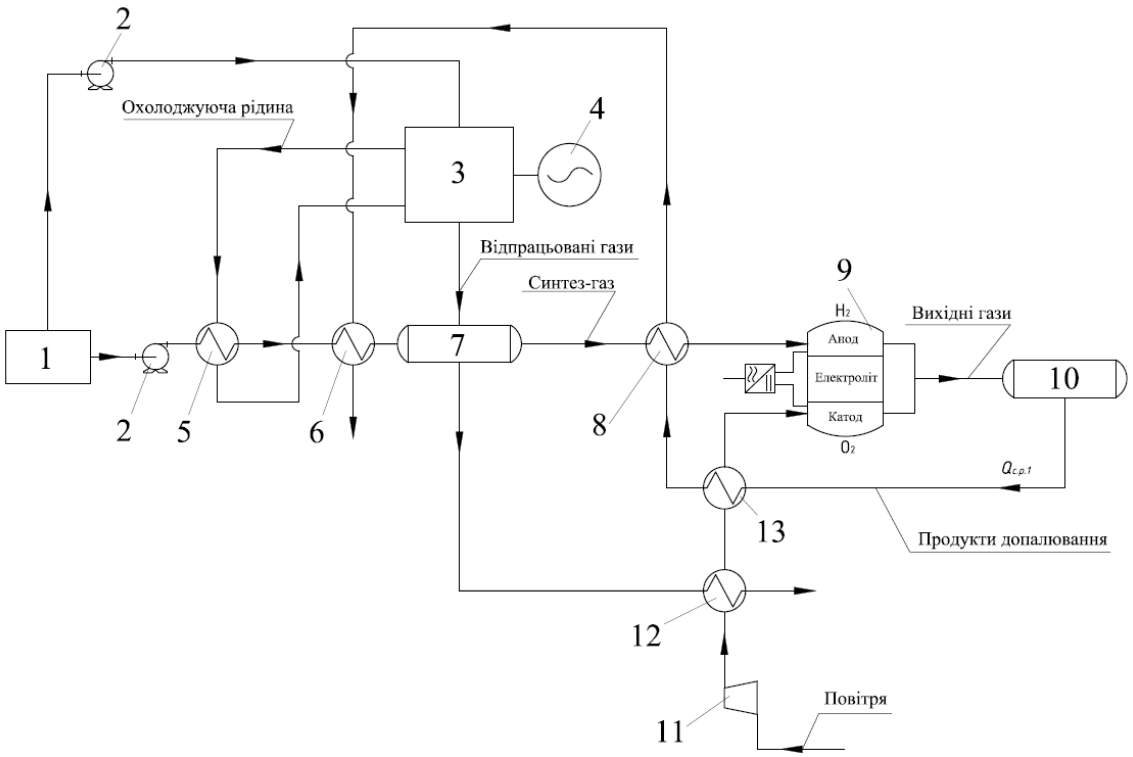


Рис. 1. Принципова схема гібридної енергетичної установки з ДВЗ на паливних елементах та глибокою утилізацією тепла:

1 – витратна ємність вуглеводневого палива; 2 – насос подачі палива до двигуна; 3 – двигун внутрішнього згоряння; 4 – генератор електричного струму; 5, 6 – підігрівач; 7 – термохімічний реактор конверсії; 8 – підігрівач продуктів конверсії; 9 – твердооксидний паливний елемент; 10 – допалювач; 11 – повітряний компресор; 12, 13 – підігрівач повітря

У реакторі *7* відбувається конверсія вихідного вуглеводневого палива у результаті чого отримується водневовмісний газ (синтез-газ). Живлення термохімічного реактора *7* забезпечується за рахунок відпрацьованих газів двигуна *3*, тим самим реалізується утилізація тепла газовипускну. Після термохімічного реактора продукти конверсії додатково підігріваються у теплообміннику *8* та поступають до аноду твердооксидного паливного

елементу *9*. Свіже повітря до катоду подається повітряним компресором *11*. Підігрів свіжого повітря здійснюється у теплообмінниках *12* та *13*. Суміш газів, що виходить з твердооксидного паливного елементу *9* спалюється у допалювачі *10*. Продукти згоряння допалювача *10* живлять теплом підігрівач повітря *13*, підігрівач продуктів конверсії *8* та теплообмінник підігріву вихідного вуглеводневого палива *6*. Живлення теплообмінника попереднього підігріву свіжого повітря *12* здійснюється теплом відпрацьованих газів, що покидають термохімічний реактор конверсії *7*. Вироблена генератором *4* та паливним елементом *9* електрична енергія спрямовується споживачеві.

Висновки.

1. Попередній аналіз показав, що запропонована гібридна енергетична установка на паливних елементах з глибокою утилізацією тепла не має технічних та технологічних обмежень щодо промислового виробництва.

2. Використання двигуна внутрішнього згоряння з системою термохімічної утилізації тепла дозволяє підвищити ефективність енергоперетворення вихідного вуглеводневого палива за рахунок використання теплового потенціалу відпрацьованих газів двигуна. Це дозволяє підвищити загальний ККД енергетичної установки на величину утилізованої енергії двигуна.

3. Економічний ефект від застосування представленої енергетичної установки, полягає у зменшенні витрат на паливо у наслідок підвищення ефективності енергоперетворення, а також можливість застосування більш дешевих та відновлювальних видів палива, наприклад, метилового та етилового спиртів.

Література

[1] Hydrogen fuel cell technology for the sustainable future of stationary applications / R. A. Felseghi, E. Carcadea, M. S. Raboaca, C. N. Trufin, C. Filote. *Energies*. 2019. No. 12. doi:10.3390/en12234593.

[2] Dufour A. U. Fuel cells-a new contributor to stationary power. *Journal of Power Sources*. 1998. Vol. 71 (1/2). P. 19–25. https://doi.org/10.1016/S0378-7753 (97)02732-8.

[3] Status on Demonstration of Fuel Cell Based Micro-CHP Units in Europe / E. R. Nielsen, C. B. Prag, T. M. Bachmann, F. Carnicelli, E. Boyd, I. Walker et al. *Fuel Cells*. 2019. doi:10.1002/fuce.201800189.

[4] Chinda P., Brault P. The hybrid solid oxide fuel cell (SOFC) and gas turbine (GT) systems steady state modeling. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2012. Vol. 37, iss. 11. P. 9237–9248. doi: 10.1016/j.ijhydene.2012.03.005.

[5] A review of integration strategies for solid oxide fuel cells / X. Zhang, S. H. Chan, G. Li, H. K. Ho, J. Li, Z. Feng. *J Power Sources*. 2010. Feb. 19. P. 685–702.

[6] Hybrid solid oxide fuel cells-gas turbine systems for combined heat and power / A. Buonomano, F. Calise, M. D. D'Accadia, A. Palombo, M. Vicidomini. *Appl Energy*. 2015. Oct. 156. P. 32–85.

[7] Integration of solid oxide fuel cell and internal combustion engine for maritime applications / H. Sapra, J. Stam, J. Reurings, L. van Biert, W. van Sluijs, P. de Vos, K. Visser, A. P. Vellayani, H. Hopman. *Applied Energy*. 2021. 281 (115854). P. 1–22.

References

[1] Hydrogen fuel cell technology for the sustainable future of stationary applications / R. A. Felseghi, E. Carcadea, M. S. Raboaca, C. N. Trufin, C. Filote. *Energies*. 2019. No. 12. doi:10.3390/en12234593.

[2] Dufour A. U. Fuel cells-a new contributor to stationary power. *Journal of Power Sources*. 1998. Vol. 71 (1/2). P. 19–25. https://doi.org/10.1016/S0378-7753 (97)02732-8.

[3] Status on Demonstration of Fuel Cell Based Micro-CHP Units in Europe / E. R. Nielsen, C. B. Prag, T. M. Bachmann, F. Carnicelli, E. Boyd, I. Walker et al. *Fuel Cells*. 2019. doi:10.1002/fuce.201800189.

[4] Chinda P., Brault P. The hybrid solid oxide fuel cell (SOFC) and gas turbine (GT) systems steady state modeling. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2012. Vol. 37, iss. 11. P. 9237–9248. doi: 10.1016/j.ijhydene.2012.03.005.

[5] A review of integration strategies for solid oxide fuel cells / X. Zhang, S. H. Chan, G. Li, H. K. Ho, J. Li, Z. Feng. *J Power Sources*. 2010. Feb. 19. P. 685–702.

[6] Hybrid solid oxide fuel cells-gas turbine systems for combined heat and power / A. Buonomano, F. Calise, M. D. D'Accadia, A. Palombo, M. Vicidomini. *Appl Energy*. 2015. Oct. 156. P. 32–85.

[7] Integration of solid oxide fuel cell and internal combustion engine for maritime applications / H. Sapra, J. Stam, J. Reurings, L. van Biert, W. van Sluijs, P. de Vos, K. Visser, A. P. Vellayani, H. Hopman. *Applied Energy*. 2021. 281 (115854). P. 1–22.

HYBRID FUEL CELL POWER PLANT WITH HEAT RECOVERY

Mitrofanov O. S.
Dr. Technical Science, Assoc.
Tymoshevskyy B. G.
Dr. Technical Science, Prof.
Proskurin A. Yu.
Candidate of Technical Sciences, Assoc.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv

Abstract. The paper presents a schematic diagram of a hybrid power plant with a fuel cell internal combustion engine and deep heat recovery. It has been previously established that the use of an internal combustion engine with a heat recovery system allows to increase the efficiency of energy conversion of the initial hydrocarbon fuel by using the thermal potential of the engine exhaust gases.

Keywords: hybrid power plant; internal combustion engine; solid oxide fuel cell; heat recovery; thermochemical recovery reactor.

УДК 621.444:629

ПЕРСПЕКТИВИ ЗМЕНШЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ТА ДИМНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВЗ ШЛЯХОМ МЕТОДУ КЕРОВАНОЇ ПОДАЧІ ПОВІТРЯ ДО КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ

Пирисунько М.А.[1], Гук В.В.[2], Левочко Д.О.[2]

[1] кандидат технічних наук, доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

maxitmka1786@gmail.com

[2] студент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Проблема захисту навколишнього середовища поступово входить в число глобальних проблем всього людства. Насамперед це стосується неконтрольованого споживання вуглеводневих палив і викидів від їх використання, постійне їх збільшення, викликає порушення природного процесу самоочищення біосфери і становить загрозу життю людини. Щоб зупинити цей процес, підписані міжнародні угоди, прийняті державні постанови і програми захисту навколишнього середовища від шкідливих викидів. Ефективним засобом зниження токсичності відпрацьованих газів при одночасному поліпшенні паливної економічності дизельних двигунів є забезпечення оптимальних значень коефіцієнта надлишку повітря.

Ключові слова: шкідливі викиди, випускні гази, двигун внутрішнього згоряння.

Законодавчим органом для нормування екологічних показників суднових ДВЗ є Міжнародна морська організація (IMO). Розроблені нею і діючі з 1 січня 2011 р технічні норми IMO Tier-2 стосуються тільки викидів оксидів азоту. З 2016 р введено новий стандарт IMO Tier-3, в якому гранично допустимий вміст NOx у відпрацьованих газах знижено майже в 4 рази. Інакше кажучи, з 2016 р суднові двигуни повинні забезпечувати ті ж показники по викидах NOx, що і автомобільні дизелі.

Таке різке посилення нормативів на викиди забруднюючих атмосферу речовин змушує виробників постійно вишукувати все нові і нові технічні рішення, щодо покращення екологічних показників дизелів. В даний час склалася ситуація, коли розвиток сучасних ДВЗ і їх конкурентоспроможність визначаються головним чином наявністю коштів, що дозволяє знизити викиди шкідливих речовин до рівня відповідних екологічних вимог [2]. Ці вимоги можуть бути досягнуті різними засобами. Найбільш відомі і промислово відпрацьовані способи зниження викидів оксидів азоту, такі як селективне каталітичне відновлення, рециркуляція відпрацьованих газів і зволоження повітря мають ряд серйозних недоліків – це значне ускладнення конструкції і збільшення витрати палива. Тим часом спостерігається зростання цін на паливо змушує шукати такі методи, які одночасно забезпечують зниження

оксидів азоту і покращують паливну економічність. Серед таких методів заслуговують на особливу увагу, перш за все ті, які спрямовані на вдосконалення робочого процесу шляхом впливу на термодинаміку горіння палива в циліндрі двигуна.

Коефіцієнт надлишку повітря α значно впливає на токсичність відпрацьованих газів (ВГ). Так, концентрація оксидів азоту плавно зменшується зі збільшенням α (рис. 1). Багато в чому цей факт пояснюється тим, що основна маса NOx утворюється протягом короткого проміжку часу в основному в другій фазі згоряння палива. Тому при збільшенні кількості повітря падає температура, а її високе значення є головною умовою для утворення оксиду азоту. [1].

Вміст в ВГ продуктів неповного згоряння палива CO, CHx і C також самим безпосереднім чином залежить від коефіцієнта надлишку повітря. Так, емісія CHx характеризується ступенем гасіння полум'я і кількістю палива, що не бере участі в горінні, емісія CO залежить від кількості палива, яке не повністю прореагувало, в зв'язку з нестачею кисню повітря, емісія сажі визначається кількістю палива, що не бере участі в процесі горіння, в зв'язку з тим, що воно не перейшло з рідкого стану в газоподібний і не мало контакту з киснем під впливом високої температури, тобто паливо піддавалося реакції крекінгу. Всі ці залежності мають яскраво виражений мінімум при α = 4 ÷ 6. Збільшення їх емісії при великих α пов'язано зі зменшенням циклової подачі. В результаті погіршується розпилювання палива і сповільнюється процес згоряння, який починається з великим періодом затримки самозаймання і тому переноситься на лінію розширення, відповідно зростає частка незгорілого палива [2].

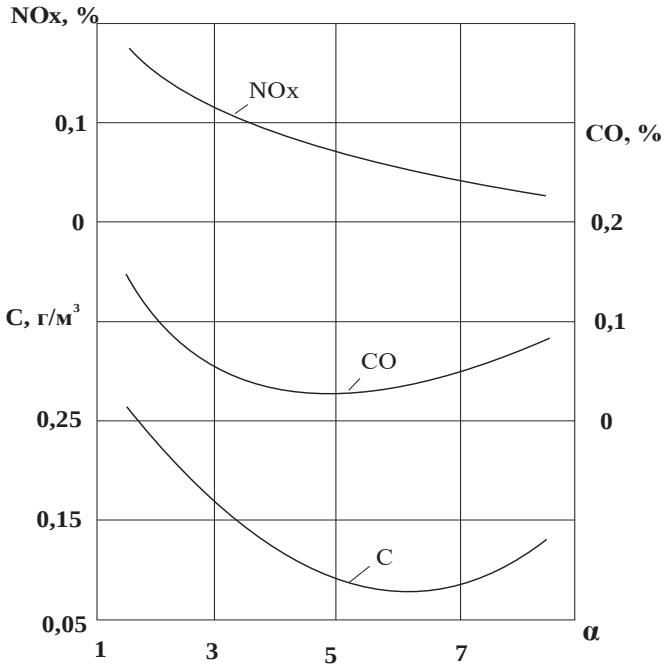


Рисунок 1. Вплив коефіцієнта надлишку повітря на концентрації шкідливих речовин, що містяться у відпрацьованих газах

Оптимального значення α можна досягти шляхом управління подачею палива, змінюючи цикловую подачу, або за рахунок управління подачею повітря. Традиційно на практиці користуються першим способом, в якому досягнення оптимальних значень коефіцієнта

надлишку повітря забезпечується впливом на циклову подачу за допомогою системи автоматичного управління подачею палива. Однак даний спосіб підтримки коефіцієнта надлишку повітря в межах оптимального значення призводить до погіршення параметрів двигуна, оскільки перехідні процеси особливо при набиранні навантаження помітно затягуються. Тому регулювання по подачі повітря має свої переваги. Крім поліпшення тягових властивостей дизеля короткочасна і додаткова подача повітря в циліндр дозволяє зменшити емісію шкідливих речовин, що містяться в ВГ.

На теперішній час вже є досвід подачі додаткової кількості повітря в камеру згоряння двигуна з метою зменшення димності ВГ на перехідних режимах. Зокрема, фірма Cammins пропонує пристрій для роздільного впорскування палива і повітря. По суті, цей пристрій є форсункою з двома роздільними каналами: повітряним і паливним. Подача повітря варіюється блоком управління. Відзначається, що за допомогою даної форсунки вдалося на дослідному дизелі знизити емісію NOx на 70 %, а витрата палива на 9 %. Однак, як підкреслюється в опублікованих даних, цього недостатньо, щоб відповідати вимогам IMO Tier 3.

Уприскування палива, насиченого повітрям, дозволяє:

– оперативно управляти складом суміші за рахунок зміни витрати повітря;

– істотно зменшити неоднорідність паливних факелів завдяки вмісту в них пухирців повітря;

– здійснити додаткове диспергування палива і, отже, розбити ядра паливних факелів, надмірно збагачених паливом;

– створити умови для отримання оптимального значення коефіцієнта надлишку повітря у всьому діапазоні експлуатаційних режимів роботи двигуна.

Висновоки. Проаналізовано можливість зниження токсичності та димності відпрацьованих газів за рахунок керованої подачі повітря в камеру згоряння. Коефіцієнт надлишку повітря впливає на токсичність відпрацьованих газів. Концентрація оксидів азоту плавно зменшується зі збільшенням коефіцієнту надлишку повітря.

Література

[1]. Fournier A. Air Emission from Marine Vessels: Problems and Opportunities, University of California Santa Barbara. 2006.

[2]. Marine Engine IMO Tier ll and Tier lll (2nd ed., Vol. Programme). (2009). MAN Diesel. Retrieved from https://marine.mandieselturbo.com /docs/librariesprovider6/marine-engine-programmes/mep2017_2web.pdf?.

[3]. Fisher, R.W., Brown, N.A. Factors affecting the underwater noise of commercial vessels operating in environmentally sensitive areas. OCEANS. 2005.

[4]. Pham, V.V.: Advanced technology solutions for treatment and control noxious emission of large marine diesel engines: A brief review. Journal of Mechanical Engineering Research and Developments 42 (5), 2019, pp. 21–27/

[5]. De Serio, D., de Oliveira, A., Sodré, J. R.: Application of an EGR system in a direct injection diesel engine to reduce NOx emissions. Journal of Physics: Conference Series 745 (3), 2016.

PROSPECTS FOR REDUCING THE TOXICITY AND SMOKE OF THE EXHAUST GASES OF THE DVZ BY THE METHOD OF CONTROLLED SUPPLY OF AIR TO THE COMBUSTION CHAMBER

Maxim Pyrysunko

PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Volodymyr Huk, Denis Levochko

students of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. The problem of environmental protection is gradually becoming one of the global problems of mankind. First, this concerns the uncontrolled consumption of hydrocarbon fuels and emissions from their use, their constant increase causes a violation of the natural process of self-purification of the biosphere and poses a threat to human life. To stop this process, international agreements have been signed, government regulations and programs have been adopted to protect the environment from harmful emissions. An effective means of reducing the toxicity of exhaust gas while improving the fuel efficiency of diesel engines is to ensure optimal values of the excess air ratio.

Keywords: harmful emissions, exhaust gases, diesel engine.

УДК 621.444:629

ПРОБЛЕМА ТЕПЛОВОЇ НАПРУЖЕНОСТІ В КАТАЛІТИЧНИХ ФІЛЬТРАХ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ В МОРСЬКИХ СУДНОВИХ УСТАНОВКАХ

Пирисунько М.А.[1], Шершньов А.М.[2], Шум С.В.[2]

[1] кандидат технічних наук, доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

maximka1786@gmail.com

[2] студент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Вимоги до технічних характеристик суден визначені міжнародними конвенціями, актами органів технічного нагляду, їх виконання впливає на безпеку судноплавства та ретельно контролюється. Постійно зростає об’єм робіт, яких необхідно провести для огляду судна класифікаційними товариствами. З точки зору охорони навколишнього середовища нетоксичні компоненти відпрацьованих газів, не становлять інтерес. Однак, з погляду вивчення процесів у каталітичних нейтралізаторах інтерес становлять практично всі основні

компоненти відпрацьованих газів, так як при моделюванні процесів очищення газів повинні дотримуватися баланси по вуглецю, кисню та водню. Нетоксичні компоненти у складі відпрацьованих газів можуть брати участь у процесах каталітичного очищення в нейтралізаторах та доокислення твердих частинок у сажевих фільтрах.

Ключові слова: шкідливі викиди, випускні гази, двигун внутрішнього згоряння, сажеві фільтри.

При економічній оцінці ефективності організації перевезень на водному транспорті, встановленні загальних тенденцій та закономірностей його розвитку, розробці різних альтернативних схем та способів організації враховується вимоги щодо якості транспортного обслуговування. До вимог входить екологічна безпека та зниження рівня забруднення природного середовища [1].

Відпрацьовані гази дизелів є сумішшю газоподібних, рідких і твердих (у вигляді аерозольних частинок) сполук органічного походження і є предметом пильного вивчення із застосуванням новітніх методів досліджень. До основних токсичних компонентів відносяться: оксиди азоту – NO_X; вуглеводні – C_XH_Y; оксид вуглецю – CO; тверді частинки – ТЧ (всі речовини, за винятком незв'язаної води, які за звичайних умов представлені у відпрацьованих газах, у твердому або рідкому стані). Відпрацьовані гази дизелів містять у об'ємних відсотках 76…78 % азоту, 2…18 % кисню, 0,5…4,0 % парів води, діоксиду вуглецю та ще до 1200 компонентів із незначними концентраціями [2].

Перспективні розробки фірми AVL (Австрія), провідної роботи з нормування рівнів шкідливих викидів за дорученням ЄЕК ООН, передбачено новий підхід до оцінки концентрації ТЧ у відпрацьованих газах всіх типів дизелів, включаючи і суднові. Основу цього підходу покладено оцінку та кількість твердих частинок за фракціями. Передбачається нормування викидів діоксидів вуглецю та сірки.

Нормування шкідливих викидів з відпрацьованими газами надалі передбачає не тільки посилення норм, а й розширення кола компонентів, що підлягають нормуванню. Тому при створенні матеріалів для очищення газових середовищ необхідно враховувати їхню стійкість до агресивних середовищ.

Одним з перспективних шляхів зниження техногенного впливу дизелів на навколишнє середовище є розвиток нового шляху в каталітичному очищенні відпрацьованих газів – використання нових перспективних пористих проникних матеріалів з інтерметалідів на основі руд мінералів і поліметалів високорозповсюджуваним високотемпературним синтезом (ВВС), що дозволяє здійснити заміщення рідкісноземельних металів [3].

Аналіз даних науково-технічної літератури, досліджень зразків пористих проникних ВВС-матеріалів показав, що вимоги до матеріалів, що використовуються для каталітичних блоків нейтралізаторів диктується як особливостями їх експлуатації, так і можливостями, що забезпечують їх функціональне призначення. Питання адаптації каталітичних нейтралізаторів на транспортних засобах практично не розглянуто в дослідженнях. Водночас воно постійно виникає разом із питаннями вдосконалення каталітичного очищення відпрацьованих газів. Агресивність відпрацьованих газів двигунів як середовища очищення на каталітичних матеріалах має свою специфіку, обумовлену складом відпрацьованих газів, що містять сірку та пари води.

Розглядаючи питання теплової напруженості каталітичних блоків нейтралізаторів необхідно звернутися до умов їх експлуатації. Тенденції розвитку двигунів внутрішнього згоряння пов'язані зі зростанням середнього ефективного тиску, частоти обертання колінчастих валів та збільшенням робочого об'єму. Це зумовило появу низки проблем, у тому числі із зростанням теплових навантажень на каталітичні блоки нейтралізаторів відпрацьованих газів. При цьому тепловий потік через проникні пористі стінки стає більш інтенсивним. При постійних конструктивних умовах зростають температури і температурні градієнти, отже, і температурні напруги у стінках каталітичних блоків, знижуються показники тривалої міцності і стабільність механічних якостей матеріалів [4].

Температурні напруги, що розвиваються в каталітичних блоках, обумовлюються їх конструктивною формою, теплофізичними характеристиками матеріалу і тепловим станом блоку і сполучених з ним елементів. При цьому температурне поле каталітичних блоків або визначальні параметри (рівні температури в характерних точках і температурні градієнти) за інших рівних умов є даними для порівняльного аналізу динаміки теплової напруженості в залежності від зміни параметрів потоку відпрацьованих газів.

Таким чином, завдання оцінки теплової напруженості має вирішуватися з урахуванням: градієнтів температур на вході та виході газів із стінки пористого матеріалу; витрати газів через стінку із використовуваного матеріалу; теплоємностей матеріалу та газів, теплопровідності; вмісту продуктів неповного згоряння в газах; часу проходження через стінку; тривалість циклів теплового впливу газів; маси пористого матеріалу та інших [5].

Процеси розподілу (перенесення) теплоти в просторі з неоднорідним полем температур, що мають місце при очищенні відпрацюванних газів в пористих проникних композитних матеріалах, мають свої особливості. Відпрацювані гази, протікаючи через стінку композитного фільтра, не тільки віддають останньому тепло за рахунок молекулярного та конвективного механізмів перенесення та теплообміну випромінюванням, але має місце і внутрішнє джерело тепла, що виникає при каталітичному допалюванні оксиду вуглецю, вуглеводнів і твердих частинок (сажі). Це вносить корективи в опис теплопровідності, тепловіддачі та теплопередачі в проникних пористих каталітичних матеріалах.

Висновоки. Результати науково-дослідних робіт, дослідно-конструкторських розробок та промислової експлуатації підтверджують ефективність застосування каталітичних фільтрів для широкого спектру застосування в енергетиці і в більшій мірі для екологізації суден. А питання проблеми теплової напруженості пористих проникних ВВС-каталітичних матеріалів фільтрів для очищення відпрацьованих газів є актуальним.

Література

[1]. Radchenko R., Pyrysunko M., Kornienko V., Gorbov V., Kalinichenko I. Effect of Utilization Exhaust and Recirculation Gases of Ship Diesel Engine in Absorption Chiller. In: Nechyporuk, M., Pavlikov, V., Kritskiy, D. (eds) Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering – 2021. ICTM 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 367. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94259-5_43

[2]. Aawam, D.J. Control oriented modeling of a diesel active lean NOX catalyst aftertreatment system/ D.J. Aawam, M.J.Van Nieuwstadt, J.A. Cook, J.W. Grizzle// Trans. ASME. J. Dyn. Syst., Meas. and Contr. 2005, 127. № 1. Pp. 1–12

[3]. Bartsch, C. Der Metallkatalysatorals Variables System // MTZ: Motortechn. Z. – 2004. – 65. № 10. – Pp. 798–803.

[4]. Takami, A. Mazda-LNT Katalytische Eigenschaften des neu geformten Tragermaterials/ A. Takami, Y. Tsushio, K. Harada, H. Yamada, S. Miyoshi, H. Iwakuni (Mazda Motor Corporation, Hiroshima, Japan)// MTZ: Motortechn. Z. -2009. -70, № 3.- Pp. 224–227.

[5]. Wenz, M. FE-Analyse eines Katalysators Ferti-gungsprozess und im Fahrzeugbetrieb / M. Wend, S. Lakshiminarayanan, G. Wirth, M. Dong // MTZ: Motortechn. Z. – 2006. – 67, № 1. – Pp. 28–31.

PROSPECTS FOR REDUCING THE TOXICITY AND SMOKE OF THE EXHAUST GASES OF THE DVZ BY THE METHOD OF CONTROLLED SUPPLY OF AIR TO THE COMBUSTION CHAMBER

Maxim Pyrysunko

PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Artem Shershnov, Serhiy Shum

Students of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. Requirements for the technical characteristics of ships are determined by international conventions, acts of technical supervision bodies, their implementation affects the safety of navigation and is carefully monitored. The amount of work that needs to be done to inspect a ship by classification societies is constantly growing. From an environmental point of view, the non-toxic off-gas components are of no interest. However, from the point of view of studying processes in catalytic converters, almost all the main components of the exhaust gas are of interest, since when modeling gas cleaning processes, balances for carbon, oxygen, and hydrogen must be observed. Non-toxic components in the composition of the exhaust gas can participate in the processes of catalytic purification in converters and the post-oxidation of particulate matter in particulate filters.

Keywords*:* harmful emissions, exhaust gases, diesel engine, soot filters.

УДК 621.444:629.5.03-8

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЖЕКТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ В СИСТЕМІ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СДВЗ

Пирисунько М.А.[1], Лабушев М.Є.[2], Кондратюк М.М.[2]

[1] кандидат технічних наук, доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

maxitmka1786@gmail.com

[2] студент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу з суден великого розміру є ключовим фактором стану якості повітря в прилеглих районах до портів. На судноплавство приводиться 13 % щорічних викидів оксиду сірки в усьому світі. На судноплавство також приводиться до 15 % світових викидів NOx і 3 % викидів CO_2, які, як очікується, значно збільшаться в найближчі 30 років. Це забруднення в значній мірі залишається непоміченим, тому що воно переважно відбувається далеко в морі, але судна в морських портах стали головною небезпекою забруднення на суші.

Ключові слова: шкідливі викиди, випускні гази, двигун внутрішнього згоряння, NO_X, SO_X.

Теперішні і майбутні норми щодо викидів спонукають виробників двигунів включати методи, що дозволяють зменшити викиди з двигуна, особливо NOx та твердих частинок. Перспективним напрямом в екологізації суднових двигунів внутрішнього згоряння є нейтралізація шкідливих речовин у випускних газах. Однак, використання таких технологій приводить до зниження енергетичної ефективності двигуна.

Нові обмеження на викиди судновими двигунами ставлять судновласників перед вибором можливих варіантів вирішення проблеми. Виконання вимог нового екологічного законодавства ще більше збільшить витрати на будівництво суден, що стимулює пошук нових технічних рішень, що відповідають екологічним стандартам при високій економічній ефективності.

В даний час розроблені способи зниження токсичних викидів з ВГ поділяються на первинні та вторинні заходи. Первинні заходи пов’язані з організацією процесів сумішоутворення і згоряння, вдосконаленням систем турбонаддува і уприскування палива, а так само використанням альтернативних палив, таких як природний газ. До вторинних заходів належать: рециркуляція відпрацьованих газів, зволоження робочої суміші, каталітична очищення ВГ та ін.

Одним з таких технологічних рішень є система рециркуляції відпрацьованих газів (EGR – Exhaust Gas Recirculation). Принцип роботи системи заснований на поверненні певної кількості відпрацьованих газів назад у впускний колектор. Далі, змішуючись з повітрям і

паливом, випускні гази надходять назад в циліндри двигуна разом з новою паливо-повітряної сумішшю.

Одна з перевага рециркуляції відхідних газів – невеликі матеріальні витрати в порівнянні з іншими способами зниження NOx. У разі застосування рециркуляції немає необхідності використання складних і дорогих пристроїв, виготовлення яких для великогабаритних суднових дизелів викликають великі технічні труднощі.

Перспективним на сьогоднішній день є використання технологій, які б забезпечили підвищення паливно-енергетичної ефективності ДВЗ при роботі із системами рециркуляції газів, тобто поєднали би високу екологічну ефективність із економічністю.

При аналізі ефективності застосування запропонованого рішення порівняння здійснено на основі базової схеми з рециркуляцією відхідних газів, для малообертових двотактних дизельних двигунів фірми MAN відповідно до умов екологічності Tier III [4]. Рециркуляція забезпечується байпасування частини відхідних газів з наступних очищенням від шкідливих газів в скрубері та доохолодженням в теплообміннику-охолоджувачі газу. До складу системи входять скрубер, охолоджувач, вологоуловлювач, вентилятор і система очищення із підтримкою розчину NaOH.

Для аналізу параметрів системи рециркуляції, а також характеристик головного двигуна MAN B&W марки 6G50ME-C9.6. використовувався програмний комплекс CEAS провідної фірми-виробника MAN [5]. Розрахунок зроблено для наступних вихідних даних: експлуатаційні характеристики головного двигуна (при умовах ISO) – навантаження на двигун – NMCR = 90 %; потужність – N_e = 9288 кВт; частота обертання – n_e = 96,5 хв$^{-1}$; питома витрата умовного палива – g_e = 165,8 г/(кВт·год); система рециркуляції відхідних газів (EGR) – із скрубером і охолоджувачем газу, відповідає умовам екологічності Tier III.

Система рециркуляції працює наступним чином: відхідні гази кількістю від 10 до 40 % через клапан з ресиверу відпрацьованих газів подаються в скрубер, де вони частково охолоджуються і очищуються при розпиленні води спеціальними форсунками. Потім гази охолоджуються в теплообміннику-охолоджувачі газу, конденсат відводиться в конденсато-відводнику, а очищений і охолоджений газ подається в вентилятором в повітряний ресивер, де він змішується із повітрям, що йде від турбокомпресора.

Розрахунок характеристик двигуна проводився на експлуатаційному режимі при рейсі суховантажного судна з Одеси (Україна) до міста Йокогама (Японія), що здійснювався в період з 01.07.2018 по 12.07.2018 р. Дані зміни кліматичних умов протягом рейсу (температура зовнішнього повітря $t_п$, температура забортної води t_w, вологовміст зовнішнього повітря $d_п$ і відносна вологість $\varphi_п$ від доби рейсу судна.

Запропоновано відводити на генератор тепловикористовуючої ЕХМ теплоту рециркуляційних газів, при цьому генератор розташовується перед скрубером. Холод, що виробляється ЕХМ застосовується для охолодження повітря на вході в турбокомпресор (попереднє охолодження повітря ДВЗ).

Результати дослідження роботи тепловикористовуючої ЕХМ з різними тепловими коефіцієнтами ξ = 0,3; 0,35; 0,4 показують, що холодопродуктивність складає: $Q_{0\,(0,3)}$ = 760–1070 кВт (ξ = 0,3); $Q_{0\,(0,35)}$ = 790–1110 кВт (ξ= 0,35); $Q_{0\,(0,4)}$ = 820–1150 кВт (ξ= 0,4). Теплове навантаження на генератор ЕХМ складає $Q_г$ = 590–860 кВт при відповідному охолодженні газу в генераторі (перед скрубером) від температури $t_{г1}$ = 380–420 °С до

температури $t_{г2}$ = 180 °С (прийнята із врахуванням небезпеки виникнення низькотемпературної сірчистокислої корозії). Така ефективність ЕХМ дозволяє забезпечити зниження температури повітря перед турбокомпресором двигуна відповідно на: $\Delta t_{п(0,3)}$ = 4,1–11,9 °С (ξ = 0,3); $\Delta t_{п(0,35)}$ = 4,7–13,9 °С (ξ = 0,35); $\Delta t_{п(0,4)}$ = 5,4–15,9 °С (ξ = 0,4).

Зниження температури повітря на вході забезпечує зниження питомої витрати умовного палива відповідно: $\Delta g_{e(0,3)}$ = 0,4–1,3 г/(кВт год) (ξ= 0,3); $\Delta g_{e(0,35)}$ = 0,5–1,5 г/(кВт год) (ξ= 0,35); $\Delta g_{e\ (0,4)}$ = 0,6–1,7 г/(кВт год) (ξ = 0,4).

Висновоки. Ефект від використання теплоти рециркуляційних газів для охолодження повітря на вході проаналізовано для двигуна фірми MAN 6G50ME-C9.6 з урахуванням змінних кліматичних умов на рейс судна «Одеса-Йокогама». Показано, що використання теплоти рециркуляційних газів ежекторною холодильною машиною дозволяє знизити температуру повітря на вході головного двигуна на 8–30 °С, сумарний ефект від сумісного зниження температури повітря на вході та рециркуляційних газів відображається на питомій витраті умовного палива складає 1,0–4,1 г/(кВт·год). При цьому скорочуються викиди шкідливих речовин при роботі двигуна з рециркуляцією відпрацьованих газів.

Література

[1]. Ghosh, S. and Dutta, D., “The Effects of EGR on the Performance and Exhaust Emissions of a Diesel Engine Operated on Diesel Oil and Pongamia Pinata Methyl Ester (PPME)", International Journal of Engineering Inventions, 12 (1), – 2012. – 39–44.

[2]. Hussain, J., Palaniradja, K., Alagumurthi, N. and Manimaran, R. Effect of Exhaust Gas Recircu-lation (EGR) on performance and emission charac-teristics of a three cylinder direct injection compression ignition engine. Alexandria Engineering Journal, 51 (4), – 2012. – 241–247.

[3]. Agarwal, D., Singh, S.K. and Agarwal, A.K. Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on per-formance, emissions, deposits and durability of a constant speed compression ignition engine. Applied Energy, 88 (8), – 2011. – 2900–2907.

[4]. MAN Diesel & Turbo, MAN B&W Two-stroke Marine Engines. Emission Project Guide [Online], available at: https://marine.man-es.com/applications projectguides/2stroke/content/ special_pg/ 7020-0145-09_ uk.pdf. – Accessed 9 October 2018.

[5]. MAN Diesel Turbo, “CEAS Engine Calculations” [Online], available at: https://marine.man-es.com/two-stroke/ceas. – 2019.

FEATURES OF APPLICATION OF AN EJECTOR REFRIGERATOR IN THE EXHAUST GAS RECIRCULATION SYSTEM IN ORDER TO IMPROVE THE ENVIRONMENTAL INDICATORS OF SHIP DIESEL ENGINE

Maxim Pyrysunko

PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Mykola Labushev, Mykhailo Kondratyuk

Students of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. Emissions of pollutants to the atmosphere from large ships are a key factor in the state of air quality in nearby port areas. Shipping accounts for 13 % of the world's annual sulfur oxide emissions. Shipping also accounts for up to 15 % of global NOx emissions and 3 % of CO_2 emissions, which are expected to increase significantly over the next 30 years. This pollution largely goes unnoticed as it mostly occurs far offshore, but ships in seaports have become the main pollution threat on land.

Keywords*:* harmful emissions, exhaust gases, diesel engine, NO_X, SO_X.

УДК 621.444:629

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В СУДНОВОМУ ЕНЕРГЕТИЧНОМУ ОБЛАДНАННІ

Пирисунько М.А.[1], Подвигін В.В. [2]

[1] кандидат технічних наук, доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

maxitmka1786@gmail.com

[2] студент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна

Анотація. До важливих проблеми суднової енергетики слід віднести ефективне використання палива в теплових двигунах і зниження викидів з відпрацьованих газів. На вирішення цих проблем спрямовані нормативно-правові заходи, удосконалення робочих процесів теплових двигунів, модернізація їх основних систем, удосконалення процесу експлуатації енергетичних установок. Використання вторинних енергетичних ресурсів – одне з перспективних напрямків підвищення енергетичної ефективності установок з тепловими двигунами.

Ключові слова: вторинні енергоресурси, утилізація, двигун внутрішнього згоряння, система глибокої утилізації теплоти.

Використання пристроїв утилізації вторинних енергетичних джерел, як парові утилізаційні турбіни та теплові насоси, дозволяє підвищити коефіцієнт використання палива на 3 – 9 %.

При переведенні теплових двигунів на газове паливо з'являються додаткові можливості підвищення їх енергоефективності за рахунок використання механічної енергії палива та хладопотенціалу газового палива.

Вибір методів підвищення енергетичної ефективності повинен бути зв'язаний з наявністю потреб конкретного енергетичного об'єкта в додатковій механічній енергії та теплоти [1].

Техніко-економічний ефект використання вторинних енергоресурсів на судах багато в чому визначається схемою утилізації теплоти.

Теплота відпрацьованих газів дизельних і газотурбінних установок може використовуватися в системах малої (звичайної) утилізації теплоти (СМУТ) і системах глибокої утилізації теплоти (СГУТ).

Системи малої утилізації теплоти забезпечують потреби підігріву вантажу, що перевозиться, технологічні потреби в парі, опалення приміщень, постачання теплотою господарсько-побутових споживачів, отримання холоду для кондиціонерів та інших суднових потреб. У газотурбінних установках, крім того можлива регенерація теплоти відпрацьованих газів, тобто підігрів повітря перед камерою згоряння. Таким чином, СМУТ в ходовому режимі судна заміщають допоміжний котел [2].

Системи глибокої утилізації теплоти можуть крім перерахованих вище потреб, забезпечувати постачання судна електричної і механічної видами енергії.

Вони дозволяють в ходовому режимі повністю або частково заміщати допоміжний котел утилізаційним, дизель-генератор – утилізаційним турбогенератором, а також частково головний двигун утилізаційної ходової турбіною, забезпечувати роботу допоміжних механізмів з паровим приводом.

Використання теплоти охолоджуючої води головних і допоміжних двигунів можливо в вакуумних випарниках, теплових насосах, підігрівачах побутової води, фреонових турбогенераторах. Теплота води систем високотемпературного охолодження може також використовуватися в утилізаційних холодильних установках, підігрівачах живильної води [3].

Високі ціни на нафтове паливо обумовлюють вимоги максимального використання вторинних енергоресурсів, а отже, застосування конструктивно складних і дорогих СГУТ. У той же час безвахтове обслуговування СЕУ вимагає застосування відносно простих і надійних систем утилізації, що легкі в керуванні і обслуговувані.

На сучасних судах використовуються системи утилізації вторинних енергоресурсів, що мають різні конструктивні рішення, теплотехнічні характеристики, рівні надійності і засоби автоматизації.

Система глибокої утилізації теплоти включає в себе утилізаційні котли з більш розвиненою поверхнею нагріву, що зазвичай мають економайзери і пароперегрівачі, а також підігрівники живильної води, що забезпечують більш високі паропродуктивність і параметри пара.

У світовій практиці суднобудування зустрічаються складні двоконтурні СГУТ, в яких пар підвищеного тиску використовується в утилізаційному турбогенераторі і ежекторі, а пар з котла низького тиску, що гріє середовищем якого є прокачується через нього вода з парового сепаратора направляється до решти споживачів. Практично всі сучасні великотоннажні судна з дизельними установками обладнані системами утилізації теплоти забезпечують економію палива до 7–8 %. Однак рівень утилізації теплоти відпрацьованих газів нижче технічно досяжного. Це пояснюється обмеженою потребою суднового теплообмінного обладнання в теплоті при потужності дизельної установки до 6000–8000 кВт, при цьому наявного надлишку теплової енергії не достатньо для забезпечення утилізаційного турбогенератора [4].

Широкому поширенню СГУТ перешкоджає ряд факторів: зростання енергоозброєності суден, випереджаючи можливості СГУТ при застосуванні простих і надійних схем систем

утилізації теплоти; експлуатація головних двигунів з навантаженнями нижче номінальної, що зменшує потужність УТГ на 25–30 %; небажаність ускладнення систем утилізації теплоти з позиції використання комплексної автоматизації; використання більш економічних двигунів, у яких розташовується теплота відпрацьованих газів зменшується, а розташовується теплота системи охолодження надувного повітря збільшується.

У суднових газотурбінних установках температура відпрацьованих газів залежить від її типу, схеми, параметрів газу, ККД компресора і турбін.

Теплота відпрацьованих газів газотурбінної установки може використовуватися для підігріву повітря перед камерою згоряння (регенерації), охолодження повітря перед компресором, виробництва пара в утилізаційному котлі з подальшим використанням його енергії для отримання додаткової потужності в утилізаційної ходової турбіні, утилізаційному турбогенераторі, газотурбінному двигуні, а так само для споживачів загальносуднового призначення.

У ряді випадків вторинні енергетичні ресурси систем охолодження теплового двигуна виявляються доцільним використовувати не для отримання електричної енергії, а для потреб теплофікації, наприклад, в системах підігріву вантажу на судах, замінюючи автономні котли, призначені для забезпечення цих систем. При цьому необхідно підібрати температурний рівень теплоти, витягнутий з системи охолодження, що і може бути забезпечено тепловими насосами.

Висновоки. При виборі пристроїв та методів використання вторинних енергетичних ресурсів теплових двигунів необхідно перш за все орієнтуватися на потенційного споживача теплової, механічної або електричної енергії та вибрати методи, що дозволяють отримати найбільш спожитий у конкретній установці вид енергії.

Література

[1]. Безюков О.К., Ерофеев В.Л., Ерофеева Е.В., Пряхин А.С. Энергосбережение: энергетическая эффективность водного транспорта: монография. СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова. 2016.

[2]. Chen, W., Shi, W., Wang, B., Shang, S., & Li, X. A deep heat recovery device between flue gas and supply air of gas-fired boiler by using non-contact total heat exchanger. *Energy Procedia*, *105*, 2017, pp. 4976–4982.

[3]. Jiang, B., Xia, D., Guo, H., Xiao, L., Qu, H., & Liu, X. Efficient waste heat recovery system for high-temperature solid particles based on heat transfer enhancement. *Applied Thermal Engineering*, *155*, 2019, pp.166–174.

[4]. Gao, P., Wei, X., Wang, L., & Zhu, F. Compression-assisted decomposition thermochemical sorption energy storage system for deep engine exhaust waste heat recovery. *Energy*, *244*, 2022. pp. 123215.

FEATURES OF APPLICATION OF AN EJECTOR REFRIGERATOR IN THE EXHAUST GAS RECIRCULATION SYSTEM IN ORDER TO IMPROVE THE ENVIRONMENTAL INDICATORS OF SHIP DIESEL ENGINE

Maxim Pyrysunko

PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Vasyl Podvigin

student of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. Efficient use of fuel in heat engines and reduction of emissions from exhaust gases should be attributed to the important problems of ship power engineering. Regulatory and legal measures are aimed at solving these problems, improving the working processes of heat engines, modernizing their main systems, and improving the process of operating power plants. The use of secondary energy resources is one of the promising areas for improving the energy efficiency of installations with heat engines.

Keywords: secondary energy resources, utilization, internal combustion engine, deep heat recovery system.

УДК 621.438

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ТА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ ШЛЯХОМ ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НА ВХОДІ ТУРБІНИ

Савушкін В. В.

аспірант кафедри турбін

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

vvsavushkin.science@gmail.com

Анотація. Підвищення ефективності роботи газотурбінних двигунів без зниження рівня надійності функціонування елементів, що входять до складу двигуна, є постійним завданням конструкторських бюро та відділів підприємств, що виготовляють, ремонтують та модернізують ГТД. Підвищення ефективності роботи сучасних ГТД досягається шляхом зниження температури повітря на вході в ГТД, підвищення якості згорання палива, підвищення температур газового потоку на вході турбіни, а також оптимізацією процесів функціонування інших елементів двигунів.

Ключові слова: газотурбінний двигун, турбіна, система охолодження, CFD-моделювання, камера згорання, направляючий апарат, робоча лопатка.

Одним з перспективних напрямків і методів підвищення ефективності роботи ГТД є підвищення температури газового потоку на вході першого ступеня турбіни високого тиску (ТВТ) [1]. Збільшення температури на 100 °С може призвести до збільшення вихідної потужності на 8-13 % і збільшення ККД простого циклу на 2-4 %. Таке підвищення температури можна створити шляхом поліпшення процесів згоряння палива в камері згорання (КЗ) або, наприклад, за рахунок системи рециркуляції вихлопних газів [2], проте температури гарячих газів згоряння, що виходять з КЗ сучасних газових турбін, значно перевищує температуру плавлення сплаву лопаток. Постійна дія такого екстремального термічного середовища може призвести до термічної втоми лопаток і виходу з ладу турбіни. Отже, необхідно використовувати ефективну систему охолодження елементів турбіни у комбінації з методами покращення аеротермічних характеристик вузла КЗ-ТВТ.

Ефективне використання охолоджуючого повітря в сукупності з комбінованими конвективною і плівковою системами охолодження, а також термобар'єрним покриттям (ТБП) є достатнім для термічного захисту елементів турбіни, проте при цьому кількість його є значною і становить близько 20-30 % від загальної витрати потоку, що надходить у компресор, та впливає на термодинамічні процеси у КЗ. Такі втрати повітря мають великий вплив на продуктивність ГТД. Тому постійно ведуться роботи з модернізації систем охолодження шляхом використання нових підходів або вдосконалення існуючих. Так, наприклад, пропонуються системи ефузивного та транспіраційного охолодження [3], які дозволяють досягати охолодження поверхні робочої лопатки (РЛ) за рахунок повного покриття охолоджуючим повітрям усієї гарячої поверхні.

При розробці систем охолодження особливу роль відіграє CFD-моделювання, яке необхідне для обчислення характеристик потокових процесів, що є дуже важливим при проєктуванні плівкового охолодження лопаток, і впливає на аеродинамічні та термодинамічні характеристики турбіни. У [4] описані підходи пошуку балансу між достатністю ефективності охолодження та правильною аеродинамікою зовнішніх та внутрішніх лопаток, зводячи при цьому до мінімуму використання охолоджуючого повітря. Також є корисним підхід оцінки ефективності плівкового охолодження РЛ при статичному моделюванні та при врахуванні факторів обертання ступеня турбіни, з урахуванням кутів атаки (позитивного або негативного) гарячого потоку. Однак, слід розуміти, що CFD-моделювання не завжди є достатнім методом. Так, інші методи моделювання можуть забезпечити можливість врахування різних факторів (густину повітря, масову витрату, дроселювання, конфігурацію каналів охолодження та інше) на загальну продуктивність та ефективність охолодження лопаток.

У ряді робіт [5] проведено дослідження з вивчення впливу інтенсивності та напрямку закрутки газового потоку на термічний стан елементів ТВТ. Запропоновано варіанти різних конструкцій елементів направляючих апаратів (НА) та КЗ, побудовано різні моделі. Однак не так багато робіт з оцінки впливу різних рівнів інтенсивності закрутки на аеродинамічні характеристики елементів вузла КЗ-ТВТ.

Зважаючи на суворіші вимоги до захисту навколишнього середовища, технологія спалювання збідненої суміші з попереднім змішуванням широко застосовується при проєктуванні систем згоряння ГТД, що впливає на розподіл гарячого потоку, завихрень і турбулентності на виході з КЗ і, отже, на конструкцію системи охолодження ступеня. Ціла низка робіт присвячена процесам горіння в КЗ при різному ступені закрутки потоку та різній

рециркуляції. Наприклад, в [6] виконано порівняння характеристик горіння високозакрученого полум'я з низькозакрученим. Дослідники виявили, що зона слабкої рециркуляції, розташована в нижньому полі потоку зі слабкою закруткою, утворює піднесене полум'я, щоб уникнути абляції сопла, однак висока закрутка також викликає сильну зону рециркуляції та низькочастотну вібрацію структури ядра прецесійного вихору. Також широко вивчається спільний вплив плівкового охолодження та ТБП на характеристики охолодження при різній турбулентності потоку. Відзначається як позитивний, так і негативний вплив на охолодження лопаток наявності ТБП, з урахуванням ролі ТБП залежно від віддаленості деталей від КЗ. При відсутності плівкового охолодження ТБП шкідливо впливає на ділянки, що піддаються впливу низькотемпературного зовнішнього гарячого газу.

Також у [7] проведено експериментальне дослідження різних підходів у подачі (кут та напрямок) охолоджуючого повітря на елементи НА. Використаний дослідний стенд зміг врахувати вплив закрученого газового потоку на характер розподілу плівкового охолодження по елементах НА. Зазначені роботи демонструють на рівні моделювання та вузлових випробувань, що правильне завихрення, як за рівнем, так і кутом здатне значно покращити ефективність охолодження лопаток. Також вчені багато приділяють увагу захисту поверхні лопаток від термічного впливу та продуктів згоряння різних видів палива (природний газ, дизельне паливо, біодизельне паливо, біоетанол тощо) з урахуванням досвіду, отриманого при аналізі причин та наслідків виходу з ладу різних вузлів ГТД.

Таким чином, огляд наведених робіт виявив сучасні погляди та підходи у вирішенні питань з підвищення ефективності роботи ГТД за рахунок моделювання теплових процесів як у окремих вузлах ГТД, так і у поєднаних контурах, таких як, наприклад, КЗ-ТВТ. Дуже перспективним виглядає дослідження впливу зміни інтенсивності та направлення закрутки охолоджуючого повітря на вході турбіни на ефективність систем охолодження, що може бути досягнуто за рахунок модернізації існуючих моделей направляючих апаратів і систем плівкового охолодження. Особливо цікавим є не тільки програмне моделювання теплових процесів у контурі КЗ-ТВТ, а також створення систем моніторингу реального теплового стану деталей та вузлів під час натурних випробувань модернізованих газотурбінних двигунів.

Література

[1]. Xu L., Sun Z., Ruan Q., Xi L., Gao J., Li Y. Development Trend of Cooling Technology for Turbine Blades at Super-High Temperature of above 2000 K. Energies 2023.

[2]. Bassily A. M. Performance enhancements and NOx emission reductions using novel exhaust-driven hybrid gas turbine inlet air-cooling techniques. Proc IMechE Par t E: J Process Mechanical Engineering 2023.

[3]. Wang W., Yan Y., Zhou Y., Cui J. Review of Advanced Effusive Cooling for Gas Turbine Blades. Energies 2022.

[4]. Penrose J., Zori L., Morales J. C., Patil S., Pons D., Rida S. Efficient Modelling of Blade Film Cooling in Gas Turbines. Turbomachinery Technical Conference and Exposition GT2022 2022.

[5]. Mansouri Z., Belamadi R. The influence of inlet swirl intensity and hot-streak on aerodynamics and thermal characteristics of a high pressure turbine vane. Chinese Journal of Aeronautics 2021.

[6]. Shi L., Wu P., Huang H., Wang C., Tan X., Shen Y., Song J. Impact of Swirling Flow on the Overall Cooling Effectiveness and TBCs Insulation Characteristics of Turbine Vane. Coatings 2023.

[7]. Landfester C. Development of a High-Speed Annular Sector Cascade for Film Cooling Measurements in Nozzle Guide Vanes with Contoured Endwalls. Dissertation 2023.

OVERVIEW OF MODERN APPROACHES AND METHODS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF GAS TURBINE ENGINES BY INCREASING THE TEMPERATURE AT THE TURBINE INLET

Savushkin V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Improving the efficiency of gas turbine engines without reducing the level of reliability of the engine components is a constant task of design bureaus and departments of enterprises that manufacture, repair and modernize GTEs. Improving the efficiency of modern GTEs is achieved by reducing the air temperature at the inlet to the GTE, improving the quality of fuel combustion, increasing the temperature of the gas flow at the turbine inlet, and optimizing the functioning of other engine components.

Keywords: gas turbine engine, turbine, cooling system, CFD modelling, combustion chamber, guide apparatus, impeller.

УДК 681.3.06.14

ПОКАЗНИКИ ВІБРАЦІЇ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЗАЛИШКОВИЙ РЕСУРС КОРАБЕЛЬНИХ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

Свиридов В.І.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
vsviridov1951@gmail.com

Анотація. Пропонується підхід до визначення граничних рівнів вібрацій корабельних машин та механізмів, що дозволяє прогнозувати залишковий ресурс вузлів та деталей щодо фактичного рівня вібрації машин та механізмів в експлуатації.

Ключові слова. Вібрація, устаткування, ресурс, технічний стан, експлуатація

Загальна постановка проблеми та її зв'язок із науково-технічними завданнями. Перехід кораблів ВМС України на технічне обслуговування та ремонт за станом передбачає наявність діагностичного забезпечення для різних машин і механізмів корабля. Відомо, що

найбільш ефективними методами діагностування корабельних машин і механізмів, особливо з роторами, що обертаються, є віброакустичні методи. Більшість з них передбачає наявність норм вібрації корабельних машин і механізмів, що діагностуються. Проте до цього часу у цьому питанні єдиної методології немає.

Аналіз літератури. Порогові рівні вібрації, перевищення яких може дати підставу розглядати корабельний механізм як у поганому технічному стані (ТЗ), рекомендувалися багатьма авторами на підставі емпіричних даних, які, однак, рідко науково обґрунтовувалися. Встановлено, що у 90 % випадків відмов події відмови передувало підвищення рівня вібрації. Рівень вібрації працюючих корабельних машин та механізмів залежить від того, наскільки якісно вони були спроектовані та зібрані, а також встановлені на кораблі. Практика віброконтролю та діагностування корабельних машин і механізмів показала, що між їх характеристиками вібрації та ТС існує прямий зв'язок. До цього часу використовується практичний метод визначення критичної інтенсивності вібрації, який полягає у визначенні еталонного вібраційного поля для машин і механізмів, при справному їх ТС, та контролі змін у характеристиках вібрації з часом. Так фахівці військово-морського флоту Канади встановили, що зростання рівня вібрації менш ніж удвічі не є значним. Швидкість зміни рівня вібрації такий самий важливий показник, як і абсолютний рівень вібрації. Отримані дані показали, що зміна середніх значень характеристик вібрації як функцій часу напрацювання є прямою лінією, що має слабкий позитивний вигин у точці, що приблизно відповідає 75 % вироблення ресурсу машини. З цієї точки починається експоненційне зростання рівнів вібрації аж до відмови. Тому контроль за зміною характеристик вібрації корисніший, ніж одноразова перевірка абсолютного значення. Робота корабельних машин та механізмів супроводжується вібрацією, яка негативно позначається на ресурсі їхньої роботи. Найбільш навантаженим (з механічної точки зору) є підшипникові вузли, які, як правило, визначають ресурс роботи корабельних машин і механізмів. Підшипники кочення корабельних машин і механізмів при роботі сприймають сумарне навантаження від ваги ротора та відцентрової сили інерції, яка завжди є присутньою, оскільки ідеально відбалансувати ротор неможливо (зазор у підшипниках завжди є). Так фахівці військово-морського флоту Канади встановили, що зростання рівня вібрації менш ніж удвічі не є значним. Швидкість зміни рівня вібрації такий самий важливий показник, як і абсолютний рівень вібрації.

Отримані дані показали, що зміна середніх значень характеристик вібрації як функцій часу напрацювання є прямою лінією, що має слабкий позитивний вигин у точці, що приблизно відповідає 75 % вироблення ресурсу машини. З цієї точки починається експоненційне зростання рівнів вібрації аж до відмови [4]. Тому контроль за зміною характеристик вібрації корисніший, ніж одноразова перевірка абсолютного значення. Вони представляють норми на вібрацію як на частинах, що не обертаються, так і на обертових валах для великих стаціонарних парових турбін і генераторів, різних промислових машин, газотурбінних установок. У них зазначено, що на відміну від ISO 2372, VDI 2056 та інших стандартів, що раніше діяли.

Ціль досліджень. Теоретично обгрунтувати і експериментально перевірити граничні рівні вібрації корабельних машин і механізмів з роторами, що обертаються.

Постановка задачі. Знайти зв'язок між граничними рівнями вібрацій і втомою підшипників для корабельних машин і механізмів з роторами, що обертаються, і встановленими, як правило, підшипниками кочення з ресурсом в 10–12 тис. годин.

Основна частина. Відомо [4], що номінальна довговічність це число циклів (або годин), які підшипник повинен пропрацювати до появи перших ознак втоми, тобто появи на їх поверхнях мікротріщин, початок утворення лущення металу, вибоїн робочих поверхонь тіл і доріжок кочення.

Розглянуті вібраційні обстеження корабельних машин та механізмів дозволяють стверджувати, що в процесі експлуатації корабельних машин та механізмів доцільно проводити вібраційні обстеження та при необхідності підбалансування роторів, як мінімум, один раз на 2–3 місяці. Підбалансування роторів корабельних машин та механізмів дозволяє продовжити ресурс підшипників та зменшує шумність корабля.

Висновки. 1. Для практичного обґрунтування граничних рівнів вібрацій різних корабельних машин та механізмів доцільно використовувати залежність (4).

2. Практично визначати залишковий ресурс корабельних машин і механізмів в експлуатаційних умовах

Література

[1]. Інформаційне забезпечення моніторингу об'єктів теплоенергетики: Монографія. В.П. Бабак та ін., за ред. В.П. Бабака. К., Ін-т техн. теплофізики НАН України, 2015, 512 с.

[2]. Розвиток та оптимізація систем контролю атомних електростанцій з ВВЕР: монографія. В.І. Скалозубов, Д.В. Білей, Т.В. Габла та ін, під ред. В.І. Скалозубова. Чорнобиль, Ін-т проблем безпеки АЕС НАН України, 2008, 512с.

[3]. Красильников О.І. Моделі шумових сигналів у системах діагностики теплоенергетичного обладнання. К., Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2014, 118с.

[4]. Яворський І.М. Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань. Львів, ФМІ НАНУ, 2013, 804 с.

[5]. ISO 13373-1:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: General procedures.

[6]. ISO/DIS 13373-2. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: Processing, presentation and analysis of vibration data.

[6]. ISO/DIS 15242-1. Rolling bearings. Measuring methods for vibration. Part 1: Fundamentals.

ISO 13374-1:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. Data processing, communication and presentation. Part 1: General guidelines.

VIBRATION INDICATORS AFFECTING THE RESIDUAL RESOURCE OF SHIP MACHINES AND MECHANISMS

Sviridov V.

candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Ship Engineering and Power Engineering Kherson Educational and Scientific Institute Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. An approach to determining the limit levels of vibrations of ship machines and mechanisms is proposed, which allows predicting the residual resource of nodes and parts in relation to the actual vibration level of machines and mechanisms in operation.

Key words. Vibration, mechanisms, resource, operation

УДК 681.3.06.14

ВІБРАЦІЇ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ

Свиридов В.І.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
vsviridov1951@gmail.com

Анотація. Робота кожного устаткування потребує надійність та гарантію того чи іншого досліджуваного об’єкта, бо від цього залежить безпека, а впровадження методів вібродіагностики насосних агрегатів, включає групу послідовних завдань для надійної експлуатації.

Ключові слова. Насос, підшипниковий вузол, сигнал вібрації

Загальна постановка проблеми та її зв’язок із науково-технічними завданнями. Технічне діагностування, будучи одним із найважливіших напрямів у підвищенні ефективності та якості експлуатації суднових насосів, дозволяє збільшувати міжремонтне напрацювання, своєчасно запобігає відмовам насосів. Успішне використання сигналу вібрації для вирішення діагностичних задач дозволяє встановити зв’язок технічного стану з діагностичним параметром.

Мета досліджень. Спростити та підвищити ефективність діагностування устаткування за допомогою вібраційних характеристик.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що пропонується спосіб вібродіагностування суднового устаткування, який дозволяє спростити процес встановлення діагнозу за результатами аналізу їх вібраційних характеристик і не вимагає норм і ретроспективних даних по вібраційним характеристикам.

Основна частина. Було проведено експериментальні дослідження в

експлуатаційних умовах з метою вимірювання та аналізу їх вібраційних характеристик у реперних точках, у різних напрямках та режимах роботи, при справному та несправному технічному стані. До основних джерел вібрації механічного походження відносяться підшипникові вузли з підшипниками кочення і, меншою мірою, підшипники ковзання.

Вібраційні показники підшипників кочення. Проведений аналіз показує, що всі гармонічні складові вібрації, причиною яких є підшипники кочення (кулькові і роликові), які мають частоти, пов'язані частотою обертання сепаратора F_c підшипника, (1.1):

$$F_c = \frac{F_{вр}}{2}\left(1 - \frac{d_{TK}}{D_o}\cos\beta\right), \quad (1.1)$$

де $F_{вр} = n/60$ – частота обертання ротора, Гц;

n – швидкість обертання ротора, хв$^{-1}$;

$d_{тк}(d_ш)$ – діаметр тіл кочення, мм;

D_o діаметр сепаратора підшипника, тобто. діаметр кола, що проходить через центри тіл кочення^

$$D_o = (d+D)/2,$$

де d і D – діаметри внутрішнього і зовнішнього кілець підшипника, відповідно, мм; β – кут контакту тіл та доріжок кочення, град.

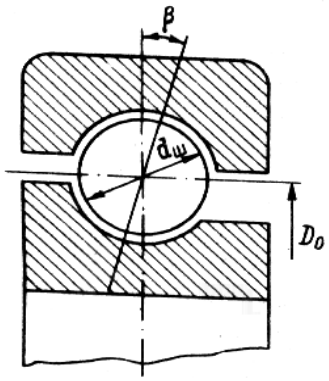


Рисунок 1 – До визначення частоти вібрації дефектного підшипника

Частота контакту точки тіла кочення з кільцями:

– зовнішнім $F_{нк} = F_c(D_o/d_{тк} + \cos\beta)$ Гц; (1.2)

– внутрішнім $F_{вк} = F_c(D_o/d_{тк} - \cos\beta)$ Гц; (1.3)

– із зовнішнім та внутрішнім $F_{тк} = 2F_c \times D_o/d_{тк}$ Гц. (1.4)

Частота перекочування тіл кочення по внутрішньому кільцю підшипника:

$$F_в = (F_{вр} - F_c)\, Z \text{ Гц}. \quad (1.6)$$

Причиною випадкової вібрації підшипника кочення є сухе тертя. Мастило підшипника в цьому випадку робить таку ж дію, як і згладжування поверхні кочення. Збільшення обсягу мастила або його в'язкості призводить до збільшення сил тертя і підвищення передачі вібрації від тіл кочення на кільця, сприяючи тим самим зростанню рівня високочастотної вібрації в діапазоні 8…40 кГц. До цього ж призводять окислення мастила і поява в ній твердих включень.

Вібрація підшипників ковзання. Підшипники ковзання поділяють на гідродинамічні, в яких несущий мастильний шар створюється за рахунок руху шийки валу відносно корпусу підшипника, і гідростатичні, коли зазначений шар створюється зовнішніми джерелами тиску. Більшість механізмів з підшипниками ковзання розвантажені від постійних осьових сил, однак, на осьовий підшипник або на завзяті кільця радиального підшипника діють осьові змінні сили, що мають той же порядок, що і радіальні. Ці сили визначаються, як правило, дефектами виготовлення і установки підшипника, при якому п'ята і корпус осьового підшипника або завзяте кільце і корпус радіального підшипника мають перекоси. В результаті перекосів поверхня ковзання не збігається з площиною перпендикулярної осі обертання ротора, і точка контакту переміщається як по колу, так і в осьовому напрямку з частотою обертання ротора. Коливання виникають у тому випадку, якщо осьова розвантаження не буде повною і на підшипник з боку ротора діятиме постійна сила, що перевищує змінну. В осьових підшипниках можливе нерівномірне зношування вкладишів, а в сегментних підшипниках – неоднакова товщина вкладишів або неоднакова глибина установки сегментів. Зазначені причини також можуть бути джерелом осьових сил і коливань ротора з частотами, кратними частоті його обертання $F_{вр}$. У багатьох типах механізмів сили тертя в підшипниках є причиною появи інтенсивної вібрації, що вносить помітний внесок у загальний рівень вібрації механізму.

Вібрація, створювана силами тертя у механізмах, на вирішення багатьох практичних завдань то, можливо представлена стаціонарним випадковим сигналом з нормальним законом розподілу. У підшипниках ковзання з рідким мастилом сили тертя і створювана ними вібрація залежить від характеру руху потоку мастила, її в'язкості. Частота максимуму спектральної щільності пульсацій тиску в мастилі також сильно залежить від швидкості потоку мастила, проте втрати при перетворенні пульсацій тиску у вібрацію вкладиша і корпусу підшипника, втрати на контактних поверхнях при поширенні вібрації до точок вимірювання призводять до того, що максимум спектральної щільності вібрації корпуса підшипника посідає частоти порядку 5 … 10 кГц. У міру збільшення швидкості обертання валу зростають швидкості потоку мастила, і виникає турбулентність у всьому обсязі потоку в точках з великим перепадом швидкості руху мастила. Цьому сприяє ексцентричність зазору в підшипнику, що викликається силами тяжіння ротора і силами тертя. Аналіз модулюючих функцій дозволяє легко виявляти дефекти підшипників ковзання.

Висновки. Проведений фізико-технічний аналіз процесів функціонування насосного устаткування дозволяє стверджувати, що насосне устаткування як об'єкт діагностування являє собою складну систему, в якій найбільш відповідальним вузлом, що лімітує ресурс і визначальним віброактивність всього устаткування є підшипниковий вузол, практично всі види дефектів та несправностей вузлів та деталей насосного устаткування визначають за параметрами вібрації.

Література

[1]. Інформаційне забезпечення моніторингу об'єктів теплоенергетики: Монографія. В.П. Бабак та ін., за ред. В.П. Бабака. К., Ін-т техн. теплофізики НАН України, 2015, 512 с.

[2]. Розвиток та оптимізація систем контролю атомних електростанцій з ВВЕР: монографія. В.І. Скалозубов, Д.В. Білей, Т.В. Габла та ін, під ред. В.І. Скалозубова. Чорнобиль, Ін-т проблем безпеки АЕС НАН України, 2008, 512с.

[3]. Красильников О.І. Моделі шумових сигналів у системах діагностики теплоенергетичного обладнання. К., Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2014, 118 с.

[4]. Яворський І.М. Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань. Львів, ФМІ НАНУ, 2013, 804 с.

[5]. ISO 13373-1:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: General procedures.

[6]. ISO/DIS 13373-2. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: Processing, presentation and analysis of vibration data.

VIBRATIONS OF FEEDING HOUSEHOLDS

Sviridov V.

Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Ship Engineering and Power Engineering Kherson Educational and Scientific Institute Admiral Makarov National Shipbuilding University Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The operation of the skin treatment will require reliability and a guarantee of each other object to be monitored, so that safety can be ensured, and the development of methods for vibration diagnostics of pumping units includes a group of subsequent tasks for reliable exploitation.

Key words: Pump, bearing housing, vibration signal.

УДК 681.3.06.14

АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ ГІДРАВЛІЧНОЇ ЧАСТИНИ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ

Свиридов В.І.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
vsviridov1951@gmail.com

Анотація. Аналіз фізично реалізованих сигналів, гідравліяній частині насосу, що породжуються складними (полімодальними) динамічними системами, базуються на статистичних методах, найчастіше на спектрально-кореляційних методах у різних варіантах. Сучасні методи дозволяє розглянути дії сигналів як ідентифікації динамічних систем за результатами аналізу експериментальних даних всіх складових вузлів насосного устаткування.

Ключові слова. Насос, гідравлічна частина, механізми, підшипники.

Загальна постановка проблеми та її зв'язок із науково-технічними завданнями. Технічне діагностування, будучи одним із найважливіших напрямів у підвищенні ефективності та якості експлуатації суднових насосів, збільшує міжремонтне напрацювання,

своєчасно запобігає відмовим і відповідно скорочує витрати праці та засобів на їх технічне обслуговування та ремонт.

Багатоступінчасті відцентрові електронасоси з погляду виникнення в них коливань представляють складну гідро пружну систему з безліччю віброактивних джерел. Обурювальні сили, що викликають вібрацію відцентрових насосів, мають великий набір компонентів у всьому діапазоні звукових частот. При цьому обурення можуть мати або дискретний спектр, або являти собою широкосмуговий або вузькосмуговий випадковий процес з досить певною середньою частотою. Специфічність конструкцій насосів, різноманітність збурювальних сил, зон їх дії, просторової орієнтації векторів сил і моментів визначають і складність динаміки насосів. Головними компонентами збурень є: оборотна частота, що породжується незбалансованістю роторів насоса та електроприводу та їх окремих елементів, а також гідравлічними небалансами, обумовленими змінністю зазору між ротором і прилеглими до нього елементами корпусу (т. е. щілинні зазори ущільнень, підшипників.); лопаткові частоти та їх гармоніки у широкому діапазоні частот; їх дискретні компоненти мають найбільш високі значення рівнів у віброакустичному спектрі насоса. Джерела та причини їх виникнення пов’язані із взаємодією системи лопаток робочого колеса (z_1) з вхідним потоком, а також з полем системи лопаток направляючого апарату (z_2). Вплив кожного з цих джерел на насос залежить від співвідношення лопаток z_1 і z_2 і орієнтації щаблів та інших причин; вихрові частоти в зоні високих частот мають суцільний спектр, вони породжуються обтіканням потоку рідини елементів конструкції з утворенням вихорів, в цій області частот мають місце і випадкові пульсації, що виникають як внаслідок зриву вихрів з самої лопатки, так і при проходженні повз її вихорів, що збігають з лопат робочого колеса, періодичність освіти вихорів характеризується числом Струхаля (*Sh*); кавітаційні частоти, що мають дискретні компоненти у діапазоні низьких частот до 25 Гц; високі рівні вібрацій зазвичай мають насоси, які працюють з малими підпорами, а також в режимах протитечії, вібрації в них викликані нестаціонарними періодичними течіями в напрямному апараті. Умови їх появи є функція:

$$F = f(z_2, \alpha, l/t, Q),$$

де z_2 – число лопатей направляючого апарату;

α – кут встановлення лопатей;

l/t – відношення довжини лопатей до кроку лопатей;

Q – режим насоса по подачі.

Зі зменшенням подачі при певних умовах виявляються періодичні зриви потоку з подальшим відновленням, причиною таких пульсацій є зрив, що обертається в лопатевій системі робочого колеса, який періодично змінює поле швидкостей навколо напрямної лопаті; – кавітаційні частоти (у зоні середніх і високих частот), визначаються інтенсивністю кавітаційного процесу, тобто швидким утворенням у зоні зниженого тиску великих сфероподібних бульбашок з наступним замиканням їх у зоні підвищеного тиску.

Всі перелічені компоненти входять тією чи іншою мірою у складові сил і моментів по кожній з осей. Виявлення зон виникнення тих чи інших збурень, зон передачі зусиль з ротора на корпус насоса є самостійним і складним завданням. Корозійне та ерозійне зношування деталей, що знаходяться в рідині, в першу чергу робочих коліс насосів забортної води.

Погіршення якості поверхні лопатей (аж до руйнування окремих ділянок) змінює умови обтікання, посилює ймовірність появи кавітації і може призвести до підвищення вібрації. Засмічення трубопроводів систем, головним чином систем охолодження (відкладення продуктів корозії, солеотложение в трубопроводах прокачування теплообмінників і т.п.), що призводить до збільшення опору, при цьому зростає напір насоса, у зв'язку зі зміною режиму роботи збільшується і вібрація насоса.

Корозійне та ерозійне зношування деталей насосів і суднових трубопроводів може призвести до зміни вібрації на лопатевих частотах в області високих частот. Руйнування вхідних кромок лопатей насосів, поява виразок та раковин на лопатях є типовими дефектами насосів забортної води. Однак при рівномірному зносі лопатей суттєвої зміни вібрації у ретельно поставленому експерименті не зафіксовано. Значне зростання вібрації спостерігається лише за поломки однієї з лопатей.

Висновки. Проведений фізико-технічний аналіз роботи гідравлічної частини функціонування насосного устаткування дозволяє стверджувати, що насосне устаткування як об'єкт діагностування являє собою складну систему, в якій найбільш відповідальним вузлом, що лімітує ресурс і визначальним віброактивність всього устаткування є підшипниковий вузол, практично всі види дефектів та несправностей вузлів та деталей насосного устаткування визначають за параметрами вібрації. Вплив технічного стану гідравлічної частини деталей насосів та суднових трубопроводів може призвести до зміни вібрації на лопатевих частотах в області високих частот. Руйнування вхідних кромок лопатей насосів, поява виразок та раковин на лопатях є типовими дефектами насосів забортної води.

Література

[1]. Інформаційне забезпечення моніторингу об'єктів теплоенергетики: Монографія. В.П. Бабак та ін., за ред. В.П. Бабака. К., Ін-т техн. теплофізики НАН України, 2015, 512 с.

[2]. Розвиток та оптимізація систем контролю атомних електростанцій з ВВЕР: монографія. В.І. Скалозубов, Д.В. Білей, Т.В. Габла та ін, під ред. В.І. Скалозубова. Чорнобиль, Ін-т проблем безпеки АЕС НАН України, 2008, 512с.

[3]. Красильников О.І. Моделі шумових сигналів у системах діагностики теплоенергетичного обладнання. К., Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2014, 118с.

[4]. Яворський І.М. Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань. Львів, ФМІ НАНУ, 2013, 804 с.

[5]. ISO 13373-1:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: General procedures.

[6]. ISO/DIS 13373-2. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: Processing, presentation and analysis of vibration data.

ANALYSIS OF DEFECTS OF THE HYDRAULIC PART OF PUMPING EQUIPMENT

Sviridov V.

Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Ship Engineering and Power Engineering Kherson Educational and Scientific Institute Admiral Makarov National Shipbuilding University Mykolaiv, Ukraine

Annotation. The analysis of physically implemented signals, the hydraulic part of the pump, generated by complex (polymodal) dynamic systems, is based on statistical methods, most often on spectral-correlation methods in various variants. Modern methods allow us to consider the actions of signals as identification of dynamic systems based on the results of the analysis of experimental data of all components of the pumping equipment.

Key words: Pump, hydraulic part, mechanisms, bearings.

УДК 681.3.06.14

АНАЛІЗ ВІБРАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ

Свиридов В.І.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
vsviridov1951@gmail.com

Анотація. Аналіз фізично реалізованих сигналів, образів і часових рядів, що породжуються складними (полімодальними) динамічними системами, базуються на статистичних методах, найчастіше на спектрально-кореляційних методах у різних варіантах. Сучасна нелінійна динаміка дозволяє розглянути аналіз сигналів як ідентифікації динамічних систем за результатами аналізу експериментальних даних.

Ключові слова. Вібраційні показники, динамічні системи, механізми, підшипники

Загальна постановка проблеми та її зв'язок із науково-технічними завданнями. Традиційні методи аналізу фізично реалізованих сигналів, образів і часових рядів, що породжуються складними (полімодальними) динамічними системами, в основному базуються на статистичних методах, найчастіше на спектрально-кореляційних методах у різних варіантах. При цьому, внаслідок статистичного підходу до аналізу сигналів динамічна сутність процесів, що їх породжують, як правило, йде на другий план. Сучасна нелінійна динаміка дозволяє розглянути аналіз сигналів як ідентифікації динамічних систем за результатами аналізу експериментальних даних. Якщо розглянути динамічну систему як системи диференціальних рівнянь виду:

$$L\,y\,(t) = f\,(t),$$

де L – лінійний диференціальний оператор.

Ми бачимо, що фізично реалізованими рішеннями цієї системи можуть бути, або періодичні моделі, або аперіодичні експоненти, оскільки ці функції породжують собі подібні

похідні. У тому й іншому випадку можуть породжуватися як стійкі, і нестійкі рішення. У разі характерних динамічних рішень типу періодичних мод мова слід вести переважно про структурну стійкість, що проявляється в локальній стійкості до малих збурень топологічної структури фазової траєкторії, що відповідає рішенню.

Ціль досліджень. Початковим етапом для дослідження сигналів методами нелінійної динаміки має бути процедура реконструкції фазової траєкторії динамічної системи, що породжує сигнал. Єдиним методом, що дозволяє реконструювати характер фазової траєкторії системи на основі аналізу експериментально отриманого сигналу є процедура вкладення (embedding procedure).

Основна частина. Для роторних машин характерні гармонійні сигнали вібрації з домінуванням в спектрі основної гармоніки на частоті обертання. Тому для реконструкції відповідної фазової траєкторії зазвичай досить отримати тривимірний образ $\{z_1,z_2,z_3\}$. При цьому найкраще розкриття траєкторії в проекції $\{z_1,z_2\}$ спостерігається при значеннях затримки близьких до чверті періоду обертання. У той же час, при такому виборі затримки в проекції $\{z_1,z_3\}$ фазовий образ може виродитися максимально компактну лінію.

У певному сенсі аналіз технічних карт затримки можна розглядати як різновид частотного аналізу вихідного сигналу.

Наявність так само вироджених проекцій є індикатором наявності вираженої гармоніки у вихідному сигналі. на основі аналізу плоских проекцій фазових траєкторій можливе отримання високочутливих відносних кількісних заходів, що характеризують фазово-локальну форму сигналу.

Застосування алгоритмів аналізу зі ковзними вікнами дозволяє істотно збільшити роздільну здатність аналізу в часовій області при збереженні досить високої роздільної здатності в частотній області, проте пов’язане зі значним збільшенням обсягу обчислень. Важливою особливістю поведінки складних динамічних систем є суттєва нестаціонарність аж до хаотичності сиг-налів, що породжуються ними. Тому пряме застосування методу карток затримки до аналізу сигналів такого типу неможливе. Як правило, потрібна попередня обробка сигналу за типом цифрової фільтрації для зниження числа значущих для побудови карти затримки моделі.

Висновки. При дослідженнях нелінійних коливань у машинах, що супроводжуються значною нестаціонарністю вібраційного процесу, поряд з використанням традиційних методів час-частотного аналізу може бути рекомендовано додаткове використання заснованого на методі карт затримки

Література

[1]. Інформаційне забезпечення моніторингу об’єктів теплоенергетики: Монографія. В.П. Бабак та ін., за ред. В.П. Бабака. К., Ін-т техн. теплофізики НАН України, 2015, 512 с.

[2]. Нагорний В.М. Введення в технічну діагностику машин: навчальний посібник. Суми, Сумський державний університет, 2011, 483 с.

[3]. Розвиток та оптимізація систем контролю атомних електростанцій з ВВЕР: монографія. В.І. Скалозубов, Д.В. Білей, Т.В. Габла та ін, під ред. В.І. Скалозубова. Чорнобиль, Ін-т проблем безпеки АЕС НАН України, 2008, 512с.

[4]. Красильников О.І. Моделі шумових сигналів у системах діагностики теплоенергетичного обладнання. К., Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2014, 118 с.

[5]. ISO 13373-1:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: General procedures.

[6]. ISO/DIS 13373-2. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: Processing, presentation and analysis of vibration data.

[7]. ISO 13374-1:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. Data processing, communication and presentation. Part 1: General guidelines.

ANALYSIS OF VIBRATION INDICATORS USING ADVANCED VICTORISTAN METHODS OF NONLINEAR DYNAMICS.

Sviridov V.

Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Ship Engineering and Power Engineering Kherson Educational and Scientific Institute Admiral Makarov National Shipbuilding University Mykolaiv, Ukraine

Annotation. An approach to determining the limit levels of vibrations of ship machines and mechanisms is proposed, which allows predicting the residual resource of nodes and parts in relation to the actual vibration level of machines and mechanisms in operation.

Key words. Vibration, mechanisms, resource, operation.

УДК 681.3.06.14

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ ПІДШИПНИКІВ

Свиридов В.І.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
vsviridov1951@gmail.com

Анотація. Аналіз фізично реалізованих сигналів, образів і часових рядів, що породжуються складними (полімодальними) динамічними системами, базуються на статистичних методах, найчастіше на спектрально-кореляційних методах у різних варіантах. Сучасна нелінійна динаміка дозволяє розглянути аналіз сигналів як ідентифікації динамічних систем за результатами аналізу експериментальних даних.

Ключові слова. Вібраційні показники, підшипники кочення, механізми, строк служби

Поряд з визначенням технічного стану підшипників котіння у конкретний момент часу і пошуком дефектів однієї з найважливіших проблем їх створення та експлуатації є прогнозування стану, що полягає в передбаченні або технічного стану підшипників котіння у прогнозований момент часу, або тимчасового інтервалу, протягом якого підшипників котіння не змінить свого стану. Слід зазначити, що розроблені до нашого часу методи прогнозування

дають можливість передбачити раптові відмови, тобто. відмови, що характеризуються різкою зміною параметрів технічного стану насосного устаткування підшипників котіння, зокрема підшипників котіння, до граничного значення. Прогнозувати з певним ступенем точності можна поступові відмови, що характеризуються поступовою зміною параметрів технічного стану і обумовлені зносом тіл і доріжок кочення підшипників і старінням мастила. Основою для прогнозування технічного стану насосного устаткування підшипників котіння, як і для багатьох інших технічних об'єктів, є аналітичне прогнозування, при якому по багатомерному вектору станів S_n $(S_1, S_2, \ldots, S_n)$ або діагностичних сигналів X_m $(X_1, X_2, \ldots, X_n)$, Виміряний в моменти $t_1, \ldots, t_i, \ldots, t_k$, необхідно визначити їх значення в моменти t_j $(j = k+1, \ldots k + L)$.

Аналітичне прогнозування технічного стану об'єктів ґрунтується на об'єктивному існуванні певної тенденції зміни параметрів їхнього стану або діагностичних сигналів при експлуатації, основні закономірності якої можуть бути охарактеризовані тимчасовою функцією. При цьому вважають, що ця залежність, звана трендом і виражає усереднену в часі для періоду спостереження тенденцію, може бути екстраполирована на наступні періоди час. Прогнозування технічного стану підшипників котіння є порівняно важким технічним завданням. Це з тим, що у техїнічних стан навіть однотипного підшипників котіння впливає поєднання великої кількості експлуатаційних чинників, частину яких важко врахувати. Під довговічністю (розрахунковим терміном служби) розуміють термін служби партії підшипників кочення, протягом якого не менше 90 % однакових підшипників при одному і тому ж навантаженні та частоті обертання повинні пропрацювати без появи ознак втоми металу на робочих поверхнях. Під втомою підшипників котіння мається на увазі початок утворення лущення, мікротріщин, вибоїн робочих поверхонь тіл і доріжок кочення.

Рекомендації, що забезпечують розрахункову довговічність підшипників. Заданий (розрахунковий) ресурс підшипників котіння, можливо, забезпечити шляхом виконання наступних операцій:

1. Встановлювати на підшипників котіння з радіальним зазором, що нормується за величиною, що дозволить забезпечити задані рівні вібрації на частотах $F_{вр}$ *і* F_c і, як наслідок, забезпечити розрахунковий ресурс підшипників. Норми для підшипників котіння, з урахуванням умов їх експлуатації розробляються безпосередньо підприємством, що експлуатує це підшипників котіння (див. дод.6) або згідно з рекомендаціями.

2. Зазор у підшипнику має бути оптимальним. В іншому випадку збільшується віброактивність підшипників котіння (при великому радіальному зазорі) або підвищується їх температура (при занадто маленькому зазорі). Для насосного устаткування масою більше 2т. оптимальний посадковий зазор лежить в межах 16 … 20 мкм, для насосного устаткування масою менше 2 т. – 6 … 10 мкм.

3. Підшипники котіння необхідно (бажано) встановлювати з однаковими посадочними зазорами. Різниця за величиною зазорів має перевищувати 1..3 мкм.

4. Вібраційне дефектування віброізолюючого кріплення (якщо воно є) необхідно проводити після проведення підбалансування ротора насосного устаткування.

5. Після припрацювання нових підшипників кочення протягом не менше 48 год. при номінальному навантаженні проводити повторну заміну мастила, звертаючи увагу на чистоту промивання підшипників, якість і кількість змащення, що знову закладається..

Висновки.

Знайдена залежність дозволила розробити новий ефективний метод прогнозування залишкового ресурсу підшипників кочення за даними про віброактивність та запропонувати методику розрахунку їх експлуатаційної довговічності. Розроблені рекомендації дозволяють продовжити ресурс насосного устаткування, зменшити віброактивність насосного устаткування, і, як наслідок, підвищити їхню експлуатаційну надійність. Запропонована методика визначення оптимального посадкового радиального зазору в ПК і використання методу амплітдної модуляції дозволяють збільшити ефективність технічного обслуговування та ремонту насосного устаткування.

Враховуючи, що на параметри сигналів вібрації, які використовуються для технічного стану як діагностичні, впливає велика кількість експлуатаційних факторів, Знайдені кількісні залежності сигналів вібрації від технічного стану дозволили розробити різні алгоритми оцінки та прогнозування технічного стану вузлів, а так запропонувати програму їх діагностування.

Модернізований прилад типу АЛ-2-3 дозволяє ефективно оцінювати як підшипники ковзання, так і підшипнників кочення. Сукупність отриманих у дисертаційній роботі даних дозволяє зробити висновок щодо розробки діагностичного забезпечення для всіх типів, що використовуються на АЕС. Виконано експериментальну перевірку діагностичного забезпечення підшипників кочення в умовах стенду та на різних підприємствах. Отримані результати підтвердили працездатність запропонованого діагностичного забезпечення для підшипників кочення.

Література

[1]. Інформаційне забезпечення моніторингу об’єктів теплоенергетики: Монографія. В.П. Бабак та ін., за ред. В.П. Бабака. К., Ін-т техн. теплофізики НАН України, 2015, 512 с.

[2]. Розвиток та оптимізація систем контролю атомних електростанцій з ВВЕР: монографія. В.І. Скалозубов, Д.В. Білей, Т.В. Габла та ін, під ред. В.І. Скалозубова. Чорнобиль, Ін-т проблем безпеки АЕС НАН України, 2008, 512с.

[3]. Красильников О.І. Моделі шумових сигналів у системах діагностики теплоенергетичного обладнання. К., Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2014, 118 с.

[4]. Яворський І.М. Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань. Львів, ФМІ НАНУ, 2013, 804 с.

[5]. ISO 13373-1:2002. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: General procedures.

[6]. ISO/DIS 13373-2. Condition monitoring and diagnostics of machines. Vibration condition monitoring. Part 1: Processing, presentation and analysis of vibration data.

[6]. ISO/DIS 15242-1. Rolling bearings. Measuring methods for vibration. Part 1: Fundamentals.

ISO 13374-1:2003. Condition monitoring and diagnostics of machines. Data processing, communication and presentation. Part 1: General guidelines.

FORECASTING THE RESOURCE OF PURCHASERS

Sviridov V.

Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Ship Engineering and Power Engineering Kherson Educational and Scientific Institute Admiral Makarov National Shipbuilding University Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Analysis of physically realized signals, images and time series, which give rise to complex (polymodal) dynamic systems, is based on statistical methods, most often on spectral-correlation methods in various variants. Current nonlinear dynamics allows us to look at the analysis of signals as the identification of dynamic systems based on the results of the analysis of experimental data.

Key words. Vibration displays, rolling bearings, mechanisms, service lines.

UDC 621.431

EFFICIENCY OF THE METHANOL USAGE AS FUEL FOR MARINE RECIPROCATING ENGINES

Borys Tymoshevskyy
Dr.E.Sc, prof.,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
borys.tymoshevski@nuos.edu.ua
Mykhaylo Tkach
Dr.E.Sc, prof.,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
mykhaylo.tkach@gmail.com

Abstract. Methanol is one of the most viable marine fuels and allows reducing greenhouse gas emissions and helping the marine industry approached decarbonisation goals. Indeed, full carbon neutrality is possible through the use of “green methanol”. Wide methanol implementation helps to reduce carbon dioxide, sulfur’s and nitrogen’s oxides, and solid particles into exhausted gases. Besides, methanol has the following benefits compare conventional hydrocarbon fuels: existing infrastructure can be used for storage as there are no require special conditions, methanol has lower volumetric energy density than LNG, the tanks for methanol can still fit in a smaller space and don’t require cryogenic or high pressure tanks, methanol is water soluble, and readily biodegradable, as well. At present two main concepts for methanol usage in ICE are exist: liquid methanol direct injection into engine cylinders and methanol conversion into syngas, which is using as gaseous fuel for engines with internal or external air/fuel mixture formation. Both have defined advantages and disadvantages. Some of them are observed in this paper, but more attention payed to second way of methanol usage, indicated its advantages over the first concept, researched and developed technical and schemes solutions. Facility for syngas supply designed on the base of advanced technical capabilities systems and low-grade heat recovery. This solution is suitable for both two-stroke and

four-stroke engines. The total higher efficiency of the ICE operated with syngas processed from methanol is proved.

Keywords: methanol, syngas, ICE, low-grade heat recovery, efficiency.

I. Introduction.

Maritime industry operates to address emerging emissions-related regulatory issues and anticipate future efforts to reduce carbon emissions, orders for alternative fuel ships continue to rise steadily. Promising fuels are methyl and ethyl alcohols. Each of them has its own advantages and disadvantages. Methyl alcohol (methanol) is relatively cheap and well established. Its cost was €405/t in 2021 and €551/t in 2022 [1]. At the same time, methanol has a relatively low specific calorific value of 19.6 MJ/kg, low specific conversion energy of 1.54 MJ/kg, and high toxicity. Ethyl alcohol (ethanol) is more expensive and its cost is $1,222/t in 2021 and $1,340/t in 2022 [2]. It has a higher calorific value of 27.0 MJ/kg, high specific conversion energy of 5.56 MJ/kg, and does not have a harmful effect on humans and the environment.

Interest to methanol as not expensive and environment friendly fuel is also growing up. Methanol is a fundamental essential chemical commodity for industry, agriculture and community. It has been among the top five maritime chemical commodities being handled safely as cargo. Methanol is easy mixing with water and readily biodegradable in aerobic and water environment. Methanol is some toxic than diesel or gasoline and, with a half-life in surface water of one to seven days, there is less impact on the marine environment in case of a spill or leak event.

Methanol is an excellent replacement for diesel fuel and is used in mixed fuels, and it may also achieve a good burning performance in reciprocating engines. Its use in reciprocating engines requires an ignition enhancer, which may be a small amount of diesel oil. Methanol shows good combustion properties and energy efficiency as well as low exhaust gas emissions. A disadvantage of methanol is lower energy contents than in traditional fuels. Its equivalent energy density is less, and the space needed for storing methanol in a tank will be approximately twice that of traditional diesel fuels. The compare main properties of methanol and some other conventional fuels are shown in Table 1.

Table 1.

Properties	Methanol	Methane	Diesel fuel
Formula	CH_3OH	CH_4	$C_nH_{1.8n}$
Carbon contents, wt %	37.49	74.84	86.88
Fuel calorific value kJ/kg	20200	60500	44600
Density at 16°C, kg/m^3	794.6	422.5	833 to 881
Boiling point at 101.3 kPa, K	337.5	111.5	436 to 672
Net heating value, MJ/kg	19.6	50	42.5
Net heating value, GJ/m^3	16	–	35
Auto-ignition temperature, K	737	810	530
Flashpoint, K	284	–	325 to 369
Cetane rating	5	–	>40
Flammability limits, vol. % in air	6.72–36.5	1.4–7.6	1.0–5.0
Water solubility	Complete	No	No
Sulfur content (%)	0	0	<0.5 or < 0.1

Concerning to safety, one of the defining features of methanol are toxic influence on human health and a low-flashpoint fuel. The health hazards of methanol have been well known. Uptake of methanol is possible through ingestion, but also through the skin and by inhalation. When using methanol as a marine fuel, the fuel on-board system must be completely isolated and making contact with methanol extremely unlikely.

As next, methanol has a flashpoint of 11˚C and a boiling point 65˚C and it is important because it brings into focus the hazard of fire. The special attention must be focused on design fire safety.

The efficient combustion characteristics of methanol significantly reduce sulfur's oxides and solid particles emissions because the methanol molecule hasn't sulfur and carbon-carbon bonds that create particulates. Methanol also has a lower flame temperature than diesel fuel, which can lower the peak cylinder temperature and decreasing nitrogen's oxides formation.

At present are existing two main concepts for methanol usage in the internal combustion engines: liquid methanol direct injection into engine's cylinders and methanol conversion into syngas, which is using as gaseous fuel for dual fuel or Otto engines with internal or external air/fuel mixture formation. First concept was researched and developed by Auramarine Ltd, Finland, which is a leading provider of fuel supply and auxiliary systems for marine transport sector, shipyards and engine manufacturers. This company supplies fuel equipment deliver operational efficiency, safety and reliability [1]. The principal solution of liquid methanol usage for ICE is shown in Fig. 1.

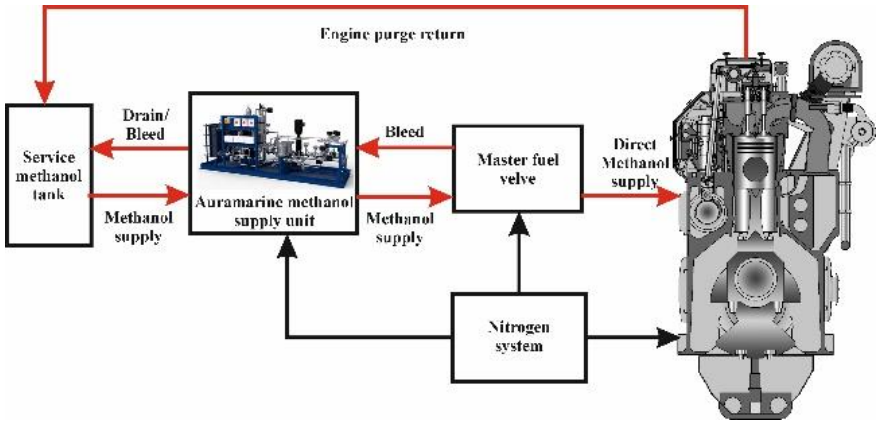


Fig. 1. Auramarine solution of liquid methanol suppling system for 2-stroke reciprocating engine [1]

The most straightforward solution is to install an Auramarine methanol supply unit into an Ex-compliant container, which would be placed on the ship's position in another in a viable location. For such containers, the required ventilation is feasible without any complicated solutions. The fuel supply unit can also be installed below deck–in Ex–space – as one unit or in several parts, depending on the space available. The key items from a fuel supply system point of view are to consider the footprint and the Ex-protection of the retrofit system. The double-wall piping for methanol requires special design expertise. All these technical solutions must be aligned with the engine maker in connection with the engine modifications.

One of the possible solutions of methanol supply unit is not complicate and is shown in Fig. 2.

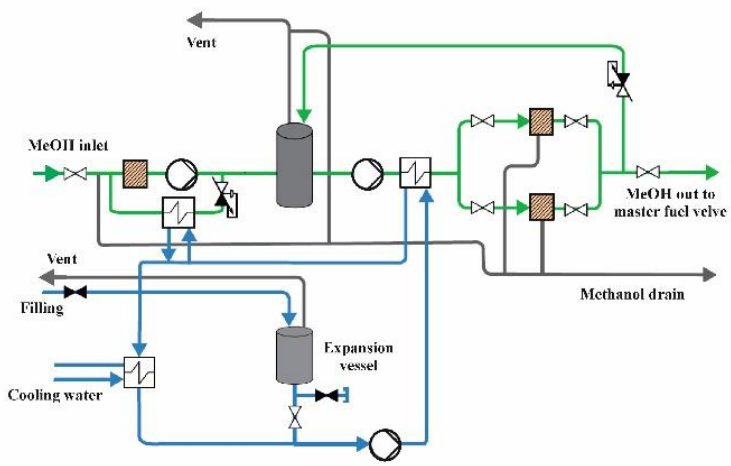


Fig. 2. Auramarine solution for methanol supply unit [1]

Operation of the ethanol fuel supply unit is the following. The 1-st fuel pump function is to maintain adequate pressure for the 2-nd fuel pump. The 2-nd fuel pump function is to maintain the set pressure using pressure from unit outlet as feedback for variable frequency drive. Pumps have magnetic seal coupling to prevent leakages. Fuel consumption data can be transferred to vessel controlling system. Keeping the fuel temperature within the specified range at the unit outlet is implementing by cooling or heating depending on service tank temperature. Impurities are removing from methanol that could damage the components and engine is removing due to filters. All elements of supply unit are duplicated for redundancy and thus ensuring uninterrupted operation during filter maintenance and service. This solution is an effective for methanol supply of dual fuel 4-stork reciprocating engines, 2-stork mat be efficient in this mode, but design solution have been modified with additional energy equipment.

Despite the high efficiency of the dual-fuel reciprocating engine operated with direct injection liquid methanol, safety for the vessel's crew and passengers, and the environment, performance can be significantly improved. One of the possible further effective solutions of methanol implementation is its conversion into syngas with high hydrogen content [2]. As processing supply energy can be used low-grade heat from exhaust gas of 4-srtoke reciprocating engine [3].

When a classic reciprocating engines operate on methanol, the indicated efficiency increases compared to when it operates on gasoline. This increase is caused by a reduction in heat loss and can reach units of percent [4].

II. The results of the research and development

Implementation of methanol conversion into syngas and usage this syngas as marine ICE fuel has two goals: improve the engine efficiency due to recovery some low-grade heat for methanol conversion, increase mass syngas caloric capacity and returned this energy into operation engine cycle; decrease possibility of dangerous liquid methanol and its vapor leakages into environment.

The most rational is the catalytic reaction water steam reforming of methanol. This reaction is endothermic and required significant heat amount at defined temperature. The water steam methanol conversion in syngas principal endothermic reaction is the following:

$$CH_3OH_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_2 + 3H_2 \text{ and } \Delta H^0_{R\,298} = -49.2 \text{ kJ/mol or } -2.06 \text{ MJ/kg},$$

and may be supplied with complex recovering heat (cooling water and lubricating oil, cooling water from air charger and exhausted gas) from four-stork reciprication engine. Improvement of the reforming reaction conditions may be reaching due to catalysts, for instant, Zn/TiO_2 at temperature level near 670 K.

Simplified diagram of methanol water steam conversion into syngas is shown in Fig.3.

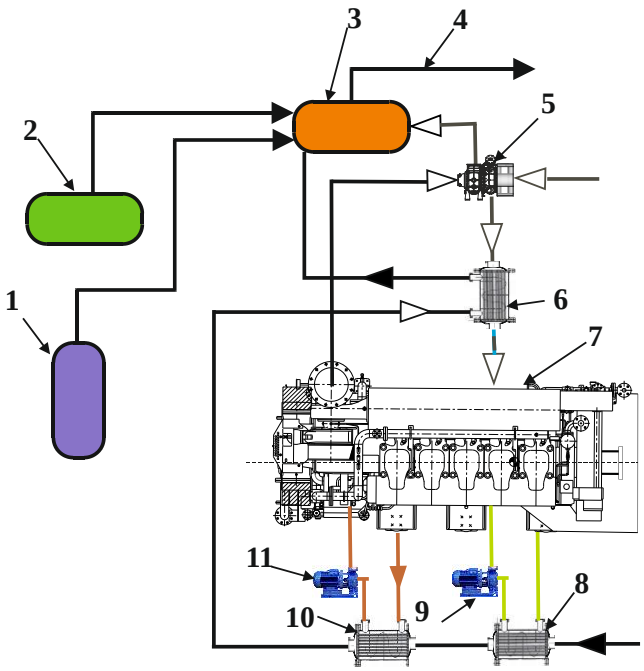


Fig.3. Simplified diagram of methanol conversion into syngas and engine supply: 1 – methanol tank, 2 – reaction components system, 3 – syngas reactor, 4 – syngas to engine, 5 – turbocharger, 6 – charge air cooler, 7 – engine, 8 – cooling water and lubricating oil heat exchangers, 9, 11 – pumps

Liquid methanol from tank 1 and reactants from unit 2 flow to conversion reactor 3. Total heat from cooling water, lubricating oil and charging air heat exchangers and exhausted gas are the conversion energy sources.

Thus, recovery waste heat from 4-stork reciprocated engine provides all energy needs for conversion process. In case of 2-stork engine total amount of recovery heat is enough for methanol conversion reaction but its potential is not enough for conversion reaction needs. This problem may be solved due to special catalysts which can decrease conversion reaction temperature or additional energy sources implementation which can provide potential reaction level.

The most complicated is the conversion reactor design. This equipment includes special heat exchangers for methanol heating up to evaporation and provides catalytic conversion process in hard conditions of high temperature, pressure and chemical aggressive substances influence. The design and technological solutions available in the chemical field cannot be directly applied in the ship installation. This problem requires further research and design development.

Preliminary modelling and estimations based on Wärtsilä 9L32 engine allow to define the compare main indexes of engine operation on syngas from methanol, liquid methanol and diesel oil, which are shown in Table 2. Specific fuel oil consumption reduced to the calorific value of diesel fuel.

Table 2.

	Engine Indexes	Diesel fuel	Methanol	Syngas
1	Cylinder output, kW/cyl	500	580	570
2	Mean effective pressure, MPa	2.49	2.89	2.81
3	Output power, kW	4500	5200	4800
4	Specific fuel consumption, kg/(kWh)	0.182	0.179	0.174

III. Conclusions

Preliminary estimations make sure of fully energy possibility of effective operation reciprocating engines on syngas which had produced due to methanol conversion. Some engine power and, especially, specific methanol consumption decreasing compared to engine operation on liquid methanol is not significant. Power decreasing may by partially compensate due to rational tuning of the fueling equipment.

However, it allows us to hope for a positive profit effect. In addition, the increase in environmental safety of methanol usage in marine fleet will undoubtedly be.

References

[1] European methanol market mulls February contract price. Available from: https://www.argusmedia.com/en/blog/2022/february/4/european-methanol-spot-and-contract-prices

[2] EU Ethanol Market Report: Suppliers, Prices, Trends and Forecast to 2030. Available from: https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/05/31/2452969/0/en/EU-Ethanol-Market-Report-Suppliers-Prices-Trends-and-Forecast-to-2030-IndexBox.html

[3] Auramarine Methanol Supply Units. Auramarine, Finland, May, 2023. Available from: https://www.auramarine.com/solutions-for-methanol-operation/

[4] The wärtsilä 32 methanol engine. Available from: https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/engines/Wartsila-32-Methanol-leaflet.pdf

УДК 62-242

ВПЛИВ ПОЗДОВЖНІХ РОЗРІЗІВ НА ВЛАСНІ КОЛИВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ

Ткач М. Р.
доктор технічних наук, професор
завідувач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
mykhaylo.tkach@gmail.com
Галинкін Ю. М.
кандидат технічних наук,
викладач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
yurii.galynkin@nuos.edu.ua

Монахов А. А.
аспірант кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
monachow88@gmail.com
Золотий Ю. Г.
завідувач лабораторії кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
goldspekl@ukr.net
Костріков О.А.
Студент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
ZefirkaKakao@gmail.com

Анотація. У роботі визначено форми власних коливань та відповідні їм частоти трубчатої деталі діаметром 105 мм, висотою 86 мм, товщина стінки 2,48 мм. Шляхом комп'ютерного моделювання встановлено ряд резонансних частот розробленої моделі та наведено деякі форми коливань. Проведено верифікацію спектру коливань шляхом порівняння власних частот розробленої моделі та експериментальних досліджень спрощених моделей. Отримано залежність впливу глибини прорізів на частоти власних коливань.

Ключові слова: власні коливання, частоти коливань, циліндрична деталь, комп'ютерне моделювання.

Серед трубчатих деталей часто використовуються продовжні прорізи, що безпосередньо впливає на жорсткість конструкції, а значить і на спектр коливань. Тому задачею цього дослідження є визначення впливу глибини прорізу на частоту виникнення форм власних коливань.

Дослідження проведено шляхом комп'ютерного моделювання у програмному комплексі SolidWorks, в якому реалізовано метод кінцевих елементів. Вкладка Simulation дозволяє, окрім лінійного статичного аналізу, виконати частотні дослідження [1]. При проведенні розрахунків частотного дослідження тіло, виведене зі стану спокою, починає коливатися на певних частотах, при власних чи резонансних коливаннях. При кожній своїй частоті тіло приймає певну форму, яка називається формою коливань. При частотному аналізі у SolidWorks, розраховуються власні частоти та асоційовані форми коливань [2].

У якості об'єкта досліджень розглянуто модель твердого тіла циліндричної форми діаметром 105 мм, висотою 86 мм, товщиною стінки 2,48 мм. Параметри моделі наступні: тип сітки – сітка на твердому тілі, використовуване розбиття – сітка на основі змішаної кривизни, точки Якобіана для сітки високої якості – 16 пікселів, максимальний розмір елемента 4,86389 мм, мінімальний розмір елемента4,86389 мм, якість сітки: висока, всього вузлів 16913, всього елементів 8096, максимальне співвідношення сторін 4,7645, відсоток елементів із співвідношенням сторін менше трьох 99,7 %, відсоток елементів із співвідношенням сторін більше десяти 0 %.

Моделювання проведено для моделей без розрізу, та моделей з чотирма розрізами вздовж осі, при цьому висота розрізу складала відповідно 0,25, 0,50 та 0,75 висоти (тобто 21,5 мм, 43,0 мм та 64,5 мм відповідно). Результати розрахунку зведено до таблиці 1, де m – кількість вузлових ліній вздовж твірної циліндра (паралельно осі обертання), n – кількість перпенди-кулярних до осі обертання циліндру вузлових ліній. У якості прикладу форми коливань для прорізів глибиною 43,0 мм висоти наведені на рис. 1.

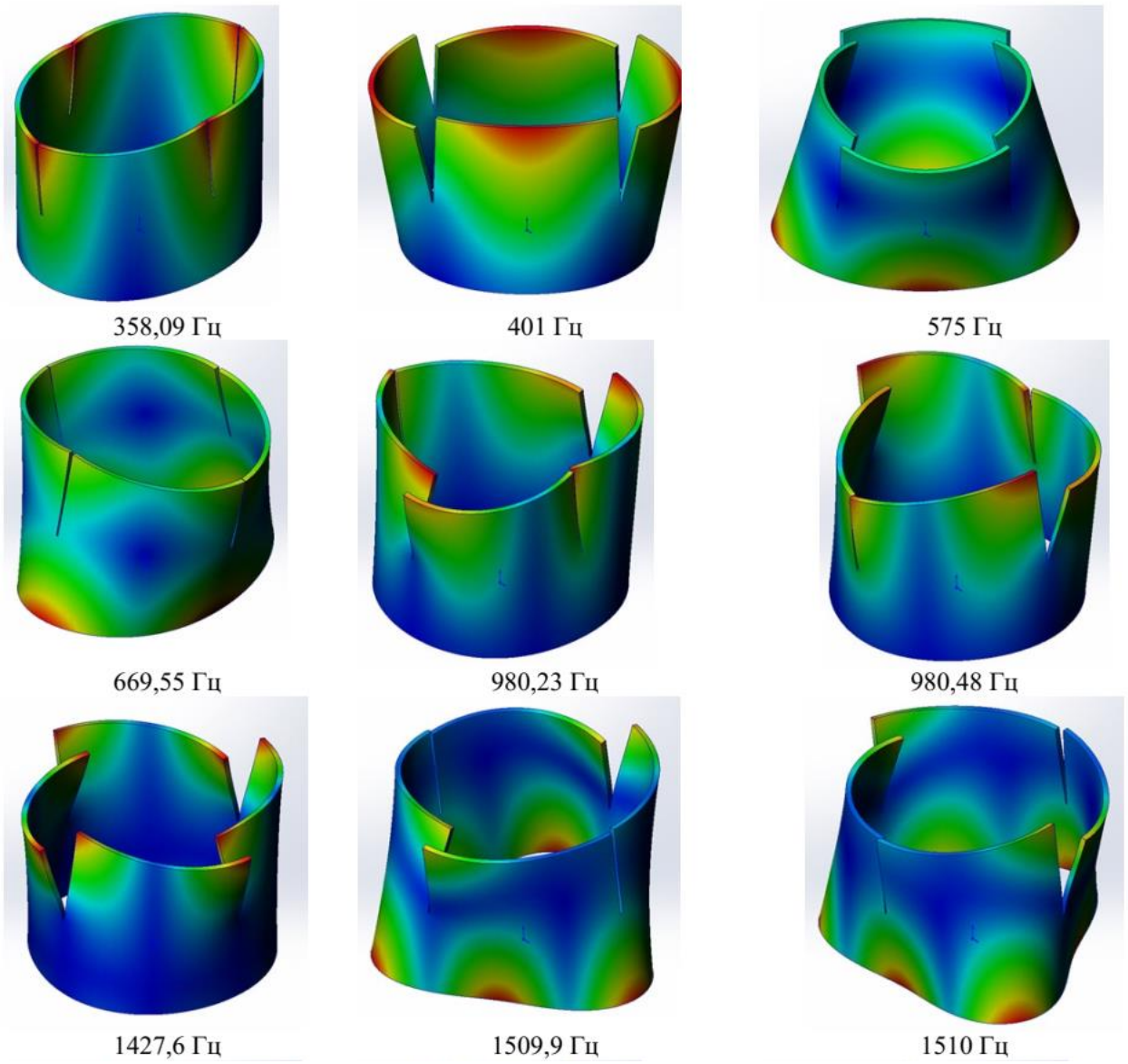


Рис. 1. Форми коливань, отримані шляхом моделювання

З отриманих даних видно, що для першої та другої форм частота власних коливань змінюється з 474 Гц до 279 Гц, для третьої – з 722 Гц до 641 Гц, рис. 2. Змінення частоти пояснюється зменшенням жорсткості циліндричної обичайки.

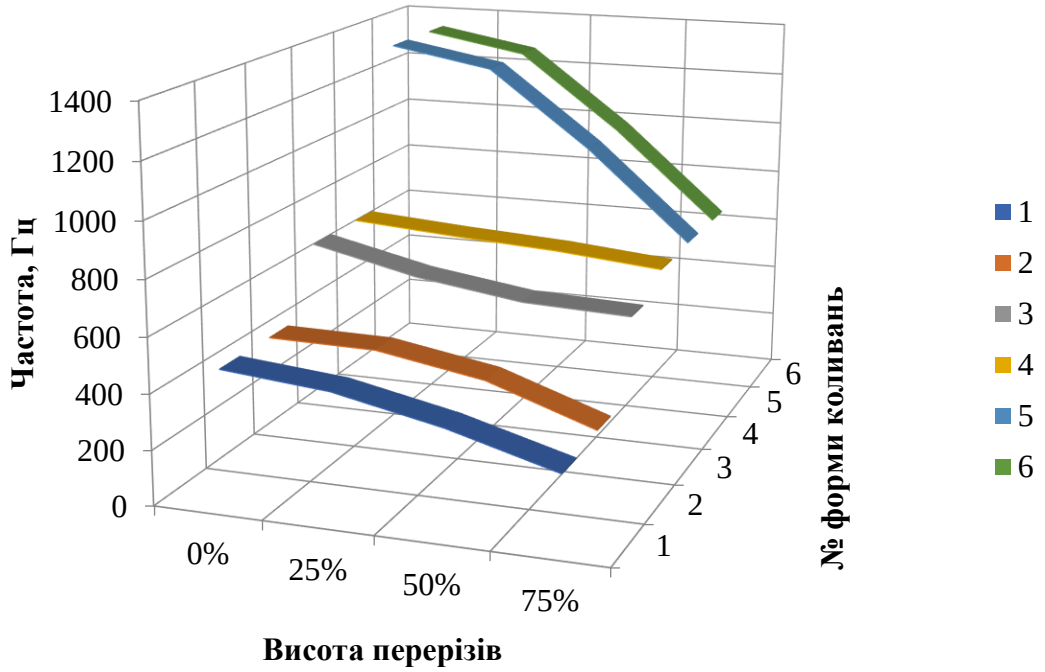


Рис. 2. Залежність форми коливань від власної частоти

Висновки

У діапазоні частот 100…1000 Гц виявлено 6 форм коливань експериментально та теоретично.

Встановлено вплив поздовжніх перерізів на частоту та форми коливань: для всіх форм частота виникнення зменшується на 200…780 Гц, при чому більші значення відповідають більшим значенням розрізу.

Теоретичні розрахунки верифіковано експериментальним методом спекл-інтерферометрії реального часу. Середньоквадратичне відхилення становить 2,8 %.

Література

[1] https://www.solidworks.com

[2] Tkach, M., Morhun, S., Zolotoy, Y., Zhuk, I. (2020), Modal analysis of the axial compressor blade: advanced time-dependent electronic interferometry and finite element method. Int. J. Turbo Jet-Eng. https://doi.org/10.1515/tjj-2020-0014

THE INFLUENCE OF CROSS-SECTIONS ON THE OWN VIBRATION OF CYLINDRICAL PARTS

Tkach Mykhailo, Yurii Halynkin, Andriy Monachov, Yuriy Zolotoy, Kostrikov Olexandr

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The form of natural oscillations and corresponding frequencies of a tubular part with a diameter of 105 mm, a height of 86 mm, and a wall thickness of 2.48 mm are determined in the paper. By means of computer simulation, a number of resonant frequencies of the developed model were established and some forms of oscillations were given. The vibration spectrum was verified by comparing the natural frequencies of the developed model and experimental studies of simplified

models. The dependence of the effect of the depth of the slots on the frequencies of natural oscillations was obtained.

Keywords: self-oscillation, oscillation frequencies, cylindrical part, computer simulation.

УДК 629.128:621.359.7

ВПЛИВ СОЛЕВМІСТУ ВОДИ ВОДОМАЗУТНОЇ ЕМУЛЬСІЇ НА ШВИДКІСТЬ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КОРОЗІЇ

Філіпщук О. М.
ст. викладач кафедри автоматики та електроустаткування
Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oleksandr.filipschuk@nuos.edu.ua
Шевцов А. П.
доктор технічних наук,
професор навчально-наукового центру морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
aootnet@ukr.net

Анотація: Представлено результати експериментальних і аналітичних досліджень високотемпературної корозії сталі 20 та сталі Х18Н10Т при спалюванні водомазутної емульсії при надлишках повітря до 1,5 з вмістом води W^r = 25…30 %. При використанні для приготування водомазутної емульсії водопровідної води із солевмістом до 490 мг/ дм^3 та дистиляту з солевмістом 50 мг/ дм^3. Показано, що при використанні водомазутної емульсії з солевмістом до 180 мг/ дм^3 швидкість високотемпературної корозії сталі 20 та сталі Х18Н10Т нижче припустимого значення 0,25 мм/рік.

Ключові слова: високотемпературна корозія, кінетика, натрійванадати, хлор, мазут, водомазутна емульсія, солевміст.

Вступна частина. У сучасній енергетиці у зв’язку з необхідністю використання все більш важких низькоякісних палив (зі складним складом мінеральної частини внаслідок більш глибокої переробки нафти) актуальними стають проблеми корозії та забруднення поверхонь нагрівання парових котлів, під впливом потоку продуктів згоряння.

При температурах поверхні металу $t_{ст}$ від 130 до 400 ^{0}С під шаром сухих сипких відкладень проходить газова корозія з низькою інтенсивністю, а при $t_{ст}$ вище 400 ^{0}С під розплавом забруднень, що складаються з відкладень попілу палива і продуктів корозії, спостерігається інтенсивна електрохімічна корозія – високотемпературна корозія (ВТК). Прискорювачами ВТК сталей є легкоплавкі комплексні сульфати, піросульфати лужних

металів, натрійванадати у рідкому паливі, та сполуки хлору. Тому при використанні рідких палив, водомазутних емульсій (ВМЕ) мінералогічний склад води, що використовується для їх приготування, впливає на вміст зазначених компонентів у відкладеннях попілу палива, а за певних умов на інтенсивність корозії.

Вирішення завдання зниження інтенсивності ВТК вплине на техніко-економічні показники котлів, ресурс роботи металу, а також на режим експлуатації і працездатність котлів в цілому. Однак проблемам інтенсивності ВТК при спалюванні ВМЕ на основі сірчистих мазутів не приділено достатньо уваги. В даний час опубліковано невелику кількість робіт, де представлено лише якісну оцінку інтенсивності цих процесів: збільшується період між очищеннями та ремонтами, візуальні спостереження вказують на зниження швидкості корозії та забруднення. Причому при розгляді цих проблем інтенсивність ВТК не пов'язується з такою важливою характеристикою, як фізико-хімічні властивості мінеральної частини палива та води, що застосовується для приготування ВМЕ.

Аналіз статистичних даних про вплив фізико-хімічних характеристик відкладень золи на поверхнях нагріву в котлах при спалюванні мазуту та інших палив на інтенсивність ВТК узагальнених у [1,с. 272; 2 с. 272] вказує, що слід розглядати два окремо діючі механізми високотемпературної корозії металу елементів котлів:

– ванадієвого – під впливом сполук ванадію;

– сульфатного – під впливом хлоридів, SO_2, O_2 і сульфатів (внаслідок перетворення Cl під впливом SO_2, SO_3 в газах і у відкладеннях), який на думку [1,с. 272; 2 с. 272] має більш істотне значення, ніж перший і повинен вплинути і на ванадієвий механізм. Відносно низька температура плавлення сполук ванадію з натрієм дуже впливає на забруднення і швидкість ВТК, так як з появою їх розплаву газова корозія перетворюється на інтенсивну електрохімічну корозію.

Так при спалюванні оремульсії (ВМЕ з $W^r = 25 \ldots 30$ %) внаслідок високої інтенсивності горіння, хімічній активності води емульсії при її кавітаційній обробці та мікровибухів її крапель, швидкості забруднення та корозії, наприклад, пароперегрівача [3, с. 6], суттєво знижуються, а періодичність між очищеннями збільшується у 2…3 рази. На думку [4, с. 368; 5, с. 395] під впливом V_2O_5 звільняється високоактивний атомний кисень, концентрація якого визначає швидкість корозії. Надалі швидкість ВТК визначається розчиненням оксидів заліза, хрому, молібдену та інших в рідкій фазі, ванадатів натрію чи V_2O_5, а за наявності Cl у паливі з участю сульфатів, що утворюються в розплаві під впливом SO_2.

На думку [1, с. 272] навіть невелика кількість лужних хлоридів у суміші з сульфатами значно підвищує інтенсивність ВТК котельних сталей.

Мета роботи. Отримання кількісних даних про вплив мінеральної частини води ВМЕ, температури поверхні металу $t_{ст}$ та надлишку повітря α при горінні на інтенсивність ВТК при використанні водопровідної води та дистиляту.

Основна частина. Порівняння інтенсивності корозії при спалюванні мазуту та ВМЕ, приготовленої з використанням води з різним складом мінеральної частини, можливе лише шляхом проведення експериментальних досліджень [6, с. 12; 7, с. 6; 8, с. 6]. На експериментальній установці були проведені серії дослідів при спалюванні мазуту М40 (S^r = 1,8 %; A^r = 0,098 %) при різних надлишках повітря (1,01; 1,025; 1,05), а також водомазутних емульсій ВМЕ з водомісткістю $W^r = 25 \ldots 30$ % при α =1,5.

При плануванні і проведенні експериментальних досліджень з метою зменшення серії дослідів та врахування різних впливів враховувалося:

- постійна тривалість дослідів = 100 годин, що забезпечувала необхідну при дослідженнях корозійних процесів точність (на рівні 10 %) та постійна величина коефіцієнта надлишку повітря α (1,01; 1,025; 1,05 і 1,5) при спалюванні кожного виду палив;
- підтримувалися постійними на вході експериментальної ділянки: температура газів на рівні ~1000 ^{0}C та швидкість потоку газів на рівні 8 м/с, що полегшувало оцінювати на швидкість ВТК температури поверхні металу труб $t_{ст}$ та коефіцієнта надлишку повітря при горінні рідкого палива та ВМЕ;
- для оцінки впливу якості води (її солевмісту), що використовується на підготовку ВМЕ (передусім за вмістом хлоридів у воді), на інтенсивність корозії порівняльні дослідження швидкості ВТК проводилися при спалюванні стандартних мазутів (W^r = 2,0 %) та ВМЕ (W^r = 25…30 %), приготовлених з водою різної якості – дистиляту (солевміст 50 мг/ дм^3) і відстояної водопровідної води (солевміст після хлорування 1482 мг/ дм^3, жорсткість 14,9 мг·екв/ дм^3, pH = 7,69) на основі цих мазутів;

Отримані в результаті проведених дослідів рівняння кінетики високотемпературної корозії надають можливість прогнозувати швидкість корозії сталі 20 і 1Х18Н10Т, які знаходяться на протилежних сторонах температурного діапазону застосування металу в суднових допоміжних котлах по значенням $t_{ст}$, на більш тривалий час (при спалюванні мазуту періодичність очистки – 1000 годин, при спалюванні водомазутної емульсії – 3000 годин).

Аналіз результатів експериментальних досліджень і зіставлення з даними інших авторів дозволяють зробити наступні висновки [6, с. 12; 7, с. 6; 8 с. 6;].

Висновки. 1. Додавання хлоридів з водою вище за певну кількість до натрійванадатів мазуту при використанні ВМЕ призводить до інтенсифікації ВТК.

2. При температурах стінки на початок розм’якшення забруднень швидкість ВТК при спалюванні ВМЕ нижча, ніж спалювання мазуту, так:

– при спалюванні водомазутної емульсії з солевмістом $S_{вме}$ = 17,0 мг/дм^3 швидкість високотемпературної корозії сталі 20 знаходиться на рівні 0,23 мм/рік при $t_{ст}$ = 500 °С (допустимий рівень швидкості корозії ~0,3 мм/рік), що в 3 рази менше в порівнянні з високотемпературною корозією при спалюванні водомазутної емульсії з солевмістом $S_{вме}$ = 490 мг/дм^3 і в 1,7 рази нижче швидкості високотемпературної корозії при спалюванні мазуту М40;

– при спалюванні водомазутної емульсії з солевмістом $S_{вме}$ = 17,0 мг/дм^3 швидкість високотемпературної корозії сталі 1Х18Н10Т при $t_{ст}$ = 600°С дорівнює 0,22 мм/рік при допустимому значенні ~ 0,3 мм/рік, що в 1,6 рази менше в порівнянні з високотемпературної корозії при спалюванні водомазутної емульсії з солевмістом $S_{вме}$ = 490 мг/дм^3 і в 1,25 рази нижче швидкості високотемпературної корозії при спалюванні мазуту М40;

– при температурах стінки, при яких спостерігається розплавлення забруднень на поверхнях нагріву, зі збільшенням вмісту хлору, привнесеного з водою ВМЕ, швидкість ВТК при солевмісті ВМЕ на рівні 490 мг/дм^3 істотно вища порівняно з режимом спалювання мазуту і особливо ВМЕ із солевмістом 17,0 мг/дм^3, для якої використаний дистилят із солевмістом 50 мг/дм^3;

– при збільшенні солевмісту води від 50 до 1482 мг/дм^3, що використовувалась для приготування водомазутної емульсії з водовмістом на рівні 25…30 %, що забезпечувало

солевміст водомазутної емульсії на рівні ~17…490 мг/дм^3, швидкість високотемпературної корозії зростає: для сталі 20 в 2,65 рази, а для сталі 1Х18Н12Т – в 1,6 рази;

– при вмісті хлоридів вище 300 мг/дм^3 швидкість високотемпературної корозії різко зростає: при постійній температурі стінки $t_{ст}$ = 510 ^{0}С для вуглецевої сталі 20 – в 2,0 рази; при постійній температурі стінки $t_{ст}$ = 615 ^{0}С для аустенітної сталі 1Х18Н10Т – в 1,4 рази.

3. Результати проведених досліджень ВТК планується розглядати як основу для визначення допустимого солевмісту води, що застосовується для приготування ВМЕ;

– в стаціонарній енергетиці на АТ «Херсонська ТЕЦ» при використанні водопаливних емульсій на основі мазуту М100 з водовмістом 20…30 % в котлах типу ЦКТІ-75-39Ф та БКЗ-160-100Ф;

– ТОВ «Група компаній «Теплотехніка»» при проектуванні котельних установок для систем теплопостачання.

Література

[1]. Отс, А.А. Коррозия и износ поверхностей нагрева котлов [Текст] / А.А. Отс. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 272 с.

[2]. Магадеев, В.Ш. Коррозия газового тракта котельных установок [Текст] / В.Ш. Магадеев. – М.: Энергоиздат, 1986. – 272 с.

[3]. Синайский Н.А. Использование метода тяжелой кавитации для сжигания мазута и орэмульсии [Текст] / Н.А. Синайский, Т.А. Гошей // Теплоэнергетика, – 2003, № 5. – С. 76–81.

[4]. Внуков, А.К. Надежность и экономичность котлов для газа и мазута [Текст] / А.К. Внуков. – М. – Л.: Энергия, 1966. – 368 с.

[5]. Геллер, З.И. Мазут как топливо [Текст] / З.И. Геллер. – М.: Недра, 1965. – 495 с.

[6]. Филипщук А.Н. Высокотемпературная коррозия при сжигании водомазутной эмульсии // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2016. Херсон: Видавництво ХДМА. № 1 (14). С. 269–281.

[7]. Кинетика высокотемпературной коррозии сталей при сжигании хлорсодержащих топлив / А.Н.Филипщук // ″Збірник наукових праць НУК″. – Миколаїв: НУК, – 2016. – № 4 (466). – С. 47–52.

[8]. Филипщук А.Н., Колбасенко О.В., Шевцов А.П., Димо Б.В. Технология повышения технико-экономической и экологической эффективности котельных установок физико-химической коррекцией состава водотопливных эмульсий PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE. 2021. Кишинёв: Институт энергетики Академии наук Молдовы. № 3 (51). С. 62–77. https://doi.org/10.52254/1857-0070.2021.3-51.06.

INFLUSTION OF SALT MIST WITH WATER AND OIL EMULSION FOR THE RESISTANCE OF HIGH TEMPERATURE COROSIS

Filipshchuk O. M.

Kherson Scientific Research Institute of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Shevtsov A.P.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding Mykolaiv, Ukraine

Abstract: The results of experimental and analytical studies of high-temperature corrosion of steel 20 and steel X18H10T during combustion of water-oil emulsion with an excess of air up to 1,5 with a water content of W^r = 25…30 % are presented. When using tap water with a salinity of up to 490 mg/ dm^3 and distillate with a salinity of 50 mg/ dm^3 to prepare a water-fuel emulsion. It is shown that when using a water-oil emulsion with a salt content of up to 180 mg/dm^3, the rate of high-temperature corrosion of steel 20 and steel X18H10T is below the permissible value of 0,25 mm/year.

Key words: high-temperature corrosion, kinetics, sodium vanadate, chlorine, fuel oil, water-fuel emulsion, salt bridge.

УДК 65.9

НОВІ ВИДИ ПАЛИВА ДЛЯ СЕУ

Демченко О. С.
студент
Спеціальність:271 Морський та внутрішній водний транспорт
Освітня програма: 271.02 Управління судновими технічними системами і комплексами
takov.conhtc@gmail.com
Науковий керівник – **Кісєтов Ю. В.**
канд. техн. наук, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна
kisetov499@ukr.net

Анотація. Розглянуто питання використання альтернативних видів палива для судноплавства в довгостроковій перспективі. Розглядаються: скраплений природний газ (СПГ); аміак; водень; зріджені вуглеводневі гази (ЗВГ); метанол; електрика.

Ключові слова: види палива; забруднення навколишнього середовища; скраплений природний газ (СПГ); аміак; водень; зріджені вуглеводневі гази (ЗВГ); метанол; електрика.

Екологічна ситуація в світі неухильно погіршується, і вона примушує по-новому оцінювати напрями і перспективи розвитку СЕУ, енергетичні схеми, що застосовуються в суднових установках, і режими їх експлуатації.

Морський транспорт викидає близько 940 млн. т вуглекислого газу (CO_2) на рік – близько 2,5 % річного загальносвітового обсягу викидів парникових газів і, згідно з галузевими оцінками, до 2050 р. ці викиди зростуть на 50–250 відсотків, якщо не буде вжито заходів. Флот з нульовим рівнем викидів є комерційно життєздатним лише в тому випадку, якщо джерела енергії з нульовим рівнем викидів можуть конкурувати з традиційними видами палива. Необхідна нова політика, що регулює та стимулює судновласників, операторів та постачальників палива у напрямі, що стимулює інвестиції у нові види палива та технології для забезпечення флоту з нульовим рівнем викидів [1–4].

З метою обмеження викидів держави – члени Міжнародної морської організації (ІМО), спеціалізованої організації ООН, що відповідає за регулювання у судноплавній галузі, ухвалили початкову стратегію щодо скорочення викидів парникових газів (рис. 1) [5].

Рис. 1. Основні етапи на шляху до морських перевезень з нульовим рівнем викидів

Використання палив зі зниженим вуглецевим слідом при його виробництві та використанні є ключовим напрямом для зниження викидів парникових газів при судноплавстві. Як альтернативне паливо для судноплавства в довгостроковій перспективі розглядаються: скраплений природний газ (СПГ); аміак; водень; зріджені вуглеводневі гази (ЗВГ); метанол; електрика.

Для проектів, що охоплюють виробництво палива, більшість зосереджена на зеленому водні (який виробляється з використанням відновлюваної енергії для розщеплення води на водень і кисень за допомогою електролізу). Проекти, які мають прямий зв'язок з воднем, склали більшість визначених проектів з виробництва палива. Характеристики альтернативних мазуту палив з низьким вмістом сірки (LSFO) впливають на конструкцію судна, зокрема – на розмір паливних цистерн, а отже, на обсяг вантажів, що перевозяться, і на вартість самого судна. Так, наприклад, через низьку об'ємну щільність енергії водню, щоб забезпечити паливом судно, паливні цистерни повинні бути в 2,5 рази більших паливних цистерн, ніж для заправки LSFO на одиницю енергії.

Для використання СПГ або ЗВГ цистерни повинні бути майже вдвічі більшими; аміак вимагає в 3,6 рази більший обсяг паливних цистерн, ніж LSFO, через його нижчу теплотворну здатність, тоді як для заправки зрідженим воднем потрібно обсяг паливних цистерн в 4,6 рази більший ніж для LSFO, оскільки його теплотворна здатність нижче LSFO більш, ніж у 10 разів. Ця особливість вимагає або технічних або операційних змін [2–4, 6, 7].

При цьому переваги низьковуглецевого палива при їх використанні судами очевидні. Так, використання аміаку дозволять знизити викиди майже на 95 % порівняно з LSFO (невеликий внесок у викиди CO_2 пов'язаний із системою упорскування олії), а водню – на 100 %; серед вуглеводневих палив СПГ демонструє найкращі результати та дозволяє знизити емісію CO2 на75 %. Якщо не вживаються дії щодо декарбонізації виробництва альтернативних LSFO палив, то СПГ є найбільш прийнятним паливом. Інші сірі палива значно перевищують викиди CO_2 як від СПГ, і від LSFO. При використанні блакитного палива, найкращою альтернативою з точки зору викидів CO_2 є блакитний водень, викиди від його використання майже в 3,8 рази нижчі, ніж при використанні LSFO. За ним слідує аміак, викиди від його використання нижче в 2 рази. Викиди від блакитного метанолу у 1,3 рази нижчі. У разі

використання зеленого палива, LSFO програє всім альтернативам у вигляді аміаку, метанолу та водню.

Разом з тим, економіка значно обмежує розвиток альтернативних палив (рис. 2). Так, за даними Det Norske Veritas (DNV), вартість СПГ знаходиться в діапазоні від 50 до 190 дол./МВт. Вартість сірого водню становитиме від 70 до 450 дол./МВт, зеленого (найдорожче паливо на даний момент) – від 120 до 600 дол./МВт., а вартість аміаку коливатиметься в діапазоні від 70 до 250 дол./МВт для сірого та від 150 до 380 дол./МВт – для зеленого. Для порівняння: вартість для нафто-заснованого палива ЗВГ та LSFO знаходиться в діапазоні від 30 до 100 дол./МВт. Вартість будівництва бункерувальної інфраструктури для мазуту також дешевша, ніж для більшості альтернативних палив.

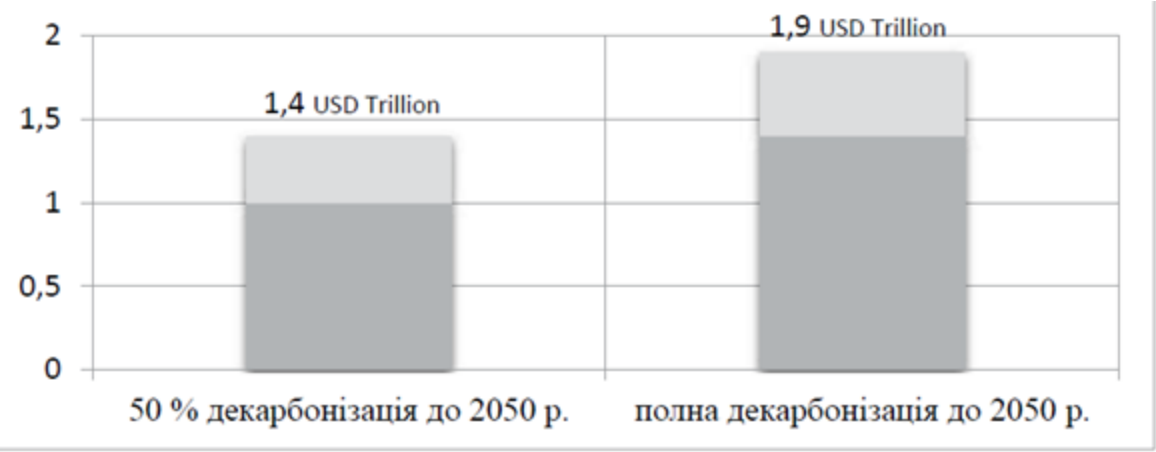


Рис. 2 Загальний обсяг інвестицій, необхідних для досягнення цілей декарбонізації ІМО до 2050 р.

При визначенні перспективних альтернативних палив для водного транспорту для умов України розглянуто і враховано наступні аспекти: рівень розвитку технології та її складність; сумісність з існуючими двигунами, паливною системою суден та інфраструктурою бункерування; наявність/доступність сировинної та ресурсної бази; об'ємний енерговміст, стандартизація, ціна, скорочення викидів парникових газів протягом життєвого циклу палива (енергоносія). За результатами порівняльного аналізу та оцінки, найбільш перспективними для водного транспорту України вбачаються наступні альтернативні палива: біометан, який може використовуватися у стисненому або скрапленому вигляді; біодизель (FAME) та гідроочищена рослинна олія (HVO); скраплений природний газ, а також застосування електричних силових установок з акумуляторними батареями. Розвиток кожного з цих напрямків потребує подальшого вивчення із проведенням науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт.

Морський транспорт стикається з посилення вимог декарбонізації і роботи на більш стійкій основі. У судноплавстві очікуються зміни паливного балансу, використання нових технологій та конструкцій суден, альтернативні види палива та нові методи роботи для скорочення викидів вуглецю та екологічного сліду.

Література

1. Zero-emission operations in offshore construction market – [Electronic resource] – Access mode: https://ulstein.com/news/2019/zero-emission-operations-in-offshore-construction-market.

2. Elektra project to build zero-emissions canal pusher boat in Germany. Fuel Cells Bulletin. Volume 2019, Issue 9, September 2019, Pages 5–6. DOI.10.1016/S1464-2859 (19)30366-9.

3. Кирилова О.В., Кирилова В.Ю. Декарбонізація морської галузі: глобальні ініціативи і локальні дії. Матеріали III Міжнародної науково-практичної морської конференції кафедри СЕУ і ТЕ Одеського національного морського університету MPP&O-2021. Квітень 2021. Одеса, Україна. с. 522–524

4. Global Maritime Forum. Getting to Zero Coalition. URL: https://www. globalmaritimeforum.org/getting-tozero-coalition (дата звернення 18.07.22).

5. [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: https://enginering.livejournal.com/ RESOLUTION MEPC.304 (72) (adopted on 13 April 2018) INITIAL IMO STRATEGY ON REDUCTIONOF GHG EMISSIONS FROM SHIPS. – IMO. – London. – 2018. – 13 p.

6. Progress towards biofuels for marine shipping. Status and identification of barriers for utilization of advanced biofuels in the marine sector. IEA Bioenergy: Task 39, 2021. https://bit.ly/3bKIoHx

7. Martin Cames, Nora Wissner, Jürgen Sutter. Ammonia as a marine fuel. Risks and perspectives. Oko-Institut e.V., 2021. https://en.nabu.de/imperia/md/content/nabude/ verkehr/210622-nabu-study-ammonia-marine-fuel. 7746.html

NEW TYPES OF FUEL FOR SEU

Demshenko O.

Student, Specialty: 271 Sea and inland water transport,

Educational program: 271.02 Management of ship technical systems and complexes

takov.conhtc@gmail.com

Kisietov J.

Ph.D. technical of Sciences, associate professor of the department of operation of ship power plants and thermal power engineering

National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

kisetov499@ukr.net

Abstract. *The issue of using alternative types of fuel for shipping in the long term is considered. Considered: liquefied natural gas (LNG); ammonia; hydrogen; liquefied hydrocarbon gases (liquefied hydrocarbon gases); methanol; electricity.*

Keywords*: types of fuel; environmental pollution; liquefied natural gas (LNG); ammonia; hydrogen; liquefied hydrocarbon gases (liquefied hydrocarbon gases); methanol; electricity.*

УДК 629.5

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ІНТЕГРАЦІЇ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ В СУДНОБУДУВАННІ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ

Шалапко Д.О.
к.т.н., доцент,
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна
ORCID: 0000-0002-4311-3908
Кухаренко О.О., Ульянов В.
магістранти
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

Анотація. Інноваційні підходи до інтеграції двигунів внутрішнього згоряння в суднобудуванні спрямовані на підвищення ефективності та зниження впливу на навколишнє середовище. Використання нових матеріалів, таких як легкі сплави та композити, дозволяє зменшити вагу двигунів і знизити витрати палива. Сучасні технології прямого впорскування палива та вдосконалення систем згоряння сприяють зменшенню викидів шкідливих речовин. Також розглядається можливість впровадження біопалива та водневих технологій для зниження вуглецевого сліду. Це сприяє досягненню високих стандартів екологічності та енергоефективності в сучасному суднобудуванні.

Ключові слова: двигуни внутрішнього згоряння, суднобудування, ефективність.

Огляд проблематики та сучасних розробок.

Сучасне суднобудування стикається з важливими викликами, пов’язаними із використанням двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Основними проблемами є високе споживання палива, значні викиди шкідливих речовин і необхідність дотримання все більш суворих екологічних стандартів. Згідно з даними Міжнародної морської організації (IMO), морський транспорт відповідальний за близько 3 % глобальних викидів CO_2. Це стимулює розробку нових технологій, спрямованих на підвищення ефективності ДВЗ і зниження їхнього впливу на довкілля.

У відповідь на ці виклики, інженери та науковці активно працюють над створенням удосконалених конструкцій двигунів, які забезпечують краще згоряння палива та знижують тертя між рухомими частинами. Крім того, ведуться дослідження з використання альтернативних видів палива, таких як біопаливо та водень, що потенційно можуть суттєво зменшити викиди шкідливих речовин.

Пропозиції вдосконалення та викладення основного матеріалу

Застосування легких сплавів, таких як алюмінієві та магнієві, у конструкції двигунів внутрішнього згоряння є одним із ключових напрямків підвищення їх ефективності. Легкі сплави дозволяють значно зменшити загальну вагу двигуна, що безпосередньо впливає на зниження споживання палива та підвищення продуктивності судна. Алюмінієві сплави

відзначаються високою корозійною стійкістю та гарною теплопровідністю, що сприяє ефективному відведенню тепла від робочих частин двигуна. Це, в свою чергу, зменшує ризик перегріву та подовжує термін експлуатації обладнання. Магнієві сплави, будучи ще легшими за алюмінієві, також мають високу міцність, проте потребують додаткового захисту від корозії та впливу високих температур. Використання цих сплавів у виробництві блоків циліндрів, поршнів та інших критичних компонентів двигуна дозволяє не лише знизити вагу, але й покращити динамічні характеристики судна, збільшити його вантажопідйомність та маневреність. Додатково, зменшення маси двигуна сприяє зниженню навантаження на конструкцію судна та його паливну систему, що позитивно впливає на загальну ефективність експлуатації.

Застосування композитних матеріалів. Композитні матеріали, що складаються з комбінації двох або більше компонентів з різними властивостями, відкривають нові можливості для вдосконалення ДВЗ. Завдяки високій міцності при малій вазі, композити можуть бути використані для виготовлення різноманітних деталей двигуна, таких як клапани, шатуни та інші елементи, що піддаються значним механічним навантаженням. Однією з головних переваг композитів є їхня висока стійкість до корозії та зносу, що особливо важливо в умовах експлуатації морських суден, де деталі постійно контактують з агресивним середовищем. Крім того, композити мають відмінні термічні властивості, що дозволяє зменшити теплові втрати та покращити ефективність згоряння палива.

Сучасні технології виробництва композитних матеріалів дозволяють створювати деталі зі складною геометрією та точними розмірами, що сприяє оптимізації конструкції двигуна та підвищенню його надійності. Впровадження композитів також може знизити витрати на обслуговування та ремонт, оскільки такі матеріали менш схильні до пошкоджень і мають довший термін служби.

Використання керамічних покриттів.

Керамічні покриття на робочих поверхнях компонентів ДВЗ, таких як поршні, клапани та циліндри, є ефективним засобом підвищення їх продуктивності та довговічності. Кераміка відзначається високою твердості та термостійкістю, що дозволяє зменшити тертя між деталями та підвищити робочу температуру згоряння палива.

Зменшення тертя призводить до зниження механічних втрат енергії, що безпосередньо впливає на підвищення ККД двигуна та зниження споживання палива. Підвищення температури згоряння сприяє більш повному та ефективному згорянню палива, що, в свою чергу, зменшує викиди шкідливих речовин та підвищує потужність двигуна.

Додатковою перевагою керамічних покриттів є їхня стійкість до корозії та хімічних впливів, що подовжує термін служби компонентів двигуна та знижує частоту необхідних ремонтів. Сучасні методи нанесення керамічних покриттів, такі як плазмове напилення, дозволяють отримувати рівномірні та міцні шари, що забезпечують стабільну роботу двигуна в різних умовах експлуатації.

Вдосконалення паливних систем

Впровадження систем прямого впорскування палива (Direct Injection) у ДВЗ є одним із ключових напрямків підвищення їх ефективності та екологічності. У таких системах паливо подається безпосередньо в камеру згоряння під високим тиском, що забезпечує точне дозування та оптимальне розпилення палива.

Точне дозування палива дозволяє досягти більш стехіометричного співвідношення повітря та палива, що сприяє повнішому згорянню та зниженню викидів незгорілих вуглеводнів і оксидів азоту (NOx). Крім того, оптимальне розпилення палива забезпечує рівномірний розподіл суміші в камері згоряння, що підвищує потужність двигуна та зменшує споживання палива.

Системи прямого впорскування також дозволяють ефективніше керувати процесом згоряння за допомогою електронних блоків управління (ECU), які можуть миттєво адаптувати параметри впорскування залежно від режиму роботи двигуна та зовнішніх умов. Це забезпечує оптимальну роботу двигуна в широкому діапазоні навантажень та швидкостей, зменшуючи витрати палива та викиди шкідливих речовин.

Сучасні форсунки та паливні насоси високого тиску є невід'ємною частиною вдосконалених паливних систем. Новітні розробки в цій сфері дозволяють досягати тиску впорскування до 2500 бар і більше, що забезпечує ще дрібніше розпилення палива та кращу сумішоутворюючу здатність. Високотехнологічні форсунки оснащені прецизійними клапанами та багатоступеневими отворами, які дозволяють варіювати форму та напрямок паливного струменя. Це дає можливість оптимізувати процес згоряння в різних режимах роботи двигуна, підвищуючи його ефективність та знижуючи викиди.

Паливні насоси нового покоління відзначаються високою надійністю та точністю роботи, забезпечуючи стабільний тиск та об'єм подачі палива навіть при високих навантаженнях. Використання таких компонентів у поєднанні з системами електронного управління дозволяє створювати адаптивні паливні системи, які реагують на зміни умов експлуатації в режимі реального часу.

Для додаткового зниження викидів шкідливих речовин у ДВЗ можуть бути впроваджені системи рециркуляції відпрацьованих газів (EGR). Ці системи повертають частину відпрацьованих газів назад у камеру згоряння, знижуючи температуру згоряння та концентрацію оксидів азоту в вихлопних газах.

Сучасні системи EGR оснащені електронним управлінням, що дозволяє точно регулювати об'єм рециркульованих газів залежно від режиму роботи двигуна. Поєднання EGR з прямим впорскуванням палива та високотехнологічними форсунками дозволяє досягти значного зниження викидів без втрати потужності та ефективності двигуна.

Впровадження таких комплексних рішень у паливних системах ДВЗ сприяє дотриманню суворих екологічних стандартів та забезпечує конкурентоспроможність морського транспорту на світовому ринку.

Використання альтернативних видів палива

Біопаливо як екологічно чиста альтернатива

Біопаливо, отримане з відновлюваних біологічних ресурсів, таких як рослинні олії, сільськогосподарські відходи та водорості, є перспективним альтернативним джерелом енергії для ДВЗ. Використання біопалива дозволяє суттєво знизити викиди парникових газів, оскільки під час його згоряння виділяється CO_2, який раніше був поглинутий рослинами з атмосфери.

Біодизель, один із найпоширеніших видів біопалива, може використовуватися в існуючих дизельних двигунах з мінімальними модифікаціями або взагалі без них. Він має хороші змащувальні властивості, що зменшує знос компонентів паливної системи та

продовжує термін їх служби. Крім того, біодизель характеризується вищою температурою займання, що підвищує безпеку його використання.

Проте впровадження біопалива має й певні виклики. Наприклад, його виробництво може конкурувати з харчовою промисловістю за сировину та земельні ресурси. Для подолання цього, науковці розробляють технології виробництва біопалива з нехарчових джерел, таких як лігноцелюлозні відходи та мікроводорості, що дозволяє знизити екологічний та соціальний вплив виробництва.

Використання водню в гібридних системах

Водень вважається одним із найперспективніших видів палива майбутнього завдяки його високій енергетичній щільності та відсутності шкідливих викидів при згорянні. Використання водню у гібридних системах разом із традиційним дизельним паливом дозволяє значно підвищити ефективність ДВЗ та зменшити викиди CO_2, NOx та інших шкідливих речовин.

У гібридних воднево-дизельних двигунах водень подається в камеру згоряння разом із дизельним паливом, забезпечуючи більш чисте та повне згоряння суміші. Це призводить до підвищення теплової ефективності двигуна та зниження споживання дизельного палива. Додатковою перевагою є зменшення утворення сажі та інших твердих частинок у вихлопних газах.

Основними викликами впровадження водню як палива є його зберігання та транспортування. Водень має низьку густину, тому потребує високого тиску або низьких температур для ефективного зберігання, що ускладнює конструкцію паливних систем та підвищує вартість обладнання. Проте, розвиток технологій зберігання водню в твердих носіях та виробництва водню безпосередньо на борту судна, наприклад, шляхом електролізу морської води, може вирішити ці проблеми в майбутньому.

Інші альтернативні джерела енергії

Окрім біопалива та водню, досліджуються й інші альтернативні джерела енергії для ДВЗ, такі як зріджений природний газ (ЗПГ), метанол та аміак. ЗПГ, наприклад, вже активно використовується в судноплавстві завдяки його високій енергетичній щільності та низьких викидах шкідливих речовин. Метанол та аміак також розглядаються як перспективні палива завдяки їхній доступності та відносно простому зберіганню.

Впровадження цих альтернативних палив потребує адаптації конструкції двигунів та паливних систем, а також розвитку відповідної інфраструктури для виробництва, зберігання та постачання палива. Проте, з огляду на посилення екологічних вимог та необхідність зниження викидів парникових газів, ці рішення можуть стати ключовими для майбутнього суднобудування та морського транспорту.

Рекомендації по впровадженню

Для успішного впровадження запропонованих інновацій необхідно провести ряд досліджень та тестувань на практиці. По-перше, варто розробити прототипи нових двигунів із використанням сучасних матеріалів та паливних систем, після чого провести їх випробування в лабораторних умовах. По-друге, потрібно здійснити пілотні проекти на реальних суднах, щоб оцінити ефективність та надійність нових рішень у реальних умовах експлуатації.

Важливим етапом є також підготовка спеціалістів, які будуть здатні працювати з новими технологіями. Для цього необхідно організувати навчальні програми та тренінги, що дозволять суднобудівникам та судновласникам освоїти нові підходи до інтеграції ДВЗ.

Висновок

Інтеграція інноваційних підходів до використання двигунів внутрішнього згоряння у суднобудуванні є важливим кроком на шляху до підвищення ефективності та зниження екологічного впливу морського транспорту. Використання нових матеріалів, вдосконалених паливних систем та альтернативних видів палива відкриває значні перспективи для розвитку галузі. Успішна реалізація запропонованих рішень потребує ретельного планування, проведення тестувань та підготовки кадрів, але потенційний результат вартий зусиль: більш екологічні та економічно вигідні судна майбутнього.

Література

[1]. Tkach M.R., Tymoshevskyy B.G., Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86. DOI 10.15589/SMI. 2018.01.12

[2]. Шалапко Д.О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технлологія. 2018. № 6 (150). С. 44 – 51. doi: 10.32620/aktt.2018.6.07

[3]. Шалапко Д.О. Перспективні способи підвищення ефективності експлуатації суднових енергетичних установок: навчальний посібник / Д. О. Шалапко, М. А. Пирисунько, А. А. Андрєєв. – Миколаїв: Іліон, 2023. – 298 с.

[4]. Shalapko, D. (2023). Optical-graphic studies of hydrogen additives' effects on diesel fuel atomization parameters. *Transport Problems*, *18* (4), 135–146. https://doi.org/10.20858/tp.2023. 18.4.11

INNOVATIVE APPROACHES TO THE INTEGRATION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES IN SHIPBUILDING: EFFICIENCY AND ECOLOGICAL SUSTAINABILITY

Denys Shalapko

Ph.D., Associate Professor of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Olexandr Kukharenko

Master's Student.

Vitaly Ulyanov

Master's Student.

Abstract: Innovative approaches to the integration of internal combustion engines in shipbuilding are aimed at enhancing efficiency and reducing environmental impact. The use of new materials, such as lightweight alloys and composites, allows for a reduction in engine weight and fuel consumption. Modern fuel injection technologies and improvements in combustion systems contribute to decreased emissions of harmful substances. The potential for incorporating biofuels and hydrogen technologies to reduce the carbon footprint is also considered. These advancements support

the achievement of high standards of environmental sustainability and energy efficiency in contemporary shipbuilding.

Keywords: internal combustion engines, shipbuilding, efficiency.

УДК 629.5

ВПЛИВ ГІБРИДНИХ І ЕЛЕКТРИЧНИХ СУДЕН НА МАЙБУТНЄ МОРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Шалапко Д.О.
к.т.н., доцент,
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна
ORCID: 0000-0002-4311-3908
Кухаренко О.О.
магістрант
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

Анотація. Гібридні та електричні судна стають важливим фактором у трансформації морських перевезень, забезпечуючи значне зниження викидів шкідливих речовин і підвищення енергоефективності. Впровадження цих технологій дозволяє зменшити залежність від викопних видів палива, сприяючи розвитку стійкої морської логістики. Однак для успішного поширення гібридних та електричних суден необхідні значні інвестиції в дослідження, розвиток інфраструктури, а також створення міжнародних стандартів і нормативів. Це сприятиме підвищенню конкурентоспроможності та екологічності світової судноплавної галузі.

Ключові слова: *суднова енергетична установка, гібридна установка, морські перевезення.*

Огляд проблематики та сучасних розробок

Зростаючий тиск з боку екологічних регуляцій, збільшення витрат на паливо та потреба в підвищенні енергоефективності стимулюють морську галузь шукати інноваційні рішення. Гібридні та електричні судна стають центральною темою в обговореннях майбутнього морських перевезень. Ці судна поєднують у собі використання традиційних двигунів внутрішнього згоряння з електричними двигунами або повністю покладаються на електричну енергію, що дозволяє значно знизити викиди парникових газів і зменшити залежність від викопного палива.

Сучасні розробки включають створення гібридних суден, які використовують акумуляторні батареї для забезпечення електроенергією під час маневрування в портах або на коротких маршрутах, а також судна з повністю електричними силовими установками, які отримують енергію від великих акумуляторів або паливних елементів на основі водню.

Пропозиції вдосконалення та викладення основного матеріалу

Розвиток технологій гібридних суден

Гібридні судна, що поєднують двигуни внутрішнього згоряння з електричними двигунами, дозволяють оптимізувати енергоспоживання, особливо під час операцій у портах або на малих відстанях, де часті зупинки і зміни швидкості є звичним явищем. Електричні двигуни можуть використовуватися як основне джерело руху під час заходу в порт, що значно знижує викиди шкідливих речовин у міських зонах. Важливим аспектом вдосконалення гібридних суден є розвиток акумуляторних технологій. Літій-іонні батареї на сьогодні є основним джерелом живлення для таких суден, але дослідження в області твердотільних акумуляторів можуть надати нові можливості для збільшення енергетичної щільності та безпеки цих систем. Окрім цього, інтеграція систем рекуперації енергії, наприклад, від теплових процесів або руху судна, може додатково підвищити ефективність використання енергії.

Повністю електричні судна

Перехід до повністю електричних суден є наступним кроком у розвитку екологічно чистих морських перевезень. Такі судна працюють виключно на електричній енергії, що забезпечується великими акумуляторами або паливними елементами на основі водню. Основна перевага цих суден полягає у відсутності викидів вуглецю, що робить їх ідеальними для використання в екологічно чутливих зонах або на коротких маршрутах, де зарядка акумуляторів може здійснюватися в портах. Основним викликом для повністю електричних суден є обмежений запас ходу через відносно низьку енергетичну щільність сучасних акумуляторів. Однак розвиток швидкісних зарядних станцій та технологій швидкої заміни батарей може зробити ці судна більш привабливими для комерційного використання.

Водневі паливні елементи

Водневі паливні елементи є однією з найбільш перспективних технологій для забезпечення енергії повністю електричних суден. Ці елементи використовують хімічну реакцію між воднем і киснем для виробництва електроенергії, при цьому єдиним побічним продуктом є вода. Це робить водневі системи екологічно чистими та дуже привабливими для судноплавства, особливо на великих відстанях, де запас ходу має критичне значення. Однак широке впровадження водневих технологій стикається з кількома викликами, включаючи високу вартість виробництва водню, труднощі з його зберіганням і транспортуванням, а також необхідність створення відповідної інфраструктури в портах.

Рекомендації по впровадженню

Для успішного розвитку гібридних і електричних суден необхідно значно збільшити інвестиції в дослідження та розробки. Пріоритетними напрямками є розробка нових типів акумуляторів, які повинні бути більш ефективними, легкими, довговічними та безпечними. Це дозволить суттєво підвищити запас ходу суден і знизити витрати на їхнє виробництво та обслуговування. Особливо важливі дослідження в області твердотільних батарей, які мають вищу енергетичну щільність і триваліший термін служби. Водневі паливні елементи також є перспективним напрямком, який потребує інвестицій у підвищення ефективності, надійності та безпеки. Особлива увага має приділятися економічно вигідному та екологічно чистому виробництву, зберіганню та транспортуванню водню. Крім того, розвиток інтелектуальних систем управління енергоспоживанням на суднах забезпечить оптимізацію роботи гібридних

і електричних суден, інтеграцію з системами відновлюваної енергії та використання великих даних для прогнозування й оптимізації витрат енергії.

Для широкого впровадження гібридних та електричних суден необхідно розвивати інфраструктуру в портах. Важливими елементами є створення високопотужних зарядних станцій, які забезпечать швидку зарядку акумуляторів, скорочуючи час простою суден у портах і підвищуючи ефективність їхньої роботи. Інфраструктура для водневих суден також потребує спеціалізованих установок для зберігання та заправки воднем, що включає розробку безпечних технологій зберігання водню під високим тиском або в рідкому стані. Водночас необхідно розвивати ланцюжки постачання водню від виробника до споживача, включаючи виробництво, транспортування та зберігання. Інфраструктура для зарядки та заправки має бути інтегрована з існуючими енергетичними мережами портів, що потребує розробки систем управління навантаженням, забезпечення безперебійного електропостачання та використання відновлюваних джерел енергії.

Для забезпечення безпеки, ефективності та взаємодії гібридних і електричних суден з іншими транспортними засобами необхідно розробити міжнародні стандарти та регуляції. Розробка міжнародних стандартів для проєктування, будівництва та експлуатації таких суден забезпечить уніфікацію вимог і полегшить впровадження нових технологій. Це включає стандартизацію технічних вимог до акумуляторів, паливних елементів, зарядних пристроїв, а також вимоги до безпеки. Посилення екологічних вимог до судноплавства, зокрема щодо викидів парникових газів та інших шкідливих речовин, стимулюватиме перехід до гібридних і електричних суден. Регулятори повинні також передбачити стимули для компаній, які інвестують у впровадження цих технологій. Введення систем сертифікації та аудиту для гібридних і електричних суден підвищить довіру до нових технологій з боку операторів і споживачів.

Для прискорення впровадження гібридних та електричних суден необхідна активна участь урядів різних країн. Це може включати надання державних субсидій та грантів на дослідження, розробки та впровадження гібридних та електричних суден, що стимулюватиме розвиток цієї галузі. Фінансова підтримка може бути спрямована на зниження вартості нових технологій, що полегшить їхнє комерційне використання. Податкові пільги для компаній, які інвестують у гібридні та електричні судна, можуть сприяти швидшому впровадженню цих технологій. Пільги можуть включати знижені ставки на податок на прибуток, податкові кредити або відшкодування витрат на дослідження та розвиток. Державні програми фінансування та страхування, спрямовані на підтримку проєктів у цій сфері, можуть знизити ризики для інвесторів і прискорити розвиток галузі. Уряди повинні співпрацювати на міжнародному рівні для розвитку глобальної інфраструктури та створення єдиних стандартів для гібридних та електричних суден, що може включати фінансування великих інфраструктурних проєктів, участь у міжнародних дослідницьких програмах та обмін досвідом.

Висновок. Гібридні та електричні судна представляють майбутнє морських перевезень, яке буде більш екологічно чистим, енергоефективним і стійким. Незважаючи на існуючі виклики, такі як обмежений запас ходу та потреба в новій інфраструктурі, розвиток цих технологій має величезний потенціал для зменшення екологічного впливу судноплавства та підвищення ефективності глобальної логістики.

Література

[1]. Tkach M.R., Tymoshevskyy B.G., Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86. DOI 10.15589/SMI. 2018.01.12

[2]. Шалапко Д.О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технлологія. 2018. № 6 (150). С. 44–51. doi: 10.32620/aktt.2018.6.07

[3]. Шалапко Д.О. Перспективні способи підвищення ефективності експлуатації суднових енергетичних установок: навчальний посібник / Д. О. Шалапко, М. А. Пирисунько, А. А. Андрєєв. – Миколаїв: Іліон, 2023. – 298 с.

[4]. Shalapko, D. (2023). Optical-graphic studies of hydrogen additives' effects on diesel fuel atomization parameters. *Transport Problems*, *18* (4), 135–146. https://doi.org/10.20858/tp.2023. 18.4.11

THE IMPACT OF HYBRID AND ELECTRIC SHIPS ON THE FUTURE OF MARITIME TRANSPORTATION

Denys Shalapko

Ph.D., Associate Professor of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Olexandr Kukharenko

Master's Student.

Abstract: Hybrid and electric ships are becoming a significant factor in the transformation of maritime transportation by significantly reducing harmful emissions and increasing energy efficiency. The implementation of these technologies allows for a reduction in reliance on fossil fuels, promoting the development of sustainable maritime logistics. However, successful widespread adoption of hybrid and electric ships requires substantial investments in research, infrastructure development, and the establishment of international standards and regulations. This will enhance the competitiveness and environmental sustainability of the global shipping industry.

Keywords: ship power plant, hybrid installation, maritime transportation.

УДК 629.5

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В СУДНОБУДУВАННІ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Шалапко Д.О.
к.т.н., доцент,
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна
ORCID: 0000-0002-4311-3908
Шалапко Г.Г., Скороновський Д.
студенти
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

Анотація. Альтернативні джерела енергії в суднобудуванні відіграють ключову роль у зменшенні екологічного впливу морських перевезень та сприяють сталому розвитку галузі. Використання відновлювальних джерел, таких як сонячна, вітрова та біомаса, а також новітніх технологій, таких як водневі паливні елементи, відкриває нові можливості для підвищення енергоефективності та зменшення викидів. Проте впровадження цих технологій стикається з певними викликами, такими як високі початкові витрати, потреба в розвиненій інфраструктурі та адаптація до нових регуляторних вимог. Це дослідження аналізує основні виклики та перспективи, пов'язані з альтернативними джерелами енергії у суднобудуванні, та пропонує можливі рішення для їхнього ефективного впровадження.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, суднобудування, відновлювальні джерела, енергоефективність, екологічний вплив.

Огляд проблематики та сучасних розробок

Традиційні джерела енергії, такі як викопне паливо, досі домінують у судноплавній галузі, проте вони мають значні недоліки, включаючи високі викиди парникових газів, залежність від нестабільних ринків нафти та обмеженість ресурсів. Судноплавство є одним із найбільших джерел викидів CO_2 та інших шкідливих речовин, що негативно впливають на клімат та здоров'я людей. У зв'язку з цим пошук та впровадження альтернативних джерел енергії стає ключовим завданням для суднобудівної галузі.

Сучасні розробки у сфері альтернативної енергетики зосереджені на використанні таких джерел, як сонячна та вітрова енергія, біопаливо, а також паливні елементи на основі водню. Кожен із цих варіантів має свої переваги та виклики, але всі вони об'єднані спільною метою – зменшити залежність від викопного палива та знизити екологічний слід судноплавства.

Використання альтернативних джерел енергії в суднобудуванні вже розпочалося. Наприклад, сучасні судна оснащуються сонячними панелями для живлення бортового обладнання, а вітрогенератори використовуються для додаткового постачання енергії. Біопаливо стає все більш поширеним як заміна традиційного дизельного палива, особливо на маршрутах, що проходять через екологічно чутливі райони.

Пропозиції вдосконалення та викладення основного матеріалу

Сонячна енергія в суднобудуванні

Одним із найбільш перспективних напрямків є використання сонячної енергії для живлення суден. Сонячні панелі можуть бути встановлені на палубі судна та використовуватися для живлення систем управління, освітлення та іншого бортового обладнання. Це дозволяє зменшити споживання викопного палива та знизити викиди CO_2.

Основний виклик полягає у відносно низькій ефективності перетворення сонячної енергії та залежності від погодних умов. Проте, розвиток технологій, таких як високоефективні фотоелементи та акумулятори, дозволяє підвищити продуктивність сонячних систем на суднах. Крім того, інтеграція сонячних панелей у структуру судна, наприклад у вигляді гнучких панелей на парусах або корпусі, може забезпечити додаткову генерацію енергії без втрати корисної площі.

Використання вітрової енергії

Вітрова енергія традиційно використовувалася в судноплавстві у вигляді парусів, але сучасні технології дозволяють значно розширити можливості її використання. Вітрогенератори можуть встановлюватися на суднах для виробництва електроенергії, що використовується для живлення електродвигунів або бортового обладнання. Вітрові турбіни можуть бути ефективним доповненням до інших джерел енергії, особливо на суднах, що експлуатуються у районах із постійними вітрами.

Один із викликів полягає в необхідності адаптації конструкції суден для розміщення вітрогенераторів, а також у забезпеченні безпеки та стабільності судна при сильних вітрах. Важливим аспектом є також інтеграція систем зберігання енергії, щоб забезпечити її постачання у періоди затишшя.

Біопаливо як альтернатива традиційному дизельному паливу

Біопаливо є перспективним альтернативним джерелом енергії для судноплавства, оскільки воно має значно менший вуглецевий слід порівняно з традиційним паливом. Біопаливо виробляється з рослинної сировини, такої як ріпак, кукурудза або відходи лісової промисловості, що робить його відновлюваним та екологічно чистим джерелом енергії.

Використання біопалива дозволяє знизити викиди CO_2 та інших шкідливих речовин без суттєвих змін у конструкції двигунів або паливних систем. Це робить його привабливим варіантом для судноплавних компаній, які прагнуть швидко адаптуватися до нових екологічних стандартів.

Проте існують і виклики, пов’язані з виробництвом та постачанням біопалива. Необхідно забезпечити сталість виробництва сировини, уникнути конкуренції з харчовою промисловістю, а також розвивати інфраструктуру для транспортування та зберігання біопалива на суднах.

Водневі паливні елементи

Водневі паливні елементи розглядаються як одна з найбільш перспективних технологій для майбутнього суднобудування. Ці системи, які перетворюють водень на електроенергію, можуть використовуватися як основне або додаткове джерело енергії на суднах. Основна перевага водневих паливних елементів – це відсутність викидів шкідливих речовин, оскільки єдиним побічним продуктом є вода.

Проте, для широкого впровадження водневих паливних елементів необхідно вирішити кілька ключових проблем, таких як вартість виробництва, зберігання та транспортування водню, а також розробка відповідної інфраструктури.

Рекомендації по впровадженню

Для успішного впровадження альтернативних джерел енергії у суднобудування необхідно реалізувати комплексний підхід, який включає кілька ключових кроків. Першим є розробка та вдосконалення технологій, що передбачає продовження інвестицій у дослідження і розробку нових технологій, таких як високоефективні фотоелементи, компактні акумулятори та вдосконалені системи зберігання енергії. Другим важливим аспектом є підтримка інфраструктури: необхідно розвивати інфраструктуру для виробництва, транспортування та зберігання альтернативних джерел енергії, таких як біопаливо та водень, зокрема, в портах та суднобудівних заводах. Третій крок включає регулювання та стандартизацію, що потребує розробки міжнародних стандартів і нормативних документів для регулювання використання альтернативних джерел енергії на суднах, а також забезпечення їхньої безпеки та ефективності. Нарешті, для стимулювання попиту необхідно впроваджувати державні програми підтримки та субсидій для судноплавних компаній, що впроваджують альтернативні джерела енергії, а також сприяти розвитку «зелених» кредитів і інвестиційних програм.

Висновок. Альтернативні джерела енергії мають великий потенціал для зниження екологічного сліду судноплавства та підвищення його ефективності. Незважаючи на наявні виклики, такі як висока вартість технологій та необхідність розвитку інфраструктури, впровадження альтернативних джерел енергії є важливим кроком на шляху до сталого розвитку морського транспорту. Подальше вдосконалення та підтримка цих технологій дозволить значно зменшити залежність від викопного палива та створити екологічно чистіші та ефективніші судна майбутнього.

Література

[1]. Tkach M.R., Tymoshevskyy B.G., Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86. DOI 10.15589/SMI. 2018.01.12

[2]. Шалапко Д.О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технлологія. 2018. № 6 (150). С. 44 – 51. doi: 10.32620/aktt.2018.6.07

[3]. Шалапко Д.О. Перспективні способи підвищення ефективності експлуатації суднових енергетичних установок: навчальний посібник / Д. О. Шалапко, М. А. Пирисунько, А. А. Андрєєв. – Миколаїв: Іліон, 2023. – 298 с.

[4]. Shalapko, D. (2023). Optical-graphic studies of hydrogen additives' effects on diesel fuel atomization parameters. *Transport Problems*, *18* (4), 135–146. https://doi.org/10.20858/tp.2023.18.4.11

ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN SHIPBUILDING: CHALLENGES AND PROSPECTS

Denys Shalapko

PhD, Associate Professor of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Hanna Shalapko, Dmitro Scoronovsky

Student of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract: Alternative energy sources in shipbuilding play a crucial role in reducing the environmental impact of maritime transportation and promoting sustainable development within the industry. The use of renewable sources such as solar, wind, and biomass, as well as advanced technologies like hydrogen fuel cells, offers new opportunities for improving energy efficiency and decreasing emissions. However, the adoption of these technologies faces challenges, including high initial costs, the need for developed infrastructure, and adaptation to new regulatory requirements. This study analyzes the key challenges and prospects associated with alternative energy sources in shipbuilding and proposes potential solutions for their effective implementation.

Keywords: alternative energy sources, shipbuilding, renewable sources, energy efficiency, environmental impact.

УДК 629.5

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ СУДЕН

Шалапко Д.О.
к.т.н., доцент,
Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна
ORCID: 0000-0002-4311-3908
Шалапко Г.Г., Кухаренко О.О.
студентка
Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

Анотація. Інноваційні підходи до створення енергозберігаючих суден включають застосування передових технологій і матеріалів, що дозволяють знижувати споживання енергії та підвищувати ефективність суднових систем. Включення таких рішень, як вдосконалені корпуси з низьким опором, оптимізація форм і розмірів, інтеграція енергозберігаючих систем, таких як вітрові і сонячні панелі, а також розробка нових технологій для покращення аеродинамічних і гідродинамічних характеристик, суттєво вплине на загальну енергетичну ефективність суден. Інтеграція цих інновацій дозволить зменшити витрати пального, знизити викиди забруднюючих речовин і зменшити витрати на експлуатацію. Це сприятиме досягненню високих стандартів екологічності та економії ресурсів у морському транспорті.

Ключові слова: енергозберігаючі судна, інноваційні технології, енергоефективність, судновий корпус, зменшення витрат пального.

Огляд проблематики та сучасних розробок

Зростаючий тиск на судноплавну галузь у зв’язку з необхідністю зниження викидів та підвищенням енергоефективності суден вимагає впровадження нових технологій і методів.

Традиційні підходи до проектування суден не здатні забезпечити потрібного рівня енергозбереження, тому інноваційні рішення стають ключовими для досягнення цих цілей.

Сучасні розробки включають вдосконалення аеродинамічних і гідродинамічних характеристик суден, впровадження нових матеріалів, інтеграцію систем відновлення енергії та автоматизацію управління енергоспоживанням. Все більше уваги приділяється використанню цифрових технологій, таких як симуляції та аналіз великих даних (Big Data), для оптимізації процесів проектування і експлуатації суден.

Окремо варто виділити розробку та впровадження концепцій «зелених» суден, які використовують екологічно чисті джерела енергії та новітні технології для досягнення максимального рівня енергоефективності.

Пропозиції вдосконалення та викладення основного матеріалу

Одним із основних напрямків зниження енергоспоживання є оптимізація форми корпусу судна для зменшення опору води. Це досягається завдяки вдосконаленню аеродинамічних і гідродинамічних характеристик корпусу, а також впровадженню інноваційних рішень, таких як подвійний або тримаранний корпуси.

Використання комп’ютерного моделювання та симуляцій дозволяє досягти максимальної ефективності форми корпусу ще на стадії проектування, що веде до зниження витрат палива та підвищення швидкості судна. Крім того, застосування покриттів з низьким тертям, таких як полімерні чи керамічні, дозволяє зменшити опір води та покращити показники енергоефективності.

Системи відновлення енергії, такі як установки для рекуперації тепла від вихлопних газів або генератори, що працюють на залишковій теплоті, дозволяють ефективно використовувати енергію, яка зазвичай втрачається. Наприклад, рекуперація тепла може бути використана для підігріву води або забезпечення електроживлення допоміжних систем судна.

Такі системи не тільки знижують загальне споживання палива, але й дозволяють значно зменшити викиди парникових газів, що є важливим для дотримання сучасних екологічних стандартів.

Впровадження легких матеріалів, таких як композити, алюмінієві сплави та новітні сталі, дозволяє значно зменшити вагу судна, що веде до зниження витрат палива. Легкі матеріали також мають високі антикорозійні властивості, що продовжує термін служби судна і знижує витрати на обслуговування. Однак використання таких матеріалів вимагає ретельного підходу до проектування, оскільки вони можуть мати інші механічні властивості, ніж традиційні сталі, що впливає на стійкість і безпеку судна.

Системи автоматизованого управління енергоспоживанням дозволяють оптимізувати роботу всіх енергетичних систем судна в режимі реального часу. Це включає автоматичне регулювання роботи двигунів, систем освітлення, опалення та вентиляції, а також використання даних від численних датчиків для адаптації до умов навколишнього середовища. Такі системи можуть значно знизити витрати енергії та покращити загальну ефективність роботи судна. Вони також дозволяють підвищити безпеку судна, забезпечуючи постійний моніторинг і контроль за критичними системами.

Цифрові технології, такі як симуляції, моделювання і аналіз великих даних, відкривають нові можливості для оптимізації процесів проектування і експлуатації суден. Завдяки цифровим двійникам, які створюються для моделювання поведінки судна в різних умовах,

можна досягти більш точного проектування та підвищення енергоефективності. Аналіз великих даних дозволяє краще зрозуміти, як використовуються енергетичні ресурси судна, і знайти способи для їх оптимізації. Це також сприяє розвитку передбачуваного обслуговування, що дозволяє уникнути аварій і простоїв, знижуючи загальні витрати на обслуговування.

Рекомендації по впровадженню

1. Розробка та впровадження стандартів: необхідно розробити міжнародні стандарти для проектування та експлуатації енергозберігаючих суден, які б включали вимоги до використання новітніх матеріалів, систем відновлення енергії та автоматизації.

2. Інвестиції у нові технології: стимулювання інвестицій у розробку та впровадження нових матеріалів, цифрових технологій та систем автоматизованого управління енергоспоживанням.

3. Підготовка кадрів: забезпечення навчання та підвищення кваліфікації фахівців, які працюватимуть з новітніми технологіями та системами управління енергоефективністю.

4. Розвиток інфраструктури: створення необхідної інфраструктури для виробництва і обслуговування енергозберігаючих суден, включаючи верфі та порти, оснащені відповідним обладнанням і технологіями.

Висновок

Інноваційні підходи до створення енергозберігаючих суден мають великий потенціал для значного зниження енергоспоживання та викидів шкідливих речовин, що є критично важливим у сучасних умовах. Використання новітніх матеріалів, систем відновлення енергії, цифрових технологій та автоматизації управління енергоспоживанням дозволить створити судна, які не тільки відповідатимуть суворим екологічним стандартам, але й будуть більш економічно ефективними в експлуатації.

Література

[1]. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Поліпшення робочих характеристик дизельних двигунів за допомогою додавання водню // Водний транспорт. 2018. № 1 (27). С. 24–28. doi.org/10.33298/2226-8553/2018.1.27.03

[2]. Ткач М.Р., Тимошевский Б.Г., Доценко С.М., Галынкин Ю.Н., Шалапко Д.О. Утилизация теплоты вторичных энергоресурсов судовых малооборотных двигателей, работающих на альтернативном топливе // Двигатели внутреннего сгорания. 2017. № 2. С. 8–13. https://doi.org/10.20998/0419-8719.2017.2.02

[3]. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Основні положення математичної моделі додавання водню на лінії високого тиску паливної апаратури // Вісник Херсонського національного технічного університету. 2017. Т. 1., № 3 (62). С. 233–237.

[4]. Шалапко Д.О. An experimental study of the wave effect in fuel equipment using hydrogen additives to diesel fuel // Technology audit and production reserves. 2018. Vol 6/1, (44). С. 36–40. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.152063

[5]. Tkach M.R., Tymoshevskyy B.G., Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82–86. DOI 10.15589/SMI. 2018.01.12

[6]. Shalapko, D. (2023). Optical-graphic studies of hydrogen additives' effects on diesel fuel atomization parameters. *Transport Problems*, *18* (4), 135–146. https://doi.org/10.20858/tp.2023.18.4.11

[7]. Шалапко Д.О. Перспективні способи підвищення ефективності експлуатації суднових енергетичних установок: навчальний посібник / Д. О. Шалапко, М. А. Пирисунько, А. А. Андрєєв. – Миколаїв: Іліон, 2023. – 298 с.

INNOVATIVE APPROACHES TO THE CREATION OF ENERGY-EFFICIENT SHIPS

Denys Shalapko

PhD, Associate Professor of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Olexandr Kukharenko

Master's Student

Hanna Shalapko

Student of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract: Innovative approaches to the creation of energy-efficient ships involve the application of advanced technologies and materials that reduce energy consumption and enhance the efficiency of ship systems. Solutions such as improved hull designs with low resistance, optimization of shapes and sizes, integration of energy-saving systems like wind and solar panels, and the development of new technologies to enhance aerodynamic and hydrodynamic characteristics significantly impact the overall energy efficiency of ships. Integrating these innovations will reduce fuel consumption, lower emissions of pollutants, and decrease operational costs. This will contribute to achieving high standards of environmental sustainability and resource efficiency in maritime transportation.

Keywords: energy-efficient ships, innovative technologies, energy efficiency, ship hull, fuel consumption reduction.

УДК 629.5

ІНТЕГРАЦІЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУДНОБУДУВАННЯ

Шалапко Д.О.

к.т.н., доцент, Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

ORCID: 0000-0002-4311-3908

Шалапко Г.Г.

студентка, Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

Анотація: Інтеграція водневих технологій у суднобудування представляє собою трансформаційний крок до стійкого морського транспорту. Водень, як чисте та ефективне джерело енергії, має значний потенціал для зменшення викидів парникових газів і покращення екологічної ефективності суден. Цей підхід передбачає розробку та впровадження водневих паливних елементів і систем зберігання, адаптованих для морських застосувань. Впровадження водневих технологій вимагатиме розвитку інфраструктури, безпекових протоколів і регуляторних рамок. Використання водню дозволить суднобудівній галузі досягти суттєвих знижень викидів вуглецю і сприятиме сталому майбутньому глобальних морських операцій.

Ключові слова: водневі технології, суднобудування, паливні елементи, зменшення викидів, стійкий морський транспорт.

Огляд проблематики та сучасних розробок

Судноплавна галузь, яка залежить від викопного палива, зіштовхується з великими викликами щодо зменшення викидів парникових газів та досягнення екологічних стандартів. Використання традиційних суднових двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), що працюють на нафтових продуктах, спричиняє значні викиди CO_2, NOx та інших шкідливих речовин, що негативно впливає на довкілля. У світлі зростаючого тиску з боку міжнародних екологічних організацій та нормативних документів, судноплавна галузь активно шукає альтернативи, які б могли замінити викопне паливо. Водень розглядається як один із найперспективніших альтернативних джерел енергії для суднобудування завдяки його екологічній чистоті та високій енергетичній щільності. Згоряння водню не супроводжується викидами CO_2, а його високий енергетичний потенціал дозволяє використовувати його як основне або допоміжне паливо для суднових ДВЗ або паливних елементів.

Сучасні розробки у сфері водневих технологій включають створення суден, оснащених водневими паливними елементами, а також використання водню як додаткового палива в гібридних ДВЗ. Водень може вироблятися на борту судна шляхом електролізу морської води або постачатися в зрідженому або стисненому стані.

Пропозиції вдосконалення та викладення основного матеріалу

Впровадження водневих паливних елементів

Одним із основних напрямків інтеграції водневих технологій у суднобудування є використання паливних елементів, що працюють на водні. Водневі паливні елементи перетворюють хімічну енергію водню на електричну, що може бути використана для живлення електродвигунів судна, систем управління та іншого обладнання.

Паливні елементи мають високий ККД (до 60 % у порівнянні з 25–30 % для ДВЗ) та практично не виробляють шкідливих викидів, що робить їх ідеальним рішенням для суден, що експлуатуються в екологічно чутливих районах. Крім того, використання паливних елементів дозволяє зменшити шумове забруднення, що також є важливим аспектом для судноплавства. Одним із основних викликів впровадження водневих паливних елементів є їхня висока вартість та необхідність створення інфраструктури для виробництва та зберігання водню. Проте, з розвитком технологій та зростанням масштабів виробництва очікується, що ціна паливних елементів буде поступово знижуватися, а їх доступність – зростати.

Використання водню в гібридних суднових системах

Ще одним перспективним напрямком є використання водню в гібридних системах, що поєднують ДВЗ та паливні елементи або інші альтернативні джерела енергії. Гібридні системи дозволяють комбінувати переваги різних видів палива та джерел енергії, забезпечуючи високу ефективність та гнучкість роботи судна. У гібридних системах водень може використовуватися як додаткове паливо для ДВЗ, що дозволяє зменшити споживання традиційних видів палива та знизити викиди CO_2 та інших шкідливих речовин. Такі системи можуть бути особливо ефективними на суднах, що експлуатуються в районах з обмеженим доступом до водневих заправок або інших джерел енергії. Крім того, гібридні системи можуть забезпечити резервне живлення для суден, підвищуючи їх надійність та безпеку. Це особливо важливо для великих вантажних суден та пасажирських лайнерів, де перебої в роботі двигунів можуть призвести до значних фінансових втрат та ризиків для безпеки.

Інфраструктура для виробництва та зберігання водню на суднах

Розвиток водневих технологій в суднобудуванні потребує створення відповідної інфраструктури для виробництва, зберігання та транспортування водню на борту суден. Одним із варіантів є виробництво водню безпосередньо на борту судна шляхом електролізу морської води, що дозволяє знизити залежність від берегових заправок та забезпечити автономність суден.Зберігання водню на борту суден є складним завданням через його низьку густину та необхідність використання високого тиску або кріогенних температур. Проте, сучасні технології дозволяють використовувати спеціальні балони для стисненого водню або кріогенні баки для зрідженого водню, що забезпечує достатню компактність та безпеку зберігання.

Крім того, ведуться дослідження щодо використання твердих носіїв для зберігання водню, таких як металогідриди, що можуть значно спростити зберігання та транспортування водню на суднах.

Рекомендації по впровадженню. Для успішної інтеграції водневих технологій у суднобудування необхідно здійснити комплексний підхід, що включає розробку технічних стандартів, створення інфраструктури та стимулювання інвестицій у новітні технології.

1. Розробка технічних стандартів та нормативів: необхідно розробити міжнародні стандарти для суден, що використовують водневі паливні елементи та гібридні системи, а також визначити вимоги до безпеки, зберігання та транспортування водню на борту суден.

2. Інвестиції у дослідження та розробки: необхідно стимулювати науково-дослідницькі роботи в галузі водневих технологій, що дозволить знизити їхню вартість та підвищити ефективність.

3. Створення інфраструктури: необхідно розвивати інфраструктуру для виробництва, зберігання та транспортування водню, зокрема на суднобудівних заводах, морських портах та на борту суден.

4. Стимулювання попиту на водневі технології: запровадження державних програм підтримки та субсидій для судноплавних компаній, які впроваджують водневі технології, може сприяти їхньому швидшому розповсюдженню та зниженню вартості.

Висновок

Інтеграція водневих технологій у суднобудування є перспективним напрямком, що дозволить значно знизити викиди шкідливих речовин та підвищити ефективність

судноплавства. Хоча впровадження водневих паливних елементів та гібридних систем потребує значних інвестицій та розвитку інфраструктури, ці рішення мають потенціал стати ключовими в майбутньому морського транспорту, забезпечуючи екологічну чистоту та економічну ефективність.

Література

[1]. Tkach M.R., Tymoshevskyy B.G., Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86. DOI 10.15589/SMI. 2018.01.12

[2]. Шалапко Д.О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технлологія. 2018. № 6 (150). С. 44 – 51. doi: 10.32620/aktt.2018.6.07

[3]. Шалапко Д.О. Перспективні способи підвищення ефективності експлуатації суднових енергетичних установок: навчальний посібник / Д. О. Шалапко, М. А. Пирисунько, А. А. Андрєєв. – Миколаїв: Іліон, 2023. – 298 с.

[4]. Shalapko, D. (2023). Optical-graphic studies of hydrogen additives' effects on diesel fuel atomization parameters. *Transport Problems*, *18* (4), 135–146. https://doi.org/10.20858/tp.2023.18.4.11

INTEGRATION OF HYDROGEN TECHNOLOGIES IN SHIPBUILDING

Denys Shalapko

PhD, Associate Professor of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Hanna Shalapko

student of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract: The integration of hydrogen technologies in shipbuilding represents a transformative shift towards sustainable maritime transportation. Hydrogen, as a clean and efficient energy source, offers significant potential for reducing greenhouse gas emissions and improving the environmental performance of ships. This approach involves the development and implementation of hydrogen fuel cells and storage systems tailored for marine applications. The adoption of hydrogen technologies requires advancements in infrastructure, safety protocols, and regulatory frameworks. By embracing hydrogen, the shipbuilding industry can achieve substantial reductions in carbon emissions and contribute to a more sustainable future for global maritime operations.

Keywords: hydrogen technologies, shipbuilding, fuel cells, emissions reduction, sustainable maritime transportation.

УДК 621.43.057.2

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ГОЛОВНОГО ДВИГУНА 9L48/60B ТАНКЕРА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВОДНЕВИХ ДОБАВОК В ОСНОВНЕ ПАЛИВО

Д.О. Шалапко [1], Г.Г. Шалапко [2]

[1]к.т.н., доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики,
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна,
ORCID: 0000-0002-4311-3908
[2]студентка другого курсу ХННІ НУК

Анотація. На сьогоднішній день розвиток двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) досяг таких значень ККД, що кожен наступний відсоток збільшення ефективності потребує значних зусиль та наукових результатів. Для суднових ДВЗ стає дедалі актуальніше використання утилізації вторинних енергоресурсів, альтернативних палив та паливних каталізаторів. Мета: провести моделювання модернізації паливної системи головного двигуна 9L48/60DB судна танкера з використанням водневих каталітичних добавок до основного палива для покращення експлуатаційних показників двигуна. Для отримання позитивних результатів запропоновано використання системи подачі водневих добавок, що не перевищують 0,1 % від циклової порції палива (за масою). Водень на судні можливо зберігати у вигляді металогідридного акумулятора, або в зрідженому стані. Виконано моделювання використання даної технології на двигуні MAN 9L48/60B. В результаті проведення розрахунків отримано зменшення питомої ефективної витрати палива двигуном на 1,5…3,5 % в залежності від режиму роботи двигуна, при чому найбільші значення зменшення витрати палива досягається на часткових режимах роботи. Також варто відмітити збільшення потужності двигуна до 3 % відповідно експлуатаційного режиму роботи установки. При цьому ефект досягається за рахунок покращення сумішоутворення в двигуні.

Ключові слова: експлуатація СЕУ, двигун внутрішнього згоряння, водень, альтернативне паливо, металогідридний акумулятор.

Водневі добавки можна використовувати в якості паливної домішки для покращення згоряння основного палива, що призводить до зменшення витрати палива та покращення експлуатаційних показників суднового двигуна, особливо на часткових та перехідних режимах.

Проведено дослідження використання водневих домішок до основного палива судна танкера IMO: 9384447 (рис. 1) з двигуном MAN 9L48/60 [1,8].

Дане судно призначено для коротких переходів (3…5 тис. км) по транспортуванню нафтопродуктів. Розраховано експлуатаційний режим роботи двигуна з використанням добавки водню до основного палива в розмірі 0,1 % за масою, тиском подачі водню 7 МПа.

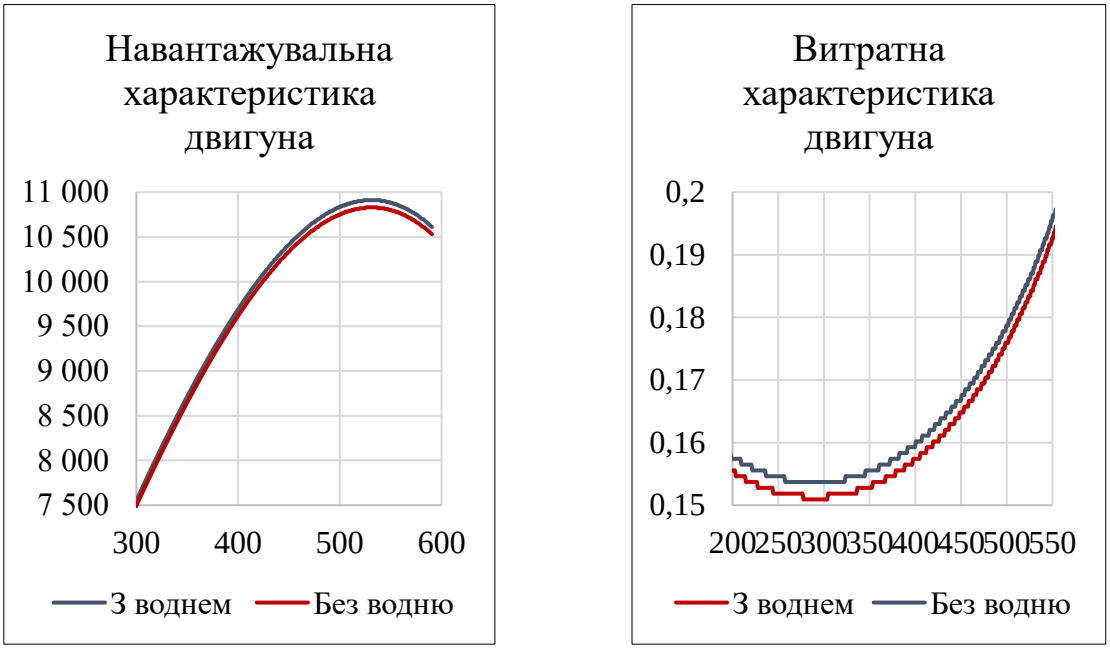
Спираючись на уточнені розрахунки характеристик згоряння палива та враховуючи показники тепловиділення двигуна за уточненою математичною моделлю отримано залежності витрати палива даного двигуна при використанні малих домішок водню. За

рахунок подрібнення крапель розпиленого палива, при вивільненні молекулярного водню, відбувається покращення сумішоутворення, а отже збільшується повнота згоряння палива. Це призводить до зменшення питомої ефективної витрати палива на 3…5 % в залежності від режиму роботи та кількості додаваного водню.

а) *б)*

Рисунок 1 – Загальний вигляд (а) судна та його машинне відділення (б)

В той же час як показано на рис. 2 відбувається збільшення ефективної потужності двигуна. Для двигуна 9L48/60 отримано значення ефективної потужності 10950 кВт, що більше на 1,5 % від базового варіанту.



а) *б)*

Рисунок 2. Ефективні показники роботи двигуна 6L20 при зміні кількості домішки водню

Значення питомої ефективної витрати палива на номінальній частоті обертання 514 $хв^{-1}$ складають 0,177 кг/(кВт·год), що на 3 г менше ніж номінальна витрата палива на даному режимі. Зменшення питомої ефективної витрати палива складають 1,5…4 % в залежності від режиму роботи двигуна, з тенденцією до збільшення на часткових та перехідних режимах роботи двигуна (рис. 2). Дані значення актуальні при коригуванні кута випередження впорскування в бік зменшення та сталих значеннях інших налаштувань роботи двигуна.

Результати дослідження. Головний двигун 9L48/60B судна проекту 214 судноверфі "Factorias Vulcano" працює на дизельному паливі за стандартом ISO 8217, категорія ISO-F-DMB і використовує 1,74 т/годину або 41,7 т палива на добу при 0,85 Ne. При вартості цього палива станом на 07.03.23 900 доларів США за тонну, щоденна вартість палива становитиме 37 350 доларів США.

При використанні водневої добавки в обсязі 0,1 % за масою, за методикою розробленою в Херсонському ННІ НУК, добова витрата водню складатиме не більше 42 кг. Розрахунки, проведені на основі математичного моделювання з урахуванням експериментальних даних за методикою економічного розрахунку, розробленою в ХННІ НУК, показують, що у разі добавки 0,1 % водню його витрата становитиме 42 кг на добу. Якщо вартість водню, отриманого газовим реформінгом [10], становить 2,4 доларів за кг, щоденна вартість водню становитиме ~100 доларів США.

Таким чином добова економія палива, враховуючи вартість водню і зниження витрати палива на ~3 %, складатиме 1,25 т, що коштуватиме 1000 дол. США. У разі транспортування нафти з портів ближнього сходу до України із середньою довжиною рейсової лінії 5000 миль і середньою швидкістю 14 вузлів, економія за використання водневої добавки складе ~ 16 тис. у.о. за перехід.

Література

[1]. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Поліпшення робочих характеристик дизельних двигунів за допомогою додавання водню // Водний транспорт. 2018. № 1 (27). С. 24–28. doi.org/10.33298/2226-8553/2018.1.27.03

[2]. Ткач М.Р., Тимошевский Б.Г., Доценко С.М., Галынкин Ю.Н., Шалапко Д.О. Утилизация теплоты вторичных энергоресурсов судовых малооборотных двигателей, работающих на альтернативном топливе // Двигатели внутреннего сгорания. 2017. № 2. С. 8–13. https://doi.org/10.20998/0419-8719.2017.2.02

[3]. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Основні положення математичної моделі додавання водню на лінії високого тиску паливної апаратури // Вісник Херсонського національного технічного університету. 2017. Т. 1., № 3 (62). С. 233–237.

[4]. Шалапко Д.О. An experimental study of the wave effect in fuel equipment using hydrogen additives to diesel fuel // Technology audit and production reserves. 2018. Vol 6/1, (44). С. 36–40. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.152063

[5]. Tkach M.R., Tymoshevskyy B.G., Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86. DOI 10.15589/SMI. 2018.01.12

[6]. Шалапко Д.О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технлологія. 2018. № 6 (150). С. 44–51. doi: 10.32620/aktt.2018.6.07

[7]. Шалапко Д.О. Перспективні способи підвищення ефективності експлуатації суднових енергетичних установок: навчальний посібник / Д. О. Шалапко, М. А. Пирисунько, А. А. Андрєєв. – Миколаїв: Іліон, 2023. – 298 с.

[8]. 48/60B Project Guide – Marine Four-stroke diesel engines compliant with IMO Tier II. – Wartsila, November 2011. – 520 p. (www.mandieselturbo.com)

[9]. HySTAT® HYDROGEN GENERATORS. 2017. – Oevel, Belgium. 16 c. (режим доступа www.hydrogenics.com)

[10]. https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/experts-explain-why-green-hydrogen-costs-have-fallen-and-will-keep-falling-63037203/

PERFORMANCE INDICATORS OF THE 9L48/60B TANKER MAIN ENGINE USING HYDROGEN ADDITIVES IN THE MAIN FUEL

Denys Shalapko

PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Hanna Shalapko

student of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. To date, the development of internal combustion engines (ICE) has reached such values of efficiency that each subsequent percentage increase in efficiency requires significant efforts and scientific results. The utilization of secondary energy resources, alternative fuels and fuel catalysts is becoming more and more relevant for marine ICE. To carry out modeling of the modernization of the fuel system of the main engine 9L48/60DB of the tanker vessel using hydrogen catalytic additives to the main fuel to improve the performance of the engine. To obtain positive results, it is proposed to use a system for supplying hydrogen additives, which do not exceed 0.1 % of the cyclic portion of fuel (by mass). Hydrogen can be stored on board in the form of a metal hydride battery or in a liquid state. Simulation of the use of this technology on the MAN 9L48/60B engine was carried out. As a result of the calculations, a decrease in the specific effective fuel consumption of the engine by 1.5…3.5 % was obtained, depending on the mode of operation of the engine, with the largest values of the reduction of fuel consumption being achieved in partial modes of operation. It is also worth noting the increase in engine power up to 3 %, according to the operating mode of the installation. At the same time, the effect is achieved due to the improvement of mixture formation in the engine.

Key words: ship power plant operation, internal combustion engine, hydrogen, alternative fuel, metal hydride battery.

УДК 621.43.057.2

ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОГІДРИДНИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ КОМПАКТНОГО СУДНА

Д.О. Шалапко

к.т.н., доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики,
Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна,

Анотація. Так, в боротьбі за збереження навколишнього середовища та зменшення негативного впливу на здоров'я людей, норми токсичних викидів з двигунів внутрішнього згоряння постійно зменшуються. Наприклад, в країнах Європейського Союзу та США прийняті вимоги до емісій шкідливих речовин з автотранспорту, які регулярно оновлюються та посилюються. Такі норми є результатом наукових досліджень, які показують негативний вплив викидів з двигунів на здоров'я людей та навколишнє середовище. Зменшення токсичних викидів допомагає знизити ризик розвитку серйозних захворювань, таких як рак та захворювання дихальних шляхів.

Ключові слова: дизель-генератори, енергозбереження, матілогідрид, акумулятор.

Актуальність досліджень. На жаль, робота дизель-генераторів на «важкому» паливі за межами зони контролю викидів на повну потужність не є ефективним рішенням для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей. Використання важких палив (таких як мазут чи вугілля) в дизель-генераторах призводить до великих викидів шкідливих речовин, таких як сірковуглецеві сполуки, оксиди азоту та частки диму, які можуть мати серйозний негативний вплив на здоров'я людей та навколишнє середовище.

Дизель-генератори що встановлюють на судах зазвичай мають запас потужності, це обумовлено наявністю споживачів що працюють періодично, а також резервом потужності для забезпечення споживачів що працюють безперервно, але зі змінними енерговитратами. Задля накопичення енергії ефективним рішенням постане отримання водню способом електролізу з наступним використанням низькотемпературних паливних елементів (ПЕ) на базі полімерної протон-обмінної мембрани.

Постановка задачі. Отримання водню відбувається електролізерами з твердим полімерним електролітом, що є новим поколінням обладнання для використання електро-хімічного процесу [1, 2], та відрізняються малими енерговитратами (4,0…4,3 кВт·год на 1 м^3 водню), меншими розмірами, високою чистотою водню. Полімерна мембрана це синтезована на базі високополімерних смол, що складаються з фторованих сульфокислот. Властивості таких мембран близькі до тефлону, а при збільшенні у воді вона еквівалентна 10 % сірчаної кислоти. Мембрана, що набухла у воді мембрана стає проникною для гідротированих іонів водню. Конструктивно електролізер з твердополімерними електродами (ТПЕ), має між електродами електролітну мембрану товщиною до 0,2 мм на бічних гранях якої нанесені високодисперсні електрокаталізатори (ЕК) катодного і анодного процесів. Контактуючі

тонкими колекторами струму електрокаталізатори, виготовленими з пористого титану. Реакція, що протікає на аноді:

$$H_2O^{-2e} \longrightarrow 2H + 1/2\, O_2$$

де е – заряд нелектрона, іони водню Н+ переносяться через твердополімерні електроди на катодний ЕК під впливом електричного поля міжелектродного потенціалу, але іони гідрогену гідратовані і переміщуються до катоду в парі з молекулою води у вигляді іону гідроксонія H_3O+. На катодному ЕК відбувається реакція:

$$2H_3O + ^{+2e} \longrightarrow 2H2O$$

Результати досліджень. Водень, що утворився, через пори колектора струму проходить в катодну камеру електролізера. Аналогічно утворений кисень на одній стороні мембрани, а водень – на другій.

Зберігання водню має труднощі, пов'язані з його низькою щільністю в газоподібному стані (так при атмосферному тиску 1 кг водню займає об'єм 11 м^3). На сьогодні найефективнішим та безпечним методом являється зберігання водню у зв'язаному вигляді у гідридах металів. Оборотна реакція утворення металогідриду може бути здійснена прямою взаємодією гідридоутворюючого металу або інтерметаліду з газоподібним воднем:

$$M(тв.) + H_2(г.) \leftrightarrow MHx(тв.) + Q$$

де М – гідроутворюючий сплав, Q – теплота реакції.

Зростання тиску водню та зменшення температури зсовує рівновагу в сторону виникнення гідридів, а падіння тиску та зростання температури викликають розпад гідриду. Серед перспективних сплавів гарні властивості має Mg-Mm-Ni, він може вмістити до 5,4 % водню за масою, його питома енергоємність досягає 2,1 кВт·год/кг, для порівняння Li-ion акумулятори мають питому енергоємність близько 0,22 кВт·год/кг.

Використання водню відбувається на базі паливних елементів. Найефективнішим та поширеним паливним елементом (ПЕ) є елемент побудований на твердополімерній мембрані. Енергетичний ККД паливних елементів складає 65…70 %, при умові утилізації енергоресурсів може сягати 85 %. ПЕ складається із іонного провідника (електроліту) та двох електродів, які знаходяться в безпосередньому контакті. До електродів постійно подається водень та кисень або повітря (в якості окислювача), а також відводяться продукти окислення та теплова енергія. В якості електроліту виступає тверда полімерна мембрана (плівка), що проводить лише електричний заряд з анода на катод, в результаті чого на електродах з'являться струм. Електроди з вкриті шаром платини мають високу корозійну стійкість та забезпечують високу щільність струму, що дозволяє зменшити їх масогабаритні параметри та поліпшити їх експлуатаційну ефективність.

Висновок. Використання даної методики призводить до підвищення ефективності роботи дизель-генераторів, а саме максимальної тривалості роботи на найефективнішому

навантажувальному режимі. А також акумуляція енергії отриманої на більш дешевому паливі, з подальшим її використанням в зонах емісійного контролю.

Література

[1]. Колачев, Б. А. Сплавы-накопители водорода: справ./ Б. А. Колачев, Р. Е. Шалин, А. А. Ильин. М. : Металлургия, 1995.

[2]. Primiskyy V. F. Hydrogen Materials Science and Chemistry of Metal Hydrides, ICHMS 7th Int. Confer. " Abstract of pure hydrogen generatora ". Alushta-Crimea-Ukraine, 2001, 16–22. 09.

[3]. Primiskiy V. F., Kossonovich F. U., Cuknova L. A., kopulova L. I. Hydrogen generator applaing in the gas analysis instrument (Proc.Int.Scient.Technol. Conf. "Hydrogen materials and hydrocarbon's nanomaterials chemie").Sudak,Crimia, 2003. pp.1094.

[4]. Primiskyy V.F., Cukanova L.A. Sources of the pure hydrogen [istochniki chistogo vodoroda]. Trudy naychno-technicheskoj conferencii KPI (Proc. Scient.Techn.Confer. "Instrument Making: satus and prospects"). Kiev, 2002.

USE OF METAL HYDRIDE FUEL ELEMENTS FOR IMPROVING THE PERFORMANCE INDICATORS OF A COMPACT VESSEL

Denys Shalapko

PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. Thus, in the struggle to preserve the environment and reduce the negative impact on people's health, the standards of toxic emissions from internal combustion engines are constantly decreasing. For example, in the countries of the European Union and the USA, requirements for emissions of harmful substances from motor vehicles have been adopted, which are regularly updated and strengthened. Such norms are the result of scientific studies that show the negative impact of emissions from engines on human health and the environment. Reducing toxic emissions helps reduce the risk of developing serious diseases such as cancer and respiratory diseases.

Key words: diesel generators, energy saving, matyl hydride, battery.

УДК 629.5.015

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ІНТЕГРАЦІЇ ВОДНЕВИХ СИСТЕМ ДО СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Д.О. Шалапко

к.т.н., доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики,
Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна,

Анотація. У цій роботі розглядається моделювання та аналіз інтеграції водневих систем до суднових енергетичних комплексів. Мета роботи – вивчити можливості та переваги використання водню як альтернативного палива для зниження викидів парникових газів та підвищення енергоефективності суден. Для досягнення мети були використані такі методи, як математичне моделювання, оптимізація, порівняльний аналіз та мультикритеріальний вибір. Результати дослідження показали, що інтеграція водневих систем до суднових енергетичних комплексів може забезпечити значне скорочення споживання традиційних палив, зменшення забруднення навколишнього середовища та збільшення економічної ефективності судноплавства. Основними проблемами інтеграції водневих систем є висока вартість водню, складність його зберігання та транспортування, а також необхідність розробки нормативно-технічної бази та стандартів безпеки. Серед найбільш перспективних водневих систем для суден можна виділити такі як паливні елементи, газотурбінні двигуни, гібридні системи та водневі реактивні двигуни.

Ключові слова: водневі системи, суднова енергетика, суднові енергетичні комплекси, енергоефективність.

В умовах стрімких змін клімату та необхідності переходу до більш екологічних джерел енергії, морське судноплавство постає перед викликом розробки інноваційних та стійких рішень для суднових енергетичних комплексів. Одним із найбільш обговорюваних напрямів стає інтеграція водневих систем у існуючі та майбутні суднові енергетичні системи.

Моделювання та аналіз інтеграції водневих систем до суднових енергетичних комплексів є ключовим етапом у розумінні того, як водень може стати ефективним і стійким джерелом енергії для морських суден. Цей напрямок досліджень має широкий спектр практичних застосувань та технічних аспектів, що потребують уважного аналізу.

Водневі системи можуть бути інтегровані в суднові енергетичні комплекси, щоб підвищити їхню енергоефективність і знизити вплив на навколишнє середовище. Водень – це чисте та відновлювальне паливо, яке може замінити або доповнити традиційні палива, такі як дизель або газ. Водневі системи можуть бути різних типів, залежно від способу виробництва, зберігання, транспортування та використання водню. Наприклад, водень може бути виготовлений з води за допомогою електролізу, зберігатися в стислому або зрідженому вигляді, транспортуватися трубопроводами або балонами, і використовуватися в паливних елементах або газотурбінних двигунах.

У процесі моделювання можна розглянути різні аспекти інтеграції водневих систем до суднових енергетичних комплексів, починаючи від вибору оптимального типу водневої системи, і закінчуючи розробкою математичних моделей, що описують ефективність, енергетичну продуктивність та вплив на довкілля. Моделювання дозволяє аналізувати різні сценарії та параметри, такі як вартість, споживання, викиди, безпека та надійність. Моделювання також допомагає оптимізувати дизайн та керування судновими енергетичними комплексами з урахуванням водневих систем.

Переваги водневих систем включають високу питому енергетичну щільність, відсутність викидів CO_2 при використанні водневих паливних елементів, а також можливість ефективного зберігання та перевезення. Однак існує низка технічних викликів, включаючи розробку систем зберігання та безпечної інтеграції до суднових інфраструктур.

Аналіз інтеграції водневих систем також потребує врахування різних робочих режимів суден – від маневреності до тривалих морських переходів, а також адаптацію до специфічних вимог різних типів суден, включаючи вантажні, пасажирські та військові.

Дослідження та аналіз інтеграції водневих систем до морських суден є складним і багатогранним завданням, що потребує врахування різноманітних аспектів, пов’язаних з роботою суден різних типів і функціональних призначень. Процес інтеграції водневих систем до морських суден передбачає як технічні аспекти, а й операційні, економічні та екологічні чинники. Давайте розглянемо основні аспекти цієї теми докладніше.

Робочі режими суден: Різні типи морських суден мають різні вимоги до енергетичних характеристик у різних робочих режимах. Наприклад, пасажирські судна можуть вимагати високої маневреності при вході та виході з порту, тоді як вантажні судна можуть стикатися з тривалими періодами переходів на відкритому морі. Аналіз інтеграції водневих систем має враховувати ці відмінності та забезпечити оптимальну ефективність роботи суден у різних режимах.

Адаптація до різних типів суден. Різні типи морських суден мають свої особливості та потреби. Вантажні судна вимагають великої вантажопідйомності та дальності плавання, пасажирські судна – комфортних умов для пасажирів, а військові судна – здатності до виконання специфічних завдань. Аналіз інтеграції водневих систем повинен включати адаптацію технологій і систем до конкретних потреб кожного типу судна.

Технічні аспекти. Інтеграція водневих систем вимагає врахування безлічі технічних факторів, включаючи проектування та встановлення водневих паливних осередків, систем зберігання та розподілу водню, а також сумісність з іншими системами на судні, такими як системи керування та навігації.

Економічні чинники. Впровадження водневих систем на морських судах також потребує оцінки економічної доцільності. Це включає вартість виробництва, встановлення та обслуговування водневих систем, а також порівняння з традиційними паливами з урахуванням витрат на паливо та зниження експлуатаційних витрат.

Екологічні аспекти. Одним із ключових факторів є екологічна стійкість. Водневі системи можуть вважатися екологічно чистішими, оскільки при згорянні водень перетворюється на воду, не виділяючи шкідливих викидів. Однак важливо оцінити весь екологічний ланцюжок, починаючи від виробництва та зберігання водню до його використання та утилізації.

Безпека. Використання водню як палива потребує суворого дотримання стандартів безпеки, оскільки водень є легкозаймистою речовиною. Проектування системи повинно включати запобіжні заходи і забезпечувати безпечну експлуатацію судна.

Таким чином, аналіз інтеграції водневих систем до морських суден є складним завданням, яке вимагає врахування безлічі аспектів, починаючи від технічних характеристик і закінчуючи економічною та екологічною доцільністю. Ефективна інтеграція водневих систем дозволить судам працювати більш ефективно, екологічно чисто та безпечно у різних умовах.

На закінчення, моделювання та аналіз інтеграції водневих систем до суднових енергетичних комплексів є актуальною і перспективною темою досліджень. Цей підхід може призвести до створення ефективних, екологічно стійких та інноваційних рішень для судноплавства, здатних впоратися з викликами світу, що змінюється, і зробити свій внесок у стійке майбутнє морської індустрії.

Література

[1]. Balcombe, P. Environmental impacts of microgeneration: integrating solar PV, Stirling engine CHP and battery storage / P. Balcombe, D. Rigby, A. Azapagic // Applied Energy. – 2015. – V. 139. – P. 245–259. Doi:10.1016/j.apenergy.2014.11.034.

[2]. Baldi, F. Energy Analysis of Ship Energy Systems – The Case of a Chemical Tanker [Text] / F. Baldi, H. Johnson, C. Gabrielii, K. Andersson // Energy Procedia. – 2014. – V. 61. – P. 1732–1735. Doi:10.1016/j.egypro.2014.12.200.

[3]. Baldi, F. Optimal load allocation of complex ship power plants [Text] / F. Baldi, F. Ahlgren, F. Melino, C. Gabrielii, K. Andersson // Energy Conversion and Management. – 2016. – V. 124. – P. 344–356. Doi:10.1016/j.enconman.2016.07.009.

[4]. Шалапко Д.О. Перспективні способи підвищення ефективності експлуатації суднових енергетичних установок: навчальний посібник / Д. О. Шалапко, М. А. Пирисунько, А. А. Андрєєв. – Миколаїв: Іліон, 2023. – 298 с.

MODELING AND ANALYSIS OF THE INTEGRATION OF WATER SYSTEMS TO SHIP ENERGY COMPLEXES

Denys Shalapko

PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. In this robot, the modeling and analysis of the integration of water systems to ship power complexes are considered. Meta work – increase the possibility and success of water as an alternative fuel for reducing greenhouse gas emissions and increasing the energy efficiency of ships. To achieve this goal, we used the same methods as mathematical modeling, optimization, linear analysis and multi-criteria selection. The results of the research showed that the integration of water systems to ship power complexes can provide a significant reduction in the speed of traditional fires, a change in the pollution of the superfluous medium and an increase in the economic efficiency of ship navigation. The main problems of the integration of water systems are the high level of water supply, the foldability of its savings and transportation, as well as the need to expand the regulatory

and technical base and safety standards. Among the most promising water systems for ships, one can see such as fire elements, gas turbine engines, hybrid systems and water jet engines.

Key words: water systems, ship energy, ship energy complexes, energy efficiency.

УДК 621.43.057.2

ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

Д.О. Шалапко [1], Г.Г. Шалапко [2]

[1]к.т.н., доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики,
Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна,
ORCID: 0000-0002-4311-3908
[2]студентка другого курсу ХННІ НУК

Анотація. У даній роботі розглядаються передумови використання сучасних енергозберігаючих технологій в суднових енергетичних установках. Метою роботи є аналіз поточного стану і перспектив розвитку енергоефективності суднових енергетичних систем, а також визначення основних напрямків їх удосконалення. Для досягнення мети були використані такі методи, як порівняльний аналіз, моделювання, експертне опитування і SWOT-аналіз. Результати дослідження показали, що сучасні енергозберігаючі технології в суднових енергетичних установках мають значний потенціал для підвищення економічної і екологічної ефективності судноплавства. Основними передумовами їх використання є зростання цін на паливо, посилення екологічних норм і стандартів, а також попит на інноваційні рішення в галузі суднобудування. Серед найперспективніших енергозберігаючих технологій в суднових енергетичних установках можна виділити такі, як газотурбінні двигуни, зріджений природній газ (LNG), газоелектрична пропульсивна система, газодинамічні пристрої для підвищення ефективності роботи двигунів внутрішнього згоряння, сонячних панелей і вітрогенераторів.

Ключові слова: експлуатація СЕУ, двигун внутрішнього згоряння, енергозбереження, альтернативне паливо.

Вичерпність нафтових запасів є серйозною проблемою, яка потребує пошуку альтернативних джерел енергії та розробки нових технологій для забезпечення сталого та безпечного забезпечення енергією [1].

Передумови використання альтернативних палив у суднових ДВЗР можуть бути різними і залежать від багатьох факторів [2]. Основні передумови можуть включати:

Екологічні вимоги: У зв’язку з ростом світового населення та збільшенням числа транспортних засобів, в тому числі і суден, зростає обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферу, що негативно впливає на довкілля. Використання альтернативних палив може зменшити викиди шкідливих речовин і сприяти збереженню довкілля.

Економічні фактори: В залежності від ринкової кон’юнктури, вартість різних видів палива може змінюватись. Використання альтернативних палив може бути вигіднішим з економічної точки зору в деяких обставинах, зокрема при зростанні цін на нафту.

Політичні фактори: Деякі держави можуть сприяти використанню альтернативних палив, надаючи пільги чи знижуючи податки на такі види палива. Такі заходи можуть стимулювати розвиток виробництва та використання альтернативних палив.

Технологічні можливості: Розвиток технологій дозволяє виробляти більш ефективні і екологічно чисті види альтернативних палив, що може стимулювати їх використання.

Соціальні фактори: Зростаюча увага до екології та проблем забруднення навколишнього середовища може сприяти зростанню попиту на екологічно чисті види палива, в тому числі і для суден.

Існує багато альтернативних палив для двигунів, які можуть замінити нафтові палива та зменшити залежність від них. Ось кілька прикладів:

Біодизель: виготовляється з рослинної олії, такої як соя, рапс, пальмова олія, або відходів переробки жирів та олійних культур. Біодизель може використовуватися у дизельних двигунах без будь-яких модифікацій.

Етанол: виготовляється з різних джерел, таких як цукровий тростник, кукурудза та інші зернові культури. Етанол можна додавати до бензину у різних співвідношеннях.

Водень: може використовуватися як паливо для транспорту, особливо для великих транспортних засобів. При згорянні водень утворюється тільки вода, що робить його дуже чистим паливом [3].

Електрика: електромобілі стають все популярнішими, особливо з розвитком технологій батарей та зарядних станцій. Вони не потребують споживання нафти або інших палив, а їхні емісії є значно меншими порівняно з двигунами з внутрішнього згоряння.

Газ: природний газ, скраплений нафтовий газ та стиснутий природний газ можуть використовуватися як паливо для двигунів.

Біогаз: отримується з різних відходів, таких як органічні відходи, гноївка та інші відходи, які перероблюються в паливо.

Отже, існує багато альтернативних палив для двигунів, які можуть замінити нафтові палива та зменшити залежність від них.

Одним зі способів покращення експлуатаційних показників суднових двигунів виступають паливні добавки.

Паливні добавки для суднових двигунів можуть покращити якість палива та забезпечити більш ефективну роботу двигуна [4]. Ось кілька прикладів паливних добавок для суднових двигунів:

Додавання антифрикційних добавок: це може покращити мастильні властивості палива та захистити двигун від зношення. Такі добавки зменшують тертя між деталями двигуна та забезпечують більш тривалий термін експлуатації двигуна.

Додавання стабілізаторів: це може допомогти зберегти якість палива та запобігти його розкладу протягом тривалого зберігання. Такі добавки забезпечують стабільну якість палива під час його зберігання на судні.

Додавання антиоксидантів: це може допомогти запобігти розкладу палива від тепла та світла. Антиоксиданти допомагають зберігати якість палива та забезпечують більш тривалий термін його зберігання.

Додавання депозит-контролюючих добавок: це може допомогти запобігти утворенню накипу та інших відкладень у двигуні. Такі добавки забезпечують більш ефективну роботу двигуна та запобігають зменшенню його потужності [5].

Додавання антифрикційних добавок: це може покращити коефіцієнт тертя між деталями двигуна та забезпечити більш тривалий термін експлуатації двигуна. Антифрикційні добавки допомагають забезпечити більш ефективну роботу двигуна та зменшити зношення його деталей.

Ці паливні добавки можуть бути використані окремо або в комбінації одна з одною, залежно від необхідності [6].

Постановка проблеми. Якщо сумістити вищевказані пункти, серед альтернативних палив варто відзначити водень.

Використання водню в суднових двигунах є одним з можливих варіантів зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу та зменшення залежності від нафтових палив.

Основні переваги використання водню в суднових двигунах:

не викидає шкідливих речовин в атмосферу: Водень при згорянні утворює водяну пару, тому його використання не викидає в атмосферу шкідливих газів, таких як вуглекислий газ та оксиди азоту;

екологічно чистий: Водень відноситься до відновлюваних джерел енергії, тому його використання є екологічно чистим;

висока ефективність: Водень має високу енергетичну щільність та може бути спалений з високою ефективністю, що дозволяє отримувати більше енергії з меншої кількості палива.

Однак, використання водню в суднових ДВЗ також має свої виклики та обмеження:

висока вартість: виробництво та зберігання водню потребують значних інвестицій та вартість водню є вищою в порівнянні з нафтовими паливами;

складність зберігання: водень має дуже низьку густину та вимагає особливих умов зберігання та транспортування, що може бути складним та витратним;

обмежена інфраструктура: інфраструктура для виробництва, зберігання та транспортування водню є обмеженою, що ускладнює його використання в суднових двигунах.

Література

[1]. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Поліпшення робочих характеристик дизельних двигунів за допомогою додавання водню // Водний транспорт. 2018. № 1 (27). С. 24–28. doi.org/10.33298/2226-8553/2018.1.27.03

[2]. Ткач М.Р., Тимошевский Б.Г., Доценко С.М., Галынкин Ю.Н., Шалапко Д.О. Утилизация теплоты вторичных энергоресурсов судовых малооборотных двигателей, работающих на альтернативном топливе // Двигатели внутреннего сгорания. 2017. № 2. С. 8–13. https://doi.org/10.20998/0419-8719.2017.2.02

[3]. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Основні положення математичної моделі додавання водню на лінії високого тиску паливної апаратури // Вісник Херсонського національного технічного університету. 2017. Т. 1., № 3 (62). С. 233–237.

[4]. Шалапко Д.О. An experimental study of the wave effect in fuel equipment using hydrogen additives to diesel fuel // Technology audit and production reserves. 2018. Vol 6/1, (44). С. 36–40. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.152063

[5]. Tkach M.R., Tymoshevskyy B.G., Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86. DOI 10.15589/SMI. 2018.01.12

[6]. Шалапко Д.О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технлологія. 2018. № 6 (150). С. 44–51. doi: 10.32620/aktt.2018.6.07

[7]. Шалапко Д.О. Перспективні способи підвищення ефективності експлуатації суднових енергетичних установок: навчальний посібник / Д. О. Шалапко, М. А. Пирисунько, А. А. Андрєєв. – Миколаїв: Іліон, 2023. – 298 с.

PREREQUISITES FOR THE USE OF MODERN ENERGY SAVING TECHNOLOGIES IN SHIP ENERGY FACILITIES

Denys Shalapko

PhD, Lecturer of the Ship Power Plants Operation and Heat-Power Engineering Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Hanna Shalapko

student of Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Abstract. This paper examines the prerequisites for the use of modern energy-saving technologies in ship power plants. The purpose of the work is to analyze the current state and prospects for the development of the energy efficiency of ship power systems, as well as to determine the main directions for their improvement. To achieve the goal, such methods as comparative analysis, modeling, expert survey and SWOT analysis were used. The results of the study showed that modern energy-saving technologies in ship power plants have a significant potential for increasing the economic and environmental efficiency of shipping. The main prerequisites for their use are the increase in fuel prices, the strengthening of environmental norms and standards, as well as the demand for innovative solutions in the shipbuilding industry. Among the most promising energy-saving technologies in ship power plants, such as gas turbine engines, liquefied natural gas (LNG), gas-electric propulsion system, gas-dynamic devices for increasing the efficiency of internal combustion engines, solar panels and wind generators can be distinguished.

Key words: SHPS operation, internal combustion engine, energy saving, alternative fuel.

УДК 621.9.048.4

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОЄВОЇ СИРОВИНИ

Швець І.А.
старший викладач кафедри енергетичного машинобудування
Первомайського навчального-наукового інституту
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова м. Первомайськ, Україна
ihor.shvets@nuos.edu.ua
Грабовенко О.І.
старший викладач кафедри енергетичного машинобудування
Первомайського навчального-наукового інституту
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова м. Первомайськ, Україна
oleksandr.hrabovenko@nuos.edu.ua

Анотація. Оцінено проблеми пов’язані з використанням палив отриманих в результаті переробки нафтової сировини та визначено перспективи використання альтернативних рідких палив. Виявлено значні перспективи вирощування насіньових культур в Україні для їх подальшої переробки та застосування в якості палив в дизельному двигуні. Оцінено фізико-хімічні властивості соєвої олії та можливість використання його в якості палива для дизельних двигунів. Проаналізовано показники виходу готового продукту з одиниці посівної площі та перспективи щодо покращення зазначених параметрів. Зроблено висновки щодо виконаного аналізу щодо можливостей застосування соєвої олії в якості альтернативного рідкого паливах палива для дизельних двигунів.

Ключові слова: соя, сировина, альтернативні рідкі палива, фізико-хімічні властивості, паливна апаратура, дизельний двигун, рослинна олія

Вступна частина. Серед основних проблем сучасного двигунобудування що потребують вирішення треба зазначити: ефективне використання енергії з палив отриманих в результаті переробки нафти, необхідність дотримання жорстких норм викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами з урахуванням обмеження емісії діоксиду вуглецю, а також зниження шкідливого впливу теплових двигунів на навколишнє середовище. Всі вони змушують шукати нові шляхи щодо їх вирішення. Умовна обмеженість запасів викопної сировини та складна логістика поставок, як суттєво залежить від політичної ситуації вимагає приділяти більше уваги можливості застосування альтернативного палива. Перехід до застосування альтернативного палива в енергетичному секторі Україні безпосередньо пов’язано з енергетичною безпекою країни яка забезпечується наявним значним запасам рослинної сировини [2, 3].

Мета роботи: Проаналізувати перспективи використання сировини отриманої з рослинних олій в якості палива для двигунів внутрішнього згоряння.

Основна частина. В найближчій перспективі двигуни внутрішнього згоряння різного функціонального призначення були, є і будуть залишатися основним джерелом вироблення

теплової та механічної енергії для задоволення потреб людства та основним споживачем ресурсів. Серед основних користувачів двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) треба зазначити представників автотранспортної галузі, сільського господарства та суднової енергетики. Відповідно постає проблема забезпечення ефективної роботи двигунів працюючих в складі суднових енергетичних установок, що використовують альтернативне паливо в якості основного [4].

Використання рослинних олій як моторного палива відомо давно. Рудольф Дизель був першим хто пристосував власний винахід – дизельний двигун внутрішнього згоряння для роботи з різними видами палива від вугільного пилу до нафтопродуктів. І саме йому належить концепція використання рослинної олії в якості палива яку він запропонував в 1985 році і зміг реалізувати та продемонструвати у 1900 році на Всесвітній виставці в Парижі. Його дизельний двигун використав в якості палива арахісову олію. В 1912 році, Рудольф Дизель передбачив, що олія стане таким же важливим видом палива, як і палива отримані внаслідок переробки нафти.

Подальший розвиток дизельних двигунів передбачав що основна увага приділялася нафтопродуктам, але проблема поступового прогресуючого виснаження родовищ корисних копалин та пошуку нових відновлюваних джерел енергії призвели до відродження інтересу до сировини рослинного і тваринного походження. Сировиною в цьому випадку можуть витупати: тваринний жир, відходи сільського господарства та харчової промисловості а також деревообробної промисловості, гази що є побічним продуктом переробки чи життєдіяльності мікроорганізмів, морські біологічні ресурси, тощо [1–5].

В силових енергетичних установках з ДВЗ на сьогодні використовуються різні види альтернативних палив (АП), серед яких рідкі: спирти (метиловий, етиловий та інші), рослинні олії (рапсова, соняшникова, соєва, пальмова та інші) та суміші на їх основі (за формулою X% дизельного палива + Y% рослинної олії = 100 %), синтетичне паливо (метіловий ефір рослинної олії (МЕРО, МЕСО), біодизель та інші), а також газові серед яких отримані: або під час видобутку (природний та попутний), або як побічний продукт промислового виробництва (генераторний, водяний, тощо), або в результаті життєдіяльності мікроорганізмів (біогаз) та в результаті процесів синтезу (синтез-газ).

Дослідження щодо використання альтернативних палив рослинного походження в ДВЗ будуть залишатися актуальними найближчим часом через наступні причини:

– реалізації політики переходу від невідновлювальних джерел до відновлювальних;

– погіршення екологічної ситуації в зв’язку із зростанням шкідливих викидів від теплових двигунів.

Серед рослин, що є перспективною сировиною для подальшого отримання палива що буде використано в двигуні внутрішнього згоряння, є соя. Основу соєвої олії складає набір насичених та ненасичених жирних кислот що забезпечує високі показники по об’ємному вмісту водню H та вуглею C що визначає її фізико-хімічні властивості.

Соя має доволі гарний питомий показник щодо виходу готової продукції з одного гектару землі. Так згідно даних приведених з [10] цей показник згідно даних за 2021 рік сягає в середньому 2,12 га використаної площі землі для отримання однієї тони соєвої олії.

Якщо оцінювати загальний вихід готової соєвої олії з одного гектара посівів, то для сої цей показник один з найкращих. Кращі показники по виходу олії з гектару мають лише

пальмова, рапсова та соняшникова олія. Переробка соєвої сировини отриманої з насіння забезпечує питомий показник виходу даної олії на рівні 470 кг з одного гектару згідно.

Кліматичні умови в яких розташована України є досить сприятливими для вирощування сої. Широкі споживчі властивості соєвої олії в харчовій, хімічній, медичній, сільськогосподарській та транспортній галузях забезпечуючи перспективи суттєвого зростання посівних площ під неї.

Треба зазначити що соєва олія є однією з найбільш уживаних олій. Якщо в загальному балансі олійної сировини насіння сої становить близько 25 %, то при виробництві рослинних олій – понад 12 %. Основним застосуванням соєвої олії як продукту є її споживання в їжу або для виготовлення консервів. Соєва олія що процеси дегідратації є основою для маргаринів, а також кулінарних, хлібопекарських, кондитерських та інших харчових жирів. Вона також використовується при виробництві мила, гліцерину, жирних кислот, миючих засобів, масляних лаків, оліфи. Фосфоліпіди отримані в ході переробки соєвої олії, потім стають основою для емульгаторів, та розріджувачів у харчовій промисловості. Фосфатитні концентрати отримані в ході переробки сої є чудовим кормом для сільськогосподарських тварин.

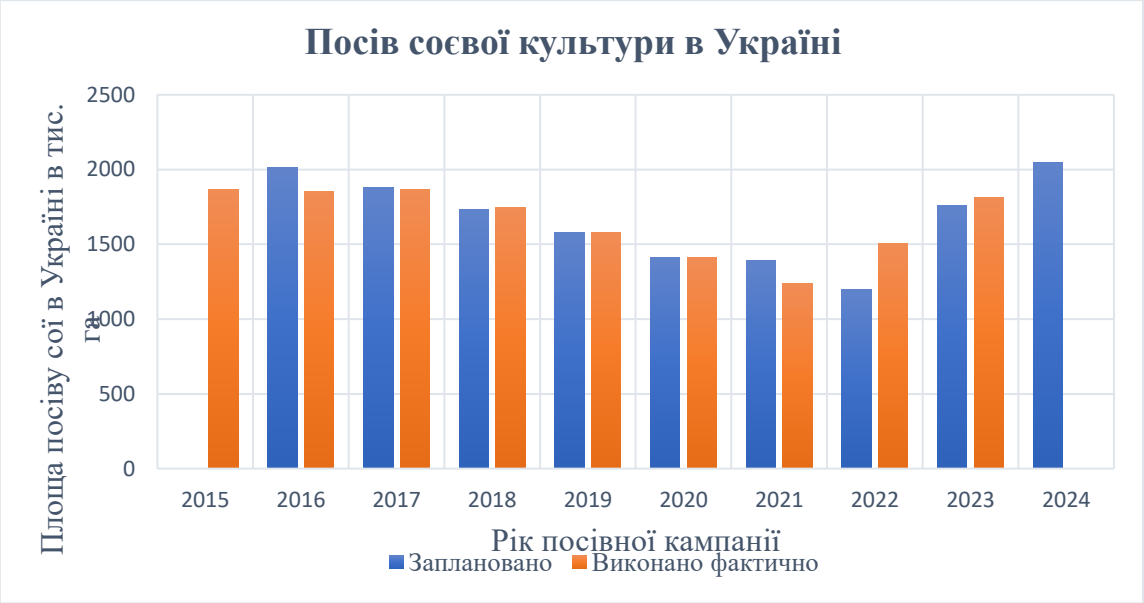


Рисунок 1 – Динаміка посіву соєвої культури в Україні на протязі 2015–2024 років

Висновки.

Наукові дослідження, спрямовані на визначення ефективності застосування альтернативних рідких палив (АРП) рослинного походження та оцінювання шкідливого впливу від їх застосування в дизелі на навколишнє середовище є актуальними, і становлять науковий та практичний інтерес.

Результати отримані в ході дослідження дозволять вирішувати питання щодо зниження вартості 1 тонно-милі вантажних перевезень за рахунок використання більш дешевого у порівнянні зі штатним дизельним паливом (ДП) та АРП рослинного походження під час експлуатації судна, більш раціонально використовувати рослинну сировину отриману внаслідок переробки продукції сільського господарства та покращити екологічні показники двигуна що використовує її в якості палива.

Література

[1] Химия жиров / Б.Н. Тютюнников, З.И. Бухштаб, Ф.Ф. Гладкий и др. – М.: Колос, 1992. – 448 с.

[2] Семенов В.Г., Зинченко А.А. Альтернативные топлива растительного происхождения. Определение фракционного и химического составов // Химия и технология топлив и олій. – 2005. – № 1. – С. 29–34.

[3] Гончаров Г.І., Буша А.А. Технологія та обладнання для виробництва харчових жирів. – Київ : Урожай, 1991. – 86 с. : іл.

[4] Семенов В.Г. Фізико-хімічні показники та еколого-економічні характеристики дизельного двигуна. – Харків, 2002.

[5] I. Shvets, O. Hrabovenko, S. Dotsenko, V. Nesterenko. Results of the Experimental Research of the Medium Speed Diesel Engine Work on Soybean Oil. // Proceedings of 24th International Scientific Conference Transport Means, 2020: – Kaunas, Lithuania, 2020 – IIpart, 1038p., ISSN 1822-296 X (print), ISSN 2351-7034 (online) pp. 671–675.

[6] О.І. Грабовенко, С.М. Доценко, В. В. Нестеренко, І.А. Швець. Використання рослинної олії в якості палив в середньо оборотному дизельному двигуні. Двигуни внутрішнього згоряння. – 2021. № 2. ISSN 0419-8719, 79–86 с.

[7] Доценко С.М., Швець І.А., Лисих А.Ю. Грабовенко О.І. Експериментальні дослідження екологічних параметрів дизельного двигуна при роботі на соєвій олії. Збірник наукових праць НУК ім. адм. Макарова. Наукове видання № 2–3 (491–492) 2023р. 49–56 с.

[8] S. Dotsenko, V. Nesterenko, A. Lysykh, O. Hrabovenko, I. Shvets. Mathematical Modelling of Emissions of Toxic Components of a Medium Speed Diesel Engine when Operating on Soybean Oil. Proceedings of 27th International Scientific Conference Transport Means, 2023: – Palanqa, Lithuania, 2023 – IIpart, 985p., ISSN 1822-296 X (print) ISSN 2351-7034 (online), pp. 921–927.

[9] Парсаданов И. В. Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия. – Харьков: Изд-во Харьковского политехнического института, 2003. 244 с.

[10] https://ourworldindata.org

PROSPECTS FOR THE USE OF SOYBEAN RAW MATERIALS

Shvets I.A., Hrabovenko O.I.

Abstract. The problems associated with the use of fuels obtained as a result of the processing of oil raw materials are evaluated and the prospects for the use of alternative liquid fuels are determined. Significant prospects for growing seed crops in Ukraine for their further processing and use as fuels in diesel engines have been identified. The physicochemical properties of soybean oil and the possibility of using it as a fuel for diesel engines are evaluated. The indicators of the output of the finished product from units of sown area and prospects for improving these parameters. Conclusions are made on the analysis of the possibilities of using soybean oil as an alternative to liquid fuel for diesel engines.

Key words: soybeans, raw materials, alternative liquid fuels, physicochemical properties, fuel equipment, diesel engine, vegetable oil

УДК 629.12.03

ІМІТАЦІЙНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОБОВОЇ ВИТРАТИ ПАЛИВА ГОЛОВНИМ ДВИГУНОМ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА

Шостак В.П.,
к.т.н., проф.,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
volodymyr.shostak@nuos.edu.ua
Личко Б.М.
к.т.н., доц.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
bogdan.lychko@nuos.edu.ua

Анотація. Подається послідовність побудови імітаційної моделі з диференційними й інтегральними функціями розподілу значень навантаження головного малообертового двигуна і питомої витрати палива та наводиться приклад визначення одного із можливих значень добової витрати палива для двигуна 5L42MC з відносною специфікаційною потужністю 95 %.

Ключові слова: малообертовий двигун, питома витрата палива, навантаження двигуна, математичне моделювання, штучна статистична сукупність.

Вступ. У сучасних умовах прийняття основних проектних і управлінських рішень повинно бути якомога більше обґрунтовано, що спрятиме перемозі у конкурентній боротьбі за одержання замовлення на будівництво транспортного судна та ймовірно обумовлюватиме якнайменшу собівартість морських перевезень. У зв'язку з цим математична модель (ММ) для розрахунку витрати палива головним двигуном (ГД) мусить базуватися на можливих ситуаціях, притаманних певній рейсовій лінії і технічному стану двигуна. Отже, ММ, яка включає різноманітні ситуації, за визначенням буде імітаційною [1].

Основна частина. Морські транспортні судна у якості ГД мають, як правило, малообертові двигуни (МОД), які розробляються та удосконалюються провідною компанією МАН-дизель-турбо, а також компаніями Вяртсіля і Міцубіші.

Розрахункове рівняння для добової витрати палива ГД, в тоннах,

$$B_{\text{ГД}} = 24 \cdot 10^{-6} N_e^c \bar{N} b_e, \qquad (1)$$

де N_e^c – специфікаційна потужність ГД [2, 3], кВт;

$\bar{N}$ – стала протягом доби ступінь навантаження ГД;

b_e – питома витрата палива на ГД при його навантаженні $\bar{N}$, г/(кВт·год).

За згодою Замовника і Проектанта для проектованого судна визначається марка МОД, для якого за довідковими даними відомі номінальна ефективна потужність $N_e^{\text{н}}$ (кВт) та

відповідно до цієї потужності питома витрата палива $b_e^{\text{н}}$ (г/(кВт·год)). На першій стадії проектування і конкретної(них) рейсової(вих) лінії(ій) Проектант пропонує, а Замовник погоджує ступінь дефорсировки ГД, тобто відносну специфікаційну потужність $\bar{N}_c$, що визначає специфікаційну потужність як $N_e^c = N_e^{\text{н}}\bar{N}_c$.

Тоді рівняння (1) приймає вигляд:

$$B_{\text{ГД}} = 24 \cdot 10^{-6} N_e^{\text{н}} \bar{N}_c \bar{N} b_e. \quad (2)$$

Тут $N_e^{\text{н}}$ і $\bar{N}_c$ – детерміновані величини, які так чи інакше прийняті вольовим методом, а $\bar{N}$ і b_e – випадкові величини. Діапазон добового навантаження ГД $\bar{N}_{min} \ldots \bar{N}_{max}$ для лінійного судноплавства може бути прогнозовано в залежності від району плавання (жорсткого, помірного чи м'якого тощо) та віку і розмірів транспортного судна. У першому приближенні можна прийняти $\bar{N}_{min}$ = 0,8…0,9, а $\bar{N}_{max}$ = 1. При цьому при значній потужності $N_e^{\text{н}}$, що передбачує і значні розміри судна, $\bar{N}_{min}$ приймає із вказаних більше значення, зокрема $\bar{N}_{min}$= 0,9.

Оскільки $\bar{N}$ – випадкова величина, то вона представляється як імовірно-визначена, тобто законом розподілу значень у діапазоні $\bar{N}_{min} \ldots \bar{N}_{max}$. Для зручності подання інформації використовуються нормовані значення на відрізку 0…1 [1] для навантаження:

$$\zeta_N = \frac{\bar{N} - \bar{N}_{min}}{\bar{N}_{max} - \bar{N}_{min}}, \quad (3)$$

де $\bar{N}$ – будь-яке можливе значення навантаження у діапазоні $\bar{N}_{min} \ldots \bar{N}_{max}$.

Очевидно ζ_N = 0…1.

Подання випадкової величини і її використання у розрахунках (у ММ) обумовлює застосування диференційної та інтегральної функцій розподілу значень – у даному випадку ζ_N. Як приклад, на рис. 1 зображена прогнозована диференційна функція $\nu_N = f(\zeta_N)$ для різних районів плавання. Жорсткі умови плавання притаманні високим широтам, помірні середнім, а м'які – тропічним. Зауважимо, що площа під кривою $\nu_N = f(\zeta_N)$ дорівнює 1, тому шкала на осі ординат відсутня.

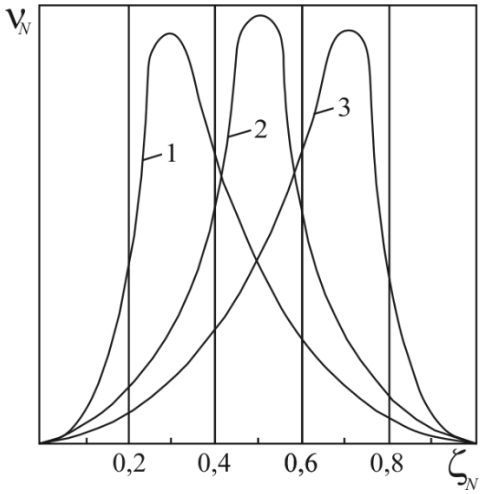


Рис. 1. Диференційні функції розподілу нормованих значень ступеня навантаження ГД для різних районів плавання: 1 – м'якого; 2 – помірного; 3 – жорсткого

Для реалізації ММ випадкова величина подається у вигляді зворотної інтегральної функції розподілу її можливих значень, що дозволяє використовувати математичний генератор псевдорівномірних розподілених чисел (ГПРЧ) ε = 0…1.

На рис. 2 наведені зворотні інтегральні функції розподілу нормованих значень ступеня навантаження ГД $\zeta_N = f(\varepsilon)$, які відповідають диференційним $\nu_N = f(\zeta_N)$ на рис. 1.

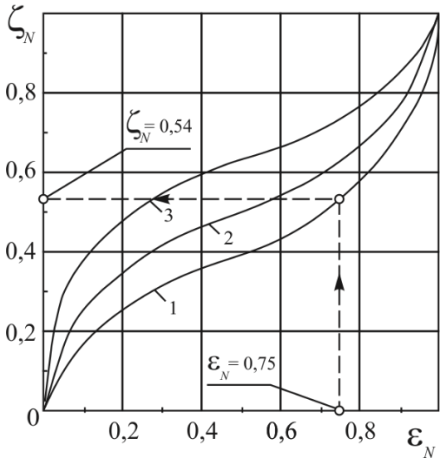


Рис. 2. Зворотні інтегральні функції розподілу нормованих значень ступеня навантаження ГД для різних районів плавання відповідно до рис. 1

Відомо, що b_e залежить від навантаження $\overline{N}$ та технічного стану ГД. Останній обумовлюється рівнем технічного обслуговування (ТО), наприклад, високим, середнім чи задовільним. На рис. 3 зображена, як приклад, одна із можливих неоднозначних залежностей $b_e = f(\overline{N})$ для МОД L42MC зі звичайним (не високоефективним) турбокомпресором, тобто така, коли одному значенню аргумента $\overline{N}$ відповідає певний діапазон можливих значень функції: b_e^{min} ... b_e^{max}. Нижня крива стосується нового двигуна [3], а верхня – допустимого технічного стану згідно з нормативними експлуатаційними матеріалами. Залежність на цьому рисунку відповідає номінальній питомій витраті палива $b_e^{н}$ = 177 г/(кВт·год) [2, 3].

При високому рівні ТО можливі значення b_e скупчуються переважно ближче до нижньої кривої на рис. 3, що відповідає диференційній функції 3 на рис. 1; при середньому – функції 2; при задовільному – функції 1.

Щільність розподілу нормованих значень навантаження ζ_N і нормованих значень питомої витрати палива:

$$\zeta_b = \frac{b_e - b_e^{min}}{b_e^{max} - b_e^{min}} \tag{4}$$

обумовлюється компетентністю особи, яка прогнозує відповідні диференційні функції і їх обґрунтованістю для особи, яка застосовує відповідну ММ.

Імітаційна ММ для визначення добової витрати палива ГД, в основі якої лежить рівняння (2), реалізується з використанням математичного ГПРЧ, у даному випадку ε_N і ε_b (відповідно для потужності і витрати палива).

Наголосимо, що диференційним функціям, у даному випадку $\nu_N = f(\zeta_N)$ і $\nu_b = f(\zeta_b)$, притаманна наочність, чого не скажеш про інтегральні. А тому передача прогнозованої

інформації щодо випадкових величин фахівцем використовується у вигляді ранжуючих кривих, тобто диференційних функцій розподілу значень цих величин. Виходячи з диференційних функцій будуються (визначаються) зворотні, які й використовуються в подальших розрахунках у ММ.

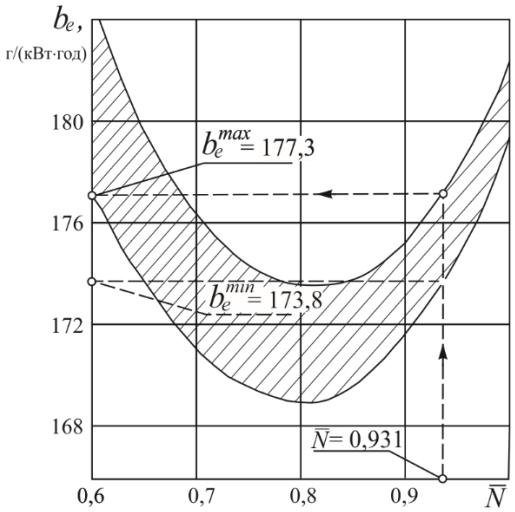


Рис. 3. Прогнозована питома витрата палива двигуна L42MC зі звичайним турбокомпресором в залежності від ступеня його навантаження

Розрахунок одного із можливих значень $B_{ГД}$ полягає у наступному.

1. Будуються (визначаються) відповідні функції розподілу у диференційному, а потім у інтегральному вигляді: $\nu_N = f(\zeta_N)$, $\nu_b = f(\zeta_b)$, $\zeta_N = f(\varepsilon_N)$, $\zeta_b = f(\varepsilon_b)$.

2. За допомогою ГПРЧ генеруються числа ε_N і ε_b, наприклад, ε_N = 0,75 і ε_b = 0,65. Тут і далі наводяться числа як приклад для ілюстрації.

3. Прогнозується (визначається) граничні значення $\bar{N}_{min}$ = 0,85 і $\bar{N}_{max}$ = 1,00; з використанням залежності $\zeta_N = f(\varepsilon_N)$ і значення ε_N = 0,75 знаходиться ζ_N = 0,54 та розраховується навантаження ГД:

$$\bar{N} = (1 - \zeta_N)\bar{N}_{min} + \zeta_N \bar{N}_{max} = (1 - 0{,}54) \cdot 0{,}85 + 0{,}54 \cdot 1{,}00 = 0{,}931.$$

4. Визначаються при $\bar{N} = 0{,}931$ граничні значення питомої витрати палива в г/(кВт·год): b_e^{min}= 173,8 і b_e^{max}= 177,3 (див. рис. 1).

5. Аналогічно п. 3 при ε_b = 0,65, використовуючи залежність $\zeta_b = f(\varepsilon_b)$, визначається ζ_b= 0,36 і розраховується питома витрата палива:

$$b_e = (1 - \zeta_b)b_e^{min} + \zeta_b b_e^{max} = (1 - 0{,}36)173{,}8 + 0{,}36 \cdot 177{,}3 = 175{,}1 \text{ г/(кВт·год)}$$

6. При відомих значеннях $N_e^{н}$= 4975 кВт, $\bar{N}_c$ = 0,95 і визначених $\bar{N}$ = 0,931 та b_e=175,1 г/(кВт·год) згідно з формулою (2) маємо $B_{ГД}$ = 18,49 т/добу.

Повторюючи багаторазово аналогічні п. 1…6 розрахунки, кожний раз зі згенерованими за допомогою ГПРЧ числами ε_N і ε_b, маємо штучно створену статистичну сукупність $\{B_{ГД}\}_\theta$ розмірністю θ. Зазвичай θ = 1000…1500; для інженерних розрахунків, як показує досвід використання ММ, буває достатньо θ = 500.

Висновок. Наявність штучно створеної статистичної сукупності дає можливість визначити граничні значення добової витрати палива $В_{ГД}^{min}$, $В_{ГД}^{max}$, її математичне сподівання $М(В_{ГД})$ та побудувати диференційну функцію розподілу (ранжируючу криву) $\nu_N = f(В_{ГД})$, тобто отримати достатньо повну картину про добові витрати палива ГД на ранніх стадіях проектування судна. Також така інформація може бути корисною для оцінки рейсових витрат палива в експлуатації, особливо при комерційних дебатах.

Література

1. Шостак В.П., Гершанік В.І. Імітаційне моделювання суднових енергетичних установок. – Л.: Суднобудування, 1980. – 256 с.

2. Шостак В.П. Проектування пропульсивної установки суден з прямою передачею потужності на гвинт: навч. посіб./В.П. Шостак, В.І. Гершанік, В.П. Кот, М.С. Бондаренко; за ред. В.П. Шостака. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 500 с.

3. MAN Diesel&Turbo [Electronic recource] / © MAN Diesel&Turbo, 992-2024: Project Guide. – Режим доступу: http://www. mandieselturbo.com

УДК 621.438

ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ В ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНАХ

Яковлєв М. Ф.
аспірант кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
mishaturbinist@gmail.com

Анотація

Використання водню як палива в газотурбінних двигунах є перспективним напрямком розвитку низьковуглецевих енергетичних систем. Досліджено енергетичні та екологічні характеристики низькоемісійної камери згоряння газотурбінного двигуна, що працює на суміші природного газу з воднем. Показано, що збільшення вмісту водню у паливній суміші може значно вплинути на зниження викидів токсичних компонентів, таких як CO та NOx.

Ключові слова: водень, газотурбінний двигун, енергетична ефективність, емісія токсичних компонентів, низькоемісійна камера згоряння.

Сучасні енергетичні системи вимагають застосування технологій, що знижують викиди шкідливих речовин, таких як оксиди азоту (NOx) та оксиди вуглецю (CO) [1, с. 4]. Газотурбінні двигуни відіграють важливу роль у цих системах, оскільки вони є основними компонентами для газотранспортних мереж, стаціонарних енергетичних систем та морської енергетики. З метою зниження негативного впливу на довкілля все більшої уваги приділяють використанню альтернативних видів палива, таких як водень. Використання водню як палива

дозволяє значно знизити викиди CO_2, що робить його важливим елементом у переході до низьковуглецевих технологій [2–4].

Важливість цієї теми також обумовлена збільшенням інвестицій у дослідження і розвиток технологій, що використовують водень, з боку провідних світових виробників газових турбін, таких як GE Power, Mitsubishi Heavy Industries, Siemens Energy, Rolls-Royce та Ansaldo Energia. Ці компанії активно працюють над створенням нових типів камер згоряння, що здатні працювати на водневому паливі або його сумішах [5–8].

Метою даної роботи є дослідження впливу водню в суміші з природним газом на робочі характеристики та екологічні параметри низькоемісійної камери згоряння газотурбінного двигуна. Особливу увагу приділено аналізу умов, за яких можна досягти стабільного згоряння без утворення зворотного поширення полум'я у каналах вихрових пристроїв. Також розглянуто потенціал використання водневих сумішей для зниження викидів шкідливих речовин у процесі роботи газотурбінних установок.

Дослідження проведено на низькоемісійній камері згоряння газотурбінного двигуна потужністю 25 МВт, розробленої для роботи на природному газі. Камера згоряння має кільцеву структуру з 16 жаровими трубами та використовує принцип сухого згоряння частково перемішаної бідної суміші. Було виконано математичне моделювання з використанням програмного забезпечення Ansys Fluent для двох моделей горіння: Finite-Rate/Eddy-Dissipation (FR/ED) та Eddy Dissipation Concept (EDC) [1, с. 5].

Згідно з отриманими результатами, у межах досліджених режимів роботи збільшення вмісту водню в суміші до 25–30 % забезпечує стабільне згоряння без утворення зворотного поширення полум'я у каналах вихрових пристроїв (рис. 1) [1, с. 16]. Однак, при подальшому підвищенні вмісту водню існує ризик утворення зворотного поширення полум'я, що може призвести до перегріву та механічних пошкоджень елементів камери згоряння.

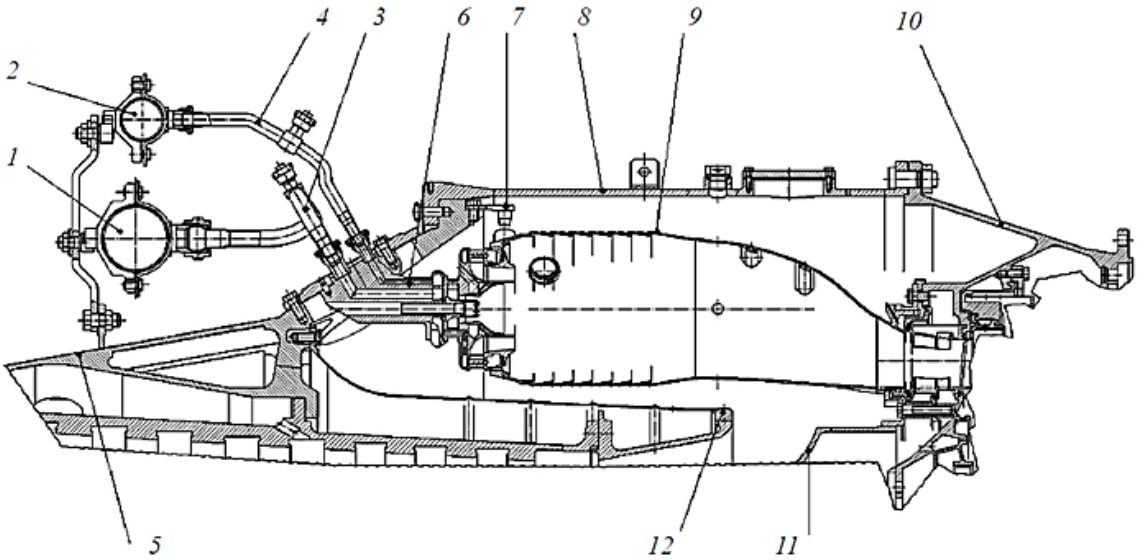


Рис. 1. Камера згоряння низькоемісійного газотурбінного двигуна потужністю 25 МВт: 1, 2 – паливні колектори першого і другого каналів; 3, 4 – труби подачі палива; 5 – корпус компресора; 6 – пальниковий пристрій; 7 – фіксатор; 8 – корпус камери згоряння; 9 – жарова труба; 10 – силовий корпус; 11 – дифузор; 12 – внутрішній кожух

Дослідження показало, що використання водню в паливній суміші значно впливає на зниження викидів CO завдяки покращенню умов згоряння основної паливно-повітряної суміші у первинній зоні камери згоряння та деякому підвищенню максимальної температури робочого тіла у об'ємі камери (рис. 2). При цьому, для досліджених режимів роботи, вміст CO на виході з камери згоряння не перевищує 16 ppm, що відповідає сучасним європейським вимогам до викидів від газотурбінних двигунів (рис. 3).

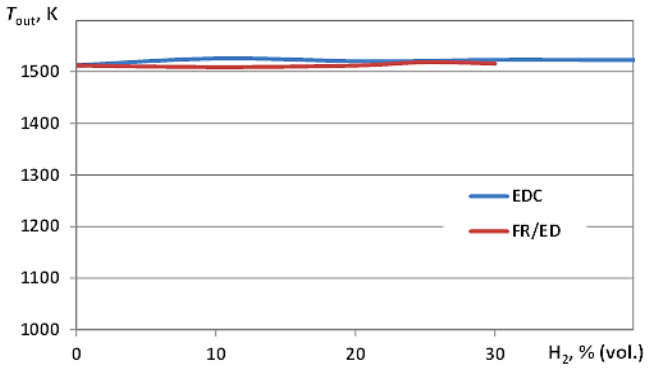
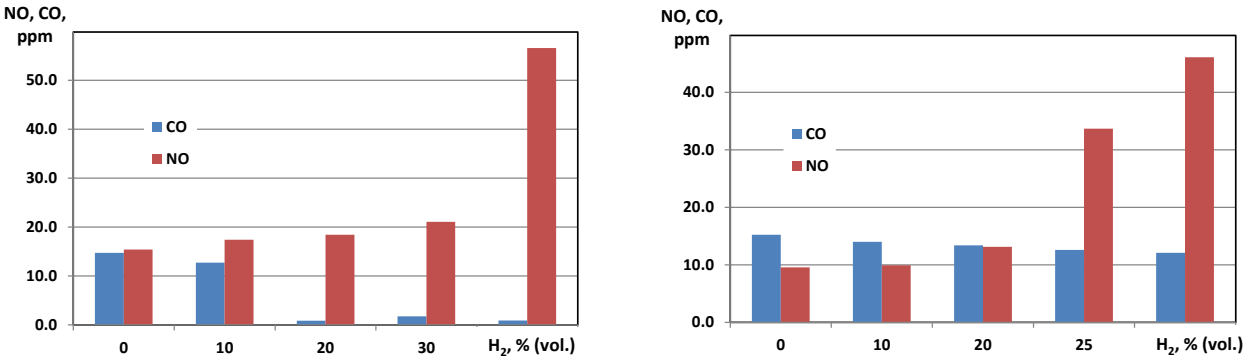


Рис. 2. Залежності температури газу на виході з камери згоряння від об'ємного вмісту водню в суміші



(а) *(б)*

Рис. 3. Розподіл мольних часток CO та NO на виході з жарової труби для різного об'ємного вмісту водню в суміші та різних моделей горіння: EDC (а), FR/ED (б)

Висновки. Використання водню у суміші з природним газом у газотурбінних двигунах дозволяє значно знизити викиди CO та NOx, покращити екологічні показники та підвищити ефективність згоряння. Однак необхідно враховувати можливість утворення зворотного поширення полум'я, яке може призвести до перегріву і пошкодження конструктивних елементів камери згоряння. Для забезпечення надійної роботи газотурбінних установок на водневих сумішах важливо здійснювати оптимізацію конструкції вихрових пристроїв, а також контролювати режими подачі палива та співвідношення компонентів.

Література

[1] S. Serbin, K. Burunsuz, and D. Chen, "Investigation of the characteristics of a low-emission gas turbine combustion chamber operating on a mixture of natural gas and hydrogen", International Journal of Energy and Environmental Engineering, 2022.

[2] R. Amaduzzi, M. Ferrarotti, and A. Parente, “Strategies for Hydrogen-Enriched Methane Flameless Combustion in a Quasi-Industrial Furnace," Frontiers in Energy Research, 2021.

[3] S. Barati, L. De Santoli, and G. Lo Basso, “Modeling and Analysis of a Micro Gas Turbine Fuelled with Hydrogen and Natural Gas Blends," E3S Web of Conferences, 2021.

[4] A. H. Ayed, K. Kusterer, H. H. W. Funke, J. Keinz, and D. Bohn, “CFD based exploration of the dry-low-NOx hydrogen micromix combustion technology at increased energy densities," Propulsion and Power Research, 2022.

[5] V. Vilag, J. Vilag, R. Carlanescu, A. Mangra, and F. Florean, “CFD Application for Gas Turbine Combustion Simulations," edited by G. Ji and J. Zhu, 2023.

[6] A. Cappelletti, F. Martelli, E. Bianchi, and E. Trifoni, “Numerical redesign of 100 kW MGT combustor for 100 % H2 fueling," Energy Procedia, 2022.

[7] S. R. Sayed Reza, M. Rahimi, A. Khoshhal, and A. A. Alsairafi, “CFD Study on Hydrogen-Air Premixed Combustion in a Micro Scale Chamber," Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 2022.

[8] M. E. H. Attia, A. Khechekhouche, and Z. Driss, “Numerical Simulation of Methane-Hydrogen Combustion in the Air: Influence on Combustion Parameters," Indian Journal of Science and Technology, 2023.

THE USE OF HYDROGEN IN GAS TURBINE ENGINES

Yakovliev M. F.

PhD student, Department of Turbines, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract

The use of hydrogen as a fuel in gas turbine engines is a promising direction for the development of low-carbon energy systems. The energy and environmental characteristics of a low-emission gas turbine combustion chamber operating on a mixture of natural gas with hydrogen have been investigated. It is shown that increasing the hydrogen content in the fuel mixture can significantly reduce emissions of toxic components such as CO and NOx.

Keywords: hydrogen, gas turbine engine, energy efficiency, emission of toxic components, low-emission combustion chamber.

UDC 539.3

DETERMINATION OF THE MODERN SINGLE SHAFT MARINE GAS TURBINE ROTOR BLADES FATIGUE STRENGTH

Natalia Smetankina
Dr. Sc., Professor, Department of Vibration and Thermostability Studies, Anatolii Pidhornyi Institute of Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
n.smetankina@ukr.net
Serhii Morhun
PhD (Tech), Associate Professor, Department of Engineering Mechanics and Technology of Machinebuilding, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
serhii.morhun@nuos.edu.ua
Mykola Semenov
Lecturer, Department of Operation of Ship Power Plants and Thermal Power Engineering, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
mykola.semenov@nuos.edu.ua

Abstract. The paper outlines a refined mathematical model of the fatigue strength parameters of the modern single shaft gas turbine engine that can be used in ground or floating power plants. The equivalent stresses and the lifetime have been determined for the most dangerous forced vibration bending and torsion modes of all three impellers, forming the turbine rotor. The obtained results could be used in further studies of the turbine rotor stress-strain state and fatigue strength.

Key words: Gas turbine blades, fatigue strength parameters, equivalent stresses, lifetime, forced vibration.

The *research object* is the fatigue strength parameters of the solid bodies, forming the turbine rotor. The whole rotor should be considered as an assembly of three impellers, connecting together by means of a shaft. Each impeller also is an assembly that consists of the disk and working blades of the same shape and geometric characteristics. The *research subject* is equivalent dynamic stresses of the turbine rotor, caused by the heat flux from the turbulent working flow to the solid bodies and the blades lifetime.

Thus for a correct solution of the turbine impellers fatigue problem we should calculate the impeller stress-strain state and lifetime.

To achieve this aim, the following tasks must be solved:

1. Determine the turbine rotor blades lifetime;

2. Describe the developed mathematical model and the equivalent dynamic stresses determination;

3. Analyze the obtained data and make conclusion about the ability of its usage for the further investigations.

As the stationary coordinate system, the Cartesian right-handed *xyz* coordinate system with the center at point *O* located on the gas turbine engine axis is taken. The *x* axis is perpendicular to the turbine axis, and the *z* axis coincides with this axis (Fig. 1). The coordinate system rotates together with the rotor at constant angular velocity Ω [1].

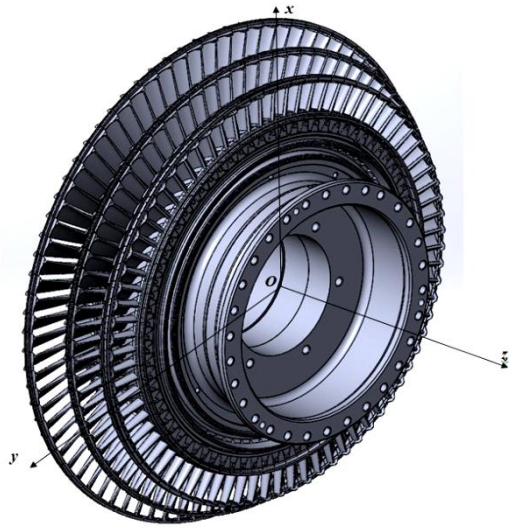


Fig. 1. Gas turbine rotor in the Cartesian right-handed coordinate system

The rotor blades lifetime has been studied, using the Cortan-Dolan hypothesis [2, 3]. So in this paper only the mathematical model of the turbine rotor blades lifetime determination has been given.

The average lifetime can be calculated according to the dependence (1):

$$N = \frac{\sum\limits_{i=1}^{L} n_i}{\sum\limits_{i=1}^{L} \frac{n_i}{N_i}} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{L} n_i}{\sum\limits_{i=1}^{L} \frac{n_i}{N_i}\left(\frac{\sigma_i}{\sigma_{\max}}\right)^m} \tag{1}$$

where N_i – is a number of cycles up to failure at stress amplitude σ_i; n_i – is a number of cycles for stress amplitude repetition σ_i; σ_{max} – is a maximum amplitude of acting stresses in the process of loading; L – is a number of different stress amplitudes in the loading block; m – is the exponent of the fictive fatigue curve; k – is a coefficient characterizing the slope of the real fatigue curve.

To calculate m and k we should use empirical dependences [3]:

$$m = (0.8....0.9)k \tag{2}$$

$$k = \frac{1}{K}\left(5 + \frac{\sigma_E}{90}\right) \tag{3}$$

where σ_E – is the material endurance limit, MPa;

$$K = \left(\frac{K_\sigma}{K_{d\sigma}} + \frac{1}{K_{F\sigma}} - 1 \right) \frac{1}{K_V K_A} \quad (4)$$

where K_σ – is the stress concentration coefficient; $K_{d\sigma}$ – is the scale factor coefficient; $K_{F\sigma}$ – surface manufacturing quality coefficient; K_V – surface hardening coefficient; K_A – is the coefficient of material anisotropy [3].

So using the dependences (1-4) and knowing the rotor blades and disks stress-strain state and vibration frequencies their fatigue lifetime parameters can be calculated.

The study of the modern single shaft gas turbine engine rotor blades durability has been held. For this problem numerical methods have been used. All investigations have been held for all three impellers for the first three forced vibration modes. The received results can be used as a reference data for the further investigations, because it is obvious that for the blade surface temperatures of 1000^0C and upper the processes of blades material creep and crack formation must be taken into consideration and precisely studied.

References

[1] L. Luo, C. L. Wang, B. Sunden, S. T. Wang (2016) Heat transfer and friction factor performance in a pin fin wedge duct with different dimple arrangements, *Numerical Heat Transfer, Part A: Applications* 69 (2) 209−226. https://doi:10.1080/10407782.2015.1052301.

[2] Duriagina, Z. A., Kulyk, V. V., Filimonov, O. S., Trostianchyn, A. M., Sokulska, N.B. The role of stress-strain state of gas turbine engine metal parts in predicting their safe life. *Progress in Physics of Metals*. 22 (4), 643−677. (2021). https://doi.org/10.15407/ufm.22.04.643

[3] Sklepus, S.N. Numerical-and-analytical method for creep Investigation in functionally graded complex-shaped bodies of rotation. *Strength Mater* **52**, 235–242 (2020). https://doi.org/10.1007/s11223-020-00170-1

[4] Kondratiev, A.V., Kovalenko, V.O. Optimization of design parameters of the main composite fearing of the launch vehicle under simulatenous force and thermal loading. *Space Science and Technology*. 25, 4 (119), 3–21. (2019). https://doi.org/10.15407/knit2019.04.003

УДК 621.486

ЗАСТОСУВАННЯ РОТОРНО-ПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Митрофанов О. С.
доктор технічних наук, доцент кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації,
oleksandr.mytrofanov@nuos.edu.ua
Познанський А. С.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування,
andrii.poznanskyi@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Запропоновано принципову схему транспортної гібридної енергетичної установки із застосуванням роторно-поршневого пневмодвигуна нової конструкції РПД-4,4/1,75. Визначено зовнішню швидкісну характеристику двигуна. Для різних передач та швидкостей руху визначено всі складові силового балансу та отримано динамічну характеристику гібридного автомобіля при роботі на пневмодвигуні.

Ключові слова: роторно-поршневий пневмодвигун; гібридна транспортна енергетична установка; стиснуте повітря; зовнішня швидкісна характеристика.

Урбанізація міст відповідно призводить до безперервного та стрімкого збільшення кількості громадського й власного транспорту. Це, у свою чергу, призводить до проблеми забруднення навколишнього середовища та негативно впливає на екологічну ситуацію в країні.

Одним з можливих шляхів вирішення проблеми може бути застосування екологічно чистих видів транспортних засобів, наприклад, таких, як електромобілі [1–4] або гібридні автомобілі [5]. Альтернативою електричному та гібридному транспорту можуть стати транспортні засоби, які працюють на стиснутому повітрі [6–9]. Пневмодвигуни, як і електродвигуни, є екологічно чистими, крім того, система живлення пневмодвигуна має значні переваги у порівнянні з акумуляторами, хоча і дещо складніша.

Головним елементом транспортної енергетичної установки може бути пневмодвигун, від технічної досконалості якого напряму залежать ефективні та експлуатаційні показники всієї установки. Конвертація звичайних двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) у пневмодвигуни з подальшим застосуванням у складі енергетичних установок транспортних засобів при серійному виробництві за рядом причин економічно не вигідна. Використання пневмодвигунів, що випускаються серійно для промисловості, теж має свої недоліки, насамперед, пов’язаних зі специфікою їх призначення, умовами та режимами їх експлуатації. Більш доцільним є розробка та створення нового надійного й ефективного пневмодвигуна, який відповідає специфіці й задовольняє всі умови експлуатації на транспортному засобі.

Метою даної роботи є розробка гібридної транспортної енергетичної установки на базі роторно-поршневого пневмодвигуна та визначення її експлуатаційних характеристик.

Для реалізації задачі з розробки принципової схеми транспортної гібридної енергетичної установки із застосуванням роторно-поршневого пневмодвигуна нової конструкції використовуються методи системного аналізу та узагальнення.

Виходячи з переваг та недоліків різних схем паралельна схема гібридної транспортної енергетичної установки є своєрідним оптимальним компромісом між ККД енергоперетворення та складністю конструкції, а також є найбільш підходящою для використання пневмодвигуна. На рис. 1 наведено проект паралельної схеми гібридної транспортної енергетичної установки із застосуванням енергії стиснутого повітря. У цій схемі ДВЗ та пневмодвигун пов'язані між собою за допомогою трансмісії ведучого моста. Такий взаємозв'язок двох двигунів дозволяє підвищити ККД передачі енергії від ДВЗ до коліс автомобіля у порівнянні з послідовною схемою транспортних гібридних установок, однак дещо ускладнює трансмісію та керування енергетичною установкою в цілому. Також використання паралельної схеми дозволяє застосовувати тепло відпрацьованих газів ДВЗ для підігріву стиснутого повітря перед розширенням, а також збиткову енергію ДВЗ для живлення компресора високого тиску підкачування балонів.

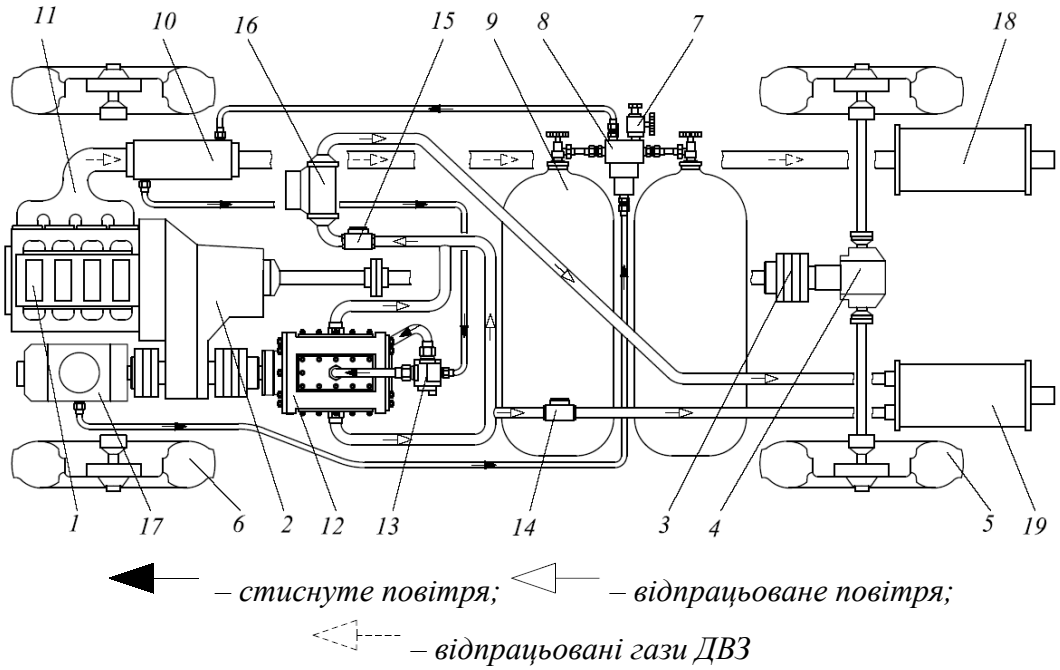


Рис. 1. Принципова схема гібридної транспортної енергетичної установки: 1 – двигун внутрішнього згоряння; 2 – трансмісія ведучого моста; 3 – в'язкісна муфта; 4 – редуктор задніх коліс; 5 – колеса заднього ведучого моста; 6 – колеса переднього неведучого моста; 7 – клапан заправки балонів від зовнішнього джерела; 8 – розподільник стиснутого повітря; 9 – балони зберігання стиснутого повітря; 10 – підігрівач стиснутого повітря від відпрацьованих газів ДВЗ; 11 – випускний колектор двигуна; 12 – роторно-поршневий двигун; 13 – повітряний редуктор з електронним керуванням; 14, 15 – клапани перепуску відпрацьованого повітря; 16 – теплообмінник системи кондиціювання автомобіля; 17 –

компресор високого тиску підкачки балонів; 18 – глушник випуску відпрацьованих газів ДВЗ; 19 – глушник випуску повітря

На режимах експлуатації ДВЗ (наприклад, при русі автомобіля за містом) крутний момент від двигуна *1* передається через трансмісію ведучого моста *2*, в'язкісну муфту *3* та редуктор задніх коліс *4* на колеса ведучого моста *5*, тобто по суті являє собою класичну схему задньопривідного автомобіля.

При русі автомобіля у потоці міського транспорту для зниження забруднення навколишнього середовища використовується роторно-поршневий пневмодвигун *12*. Стиснуте повітря, яке застосовується у роторно-поршневому двигуні, зберігається у балонах *9*. Транспортна енергетична установка має два балони, виконаних з вуглепластика з кевларовою оболонкою, що дозволяє значно знизити їх вагу. Ємність кожного балона складає 100 літрів, а тиск зберігання 35 МПа. Заправка балонів від зовнішнього джерела стиснутого повітря здійснюється через клапан *7*. Для підвищення ефективних показників роботи роторно-поршневого двигуна передбачена можливість попереднього підігріву стиснутого повітря від відпрацьованих газів ДВЗ у спеціальному теплообміннику *10*. Необхідний тиск повітря в ресивері роторно-поршневого двигуна забезпечується за допомогою редуктора *13* з електромагнітним керуванням. Редуктор підтримує постійним робоче значення тиску повітря та за необхідності може збільшити його для забезпечення зростання крутного моменту двигуна.

Після дроселювання та розширення у робочому циліндрі роторно-поршневого двигуна повітря охолоджується. У літній період відпрацьоване в двигуні повітря частково або повністю направляється в теплообмінник *16* системи кондиціювання автомобіля. Регулювання режиму роботи системи кондиціювання автомобіля здійснюється за допомогою перепускних електромагнітних клапанів *14* і *15*.

Також у запропонованій схемі енергетичної установки передбачена можливість дозарядки витратних балонів стиснутого повітря за допомогою компресора високого тиску *17*.

На рис. 2 подана зовнішня швидкісна характеристика роторно-поршневого пневмодвигуна в умовах міського руху з максимально допустимою швидкістю 60 км/год.

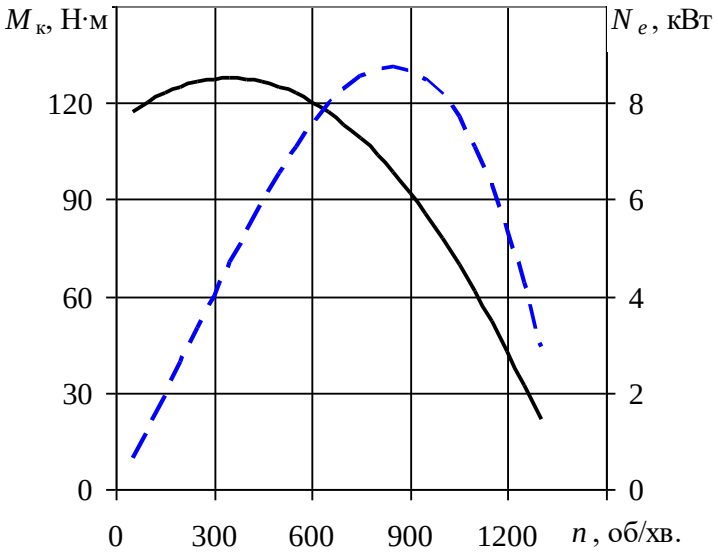
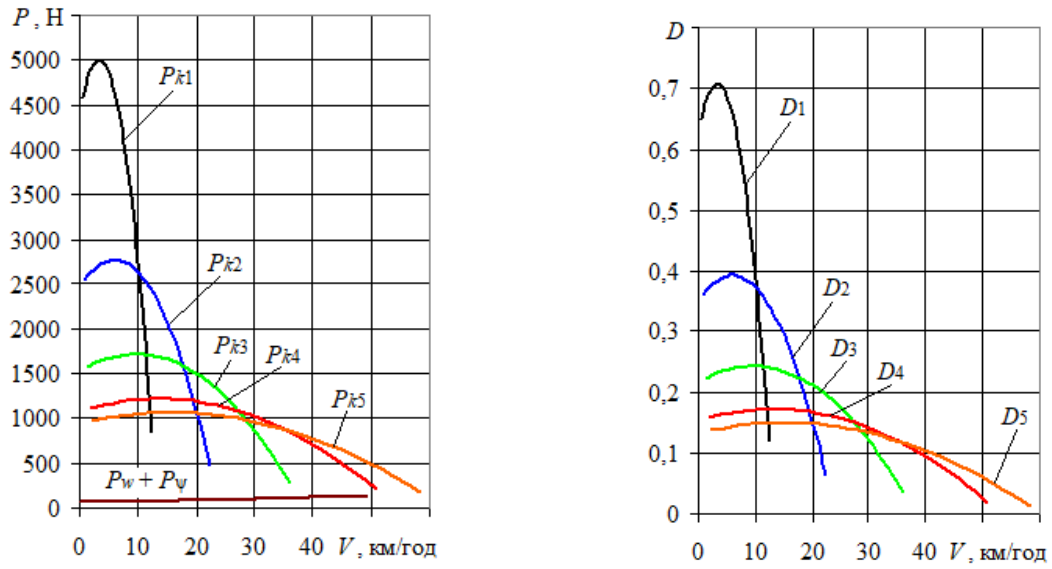


Рис. 2. Зовнішня швидкісна характеристика роторно-поршневого двигуна:

—— – змінення крутного моменту двигуна; – – – змінення ефективної потужності двигуна

На рис. 3 наведено графіки силового балансу та динамічні характеристики автомобіля при роботі на роторно-поршневому пневмодвигуні.

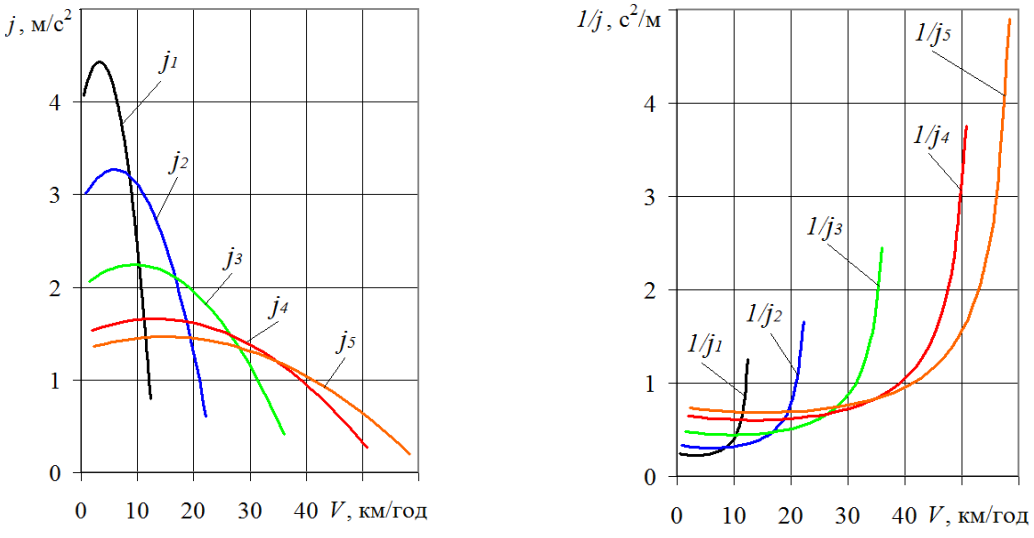


а) *б)*

Рис. 3. Характеристики гібридного автомобіля при роботі на роторно-поршневому пневмодвигуні в умовах міського руху:
а) силовий баланс; б) динамічні характеристики

Показниками динаміки розгону гібридного автомобілю з пневмодвигуном є залежності змінення прискорення, часу та відстані розгону від швидкості руху автомобіля.

На рис. 4 подано залежності змінення прискорень та обернених прискорень при русі на роторно-поршневому пневмодвигуні.

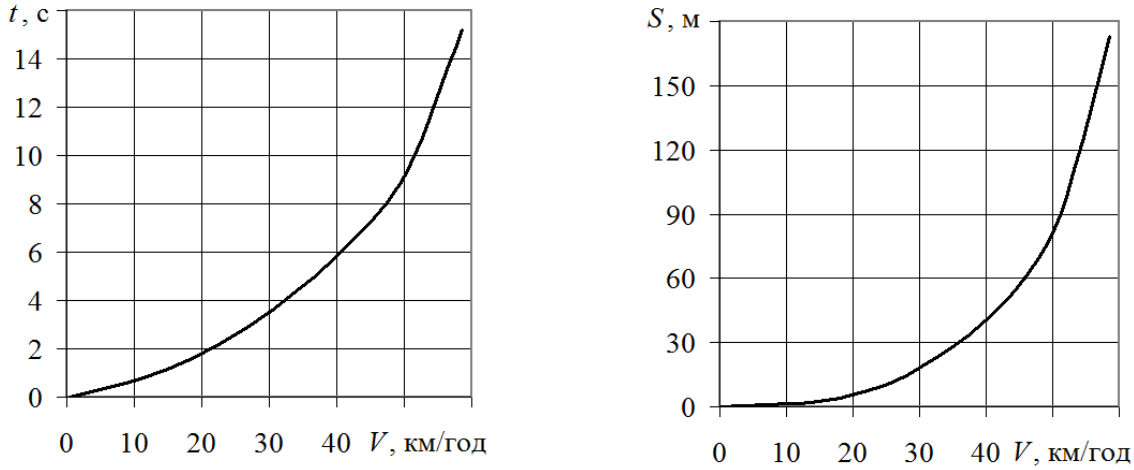


а) *б)*

Рис. 4. Характеристики прискорення гібридного автомобіля при роботі

на роторно-поршневому пневмодвигуні в умовах міського руху:
а) прискорення; б) обернені прискорення

Графіки часу та шляху розгону гібридного автомобіля залежно від швидкості руху наведено на рис. 5.



а) *б)*

Рис. 5. Залежності часу та шляху розгону гібридного автомобіля при роботі на роторно-поршневому пневмодвигуні:
а) час розгону; б) шлях розгону

Таким чином, відповідно до отриманих залежностей роторно-поршневий пневмодвигун забезпечує швидкість руху гібридного автомобіля в умовах міського руху до 60 км/год. При цьому роторно-поршневий пневмодвигун та трансмісія забезпечують максимальне тягове зусилля на першій передачі 5 кН, час розгону до максимальної швидкості 15,2 с, а шлях розгону 173 м. Приблизна тривалість руху гібридного автомобіля при використанні лише роторно-поршневого пневмодвигуна зі швидкістю 60 км/год без паралельної підзарядки на одному балоні зі стиснутим повітрям об'ємом 100 л, з температурою зберігання 20 °С, початковим тиском 35 МПа та кінцевим 2 МПа складає близько 26 км. Результати розрахунків тривалості руху є досить наближеними та умовними. Запас ходу транспортного засобу розраховувався виходячи з умов руху автомобілю прямою ділянкою дороги зі сталою швидкістю. При цьому враховувалися питома витрата робочого тіла пневмодвигуна та можливість розрядки балонів до мінімально можливого тиску з точки зору забезпечення роботи пневмодвигуна (згідно з даними таблиці 1). Крім того, при розрахунках період розгону та витрати робочого тіла не враховувалися.

Висновки:

1. Розроблена принципова паралельна схема транспортної гібридної енергетичної установки на базі роторно-поршневого двигуна РПД-4,4/1,75 потужністю 8,75 кВт. Пневмодвигун забезпечує максимальну швидкість автомобіля до 60 км/год, що є більше ніж необхідним в умовах міського руху. При цьому запас ходу автомобіля на одному балоні зі стиснутим повітрям об'ємом 100 л (початковий тиск 35 МПа, кінцевий 2 МПа) складає близько 26 км.

2. Отримана зовнішня швидкісна характеристика роторно-поршневого пневмодвигуна, відповідно до якої максимальний крутний момент двигуна складає 127,54 Н·м при 400 об/хв, а максимальна потужність 8,75 кВт при 850 об/хв.

3. Визначено складові силового балансу та динамічний фактор гібридного автомобіля при роботі на роторно-поршневому пневмодвигуні для різних передач і швидкостей руху. При цьому найбільше тягове зусилля на ведучих колесах 5 кН.

4. Отримано залежності прискорення, часу та шляху розгону гібридного автомобіля при роботі на пневмодвигуні до швидкості 60 км/год. Так, необхідний час розгону автомобіля складає 15,2 с, а шлях 173 м, що є достатнім показником в умовах міського руху.

Література

[1] Electric surge; Carmakers car plans across Europe 2019–2025. *Transport&Environment.* European Federation for Transport and Environment AISBL. 2019. 39 p.

[2] Hooftman, N. & Oliveira, L. & Messagie, M. & Coosemans, T. & Mierlo, J. V. Environmental Analysis of Petrol, Diesel and Electric Passenger Cars in a Belgian Urban Setting. *Energies*. 2016. Vol. 9. No. 84. P. 1–24.

[3] Crisostomi, E. & Shorten, R. & Stüdli, S. & Wirth, F. Electrical and Plug-in Hybrid Vehicle Networls: Optimization and Control. *Taylor & Francis Group*. 2018. 261 p.

[4] Ehsani, M.&Gao, Y. & Longo, S.&Ebrahimi, K. Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. Third Edition. *Taylor&Francis Group*. 2018. 419 p.

[5] German, J. Hybrid Vehicles Technology Development and Cost Reduction. *Technical Brief.* 2015. No. 1. A series. July. P. 1–18.

[6] Wasbari, F. & Bakar, R. A. & Gan, L. M. & Tahir, M. M. & Yusof, A. A. A review of compressed-air hybrid technology in vehicle system. *Renew Sustain Energy Rev.* 2017. No. 67. P. 935–953.

[7] Radhika, S. & Swapna, D. & Manikanta, P.& Sunain, S. K. Design of a compressed air vehicle. *Journal of Refrigeration, Air Conditioning, Heating and Ventilation*. 2016. No. 1 (3). P. 1–6.

[8] Robert, R. & Sharath Machaiah, A. M. & Roy, J. K. & Sunny, S. & Chennakeshava, R. A review on novelty of design and development of pneumatic bicycle. *Journal of Aerospace Engineering & Technology*. 2018. No. 8 (1). P. 1–4.

[9] Nabil T. Investigation and implementation of compressed air powered motorbikeengines. *Engineering Reports*. 2019. 1:e12034. P. 1–13.

APPLICATION OF ROTARY PISTON ENGINE USE IN TRANSPORT POWER PLANTS

Mytrofanov Oleksandr, Poznanskyi Andrii

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. A schematic diagram of a transport hybrid power plant using a new design RPE-4.4/1.75 rotary piston air engine is proposed. Its external speed characteristic is determined. For various gears and speeds, all the components of the power balance were determined and the dynamic characteristic of the hybrid car was obtained when operating on an air engine.

Keywords: rotary piston air engine; hybrid transport power plant; compressed air; external speed characteristic.

УДК 621.833

ПРАКТИЧНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ КОНІЧНИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ СЕУ НА КОНТАКТНУ МІЦНІСТЬ

Савенков О.І.
доцент НУК кафедри кондиціювання та рефрижерації Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
oleg.savenkov@nuos.edu.ua
Філіпішина Л.М.
доктор економічних наук, професор кафедри економіки, обліку та підприємництва Первомайського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Україна
ontariofilpi@ukr.net
Кондратьєва А.А.
аспірант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
kondratevaanna633@gmail.com

Анотація. Представлені рішення плоских контактних задач стосовно конічних зубчастих передач з прямими зубами без урахування та з урахуванням лінійної залежності між пружними переміщеннями зубів і виникаючими при цьому напруженнями. Визначено максимальні контактні напруження та розміри ділянок контакту з урахуванням лінійної та нелінійної залежностей між пружними деформаціями зубів і напруженнями. Показано, що навантажувальна здатність конічних передач за контактними напруженнями з урахуванням нелінійної залежності між пружними деформаціями і напруженнями збільшується в 1,113 рази.

Ключові слова: зубчаста передача, напруження, навантажувальна здатність, лінія, зуби, нелінійна залежність, ділнка контакту.

Постановка проблеми. Наразі розрахунок конічних зубчастих передач із плоскою лінійною системою зачеплення евольвентних зубів здійснюється за загальновідомою формулою Герца. При цьому в цю формулу вводяться кути δ_1 і δ_2 подільних (початкових) конусів шестерні та колеса, причому для ортогональних передач $\delta_1 + \delta_2 = \delta = 90^o$. Спроби вирішення контактних задач стосовно таких конічних передач із прямими зубами неодноразово здійснювалися різними дослідниками у різний час, проте не дали бажаного результату.

Аналіз останніх досліджень. Найповніше дослідження з цієї проблеми викладені в [1, 2]. Рішення контактних задач базуються на згаданій теорії контактної міцності пружно стиснутих тіл [1]. Що стосується конічних зубчастих передач, нові розробки щодо них також викладені в [3–5].

Мета роботи. Розробка практичних методів розрахунку конічних зубчастих передач на контактну міцність з урахуванням лінійного та точкового зачеплення зубів між пружними деформаціями зубів і виникаючими у них напруженнями.

Виклад основного матеріалу. У книгах [1, 2] показано, що при розрахунках конічних зубчастих передач на контактну міцність слід виходити з того, що форму зубів необхідно привести до еквівалентних прямих зубів. У зв'язку з цим розрахунок конічного зачеплення зубів можна звести до розрахунку еквівалентного прямозубого зачеплення коліс. При цьому параметри еквівалентних конічних коліс шестірні d_{v1} і колеса d_{v2}, а також кількість зубів z_{v1} і z_{v2} визначаються, виходячи з загальновідомих залежностей [1, 2].

$d_{v1} = d_1/\cos\delta_1$; $d_{v2} = d_2/\cos\delta_2$;

$z_{v1} = z_1/\cos\delta_1$; $z_{v2} = z_2/\cos\delta_2$.

де d_1, d_2 – середні подільні (початкові) діаметри шестерні та колеса, z_1, z_2 – кількість зубів шестерні та колеса; δ_1, δ_2 – кути подільних (початкових) конусів шестірні та колеса, причому $\delta_1 + \delta_2 = \delta = 90^o$.

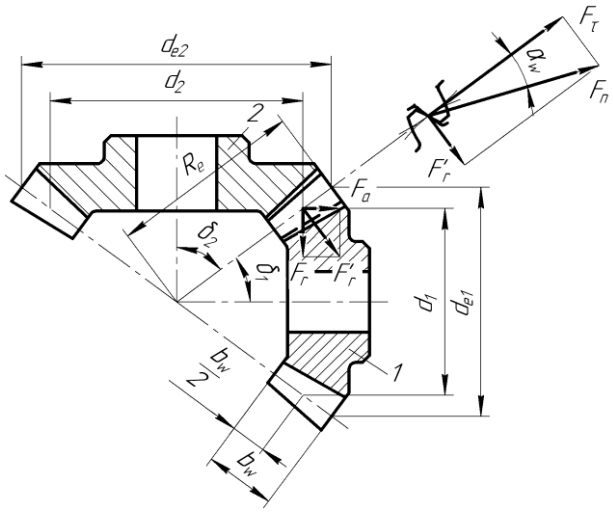


Рис. 1. Параметри конічних зубчастих коліс і зусилля в зачепленні: 1 – конічна шестерня; 2 – конічне колесо.

Розрахунковою моделлю контакту в даному випадку виступає модель контакту двох пружно стислих циліндрів, що характеризуються радіусами ρ_1 і ρ_2, які мають вигляд:

$$\rho_1 = d_1 \frac{\sin\alpha_w}{2\cos\delta_1} = mz_1 \frac{\sin\alpha_w}{2\cos\delta_1};$$

$$\rho_2 = d_2 \frac{\sin\alpha_w}{2\cos\delta_2} = mz_2 \frac{\sin\alpha_w}{2\cos\delta_2}.$$

Відповідно до виразів ρ_1 і ρ_2, приведений радіус кривизни ρ_w при зовнішньому лінійному дотику циліндрів без урахування діючого навантаження матиме вигляд:

$$\frac{1}{\rho_w} = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} = \frac{2\cos\delta_1}{d_1\sin\alpha_w} + \frac{2\cos\delta_2}{d_2\sin\alpha_w} = \frac{2}{d_1\sin\alpha_w}\left(\cos\delta_1 + \frac{\cos\delta_2}{u}\right),$$

де $u = d_2/d_1 = z_2/z_1$ – передаточне число; $\cos\delta_1 = \frac{u}{\sqrt{u^2+1}}$; $\cos\delta_2 = \frac{u}{\sqrt{u^2+1}}$.

Рівняння для визначення півширини ділянки контакту b_0 і максимальних контактних напружень σ_H, стосовно прямозубих традиційних конічних зубчастих передач, отримані в [1, 2], мають вигляд:

$$b_0 = 1{,}076\sqrt{\frac{F_n u m z_1 \sin\alpha_w}{b_w E(u\cos\delta_1 + \cos\delta_2)}}\,; \quad (1)$$

$$\sigma_H = 0{,}591\sqrt{\frac{EF_n(u\cos\delta_1 + \cos\delta_2)}{b_w m z_1 u \sin\alpha_w}}\,. \quad (2)$$

перейдемо до розв'язання даної задачі, виходячи з нелінійної залежності між пружними деформаціями та контактними напруженнями, на основі залежності:

$$W = C_m\sigma^n,$$

де C_m – розмірний параметр, мм/МПа; $n = 0{,}7\ldots0{,}8$ – показник ступеня нелінійності між пружними переміщеннями тіл і виникаючими в тілах напруженнями, котрий у даній задачі прийнято рівним одиниці.

При цьому показник ступеня нелінійності у відповідності до експериментальних даних [1, 2] приймемо рівним 0,7, тобто $n = 0{,}7$. При цьому приймемо

$$\rho_1 = \frac{d_1\sin\alpha_w}{2\cos\delta_1} \text{ і } \rho_2 = \frac{d_2\sin\alpha_w}{2\cos\delta_2},$$

припускаємо $m = m_s$.

Залежність півширини ділянки контакту матиме вигляд

$$b_0 = 1{,}025\sqrt{\left\{\left[\frac{(1-\nu_1^2)\rho_w F_n}{E_1 b_w}\right]^{0,7} + \left[\frac{(1-\nu_2^2)\rho_w F_n}{E_2 b_w}\right]^{0,7}\right\}^{10/7}}\,. \quad (3)$$

Вираз максимальних контактних напружень набуде вигляду

$$\sigma_H = 0{,}62\sqrt{\frac{F_n^2}{b_w^2\left\{\left[\frac{(1-\nu_1^2)\rho_w F_n}{E_1 b_w}\right]^{0,7} + \left[\frac{(1-\nu_2^2)\rho_w F_n}{E_2 b_w}\right]^{0,7}\right\}^{10/7}}}\,. \quad (4)$$

У отриманих рівняннях (3) і (3) неможливо оцінити вплив коефіцієнтів Пуассона, а також модулів пружності матеріалів на півширину ділянку контакту b_0 і максимальні контактні напруження σ_H у явному вигляді. Однак з рівнянь (3) і (4) випливає, що при $n = 0{,}7$ показники ступенів коефіцієнтів Пуассона і модулів пружності відрізняються від тих, які мають місце

при $n = 1$ і $\nu_1 \neq \nu_2$, $E_1 \neq E_2$, за винятком параметрів ρ_w, b_w і F_n, які в усіх випадках характеризуються показниками ступенів, рівними ½.

У передачах як матеріали для виготовлення зубчастих коліс використовуються сталі, у яких $\nu_1 = \nu_2$ и $E_1 = E_2$. У зв'язку з цим, прийнявши $\nu_1 = \nu_2 = \nu = 0{,}3$ і $E_1 = E_2$, перетворимо залежності (3) і (4) до більш спрощеного вигляду:

$$b_0 = 1{,}135\sqrt{\frac{F_n u m z_1 \sin\alpha_w}{b_w E\sqrt{u^2+1}}}; \tag{5}$$

$$\sigma_H = 0{,}56\sqrt{\frac{E F_n\sqrt{u^2+1}}{b_w u m z_1 \sin\alpha_w}}. \tag{6}$$

Рівняння (5) і (6), як і раніше отримані рівняння (1) і (2), знайдені з урахуванням того, що приведений радіус кривизни має вигляд:

$$\rho_w = \frac{u m z_1 \sin\alpha_w}{2\sqrt{u^2+1}}.$$

З іншого боку, як випливає з [1, 2], зазначений радіус кривизни можна виразити через кути подільних (початкових) конусів δ_1 і δ_2 у вигляді:

$$\rho_w = \frac{u m z_1 \sin\alpha_w}{2(u\cos\delta_1 + \cos\delta_2)}.$$

Відповідно до зазначеного виразу радіуса ρ_w, рівняння (3) і (4) при $\nu_1 = \nu_2 = \nu = 0{,}3$ і $E_1 = E_2 = E$ набудуть вигляду:

$$b_0 = 1{,}135\sqrt{\frac{F_n u m z_1 \sin\alpha_w}{b_w E(u\cos\delta_1 + \cos\delta_2)}}; \tag{7}$$

$$\sigma_H = 0{,}56\sqrt{\frac{E F_n(u\cos\delta_1 + \cos\delta_2)}{b_w m z_1 u \sin\alpha_w}}. \tag{8}$$

Порівнюючи між собою числові коефіцієнти при b_0 і σ_H у формулах (1), (2) і (7), (8), з урахуванням нелінійності між пружними деформаціями і напруженнями, півширина ділянки контакту b_0 збільшується в 1,135/1,076 = 1,055 рази, а максимальні контактні напруження σ_H, як наслідок, зменшуються в 0,591/0,56 = 1,055 рази. Зменшення контактних напружень у 1,055 рази еквівалентне, підвищенню навантажувальної здатності за цими ж напруженнями в $1{,}055^2 = 1{,}113$ рази, тобто приблизно на 11,3 %.

Висновки.

Виконано рішення плоских контактних задач стосовно прямозубих конічних зубчастих передач для визначення максимальних контактних напружень і розмірів ділянки контакту з

урахуванням лінійної та нелінійної залежностей між пружними деформаціями та напруженнями. Показано, що у випадку нелінійної залежності між пружними деформаціями та напруженнями максимальні контактні напруження зменшуються в 1,055 рази, що відповідає підвищенню навантажувальної здатності за цими ж напруженнями в 1,113 рази порівняно з лінійною залежністю між зазначеними деформаціями та напруженнями.

Література

[1] Попов А.П. Зубчатые механизмы с точечным контактом тел [Текст] / А.П. Попов– Николаев: Издательство Атолл, 2010. – 774 с.

[2] Попов А.П. Контактная прочность зубчатых механизмов [Текст] / А.П. Попов – Николаев: Изд-во НУК, 2008. – 580 с.

[3] Попов А.П. Влияние нелинейной зависимости между деформациями и напряжениями на контактную прочность зубчатых передач [Текст] / А.П. Попов, Ю.Н. Кипреев, О.И. Савенков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Проблеми механічного приводу. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 40 (1013) – С. 101–108.

[4] Попов А.П. Нелинейная контактная задача применительно к зацеплению прямых зубьев [Текст] / А.П. Попов, Л.А. Попова, А.М. Медведовский, О.И. Савенков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Проблеми механічного приводу. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2015. – № 35 (1144). – С. 107–112.

[5] Попов А.П. Контактная прочность зубчатых передач с учетом нелинейной зависимости между деформациями и напряжениями зубьев [Текст] / А.П. Попов, А.И. Мироненко, М.Г. Мозговой, О.И. Савенков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Проблеми механічного приводу. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2017. – № 25 (1247). – С. 120–123.

PRACTICAL METHOD FOR CALCULATING BEVEL GEAR TRANSMISSIONS WITH LINEAR AND NONLINEAR MESHING FOR CONTACT STRENGTH

Savenkov Oleg, Lilia Filipishyna, Anna Kondratieva

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Solutions to plane contact problems related to bevel gear transmissions with straight teeth are presented, both with and without considering the linear dependence between the elastic displacements of the teeth and the stresses generated by them. The maximum contact stresses and contact area sizes are determined, taking into account both linear and nonlinear dependencies between the elastic deformations of the teeth and the stresses. It is shown that the load-bearing capacity of bevel gears in terms of contact stresses increases by a factor of 1.113 when considering the nonlinear dependence between elastic deformations and stresses.

Keywords: gear transmission, stresses, load-bearing capacity, line, teeth, nonlinear dependence, contact area.

UDC 656

FIREPROOF DRONES. A NEW SOLUTION TO CONTROL AIR POLLUTION FROM SHIPS UNDER MARPOL ANNEX VI

Kerimov M.
Invited Specialist, Batumi Navigation Teaching University
Batumi, Georgia
Kandelaki G.
Invited Specialist, Batumi Navigation Teaching University
Batumi, Georgia
giorgiskandelakis@gmail.com

Air pollution from ships is a serious issue that affects our environment and health. Ships release harmful gases into the atmosphere, including sulfur oxides (SOx) and nitrogen oxides (NOx), which contribute to problems like acid rain, smog, and climate change. To address this, the International Maritime Organization (IMO) introduced **MARPOL Annex VI**, which limits the amount of air pollution ships can produce.

One exciting new technology that can help monitor and control air pollution from ships is **fireproof drones**. These drones are designed to operate in tough conditions and can help authorities enforce MARPOL Annex VI more easily. In this article, we'll explore how these fireproof drones work, their benefits, and how they might change the way we manage ship emissions.

Why Ship Air Pollution is a Problem

Ships are essential for global trade, but they also burn large amounts of fuel that release harmful gases. The main pollutants, SOx and NOx, can cause:

• **Acid Rain**: When these gases mix with water in the air, they create acids that fall to the ground, damaging forests, lakes, and buildings.

• **Smog and Health Issues**: NOx can form smog, which causes breathing problems, especially in cities near busy ports.

• **Climate Change**: NOx also contributes to global warming, making it a key target in efforts to reduce greenhouse gases.

To help limit these effects, **MARPOL Annex VI** sets strict rules on the emissions of SOx and NOx from ships. These rules include a cap on how much sulfur content fuel can have and special areas called **Emission Control Areas (ECAs)** where even lower limits apply.

What Are Fireproof Drones and How Do They Help?

Fireproof drones are advanced flying machines that can survive high temperatures and harsh environments. These drones are equipped with sensors that can **measure the levels of pollutants** (like SOx and NOx) coming from ship exhaust systems. The fact that they are fireproof allows them to fly close to hot exhaust stacks, where other equipment might fail.

Here's how they help control ship emissions:

1. **Real-Time Monitoring**: Unlike traditional inspections, which can take time and require human inspectors to board ships, drones can fly near a ship's exhaust and measure emissions instantly. This real-time data helps authorities quickly determine whether a ship is breaking emission rules.

2. **Monitoring Remote Ships**: Fireproof drones can be sent to check emissions from ships that are far from port or in the middle of the ocean, making enforcement easier in areas where it's hard to send inspectors.

3. **Lower Costs and Faster Inspections**: Using drones can save time and money. Normally, checking a ship's emissions requires inspectors to board the ship and take samples. Drones reduce the need for this, providing faster results and reducing the cost of inspections.

The Focus on SOx and NOx: Major Pollutants from Ships

SOx and NOx are two of the main gases targeted by MARPOL Annex VI because they cause serious environmental and health problems.

• **SOx (Sulfur Oxides)**: These gases are produced when ships burn fuel that contains sulfur. The IMO has reduced the allowed sulfur content in marine fuel to 0.5 % globally, with even stricter limits (0.1 %) in ECAs.

• **NOx (Nitrogen Oxides)**: These gases are created during the high-temperature burning of fuel. They contribute to smog and respiratory problems, especially in densely populated areas near busy shipping lanes.

By using fireproof drones, authorities can better monitor these harmful pollutants and ensure ships comply with the limits set by MARPOL Annex VI.

Benefits of Fireproof Drones for Air Pollution Control

The introduction of fireproof drones provides several advantages in the fight against ship air pollution:

1. **Instant Results**: Drones provide immediate feedback on the levels of pollutants, allowing authorities to take action quickly if a ship is non-compliant.

2. **Flexible Use**: These drones can be launched from ports, patrol ships, or land-based stations, making them more versatile than fixed monitoring stations. They can also fly over open sea areas, checking ships far from land.

3. **Safety**: Drones reduce the need for human inspectors to board ships, which can be dangerous in rough sea conditions. They can also withstand extreme heat near exhaust stacks, which would damage regular drones or equipment.

4. **Multi-Pollutant Detection**: While primarily used to detect SOx and NOx, fireproof drones can also be equipped with sensors to measure other pollutants, such as particulate matter (PM) and volatile organic compounds (VOCs).

Challenges and the Future of Fireproof Drones

While fireproof drones have great potential, there are still some challenges to overcome:

• **Legal and Regulatory Framework**: Current MARPOL enforcement methods rely on manual inspections. Governments and the IMO will need to create rules for using drone data in legal actions against non-compliant ships.

• **Technical Limitations**: Drones need long battery life to cover large areas at sea, and they must be durable enough to withstand tough weather conditions.

• **Privacy and Security**: As with any surveillance technology, there are concerns about privacy and data security. Drones must be used in a responsible manner to ensure they don't violate the privacy of ships and their crews.

Despite these challenges, the potential of fireproof drones to help enforce air pollution regulations is significant. As technology improves, we can expect drones to become a regular part of maritime environmental monitoring.

Conclusion: A Bright Future for Cleaner Shipping

Fireproof drones represent a **new frontier** in controlling air pollution from ships under MARPOL Annex VI. By providing a quicker, safer, and more flexible way to monitor emissions, these drones can help ensure that ships follow international rules to reduce harmful pollutants like SOx and NOx.

As the maritime industry faces growing pressure to clean up its environmental footprint, innovations like fireproof drones will play an important role in making global shipping greener and more sustainable. With continued advancements in drone technology and better enforcement practices, we are likely to see a cleaner, healthier future for our oceans and air.

Example of fireproof drones video:

https://www.youtube.com/watch?v=pWeqbhCeZho

UDC 656

EFFICIENCY OF SHIP POWER PLANTS AND SYSTEMS: UTILIZATION OF SUPER SLOW STEAMING (SSS)

Tsintsadze M.
Invited Specialist, Batumi Navigation Teaching University
Batumi, Georgia
mikheiltsintsadze@gmail.com

Super Slow Steaming (SSS) is a strategic approach designed to enhance the efficiency of ship power plants by optimizing the operational load on the Main Engine (ME) to achieve exceptional fuel efficiency. By operating the ME at a controlled and steady load range of 40 % to 10 % of its Maximum Continuous Rating (MCR), significant reductions in fuel consumption are achieved. This not only leads to substantial cost savings but also supports broader environmental goals by reducing the carbon emission associated with maritime operations.

As international regulations regarding emissions become progressively stringent, the adoption of Super Slow Steaming has become increasingly vital. The primary advantage of SSS is its ability to improve fuel efficiency, which directly contributes to a reduction in CO2 emissions. This shift not only helps in complying with regulatory requirements but also aligns with global sustainability initiatives. To fully leverage the benefits of SSS, adherence to a set of comprehensive procedural requirements is crucial. Listed procedures ensure that SSS is implemented effectively and that its impact is maximized:

1. **Approval and Notification:** Prior to initiating the SSS process, it is essential to notify both Technical and Commercial Operators. Securing the requisite approvals and informing all relevant stakeholders is critical to ensure that everyone involved is aware of and agrees with the operational

changes. This step facilitates smooth coordination and helps in aligning operational and commercial interests.

2. **Voyage Planning:** Effective voyage planning is integral to maximizing the duration and benefits of SSS. The voyage should be meticulously scheduled within the lay-can, the available time window for the vessel's journey, to ensure that the SSS period is optimized. This strategic planning involves analyzing route options, potential delays, and operational constraints to align the voyage plan with SSS objectives.

3. **Operational Safety:** Ensuring operational safety is of utmost importance during the implementation of SSS. The operation must be conducted with careful consideration of current weather conditions, sea state, and navigational safety. Continuous supervision by the Technical Department is required to monitor safety conditions and ensure that any potential risks are promptly addressed. This oversight is crucial for maintaining safe and efficient operations.

4. **Pre-SSS Inspection:** A thorough inspection of the ship's machinery is required before commencing SSS. This pre-SSS inspection ensures that all components are functioning properly and are in optimal condition. Detailed inspection reports should be compiled and submitted to the Technical Operators. This documentation is essential for verifying the readiness of the equipment and identifying any potential issues that could affect performance.

5. **Engine Adjustment:** During the SSS period, it is essential that no adjustments are made to the Main Engine. This practice ensures that the data collected during the SSS operation is accurate and reliable. Consistency in engine settings is crucial for obtaining meaningful performance data and for evaluating the effectiveness of SSS.

6. **Performance Records:** Maintaining detailed records of engine performance throughout the SSS period is critical. These records should include comprehensive data on engine operation, fuel consumption, and other relevant parameters. Regular reporting of this information to the Technical Operators allows for a thorough analysis of SSS effectiveness and provides insights into operational efficiency.

7. **Monitoring:** Continuous monitoring of engine parameters is essential during the SSS operation. All relevant data should be systematically logged and analyzed. This ongoing monitoring helps in identifying any deviations from expected performance and ensures that the engine operates within the desired parameters. Regular updates and findings should be reported to the Technical Operators to facilitate prompt intervention if needed.

8. **Soot Blowing:** To maintain engine efficiency throughout the SSS period, regular soot blowing is necessary. This maintenance activity helps in preventing the buildup of soot, which can impair engine performance and efficiency over time. Soot blowing should be performed at specified intervals as part of routine maintenance to ensure optimal engine operation.

9. **Separate Reporting:** Accurate and effective data collection is supported by separately reporting SSS periods and soot blowing activities. This separation allows for clearer analysis of the impact of SSS on fuel efficiency and emissions. It also helps in evaluating the effectiveness of the SSS strategy and making informed decisions for future operations.

By following these detailed procedural requirements, the benefits of Super Slow Steaming can be fully realized. This approach not only enhances fuel efficiency and reduces emissions but also contributes to significant cost savings in maritime operations. Adhering to these guidelines ensures

that the SSS process is implemented effectively, supports environmental sustainability, and aligns with the evolving regulatory landscape of the shipping industry.

UDC 656.02 8078.89

SELECTION OF THE TYPE OF SHIPMENT AND GEORGIA'S PERSPECTIVES IN THE MARITIME SHIPPING PROCESS

Giorgi Purtskhvanidze
Doctor, Professor, Akaki Tsereteli State University; Construction and Transport Department, Transport Traffic Direction, Georgia, Kutaisi
ORCID ID: 0000-0002-2389-9827
e-mail: gia58-58@mail.ru
Kakhaber Khintibidze
Doctor, Professor of Batumi Navigation Teaching University, Head of division – Ship's Power plant, Marine Chief Engineer, Georgia, Batumi
e-mail: K.Khintibidze@Gmail.com
Romanoz Topuria
Doctor, assoc. Professor, Akaki Tsereteli State University; Construction and Transport Department, Direction of motors, Georgia, Kutaisi
e-mail: Roman.topuria@atsu.edu.ge
Vladime Nemsadze
Invited specialist, Batumi Navigation Teaching University, Georgia, Batumi

Abstract. Intermodal transportation system and one of its parts – carriage by sea – represent the complex version of transportation, because it is connected to solving the commercial-legal, financial-economical, organizational-tehnological and development of transport infastructure questions in international trnansfers.

The paper presents the type of cargo transportation according to the number of types of transport involved and the organizational-technical aspects of the transport. Statistical survey of the number of cargoes and containers transported by Georgian shipping and shipping ports and prospects of Georgia in the process of shipping.

Key words: Port, harbor, shipping, container.

1. Introduction

Georgia is located in one of the most important and complex geopolitical regions of the world, at a key point on the Silk Road, which historically played a significant role in the development and relations between Europe and Asia.

In the modern era, under the conditions of globalization, the independent Georgia's geo-economic role, as an important transit artery connecting the West and East, North and South, is becoming even more relevant and aligns with the geo-economic interests of major countries such as

the USA, EU member states, Russia, Turkey, Iran, and China. This transit artery is also important for the economic interests of Armenia, Azerbaijan, and the countries of Central Asia. Thus, Georgia's geo-economic positioning has placed it within the sphere of global interests [1,3]. Developed nations have actively begun to collaborate with Georgia to maximize their priority geo-economic significance.

2. The Purpose of the Work

The Purpose of the work is selection of the type of shipment and Georgia's perspectives in the maritime shipping process

3. Main Part

Based on the quantity of transport types (rail, road, sea, air) involved in freight transportation and the organizational-technical aspects of delivery, transportation can be unimodal, multimodal, intermodal, segmented, and combined. Unimodal Transport is conducted using a single type of transport, for example, road transport, where the initial and final points of the logistics chain are specified without intermediate operations for warehousing and processing the cargo. Multimodal Transport refers to a transportation scheme carried out using several types of transport, where the carrier (operator) organizes and fully takes responsibility for the door-to-door shipment. In multimodal transport, the customer contracts with the transport operator, who assumes full responsibility for the entire transportation process using all necessary types of transport. The operator is fully responsible to the customer and issues a unified transport document that covers the entire journey of the cargo.

Intermodal Transport is a transportation scheme that is carried out using several types of transport sequentially, from "door to door," without unloading and reloading the cargo during transport changes. In this case, there is no operator, and the customer enters into direct contracts with each carrier, who is responsible for their own section of the route. As a result, responsibility for each link in the logistics chain falls on the shipper.

Segmented Transport refers to a type of transportation where the carrier takes responsibility only for the portion of the transport they personally perform.

Combined Transport refers to the shipment of cargo using the same transport unit (e.g., a container) via different types of transport, such as road, rail, and water. Combined transport is a specific case of intermodal transport. It shares the characteristics of both multimodal and intermodal transportation.

It is well-known that maritime transport is the most cost-effective method for shipping cargo. It plays a critical role in the international transportation of both bulk and containerized cargo, which in turn is a key driving force behind the establishment and development of multimodal transport as a global phenomenon [2, 4].

Georgia's port system consists of two ports, Poti and Batumi, as well as specialized oil terminals in Supsa and Kulevi [3, 4, 5].

If we look at the trend in the total volume of cargo transported by Georgia's transportation sectors, it has been declining from 2014 to 2021.

In 2020, the volume of cargo handled in Georgian ports decreased due to the global COVID-19 pandemic. According to the Ministry of Economy of Georgia, the total amount of cargo processed in seaports and terminals in 2020 amounted to 11.9 million tons, which is 0.3 million tons less than in 2019, a decrease of 1.7 % in percentage terms.

Due to the Russia-Ukraine war that began in 2022, cargo redistribution shifted from the Northern transit corridor toward Georgia, leading to an increase in the total amount of cargo handled in the Poti and Batumi seaports. According to the Ministry of Economy, in 2022, the total volume of cargo processed in Poti and Batumi seaports amounted to 12.4 million tons, which is 12.8 % more than the amount handled in 2021. There was also an increase in the total number of containers processed in Poti and Batumi seaports, with 477,094 TEU handled in 2022, which is 18.9 % more compared to the number of containers processed in 2021.

Figure 1 presents the volume of cargo processed in Georgia's seaports and terminals from 2019 to 2022.

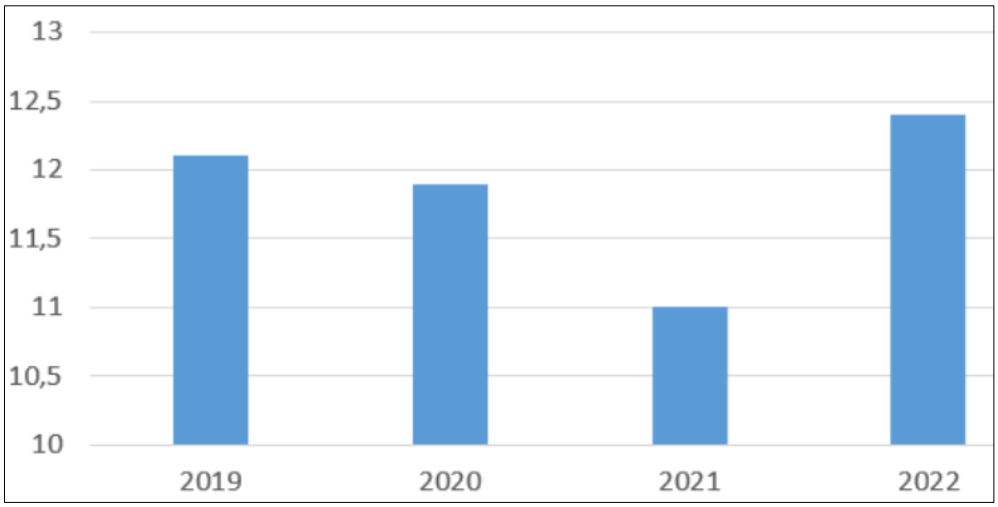


Fig. 1. Volume of Cargo Processed in Seaports and Terminals in Million Tons by Year

4. Conclusions

Based on the statistical analysis of the cargo transported and containers processed by Georgia's transport system, we have concluded that it is necessary to build a deep-water port in Georgia, which will accommodate the increased cargo flow. With the operation of the Anaklia deep-water port, the time and financial costs associated with processing cargo and containers will be reduced. This will allow us to attract more international cargo flows and make Georgia's ports more competitive and attractive within the maritime shipping system.

References

[1]. Giorgi Purtskhvanidze, Archil Varshanidze, Teona Turmanidze. Perspectives of Georgia in sea shipping process and statistical survey of containers and cargo handled by ports. "Transport bridge Europe-Asia". V Georgian-Polish international scientific-technical conference. A collection of works. Kutaisi. 2019. 142-148 p.

[2]. Prof. Dr. Purtskhvanidze G.,Assoc.Prof. Dr. Gvetadze V. Doctoral candidate Varshanidze A. Master Turmanidze T. A Port community system of Georgia and its role in world maritime transport. Trans motauto world. # 3. v – 3. Scientific technical union of mechanical engineering Industry-4.0. 2018. 131–134 p.

[3]. Gogichaishvili G., Surguladze Giorgi. Concept of Automated Management of Multimodal Freight Transportation Business Processes. Transact.of Georgian Technical University. “Automated Control Systems”, No2 (18), 2014. 46–50 p.

[4]. Giorgi Purtskhvanidze, Archil Varshanidze, Teona Turmanidze, Lali Gogisvanidze. Container shipping and its development trends. International Scientific-Practical Internet Conference “Modern Engineering Technologies”. ATSU. Kutaisi. 2018.

[5]. https://bpn.ge/ekonomika/20177-saqarthvelos-portebi.html?lang=ka-GE.

СЕКЦІЯ № 4. ХОЛОД В ЕНЕРГЕТИЦІ, ПРОМИСЛОВОСТІ

UDK 621.577

THERMODYNAMIC PROCESS ANALYSIS IN THERMOPRESSORS: APPLICATIONS TO CONTACT COOLING SYSTEMS

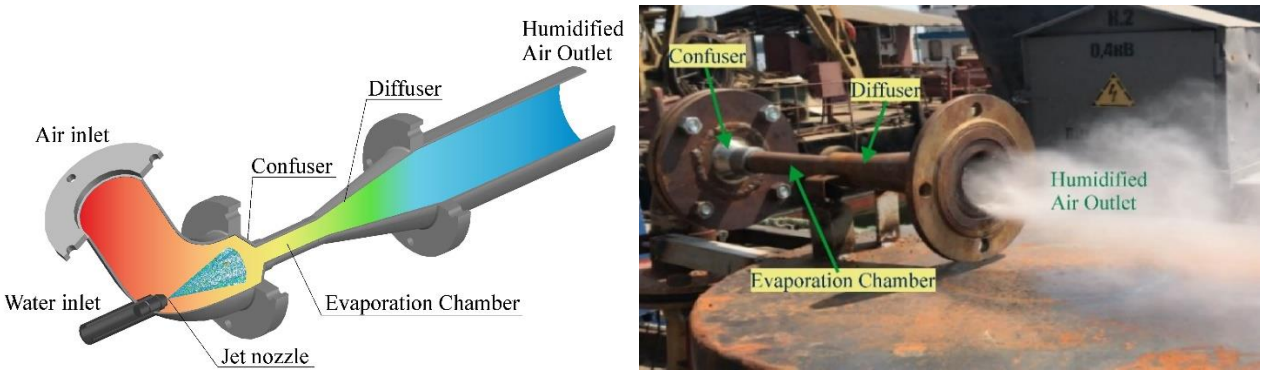
Halina Kobalava
PhD, Head of the Heat Engineering Department
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Kherson Educational-Scientific Institute, Ukraine
g.lavamay@gmail.com
Maksym Solianyk
Student
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Kherson Educational-Scientific Institute, Ukraine

Abstract: One promising approach to enhance the efficiency of the air compression process between compressor stages involves the application of contact intercooling technologies. The proposed solution includes the use of a thermopressor in the air intercooling system between compressor stages. To examine the complex thermophysical phenomena occurring within the thermopressor, a computational model based on the finite volume technique was used. The findings indicate that the thermopressor facilitates effective fine-dispersed atomization of water, resulting in an isothermal compression process in the compressor.

Keywords: Water Droplet Diameter, Pressure Increase, Incomplete Evaporation.

There is a pressing issue of conserving energy resources in the global economy, particularly in the operation of power plants, including those based on gas turbine engines. One of the primary elements in a power plant is the compressor, which is used to obtain compressed air. Multistage compressors are employed to achieve higher pressures, where the compression process occurs sequentially in separate stages. In the case of multistage compression with air cooling between stages (each time returning to the initial temperature), the energy consumption for compression is reduced. This cooling process is primarily employed to bring the air compression process closer to isothermal, resulting in an increase in the cycle's thermal effectiveness [1]. Employing a two-phase jet apparatus, namely a thermopressor, represents a promising technique to cool and moisten the compressed working fluid [2, 3]. This device is employed for contact air cooling to achieve a highly efficient fine-dispersed flow and additional pressure increase through thermo-gas-dynamic compression [4]. The main goal of this research is to investigate and evaluate the performance of the thermopressor as an innovative technology for compressed air cooling in gas turbine systems. The study aims to comprehensively analyze the aerodynamic and cooling characteristics of the thermopressor under various conditions, including scenarios of complete, partial, and incomplete water droplet evaporation.

The analysis utilized an experimental thermopressor model (Fig. 1) having the following dimensions: length L_{tp} = 387 mm; evaporation chamber diameter D_{ch} = 25 mm. Optimized confuser convergent and diffuser divergent angles were selected as $\alpha_c = 35°$ and $\beta_d = 5°$ respectively to minimize frictional and localized pressure drop losses.



(a) *(b)*

Fig. 1. 3D model (a) and experimental model (b) of the thermopressor.

A sequential approach was utilized to model the complex two-phase flow. Firstly, the airflow was independently simulated excluding water droplet interactions. Subsequently, the discrete phase calculations used a Lagrangian methodology to determine trajectories, sizes, velocities, positions and temperature changes of individual droplets, based on the computed airflow field [5]. The next stage involved coupling the discrete and continuous phases. During this step, inter-phase exchanges of mass, momentum and energy were numerically evaluated [6]. The obtained data were then incorporated into the calculation of the airflow field, meaning that the continuous phase calculation utilized data obtained from the discrete phase effect. The calculation continued until achieving relative convergence of the results.

The analysis determined the degree of compressed air cooling achievable within the thermopressor under different conditions (Fig. 2):

- Complete droplet evaporation: ΔT_{tp} = 106 K.
- Partial evaporation in diffuser: ΔT_{tp} = 118 K.
- Incomplete evaporation: ΔT_{tp} = 133 K.

For the inlet temperature of 473 K, cooling levels of 133–140 K were attained, yielding exit temperatures between 340–367 K.

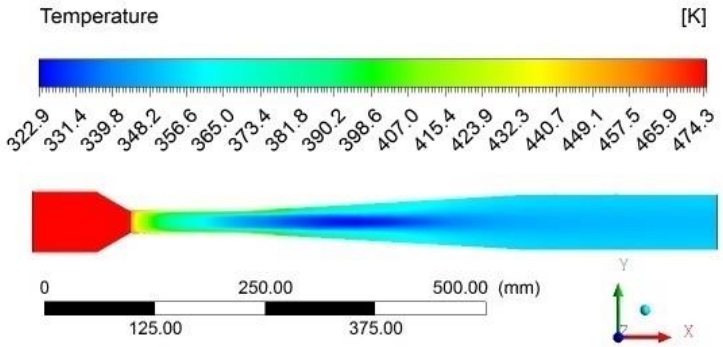


Fig. 2. The distribution of flow temperature Ttp field along the length of the thermopressor Ltp during incomplete evaporation.

In the diffuser, the flow velocity decreases to 40–45 m/s with an increase in pressure. In the absence of a dispersed flow in the diffuser (“dry” thermopressor), the pressure increase is 65 kPa (21.5 %), and with the presence of a dispersed flow, it is 54.5 kPa (18.1 %). The pressure increases in the flow part of the jet apparatus with liquid injection compared to the “dry” thermopressor by 24.5 kPa (8.1 %). Thus, the absolute pressure in the thermopressor is 302.7 kPa (Fig. 3).

The mathematical model was tested for adequacy to the object of research using data obtained during the experiment. When comparing the results of the experimental study with the data obtained from numerical simulation (at different values of the relative water flow rate), deviations not exceeding 13 % were obtained. Based on the comparison of the data obtained, it can be concluded that the three-dimensional model based on numerical simulation works and can be used to simulate and determine the characteristics of the thermopressor while providing fine dispersion of water with simultaneous cooling of the flow and increasing the total pressure at the outlet of the apparatus.

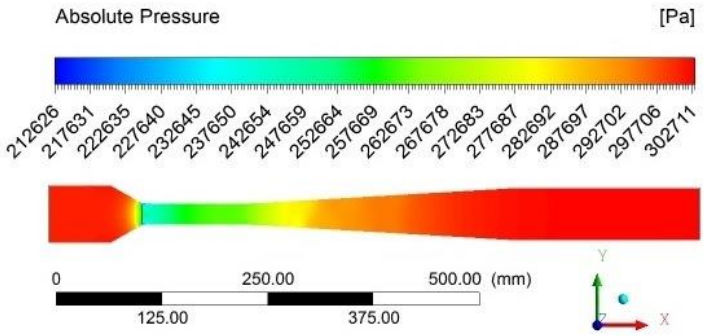


Fig. 3. The distribution of flow absolute pressure Ptp field along the length of the thermopressor Ltp during incomplete evaporation.

The practical application of the thermopressor in gas turbine plants, particularly in cyclic air intercooling, showed potential efficiency improvements. The injection of water as an additional working fluid contributed to increased specific power, resulting in a 1–2 % enhancement in gas turbine plant efficiency. The thermopressor holds promise as a viable solution for enhancing efficiency in gas turbine systems, offering a reduction in specific fuel consumption by 8 g/(kW·h) and an increase in specific power output by 10 %.

Conclusion. The use of the thermopressor in the air intercooling system enables the evaporation of water droplets during compression in a high-pressure compressor, consequently approaching the process to isothermal conditions with minimal compression work. Therefore, the application of the thermopressor can be an alternative to traditional air-cooling methods, and leads to a reduction in work, and consequently, the power of the compressor by approximately 10 %, while simultaneously increasing the amount of working fluid in the cycle. This enhancement contributes to improved gas turbine efficiency.

References

[1]Ritchey, I., Fisher, E. H., Agnew, G. D.: Water spray cooling of gas turbine cycles. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy, 214 (3), 203–211 (2000). DOI: 10.1243/0957650001538308.

[2]Kobalava, H., Konovalov, D., Kalinichenko, I., Pyrysunko, M. (2024). Study of Thermophysical Processes in the Thermopressor for Contact Cooling Systems. In: Ivanov, V., Pavlenko, I., Edl, M., Machado, J., Xu, J. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing VII. DSMIE 2024. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-031-63720-9_21.

[3]Konovalov, D., Kobalava, H., Radchenko, R., Radchenko, M., Zubarev, A., Tsaran, F., Hrych, A., Anastasenko, S. Research of hydrodynamic processes in the flow part of a low-flow thermopressor. Journal of Energy Systems 2024, 8 (2), pp. 89–100.

[4]Sirignano, W.A.: Fluid dynamics and transport of droplets and sprays. 2nd edn. Cambridge University Press, New York (2010).

[5]Wang, Y., Sun, J., Zhao, M., Murga, A., Yoo, S.-J., Ito, K., Long, Z.: Numerical Study of Indoor Oil Mist Particle Concentration Distribution in an Industrial Factory Using the Eu-lerian–Eulerian and Eulerian–Lagrangian Methods. Fluids 8 (10), 264 (2023). DOI: 10.3390/fluids8100264.

[6]Sirignano, W.A.: Fluid dynamics and transport of droplets and sprays. 2nd edn. Cambridge University Press, New York (2010).

UDK 621.313.13

INNOVATIONS IN COOLING STRATEGIES AND THERMAL CONTROL FOR MODERN ELECTRIC MOTORS

Dmytro Konovalov
D.Sc, Professor of the Heat Engineering Department,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Kherson Educational-Scientific Institute, Ukraine
Visiting Professor of the Department of Energy and Process Engineering,
Norwegian University of Science and Technology, Norway
Halina Kobalava
PhD, Head of the Heat Engineering Department,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Kherson Educational-Scientific Institute, Ukraine
g.lavamay@gmail.com

Abstract. The study provides an overview of new trends in development of cooling systems for electric motors. It includes summary of academic research, patens and design of cooling systems implemented by leading motor manufacturers at TRL9. The new trends of cooling management of air and liquid cooling systems was discussed and analyzed with the focus on the temperature distribution and its influence on the power-to-dimension ratio of the electric motors.

Keywords: Electric Motor, Cooling System, Coolant.

The basic trends of today’s motors are not only the case of high efficiency but also a high value of the power-to-dimension ratio (relation of motor power to motor’s weight, kW/kg), which is in

agreement with the concepts of sustainable use of energy and resources and circular economy. The power-to-dimension ratio value becomes even more important when considering the necessary volume for motor installation. The higher such a performance the lower volume and weight of the electric motor will be, which is important for vehicles and airplanes.

The efficient cooling system is one way to approach the high value of the power-to-dimension ratio when the intensive heat rejection maintains the optimal temperature of the motor's operation [1]. The type of the cooling system strongly depends on the application area, ambient temperature, the occurrence of part-load and off-design operation etc. The modern trend of development of new small-size and high-power motors requires the development of advanced thermal management systems, which support the motor's sustainable operation.

The air cooling dominates in motor thermal management when considering area of application. This method is the simplest in application, use, maintenance and cheap in the case of running and investment costs [2]. External cooling has some limitations in terms of area of application, the fan cooling or self-cooling are dominant solutions for the method. The passive air cooling occurs for most types of electric motors with a few exceptions like electric motors for vehicles when the direct access of air to electric motor is limited. The water and oil cooling are at the second place in terms of use and research interest, because it requires more complicated instrumentation and infrastructure. However, this method allows to obtain highest power-to-dimension ratio, when the compact system is a requirement [3]. The past 10 years revealed the high interest to new internal cooling systems with different types of cooling agents. It becomes the most used method in all the application areas. The use of cooling channels can be considered as a part of internal cooling. Injection method of cooling is an efficient method due to the direct contact of the coolant with motor's interior. Oil and refrigerant are the working fluids for the method; this creates significant challenges in terms of preventing leakage and return system.

The use of refrigerants for direct cooling purpose in electric motors is not well established due to high risk of leakage and special requirements to pressure levels. At the same time, the boiling and condensation provide the highest heat transfer rate, especially, when internal cooling is applied [4, 5].

Direct evaporation of cooling media from the hot surfaces of the electric motors is more beneficial in terms of high heat transfer coefficient. The following properties should be considered for use the refrigerant as a cooling media for electronics of hybrid vehicles: dielectric strength, dielectric constant, flammability, auto-ignition temperature, lower explosive limit, atmospheric lifetime, ozone depletion potential, global warming potential. One of the methods is direct injection and spraying of refrigerant in the motor's interior, (Fig. 1). It can be, also, organized as described by Metheny at. al [6] for hermetic motor. R11 was supplied thought both ends of the motor (at vicinity of vending) and dispersed by the rotation of the fan blades. The flow of refrigerant through the stator was organized via system of axial ducts, then the refrigerant exhausted radially through orifice at the axial center of the motor. The temperature of the refrigerant was at the boiling point. No membrane between the rotor and stator [6].

The main problem of the evaporative cooling of large machines is the leakage of the refrigerant through the rotor's bearings. The proposed solution was the use of hermetic fibre-glass sleeve, which was installed in the gap between rotor and stator and provided good sealing. The alternative solution utilized the magnetic sealing of shaft and bearing when the sleeve was not needed. In pilot tests R113

was sprayed through the distribution system on the windings' ends (evaporation temperature 47.6 ºC) and the vapor was taken to the condenser via radial ducts in the stator. The sub-cooled refrigerant was sprayed in the motor's interior and forms thin film on the surface, which increased the heat transfer of evaporation [4]. In the case of the magnetic sealing of bearing the bottom part of the motor was filled with refrigerant.

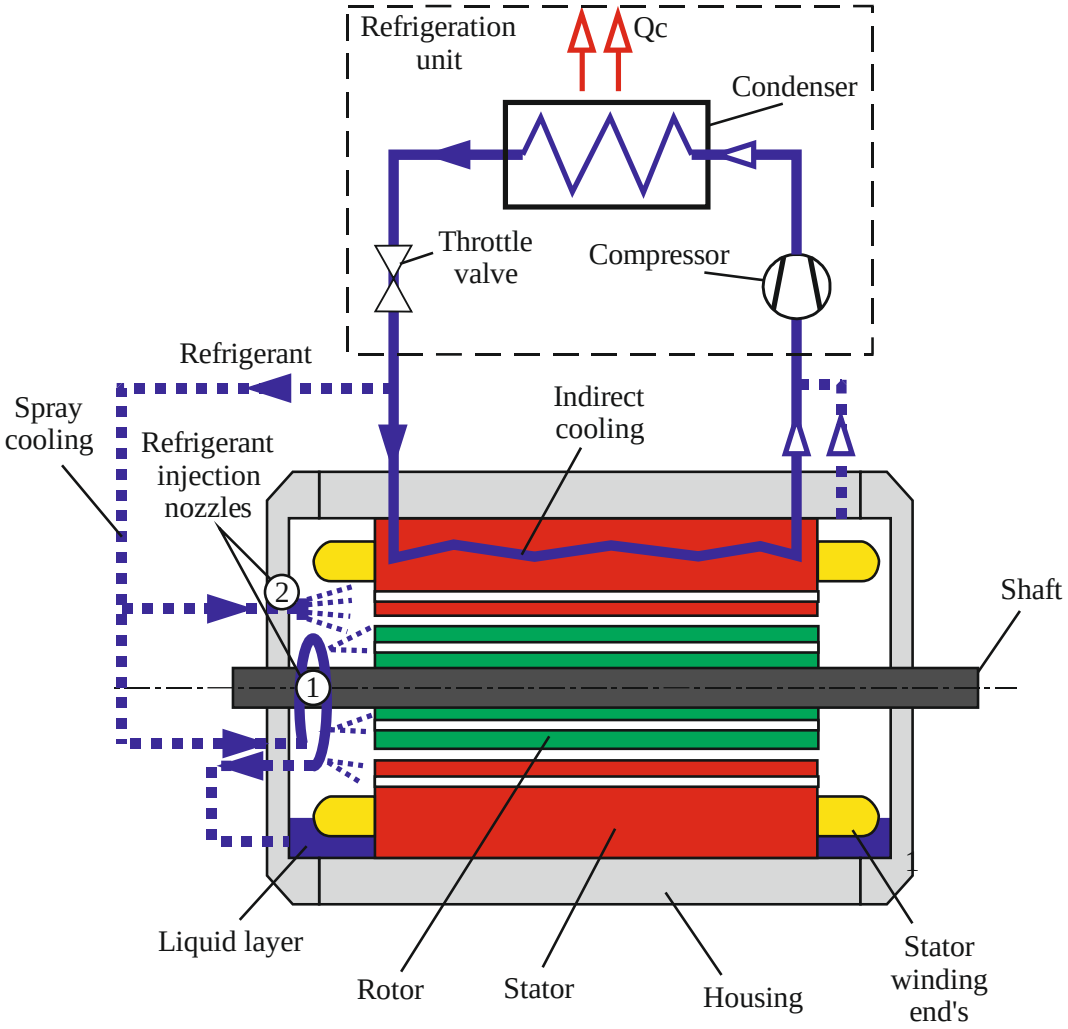


Fig. 1. Structure of spray cooling and indirect cooling for electric motor.

The potential of use of several refrigerants for efficient cooling of electric motors for aircrafts was discussed recently. The proposed solution of cooling utilised of thermal pipes and ducts and micro-channel. The high potential of low-pressure refrigerants like R236fa, R245fa and R134a was discussed, it will provide low weight of the cooling infrastructure. The author mentioned the high potential as CO2 as a working fluid. They noted that the high working pressure can be a significant issue, when applying CO2 for cooling of electric motors [7].

An industrial solution of use of refrigerant for motor cooling was presented by HERMETIC-Pumpen GmbH (Germany) [8]. An electric motor cooling system using the pumped refrigerant has been proposed for refrigeration pumps (R717, R744, R290, R404A, etc.), when there was no physical separation between the motor and pump. The coolant cools the motor elements by circulating through

the gap between the stator and rotor, and through the cooling duct inside the shaft. This solution reduces the pump size by 50 % compared to the classic design.

Conclusion. Analysis of the presented data shows that the cooling system's effectiveness signifi-cantly impacts electric motor performance. Decreasing the cooling temperature for every 10°C allows for increasing power by 3–8 % and efficiency by 0.2–0.4 %. At the same time, a significant characteristic is the power-to-dimension ratio, which rises with improving the cooling system's efficiency. On the other hand, increasing winding temperature by every 10°C of over a high-temperature limit decreases life operation by 50 %. When applying similar cooling systems for motors with different designs and operation conditions, the effects on the performance of the motor was different. Therefore, the efficiency of cooling is not only a question of a cooling system or method but a combination of system design, motor operation and environmental conditions.

References

[1] Lipo, T. Introduction to AC Machine Design, 2018.

[2] Wrobel, R. A technology overview of thermal management of integrated motor drives – Electrical Machines. Thermal Science and Engineering Progress 2022, 29, 101222, doi: 10.1016/j.tsep.2022.101222.

[3] Gai, Y., Kimiabeigi, M., Chuan Chong, Y., Widmer, J.D., Deng, X., Popescu, M., Goss, J., Staton, D.A., Steven, A. Cooling of automotive traction motors: Schemes, examples, and computation methods. IEEE Transactions on Industrial Electronics 2019, 66, 1681–1692, doi:10.1109/TIE.2018.2835397.

[4] Deisenroth, D.C., Ohadi, M. Thermal management of high-power density electric motors for electrification of aviation and beyond. Energies 2019, 12, doi:10.3390/en12193594.

[5] Konovalov, D., Tolstorebrov, I., Kobalava, H., Lamb, J.J., Eikevik, T.M. Experimental Investigation of a Low-Temperature Three-Circuit Cooling System for an Electric Motor under Varying Loads. Energies 2023, 16, 8019. https://doi.org/10.3390/en16248019.

[6] Metheny, L., Sudhoff, D., Thompson, A., Budzynski. Integrated electric motor and drive system with auxiliary cooling motor and asymivietric heat sink. US5763969, 09.06.1998 1998

[7] Konovalov, D., Tolstorebrov, I., Eikevik, T.M., Kobalava, H., Radchenko, M., Hafner, A., Radchenko, A. Recent Developments in Cooling Systems and Cooling Management for Electric Motors. Energies 2023, 16, 7006. https://doi.org/10.3390/en16197006.

[8] GmbH, H.-P. HERMETIC refrigeration pumps. Available online: https://kaelte.hermetic-pumpen.com/en/pump-types (accessed on 24/03/23).

УДК 621.51

THE LOW TEMPERATURES HERMETIC COMPRESSORS FOR MARINE AND AGRIINDUSRIAL REFRIGERATING SYSTEMS

Lytosh Olena
Ph. D., associate professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, Ukraine
olena.lytosh@nuos.edu.ua

Abstract. The results of research by creation of the low-temperatures machine on the base high-temperatures hermetic compressors of type (HGV) were presented. The performances of created of type-sizing row of low-temperatures compressors were conducted.

Keywords: hermetic compressor, low-temperature, investigation, creation.

Introduction. For cooling medium- and low-temperature chambers, as well as provision storerooms on vessels in our country and internationally, monobloc refrigeration units have found wide application [1, 2, 3]. The advantages of such refrigeration units, including high reliability and a long service life, achieved through complete factory readiness, high-quality component units, and minimal on-site installation compared to split refrigeration systems, have contributed to their widespread use in shipbuilding and the agro-industrial complex. However, in Ukraine, monobloc refrigeration units, for example, for ship's provision storerooms, have not been manufactured until recently.

In order to meet the future needs for modern refrigeration equipment, CSR and DI "Typhoon" has developed three sizes of monoblock compact hermetic refrigeration machines of the HMP type for provision storerooms Applications: HMP -1 – storage of meat and fish; HMP -1.5 – storage of fat; HMP -2.0 – storage of fruits, vegetables, dry provisions. The machines are fully automated and equipped with hermetic freon compressors (HFC) of our own design.

Earlier, the institute developed a new series of high-temperature HFC type HGV for marine autonomous air conditioners with a cooling capacity from 2.5 to 32 kW [4].

Aim. Development of low-temperature machines based on high-temperature hermetic compressors of the HGV type.

Main material. In connection with the creation of domestic climate chambers and equipment for enterprises of the agro-industrial complex, the need for HFC for operation in low-temperature conditions has sharply increased.

The author investigated high-temperature HFC of a new series in low-temperature modes in order to determine the characteristics and clarify the possibility of creating, on their basis, a modification of compressors for stable operation in a wide range of boiling temperatures t_o and condensation temperatures t_c [5].

Based on the conducted research, the main directions for creating an optimal design of low-temperature HFC were determined: increasing the feed rate (primarily by reducing dead volume) and reducing the temperature level, for example, by cooling the oil [6].

The refrigeration capacity and power consumption of the developed low-temperature HFC are given below.

Compressor type, kW	Cooling capacity, (kcal/hour), ± 10 %	Power consumption, kW, ± 10 %
HGN – 0.7	0.54 (465)	0.73
HGN -1.4	1.08 (930)	1.45
HGN -3.5	3.0 (2580)	2.8
HGN -7.0	6.0 (5160)	5.4

Note: Cooling capacity and power consumption are indicated at freon boiling temperatures: 35 ºC, condensation temperatures: 30ºC, suction temperatures: 20 ºC and subcooling temperatures: 25 ºC.

Conclusions. During the research, the possibility of increasing the efficiency and expanding the temperature range of the compressor by switching to two-stage compression was worked out.

In the future, it will be possible to develop modifications of low-temperature HFC and assist the manufacturer in their development.

References

[1] Ionov A.G., Kan A.V. Avtomatizirovannye blochnye holodil’nye agregaty na rybopromyslovyh sudah [Automated block refrigeration units on fishing vessels] / Ionov A.G., Kan A.V. // Holodilnaya tehnika. – 1979. – № 9. – S. 27–32.

[2] Orlov YA.B., Zelikovskij I.H., Okon Z.L. Monoblochnye holodil’nye mashiny dlya sredne– i nizkotemperaturnyh kamer [Monoblock refrigeration machines for medium and low temperature chambers] / Orlov YA.B., Zelikovskij I.H., Okon Z.L. // Holodilnaya tehnika. – 1989. – № 11. – S. 41–44.

[3] Dorosh V.S. Germetichnye holodilnye mashiny dlya provizionnyh kladovyh [Hermetic refrigeration machines for food pantrys]/ V.S. Dorosh, I.A. Nazarenko, E.V. Lytosh // Holodilnaya tehnika i tehnologiya. – Odessa: OGAH, 2005. – № 4 (96). – S.62 – 64.

[4] Novyj ryad vysokooborotnyh germetichnyh holodilnyh kompressorov dlya sudovyh avtonomnyh kondicionerov [A new range of high-speed hermetic refrigeration compressors for marine autonomous air conditioners] / V.S. Dorosh, V.I. Gidulyan, V.Yu. Zaharov, Yu.K. Kolomiec // Holodilnaya tehnika. – 1983. – № 5. – S. 19–23.

[5] Ispol’zovanie vysokotemperaturnyh germetichnyh kompressorov v nizkotemperaturnyh rezhimah [Use of high temperature hermetic compressors in low temperature conditions] / V.I. Gidulyan, V.S. Dorosh, B.D. Redkozub // Holodilnaya tehnika. – 1991. – № 1. – S. 23–24.

[6] Dorosh V.S. Vliyanie konstruktivnyh faktorov na harakteristiki holodil’nyh germetichnyh porshnevyh kompressorov [Influence of design factors on the characteristics of refrigeration hermetic piston compressors] / Dorosh V.S. Zb. nauk. pr. UDMTU. – Mikolayiv: UDMTU, 2000.– № 1. – S.74–80.

УДК 621. 51

RESEARCH ON ALTERNATIVE REFRIGERANTS IN HEATING, VENTILATION, AND AIR CONDITIONING SYSTEMS

Olena V. Lytosh
Ph. D., associate professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, Ukraine
olena.lytosh@nuos.edu.ua
Anatolii Prylutskyi
Team leader/Senior software developer Ciklum
anpryl@gmail.com

Abstract. This paper examines alternative refrigerants used in Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) systems, focusing on their environmental impact, regulatory compliance, performance, and safety. The study analyzes current trends and technological advancements in low Global Warming Potential (GWP) refrigerants, such as hydrofluoroolefins (HFOs), hydrocarbons, and natural refrigerants. It discusses the challenges and prospects of adopting these alternatives in various HVAC applications, emphasizing the need for continued innovation and collaboration to achieve sustainable solutions in the industry. The paper aims to provide a roadmap for future research and development of sustainable cooling technologies.

Keywords: alternative refrigerants, HVAC, Global Warming Potential (GWP), hydrofluorocarbons (HFCs), hydrofluoroolefins (HFOs), hydrocarbons, natural refrigerants, environmental impact, regulatory compliance, safety. coverability through relevant keywords.

Introduction. The Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) industry is at a critical juncture as it faces mounting pressure to reduce its environmental footprint. Traditional refrigerants, such as hydrofluorocarbons (HFCs), have been widely used in HVAC systems for their efficiency and reliability. However, the significant environmental impact of these high Global Warming Potential (GWP) substances, including their contribution to ozone layer depletion and global warming, has led to an urgent need for alternatives. The growing body of research into alternative refrigerants is driven by a combination of regulatory mandates, environmental concerns, and technological advancements. This review synthesizes the latest findings from recent studies, providing insights into the potential of alternative refrigerants to meet the evolving demands of the HVAC industry.

Aim. The purpose of this research is to offer a detailed analysis of alternative refrigerants in the context of HVAC systems, focusing on their environmental impact, regulatory compliance, performance, and safety. By reviewing the latest developments, this study aims to identify the most promising refrigerants that can replace traditional high-GWP substances. Additionally, the research explores the challenges associated with the adoption of these alternatives, including technical limitations, safety concerns, and market readiness. Ultimately, this study seeks to contribute to the

ongoing dialogue on sustainable HVAC solutions, offering a roadmap for future research and development.

Main material.

Environmental Impact and Regulations

Traditional Refrigerants and Their Environmental Impact [1, 3, 4]

1. *High-GWP Refrigerants:* Traditionally, refrigerants like R134a, R404A, and R410A have been the mainstays of HVAC systems due to their effective thermodynamic properties. However, these refrigerants are now recognized as major contributors to environmental degradation, particularly in terms of their high GWP and potential to cause ozone depletion.

2. *Ozone Layer Depletion:* Some refrigerants, especially chlorofluorocarbons (CFCs) and hydrochlorofluorocarbons (HCFCs), have been directly linked to the depletion of the ozone layer, leading to increased ultraviolet radiation reaching the Earth's surface, which poses risks to human health and ecosystems.

3. *Global Warming:* The high GWP of many traditional refrigerants significantly contributes to global warming. For example, R134a has a GWP of 1,430, meaning it is 1,430 times more potent than CO2 in terms of its global warming effect over a 100-year period.

Regulatory Frameworks Driving the Shift [1, 4]

1. *Montreal Protocol:* Initially focused on phasing out ozone-depleting substances, the Montreal Protocol has been expanded to address high-GWP refrigerants. Amendments like the Kigali Amendment specifically target the reduction of HFCs, with set timelines for their phase-down across different countries.

2. *Kyoto Protocol:* This international treaty aimed at reducing greenhouse gas emissions includes provisions that indirectly affect the use of high-GWP refrigerants, encouraging the adoption of alternatives with lower environmental impacts.

3. *Regional and National Regulations:* Countries worldwide have implemented specific regulations to comply with international treaties, often going beyond global mandates to impose stricter standards on the use of refrigerants in HVAC systems. These regulations include bans on new installations using high-GWP refrigerants, incentives for adopting low-GWP alternatives, and requirements for regular leak checks and maintenance.

Alternative Refrigerants

Hydrofluoroolefins (HFOs)

1. *R1234yf:* As a leading alternative to R134a, R1234yf has been extensively researched for its low GWP of less than 1. It forms a protective tribolayer in HVAC systems, which enhances system performance and reduces wear on components. Despite its environmental advantages, R1234yf has a slightly lower cooling capacity and coefficient of performance (COP) compared to R134a, which may affect its adoption in some applications [3,7,10].

2. *HFO Mixtures:* To address the limitations of single-component HFOs, mixtures such as R1234yf combined with other HFOs or HFCs, like R1234ze(E), have been developed. These blends aim to balance performance with environmental sustainability. However, the flammability of some HFO mixtures remains a concern, requiring additional safety measures in system design and operation [4].

Hydrocarbons (HCs)

1. *R290 (Propane):* Propane is a well-established alternative refrigerant known for its low GWP and favorable thermo-physical properties. It is highly efficient and has been successfully

implemented in various HVAC systems, particularly in residential and small commercial units. However, R290 is flammable, which necessitates rigorous safety protocols, including leak detection systems and explosion-proof equipment [2,5,9].

2. *HC Blends:* Blends such as HC290/HC600a and HC290/HC1270 offer effective replacements for older refrigerants like CFC12 and CFC22. These blends combine the strengths of individual hydrocarbons to achieve a balance between performance, environmental impact, and safety. The use of these blends is growing, particularly in regions where regulations favor natural refrigerants [5].

Natural Refrigerants [8]

1. *Ammonia (R717):* Ammonia is a natural refrigerant with a long history of use in industrial refrigeration. It has zero GWP and zero ozone depletion potential (ODP), making it one of the most environmentally friendly options available. Ammonia's high efficiency and thermodynamic properties make it ideal for large-scale applications, though its toxicity and flammability require stringent safety measures.

2. *Carbon Dioxide (R744):* Carbon dioxide is another natural refrigerant gaining traction due to its low GWP of 1 and excellent thermal conductivity. It is particularly suitable for transcritical systems, where it can operate efficiently even in high ambient temperatures. The high operating pressures required for CO2 systems, however, pose design and operational challenges that must be carefully managed.

Performance and Safety Considerations

1. *R152a:* R152a is an HFC with a lower GWP than many traditional refrigerants, offering higher cooling capacity and COP than R134a. Despite its advantages, R152a's flammability limits its widespread use, particularly in applications where safety is a primary concern. System modifications and additional safety features are necessary to mitigate these risks [10].

2. *Flammability and Safety Measures:* The transition to low-GWP refrigerants often involves dealing with increased flammability risks. This is particularly true for hydrocarbons and some HFOs. Effective safety measures include improved system design, the use of flame arrestors, and comprehensive training for technicians handling these refrigerants. Additionally, regulations often require that systems using flammable refrigerants are equipped with leak detection and ventilation systems to prevent accidents [5, 9].

Conclusions. The transition to alternative refrigerants in HVAC systems is essential for meeting global environmental goals and reducing the industry's impact on climate change. HFOs, hydrocarbons, and natural refrigerants each offer distinct advantages, from low GWP to enhanced energy efficiency, but also present unique challenges that must be addressed to ensure their widespread adoption. Regulatory frameworks like the Montreal and Kyoto Protocols have been instrumental in driving this shift, but continued innovation and adaptation are required to fully realize the potential of these alternatives.

Future research should focus on improving the performance and safety of alternative refrigerants, exploring new materials and technologies to enhance system efficiency, and developing comprehensive strategies for the safe handling and disposal of these substances. Additionally, the HVAC industry must work closely with regulators, researchers, and consumers to promote the adoption of sustainable refrigerants, ensuring that the transition is both economically viable and environmentally beneficial. The path forward requires a balanced approach that considers

environmental sustainability, technical feasibility, and market dynamics, paving the way for a more sustainable future in HVAC systems.

References

[1] Kutub Uddin, B. Saha (2022). An Overview of Environment-Friendly Refrigerants for Domestic Air Conditioning Applications. Retrieved from: https://doi.org/10.3390/en15218082.

[2] B. Souayeh, S. Bhattacharyya, Najib Hdhiri, M. Alam (2022). Selection of Best Suitable Eco-Friendly Refrigerants for HVAC Sector and Renewable Energy Devices. Retrieved from: https://doi.org/10.3390/su141811663.

[3] J. Pabon, A. Khosravi, J. M. Belman-Flores, L. Machado, R. Revellin (2020). Applications of refrigerant R1234yf in heating, air conditioning and refrigeration systems: A decade of researches. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2020.06.014

[4] A. Mota-Babiloni, J. Navarro-Esbrí, Ángel Barragán-Cervera, Francisco Molés, B. Peris (2015). Analysis based on EU Regulation No 517/2014 of new HFC/HFO mixtures as alternatives of high GWP refrigerants in refrigeration and HVAC systems. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/J.IJREFRIG.2014.12.021.

[5] A. S. Dalkılıç, S. Wongwises (2010). A performance comparison of vapour-compression refrigeration system using various alternative refrigerants. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/J.ICHEATMASSTRANSFER.2010.07.006.

[6] M. Mohanraj, S. Jayaraj, C. Muraleedharan (2009). Environment friendly alternatives to halogenated refrigerants–A review. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/J.IJGGC.2008.07.003.

[7] M. Akram, K. Polychronopoulou, A. Polycarpou (2013). Lubricity of environmentally friendly HFO-1234yf refrigerant. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/J.TRIBOINT.2012.07.013.

[8] S. Riffat, C. Afonso, Armando C. Oliveira, D. Reay (1997). Natural refrigerants for refrigeration and air-conditioning systems. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/1359-4311 (96)00030-0.

[9] S. Devotta, A. Waghmare, N. N. Sawant, B. M. Domkundwar (2001). Alternatives to HCFC-22 for air conditioners. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/S1359-4311 (00)00079-X.

[10] Xinwen Chen, K. Liang, Zhaohua Li, Yi Zhao, Jing Xu, Hanying Jiang (2020). Experimental assessment of alternative low global warming potential refrigerants for automotive air conditioners application. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.csite.2020.100800.

УДК 621. 51

ANALYSIS OF MODERN HEATING, VENTILATION, AND AIR CONDITIONING TECHNOLOGIES

Olena V. Lytosh
Ph. D., associate professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, Ukraine
olena.lytosh@nuos.edu.ua
Anatolii Prylutskyi
Team leader/Senior software developer Ciklum
anpryl@gmail.com

Abstract. This paper focuses on the analysis of modern Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) technologies aimed at enhancing energy efficiency, improving indoor air quality, and optimizing occupant comfort. In the context of rapid urbanization and climate change, these technologies play a crucial role. The paper explores innovations such as demand-controlled systems, the integration of artificial intelligence and machine learning, model predictive control techniques, and advancements in solar-powered HVAC systems. The study also evaluates the potential for widespread adoption of these technologies and their contribution to reducing the carbon footprint of buildings.

Keywords: HVAC, energy efficiency, indoor air quality, artificial intelligence, machine learning, predictive control, solar-powered HVAC systems, urbanization, climate change, intelligent systems.

Introduction. In an era marked by rapid urbanization, climate change, and an increasing focus on sustainability, the demand for innovative and efficient Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) systems is more pressing than ever. These systems are essential for maintaining indoor comfort, ensuring air quality, and minimizing energy consumption across residential, commercial, and industrial buildings. As a result, the HVAC industry is witnessing significant advancements aimed at enhancing energy efficiency, improving indoor air quality (IAQ), and optimizing occupant comfort. This analysis draws on recent research to explore these advancements and their implications for the future of HVAC systems.

Aim. The primary objective of this analysis is to explore the latest advancements in HVAC technologies, with a focus on their impact on energy efficiency, indoor air quality, and occupant comfort. By evaluating these technologies, we aim to provide a comprehensive understanding of their potential for widespread adoption and their role in driving sustainable development. The analysis will delve into the following areas:

1. Demand-controlled HVAC systems
2. Human detection and monitoring technologies
3. Integration of artificial intelligence and machine learning
4. Model Predictive Control (MPC) techniques

5. Energy and exergy efficiency advancements
6. Human-in-the-loop HVAC systems
7. Innovations in solar-powered HVAC systems

Main material.

1. Demand-Controlled HVAC Systems

Demand-controlled HVAC systems represent a significant shift from traditional fixed-operation systems to more dynamic, responsive solutions [1,2]. These systems use advanced sensors and algorithms to adjust ventilation rates based on real-time data about occupancy levels and activity within a space. For instance:

1. *Human Detection Systems:* These systems utilize technologies such as infrared sensors, thermal cameras, and occupancy sensors to detect the presence of individuals in a room. By modulating airflow and temperature based on occupancy, these systems reduce unnecessary energy consumption and enhance IAQ.

2. *Computer Vision and Neural Networks:* Advanced computer vision technologies and neural networks analyze visual data to predict occupancy patterns and adjust HVAC settings accordingly. This approach allows for more precise control over ventilation and temperature, resulting in significant energy savings.

The adoption of demand-controlled HVAC systems has been shown to reduce energy consumption by up to 30 %, making them a vital component of modern energy-efficient building design.

2. Human Detection and Monitoring

Human detection and monitoring technologies are increasingly integrated into HVAC systems to optimize performance and ensure that the environment is tailored to the needs of occupants. Key technologies include:

1. *Passive Infrared Sensors (PIR):* PIR sensors detect heat signatures from human bodies, allowing HVAC systems to respond to occupancy without requiring manual input.

2. *Wearable Tags and Vision Sensors:* These devices track individual movement and presence within a building, enabling more granular control of HVAC systems. Vision sensors, in particular, can distinguish between different levels of activity, such as sitting versus exercising, to fine-tune climate control settings.

3. *Skin Temperature Detection:* By monitoring skin temperature, HVAC systems can adjust heating and cooling outputs to maintain comfort levels while optimizing energy use.

These technologies contribute to the development of more intelligent and responsive HVAC systems that prioritize both energy efficiency and occupant well-being [1,2].

3. Artificial Intelligence and Machine Learning

The integration of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) into HVAC systems marks a revolutionary step towards smarter, more adaptive climate control [3,4]. AI and ML models, such as multi-layer perceptron (MLP) neural networks, are used to:

1. *Predict Thermal Loads:* By analyzing historical data and real-time inputs, AI can forecast thermal loads and adjust HVAC operations to match anticipated demands. This predictive capability leads to more efficient energy use and reduced operational costs.

2. *Optimize HVAC Operations:* AI-driven systems continuously learn from their environment, optimizing their performance over time. For example, they can adjust airflow, temperature, and humidity levels based on occupancy patterns, weather forecasts, and energy prices.

The application of AI and ML in HVAC systems not only enhances efficiency but also improves the precision of climate control, resulting in a more comfortable indoor environment.

4. Model Predictive Control (MPC)

Model Predictive Control (MPC) is an advanced technique used in the design and operation of HVAC systems [5,7]. MPC involves using building energy simulations to predict and control energy flows, allowing for:

1. *Proactive Energy Management:* MPC systems use predictive models to forecast energy needs based on variables such as weather, occupancy, and internal heat gains. This foresight enables more efficient energy distribution and reduces peak demand loads.

2. *Cost Reduction:* By optimizing energy use and reducing waste, MPC systems help lower operational costs. They also enable better integration of renewable energy sources, further reducing reliance on fossil fuels.

MPC represents a shift from reactive to proactive HVAC management, offering significant benefits in terms of energy savings and system reliability.

5. Energy and Exergy Efficiency

Energy and exergy efficiency are critical metrics for assessing the performance of modern HVAC systems [6]. Recent developments focus on maximizing these efficiencies through innovative technologies:

1. *Natural Gas and Vapor Absorption Chillers:* These systems utilize natural gas as a primary energy source, combined with absorption chillers, to provide efficient cooling solutions. They offer an alternative to traditional electric-powered systems, especially in regions with abundant natural gas resources.

2. *Photovoltaic (PV) and Solar Thermal Systems:* The integration of PV panels with solar thermal systems enables the use of solar energy for both heating and cooling. These systems are particularly effective in reducing the carbon footprint of HVAC operations.

The emphasis on energy and exergy efficiency underscores the importance of selecting appropriate energy sources and technologies to meet specific environmental and economic goals.

6. Human-in-the-Loop Systems

Human-in-the-loop HVAC systems represent a growing trend in personalized climate control [8]. These systems use advanced sensing and feedback mechanisms to:

1. *Create User-Specific Comfort Zones:* By continuously monitoring occupant comfort levels, these systems adjust HVAC settings to meet individual preferences, ensuring optimal comfort while minimizing energy use.

2. *Reduce Energy Consumption:* Human-in-the-loop systems prioritize energy efficiency by dynamically adjusting to the presence and activity levels of occupants, reducing unnecessary heating, cooling, and ventilation.

The adoption of human-in-the-loop systems reflects a broader trend towards occupant-centric design in building systems, where the needs and preferences of users are central to operational decisions.

7. Innovations in Solar-Powered HVAC Systems

Solar-powered HVAC systems are at the forefront of sustainable building technologies [9]. These systems leverage renewable energy to:

1. *Enhance Energy Efficiency:* By using solar panels to power heat pumps, phase change materials, and energy/heat recovery ventilators, solar-powered HVAC systems reduce reliance on traditional energy sources and lower operational costs.

2. *Promote Sustainability:* Solar-powered systems contribute to reducing greenhouse gas emissions, aligning with global efforts to combat climate change.

Notable innovations in this area have been showcased in competitions like the Solar Decathlon, where cutting-edge technologies are tested and demonstrated in real-world applications. These systems represent a promising direction for the future of HVAC, offering both environmental and economic benefits.

Conclusions. The rapid evolution of HVAC technologies is transforming the way we design, operate, and experience indoor environments. From demand-controlled systems to AI-driven optimizations, these advancements are pushing the boundaries of what is possible in terms of energy efficiency, air quality, and occupant comfort. As the HVAC industry continues to innovate, the adoption of these technologies will play a crucial role in meeting the challenges of modern urbanization and climate change.

The future of HVAC lies in the integration of intelligent systems that are responsive to the needs of both occupants and the environment. By embracing these technologies, we can create more sustainable, comfortable, and efficient indoor spaces that contribute to the well-being of individuals and the planet alike. The continued development and refinement of these systems will be key to achieving these goals, paving the way for a more resilient and energy-efficient future.

This extended version delves deeper into each aspect of modern HVAC technologies, providing a more comprehensive analysis that is aligned with current research and trends.

References

[1] A. Borodinecs, J. Zemitis, Arturs Palcikovskis, Arturs Ardavs, E. Lavendelis (2023). Review of modern demand control solutions and technologies for HVAC operation. Retrieved from: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/33/e3sconf_iaqvec2023_02020/ e3sconf_iaqvec2023_02020.html.

[2] A. Borodinecs, J. Zemitis, Arturs Palcikovskis (2022). HVAC System Control Solutions Based on Modern IT Technologies: A Review Article. Retrieved from: https://www.mdpi.com/1996-1073/15/18/6726.

[3] DeQuante Rashon Mckoy, Raymond C. Tesiero, Y. Acquaah, B. Gokaraju (2023). Review of HVAC Systems History and Future Applications. Retrieved from: https://doi.org/10.3390/ en16176109.

[4] Nadia Jahanafroozi, Saman Shokrpour, Fatemeh Nejati, Omrane Benjeddou, M. Khordehbinan, Afshin Marani, M. Nehdi (2023). New Heuristic Methods for Sustainable Energy Performance Analysis of HVAC Systems. Retrieved from: https://doi.org/10.3390/su142114446.

[5] Dongsu Kim, Jongman Lee, S. Do, P. Mago, K. Lee, Heejin Cho (2022). Energy Modeling and Model Predictive Control for HVAC in Buildings: A Review of Current Research Trends. Retrieved from: https://www.mdpi.com/1996-1073/15/19/7231.

[6] Farrukh Khalid, I. Dincer, M. Rosen (2015). Development and analysis of sustainable energy systems for building HVAC applications. Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359431115003452?via%3Dihub.

[7] J. Granderson, Guanjing Lin, Rupam Singla, Samuel Fernandes, Samir Touzani (2018). Field evaluation of performance of HVAC optimization system in commercial buildings. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2018.05.048.

[8] Wooyoung Jung, F. Jazizadeh (2019). Human-in-the-loop HVAC operations: A quantitative review on occupancy, comfort, and energy-efficiency dimensions. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2019.01.070.

[9] Zhenjun Ma, H. Ren, Wenye Lin (2019). A review of heating, ventilation and air conditioning technologies and innovations used in solar-powered net zero energy Solar Decathlon houses. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118158.

УДК 662.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ СТІН БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ СТАРОЇ ЗАБУДОВИ

Димо Б.В.
к.т.н., професор
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
borys.dymo@nuos.edu.ua,

Анотація. Термомодернізація старого житлового фонду є одним із пріоритетних напрямків зниження енерговикористання житлово-комунального господарства України. У цьому напрямку в роботі досліджено енергоефективність ізолювання зовнішніх стін будинків. У якості об'єкту дослідження обрано багатоквартирний будинок старої забудови у м. Миколаїв. Встановлено, що ефективність цієї складової комплексної проблеми термомодернізації складає не менш 40 % від витрат на систему опалення будинку.

Ключові слова: thermal modernization, wall insulation, energy use, old buildings

Вступ. Житловий фонд України в наступний час становить щонайменше 1,01 млрд. м^2 [1]. Переважну більшість будівель було побудовано в 70–80 р.р. минулого сторіччя. Термін експлуатації будівель встановлений у діапазоні 50–150 років. 70–80 % житла відносяться до категорії застарілого.

Термомодернізація може продовжити життя будинків на 20–30 років.

До початку бойових дій по захисту незалежності України термомодернізація однією з найбільш актуальних проблем. Вона вирішувалась як на законодавчому рівні, так і була предметом ретельного наукового та загального вивчення. Була сформована національна база законів та державних стандартів з енергоефективності та енергозбереження [2–5]. Здійснювались проєкти термомодернізації, в тому числі разом з європейськими партнерами.

Серед закінчених проєктів можна навести такі відомі: проєкт «Енергоефективність у житловому фонді України» за підтримкою Європейського банку реконструкції та розвитку; пілотний німецько-український проєкт «Енергоефективна забудова» спільно з GIZ – Ukraine; проєкт International Finance Corporation «Енергоефективність у житловому секторі України».

В Україні також виконуються багато регіональних проектів підвищення енергоефективності житла шляхом термомодернізації. Як приклад, можна навести роботи Держдепартаменту енергетики, енергозбереження та запроваджування інноваційних технологій Миколаївської міської ради у рамках програм «Енергодім» та Міської програми енергозбереження «Теплий дім», а також за проєктом «Підвищення енергоефективності в секторі централізованого теплопостачання України ОКП «Миколаївоблтеплоенерго».

В цілому проблема термомодернізації житлового фонду України є комплексною. Вона включає як способи підвищення енергетичної ефективності будівель, так і методи оцінки цієї ефективності. Заходи з термомодернізації включають як мінімум такі:

– встановлення індивідуального теплового пункту;
– балансування стояків та теплоізоляція трубопроводів;
– утеплення стін, перекриттів дахів та підвалів;
– встановлення енергоефективних вікон;
– модернізація системи вентиляції.

Причому витрати на здійснення таких заходів не пропорційні економії, яку потрібно досягнути. В літературі [6] є загальні рекомендації з вибору того чи іншого заходу термомодернізації. Слід відзначити, що такі дані відрізняються один від іншого. Це може бути пов’язано з будівельними особливостями будинків, що підлягали перебудові, різними умовами їх експлуатації тощо.

В цьому напрямку і була поставлена **мета** дослідження розрахунковим методом встановити ефективність заходів однієї зі складових термомодернізації шляхом утеплення зовнішніх стін будинку старої забудови з частково виконаною термомодернізацією.

Основна частина. Втрата теплової енергії через огороджувальні конструкції, в тому числі зовнішні стіни будинків та споруд, є однією із вагомих складових загальних втрат [6]. Для визначення досяжного рівня зменшення цієї втрати проведено розрахунок теплової ефективності ізолювання зовнішніх стін будинку. Розрахунок виконано у відповідності до діючого стандарту ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [4]. У якості об’єкту дослідження обрано багатоквартирний житловий будинок, розташований у м. Миколаїв, вул. Генерала Карпенка, буд. 38. Загальні відомості про будинок наведено в [7].

Несуча стіна будинку виконана з силікатної цегли товщиною 500 мм. Для ізоляції вибрана конструкція на основі базальтової вати типу “BauGut Фасад» з коефіцієнтом теплопровідності λ = 0,041 Вт/(м·К). Розрахунок проведено для двох товщин шару ізоляції 100 та 50 мм. У якості розрахункової температури зовнішнього повітря обрано два значення: – 19 ºС, як мінімально досяжна температура для другої температурної зони України, до якої відноситься місто Миколаїв, та + 2 ºС, як середня за опалювальний 2020/2021 сезон. Дані розрахунку наведені в таблиці.

Аналіз показує високу ефективність ізолювання зовнішніх стін для зниження теплових втрат дому. Так при розрахунковій температурі зовнішнього повітря -19 ºС мають місто теплові втрати від неізольованих стін 44,8 Вт/м^2. Для стін з ізоляцією цей показник знижується

до 11,8 Вт/м^2 та 18,7 Вт/м^2 для товщин 100 мм та 50 мм відповідно. При зовнішній температурі повітря +2 ºС також має місце значний ефект енергозбереження. Питомі теплові втрати з поверхні стін зменшуються до 5,5 Вт/м^2 та 8,6 Вт/м^2 в порівнянні з 20,7 Вт/м^2 для неізольованих стін.

Таблиця 1 – Розрахунок теплової ефективності ізолювання зовнішніх стін

№	Показник	Розмір-ність	Товщина плити, мм	
			100	50
1	Товщина несучої стіни (силікатна цегла)	м	0,5	
2	Коефіцієнт теплопровідності силікатної цегли	Вт/(м·К)	0,73	
3	Товщина гіпсової штукатурки	м	0,01	
4	Товщина клеєного шару і зовнішньої штукатурки ізоляції	м	0,005	
5	Коефіцієнт теплопровідності штукатурки	Вт/(м·К)	0,7	
6	Розрахункова внутрішня температура	$°C$	20	
7	Розрахункова зовнішня температура	$°C$	-19 (+2)	
8	Коефіцієнт зовнішньої тепловіддачі	Вт/(м^2 ·К)	23	
9	Коефіцієнт внутрішньої тепловіддачі	Вт/(м^2 ·К)	8,7	
10	Питомі теплові втрати неізольованої стіни	Вт/м^2	44,8 (20,7)	
11	Питомі теплові втрати ізольованої стіни	Вт/м^2	11,8 (5,5)	18,7 (8,6)
12	Температура внутрішньої поверхні ізоляції	$°C$	10,4	4,8
13	Виконання умови по нульовій точці в ізоляції		так	так
14	Зниження питомих теплових втрат ізольованих стін	Вт/м^2	33 (15,2)	26,1 (12,1)
15	Тривалість опалювального сезону в м. Миколаєві	днів	161	
16	Питома вартість теплової енергії (на грудень 2018 р.)	грн/Гкал	1482,5	
17	Питома економія теплової енергії за опалювальний сезон	Гкал/м^2	0,128	0,101
18	Питомий економічний ефект за опалювальний сезон	грн/м^2	163,0	129,0
19	Теж саме, але при розрахунковій середній температурі повітря $\bar{t} = 2°C$ за опалювальний сезон, м. Миколаїв	грн/м^2	75,2	59,8

Встановлення ізоляції на зовнішніх стінах підвищує середню температуру несучої стінки, яка при температурі зовнішнього повітря -19 ºС залишається вище за 0 °С. Це важливо для запобігання руйнування як зовнішнього захисного шару штукатурки, так і цеглової стіни при обмерзанні. Якщо врахувати, що загальна площа зовнішніх стін будинку становить 1170 м^2, то за рахунок зовнішньої ізоляції можна зменшити потужність системи опалення на (12–15) кВт в залежності від товщини ізоляції, що застосовується. Це призведе до зменшення витрат на опалення приблизно на 40 %.

Висновки. Проведений аналіз показав, що термомодернізація є ключовим напрямком підвищення енергоефективності та енергозбереження ЖКГ України. Особливо це відноситься до житлового фонду старої забудови.

У якості об’єкту дослідження обрано багатоквартирний п’ятиповерховий житловий будинок старої забудови.

Виконано тепловий розрахунок ефективності ізолювання зовнішніх стін об’єкту дослідження у відповідності до рекомендацій ДСТУ Б А.2.2-12:2015.

Встановлено, що ізолювання стін призведе до зменшення теплових втрат системи опалення будинку старої забудови до 40 %, що вказує на потужний потенціал зменшення енерговикористання в будинках старої забудови.

Література

[1] Житловий фонд України. Державна статистична служба України. Дата останньої модифікації 06.07.2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://www.google.com/search?client=firefox-b-1-d&q=

[2] Закон України Про енергетичну ефективність будівель: прийнятий 22 червня 2017 року № 2118-VIII // Голос України. – 2017. № 134. – 22 липня.

[3] Закон України Про енергозбереження: прийнятий 1 лип. 1994 року № 75/94 // Відомості Верховної ради України (ВВР). – Офіц. Вид. – К. : Парлам. вид-во, 1994, № 30 ст.283 (редакція від 16.10.2020).

[4] Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні: ДСТУ Б А.2.2-12:2015. – [Чинний від 01.01.2016]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 205 с. – (Національні стандарти України).

[5] Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – [Чинні від 01.05.2017]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).

[6] Степаненко І. І. Проблеми та перспективи розвитку енергоефективності в житловому секторі міст України [Електронний ресурс] / І. І. Степаненко. // Ефективна економіка. – 2011. – № 11. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2010_11_20

[7] Димо Б. В. Дослідження енергоефективності багатоквартирного будинку старої забудови з частково проведеною термомодернізацією. / Б. В. Димо, С. М. Анастасенко, В. В. Голеншин // Збірник наукових праць НУК. Миколаїв : НУК, 2024. -№ 2 (495). – С. 49-60.

STUDY OF INSULATION EFFICIENCY WALL OF OLD APARTMENT BUILDINGS

Dymo B. V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Thermal modernization of the old housing stock is one of the priority directions for reducing energy use in the housing and communal economy of Ukraine. From this direction, the energy efficiency of insulating the external walls of buildings was investigated in the work. An apartment building of old construction in the city of Mykolaiv was chosen as the research object. It has been established that the efficiency of this component of the complex problem of thermal modernization is at least 40 % of the costs of the heating system of the house.

Keywords: thermal modernization, wall insulation, energy use, old buildings.

УДК 662.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ

Димо Б.В.
кандидат технічних наук, професор,
завідувач кафедри технічної теплофізики і суднових паровиробних установок
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, borys.dymo@nuos.edu.ua
Анастасенко С.М.
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування
Первомайського навчально-наукового інституту Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова м. Первомайськ, Україна,
serhii.anastasenko@nuos.edu.ua
Голеншин В.В.
старший науковий співробітник,
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв Україна, holenshyn63@gmail.com

Анотація. Одна із пріоритетних серед задач, які поставлені перед енерговитратною комунальною енергетикою України, це підвищення енергетичної ефективності житлових будівель і споруд шляхом зниження рівня теплових втрат. В цьому напрямку в роботі дослідно визначений рівень однієї теплових втрат системи опалення багатоквартирного житлового будинку старої забудови та виконана візуалізація наявних міст теплових втрат. За результатами дослідження надані рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будинку для досягнення мінімальних вимог, визначених чинним законодавством.

Ключові слова: теплові втрати, системи опалення, комунальна енергетика

Вступна частина. Згідно з вимогами закону України «Про енергетичну ефективність будівель» [1] передбачається складання звітів про результати обстеження систем опалення будинків. Такі звіти повинні містити дані оцінки теплових втрат від розподільчих трубопроводів системи опалення, прокладених у підвальних та горищних приміщеннях будинку. Отримання таких даних є однією зі складових енергетичного аудиту, за результатами якого проводиться енергетична сертифікація будівель та споруд з розробкою електронного сертифікату.

Мета. Отримати дослідні дані фактичних теплових втрат, що мають місце з поверхні розподільчих трубопроводів системи опалення багатоквартирного будинку, що розташований у місті Миколаїв, та надати рекомендації з досягнення мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель [2].

Основна частина. Взагалі при проведенні енергетичного аудиту розрахунок тепловтрат в системах теплопостачання будинків, які експлуатуються, є складною задачею. Незалежно від типу проекту будинків, їх поверховості та конструктивних особливостей, елементи системи

опалення є дуже розгалуженими. Великий асортимент труб і матеріалу ізоляції, довільна орієнтація труб у просторі, наявність запірної арматури, якість ізолювання труб, обмеженість доступу до окремих ділянок теплової мережі все це ускладнює обстеження.

Дані про сортамент труб системи опалення будинку, що обстежується, наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Дані про сортамент труб системи опалення

Зовнішній діаметр, мм	22	27	34	42	48	57	60	74
Довжина, м	30	68	45	17	34	12	16	47

Враховуючи великий обсяг робіт, який передбачається виконати під час паспортизації та сертифікації житлових будинків та громадських споруд, здається актуальною розробка спрощеної методики оцінки теплових втрат в системах опалювання. Основні складові такої методики наведені в статті [3]. В методиці використовуються розраховані авторами уніфіковані емпіричні залежності коефіцієнтів тепловіддачі труб та лінійної густини теплового потоку неізольованих та ізольованих труб різних діаметрів від температури поверхні та зовнішнього діаметра. Такі залежності представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Залежності для розрахунку параметрів теплових втрат трубопроводів

Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м^2·К)	$\alpha = 1{,}27\Delta t^{0{,}25} d^{0{,}25}$
Лінійна густина теплового потоку, Вт/м	$q_l = 3{,}99\Delta t^{1{,}25} d^{-0{,}75}$

Розрахунки виконані для умов ламінарного режиму тепловіддачі для горизонтально розміщених труб без врахування тепловіддачі випромінюванням. Перепад температур Δt розрахувався по різниці температур поверхні стінки (для неізольованих труб) і оточуючого нерухомого повітря в підвальному приміщенні, прийнятого 15°С.

За результатами обстеження системи теплопостачання будинку узимку 2021 року було встановлено, що теплові втрати від розподільних трубопроводів склали 5,45 кВт, що становило десь 12 % від теплової потужності системи теплопостачання за період вимірів. Розрахункова величина теплових втрат від трубопроводів за запропонованою методикою для випадку повної відсутності ізоляції трубопроводів складала 11,7 кВт. Тобто ефективність ізоляції була на рівні 55 %, що вказує на доцільність подальшої модернізації теплової мережі підвального переміщення, щоб знизити теплові втрати до рівня (5–10)% від теплової потужності системи.

Проведене тепловізійне обстеження розподільчих трубопроводів системи опалення будинку. Були використані вимірювальні прилади Центру прикладних досліджень в енергетиці НУК імені адмірала Макарова. Застосовані тепловізор типу ULIRvision Ti384, інфрачервоний пірометр Reinger MX, далекомір лазерний Bosh GLM 250 VF для вимірювання лінійних розмірів, термометр контактний ТК-5, термометри лабораторні та інші прилади.

Всі необхідні вимірювання та процедури виконувалися за рекомендаціями Національного Стандарту України ДСТУ-Б ЕН 13187:2011 [4].

Обстеженням виявлено окремі ділянки трубопроводів, в тому числі із арматурою з підвищеним рівнем теплових втрат. Зокрема, на термограмах ділянок теплової мережі до теплового лічильника, рис. 1,а, та після нього, рис. 1,б, спостерігаємо нагріти до температури 40–55 °С поверхні труб та арматури, що тільки на 20-5 °С нижче за температуру теплоносія. Таке же має місце і на інших ділянках мережі, наприклад на запірному клапані, що представлено на рис. 1, в.

Обстеженнями встановлені місця, де ізоляція зношена або відсутня, рис. 1, г.

а *б* *в* *г* *д*

Рис. 1 Термограми ділянок трубопроводів системи опалення

Температура поверхні ізольованої стінки тут складає більше 40°С. На задньому плані цієї термограми видно фрагмент ізольованого зворотного трубопроводу. Але температура поверхні ізоляції тут не менше 30°С. Також висока температура була виявлена і на інших ділянках, як на рис. 1, д. На цій термограмі також спостерігаємо нагріту стіну та стелю підвалу внаслідок прогріву повітря від неякісної ізоляції трубопроводі

Результати розрахунків та тепловізійного обстеження вказують на доцільність подальшої модернізації теплової мережі в підвальному приміщенні, щоб знизити теплові втрати до рівня (5÷10)% від теплової потужності системи теплопостачання.

Висновки. Встановлено, що втрати теплової енергії від розподільчих трубопроводів системи опалення будинку складають 12 % від теплової потужності системи опалення.

Проведено тепловізійне обстеження трубопроводів та арматури системи опалення будинку, за результатами якого виявлені місця інтенсивних втрат теплової енергії та надані рекомендації щодо їх усунення.

Розроблено методику оцінки фактичних тепловтрат спрощеного типу, яка апробована, результати корелюються з даними дослідного вимірювання та може бути рекомендована для проведення енергетичного обстеження багатоквартирних будинків різного типу. Виконані за методикою розрахунки показали значний потенціал для підвищення енергетичної ефективності системи опалення будинку, що обстежувався.

Література

[1] Закон України Про енергетичну ефективність будівель: прийнятий 22 червня 2017 року № 2118-VIII // Голос України. – 2017. № 134. – 22 липня.

[2] Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні: ДСТУ Б А.2.2-12:2015. – [Чинний від 01.01.2016]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 205 с. – (Національні стандарти України).

[3] Димо Б. В. Дослідження енергоефективності багатоквартирного будинку старої забудови з частково проведеною термомодернізацією. / Б. В. Димо, С. М. Анастасенко, В. В. Голеншин // Збірник наукових праць НУК. Миколаїв : НУК, 2024. -№ 2 (495). – С. 49–60.

[4] Теплова ефективність будинків. Якісне виявлення теплових відмов в огороджувальних конструкціях. Інфрачервоний метод: ДСТУ Б ЕН 13187:2011. – [Чинний від 01.07.2013]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2017. – 33 с. – (Національні стандарти України).

STUDY OF HEAT LOSSES OF HEATING SYSTEMS OF AN APARTMENT BUILDING

Dymo B. V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Anastasenko S.M.

Pervomaisk Educational Scientific Institute of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Pervomaisk

Holenshin V.V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. One of the priority tasks set before the energy-consuming municipal energy industry of Ukraine is to increase the energy efficiency of residential buildings and structures by reducing the level of heat losses. In this direction, the work experimentally determined the level of one heat loss of the heating system of a multi-apartment residential building and visualized the existing heat loss cities. Based on the results of the study, recommendations are provided to improve the energy efficiency of the house to meet the minimum requirements defined by current legislation.

Key words: heat losses, heating systems, communal energy.

УДК 621.577

СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ БАГАТОСТУПЕНЕВОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Бузник А. І.

аспірант кафедри кондиціювання та рефрижерації
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
artem.buznik@gmail.com

Радченко А. М.

кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри турбін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
andrad1978@gmail.com

Анотація. Досліджується сучасний стан розвитку технології та методів підвищення ефективності для систем теплопостачання з використанням багатоступеневих теплових

насосів. Автором розглянуто основні напрями використання теплових насосів у системах теплопостачання, проаналізовано основні способи оптимізації циклу, тенденції застосування холодоагентів для таких систем та можливості оптимізації систем автоматичного керування. Визначено необхідність подальших досліджень для підвищення ефективності ступеневих теплових насосів, передусім типу «повітря-вода», які є перспективними для заміни традиційних джерел тепла на викопному паливі в існуючих системах теплопостачання будівель.

Ключові слова: ступеневий тепловий насос, теплопостачання, система керування, холодоагент, енергетична ефективність.

Вступ. Теплові насоси (ТН), зокрема багатоступеневі каскадного типу, розглядаються як перспективна технологія для заміни традиційних систем на викопному паливі, яка має великий потенціал для скорочення глобальних викидів CO_2 щонайменше на 500 млн. тон у 2030 році [1, с. 28] та вважається зрілим, широко розповсюдженим та економічно ефективним варіантом підвищення енергоефективності. Однак, широкому впровадженню теплових насосів каскадного типу (ТНКТ) перешкоджає ряд проблем, серед яких можна виділити недостатню енергетичну та економічну ефективність існуючих конструктивних схем ТНКТ, що обмежує їх конкурентоспроможність.

Метою статті є аналіз та оцінка сучасного стану розвитку технології ТНКТ у складі систем теплопостачання та формулювання напрямків подальших досліджень для підвищення їх ефективності.

Виклад основного матеріалу

1. Незважаючи на певні стимули з боку урядів, глобальна динаміка встановлення ТН до 2022 року була повільною. Однак енергетична криза, спричинена російським вторгненням в Україну, призвела до драматичної зміни ситуації. Зростання цін на енергоносії та необхідність зменшення залежності від викопного палива стимулювали інтерес до ТН [2, с. 4].

2. ТНКТ являють собою перспективну технологію для забезпечення високоефективного нагріву та охолодження в широкому діапазоні температур. Ця технологія знаходить застосування як у промисловості, так і в побутовому секторі, зокрема, у ситуаціях, де потрібні дуже високі температури конденсації (понад 80°C).

Конструктивно ТНКТ складається з двох або більше одноступеневих циклів, з’єднаних між собою теплообмінником. Кожен цикл включає випарник, компресор, конденсатор і розширювальний пристрій.

У прагненні підвищити ефективність ТНКТ досліджено різноманітні модифікації в традиційну схему каскадного ТН, серед яких: введення внутрішніх теплообмінників в один або обидва ступені ТНКТ [3, с. 3], можливість роботи в одно- та двоступеневому режимі роботи в залежності від режимів навантаження [4, с. 3], робота у «напів-каскадному» режимі [5], використання транс-критичних циклів в одному або двох ступенях ТНКТ [6, с. 11–12], додавання пароінжекторів [7] та ін.

Останні розробки в області ТНКТ включають створення мультифункціональних систем, здатних одночасно забезпечувати опалення, гаряче водопостачання та охолодження [8]. Крім того, активно досліджується інтеграція каскадних ТН з сонячними батареями, що дозволяє

підвищити загальну енергоефективність систем [9], та системами, що працюють за органічним циклом Ренкіна [10].

Дослідники приділяють увагу використанню теплових насосів типу «повітря-вода» (ТНПВ) для модернізації систем опалення в старих будівлях. Хоча це не завжди економічно вигідно порівняно з традиційними котлами, але дозволяє скоротити викиди CO2 на 14–57 % [11, с. 648]. Одноступеневі ТНПВ широко використовуються через просту конструкцію та низьку вартість, але їх ефективність падає при низьких температурах, що обмежує їх застосування в старих будівлях з високотемпературними радіаторами [11, с. 634]. Водночас каскадні ТНПВ можуть забезпечувати гарячу воду високої температури (>70°C) навіть при температурах нижче -20°C.

3. Огляд досліджень щодо холодоагентів у ТНКТ показує тенденцію до використання екологічно безпечних речовин з низьким потенціалом глобального потепління (GWP). Найвищі показники коефіцієнту перетворення (COP) досягаються при використанні таких пар холодоагентів для нижнього та верхнього каскаду, як R245fa/R717 [12, с. 680], R-152a/600, R-1233zd(E)/161 [13, с. 12], R601/R600, R-1336mzz(Z)/R-1234ze(E) [14, с. 19], зеотропні суміші R744/R600 та R744/R601 [15, с. 1]. Новітні дослідження пропонують використання води (R718) у верхньому ступені каскаду для подолання обмежень, пов’язаних з високою температурою нагнітання [16, с. 1].

4. Аналіз досліджень з оптимізації систем керування ТНКТ виявляє ключові напрямки підвищення ефективності. Ванг та ін. [17, с. 6] запропонували стратегію керування з пошуком екстремуму (ESC) для оптимізації проміжної температури в каскадному теплообміннику в реальному часі. Дослідження [18, с. 1] продемонструвало ефективність використання компресорів зі змінною швидкістю обертання для регулювання продуктивності. Для визначення оптимальних робочих параметрів застосовано багатоцільову оптимізаційну модель [19, с. 1]. Ці дослідження підкреслюють важливість комплексного підходу до оптимізації систем керування каскадних ТН.

Висновки

Після проведеного аналізу можна відмітити:

1. Існує практична необхідність застосування ефективних ТНКТ «повітря-вода», призначених для заміни традиційних джерел тепла на викопному паливі в існуючих системах теплопостачання для загальносвітового скорочення споживання енергії та зменшення викидів CO_2.

2. Одним із основних недоліків сучасних ТНКТ є висока вартість капітальних інвестицій для впровадження та недостатня енергетична ефективність для більш широкого та економічно обґрунтованого застосування.

3. На сьогоднішній день існує потреба в експериментальних і теоретичних дослідженнях стосовно вибору раціональних методів підвищення ефективності ТНКТ.

Література

1. The future of heat pumps. *IEA*. 2022. URL: https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps.

2. Europe’s leap to heat pumps. *European Heat Pump Association*. 2023. URL: https://www.ehpa.org/news-and-resources/publications/europes-leap-to-heat-pumps/.

3. Boahen S., Choi J. Research trend of cascade heat pumps. *Science China Technological Sciences*. 2017. Vol. 60, no. 11. P. 1597–1615.

4. Experimental and theoretical study on an air-source heat pump water heater for northern China in cold winter: Effects of environment temperature and switch of operating modes / Y. Xu et al. *Energy and Buildings*. 2019. Vol. 191. P. 164–173.

5. A semi-cascade heat pump system for different temperature lifts / D. Kezier et al. *Applied Thermal Engineering*. 2024. Vol. 236. P. 121767.

6. High-temperature and transcritical heat pump cycles and advancements: a review / K.-M. Adamson et al. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. Vol. 167. P. 112798.

7. Energy, exergy, economic and environmental analyses and optimization of a novel vapor injection autocascade heat pump for high-temperature water heating / J. Chen et al. *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 267. P. 115909.

8. Performance characteristics of a cascade multi-functional heat pump in the winter season / S. Boahen et al. *Energy and Buildings*. 2021. P. 111511.

9. Performance and economic evaluation of a photovoltaic/thermal (PV/T)-cascade heat pump for combined cooling, heat and power in tropical climate area / R. Kong et al. *Journal of Energy Storage*. 2020. Vol. 30. P. 101507.

10. Performance analysis of biomass boiler-organic Rankine cycle with assisted cascade heat pump for combined heat and power generation including exergy-costing / R. Kong et al. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2022. Vol. 52. P. 102125.

11. Techno-economic assessment of cascade air-to-water heat pump retrofitted into residential buildings using experimentally validated simulations / K. X. Le et al. *Applied Energy*. 2019. Vol. 250. P. 633–652.

12. Thermodynamic Analysis of a Cascade Heat Pump Incorporated in High-Temperature Heating System / N. Rudonja et al. *Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering*. 2020. Vol. 66, no. 11. P. 677–683.

13. Navarro-Esbrí J., Fernández-Moreno A., Mota-Babiloni A. Modelling and evaluation of a high-temperature heat pump two-stage cascade with refrigerant mixtures as a fossil fuel boiler alternative for industry decarbonization. *Energy*. 2022. P. 124308.

14. Optimisation of high-temperature heat pump cascades with internal heat exchangers using refrigerants with low global warming potential / A. Mota-Babiloni et al. *Energy*. 2018. Vol. 165. P. 1248–1258.

15. Thermodynamic analysis of cascade high-temperature heat pump using new natural zeotropic refrigerant mixtures: R744/R600 and R744/R601 / P. Ganesan et al. *International Journal of Refrigeration*. 2023. Vol. 154. P. 215–230.

16. Thermodynamic analysis of high temperature cascade heat pump with R718 (high stage) and six different low-GWP refrigerants (low stage) / S. M. Hosseinnia et al. *Case Studies in Thermal Engineering*. 2024. Vol. 53. P. 103812.

17. The intermediate temperature optimization for cascade refrigeration system and air source heat pump via extreme seeking control / W. Wang et al. *International Journal of Refrigeration*. 2020. Vol. 117. P. 150–162.

18. Capacity control of a cascade multi-purpose heat pump using variable speed compressor / S. Boahen et al. *Renewable Energy*. 2023. Vol. 205. P. 945–955.

19. Investigation of cascade high temperature heat pump optimal design theory based on experiment supporting multi-objective optimization / S. Dong et al. *Energy Conversion and Management*. 2022. Vol. 267. P. 115873.

CONTEMPORARY METHODS OF EFFICIENCY IMPROVEMENT OF HEATING SYSTEMS BASED ON CASCADE HEAT PUMPS

Buznyk A. I.
PhD student, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
Radchenko A. M.
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The current state of technology development and efficiency enhancement methods for heating systems utilizing multi-stage heat pumps, particularly of the cascade type, is investigated. The author examines contemporary trends in heat pump applications for heating systems, analyzes primary cycle optimization techniques, evaluates refrigerant development trends for such systems, and explores opportunities for optimizing automatic control systems. The necessity for further research to improve the efficiency of cascade-type heat pumps is identified, as these are deemed promising for replacing traditional fossil fuel-based heat sources in existing building heating systems.

Key words: cascade heat pump, heating system, control system, refrigerant, energy efficiency.

УДК 621.577

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ПРИ ТЕПЛОПОСТАЧАННІ

Калініченко І.В.
кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки
Херсонського навально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
ivan.kalinichenko@nuos.edu.ua

Анотація. Одним з джерел забруднення шкідливими речовинами є використання теплоелектростанцій у якості систем теплопостачання. Для зменшення шкідливих викидів в роботі розглядається спосіб альтернативного теплопостачання на базі теплового насосу. Також, для визначення енергоефективної та екологічно безпечної технологій систем теплопостачання житлових та адміністративних будівель було запропоновано використання сумарного критерію енергоефективнсті та екологічного забруднення, що включає забруднення парниковими газами та теплове забруднення при експлуатації системи теплозабезпечення.

Ключові слова: вуглеводневе паливо, вуглекислий газ, парниковий ефект, системи теплопостачання теплове забруднення, тепловий насос.

Вступна частина. Різні сфери нашого життя значно впливають на рівень забруднення атмосфери. На жаль, технології можуть не тільки бути допоміжною силою, а й причиною багатьох екологічних проблем.

Одним з джерел забруднення шкідливими речовинами, такими як CO_2, за останнє сторіччя яких збільшилося у півтора рази (рис. 1), є використання вуглеводневих палив в системах теплопостачання. Викиди CO_2 в Україні від експлуатації ТЕЦ становлять більше 26 %. Також на сьогоднішній день вугільні ТЕС України забруднюють повітря більше ніж вся енергетика Європейських країн разом.

Таблиця 1. Основні джерела викидів CO_2 в Україні у 2022 році

Джерела викидів CO_2	**Викиди CO_2,**	
	млн. тонн/рік	**%**
Промисловість	101,3	30,4
Виробництво тепло- і електроенергії	**86,6**	**26,2**
Транспорт	38,4	11,6
Видобування палива	36,3	10,9
Сільське господарство	31,5	9,5
Житловий сектор	27,7	8,3
Переробка відходів	8,2	2,5
Інше	2,1	0,6
Разом	332,1	100

Серед топ-10 електростанцій з найбільшими викидами зольного пилу (PM10), Україні належать 8 електростанцій. Всі ТЕС були введені в експлуатацію у 60–70-х роках минулого століття. В топ-30 по цим викидам входить 18 українських ТЕС. Водночас зазначається, що мікрочастки пилу PM10 у забрудненому повітрі є причиною близько 80 % передчасних смертей, пов’язаних з викидами вугільних електростанцій у Європі.

Згідно з їх розрахунками, Україна продукує 72 % всіх викидів зольного пилу в Європі, 27 % двоокису сірки та 16 % оксидів азоту.

Одною з причин також є застаріла система централізованого теплопостачання, у нашій країні популярніша за індивідуальне опалення, що охоплює обидва наведені вищє аспекта.

На основі вищесказаного було сформовано об’єкт та предмет дослідження і визначена мета дослідження, а саме «Підвищення екологічної ефективності та ресурсозбереження систем теплопостачання житлових та адміністративних будівель з використанням альтернативних джерел теплоти з мінімальними викидами шкідливих речовин».

Метою даного дослідження є використання критеріїв оцінки шкідливого та теплового забруднення навколишнього середовища для вибору екологічно ефективних систем теплопостачання громадських та житлових будівель.

Основна частина. Існує багато способів визначення екологічно ефективного тепло забезпечення. В даній роботі запропоновано сумарний критерій оцінки екологічного забруднення. З причини неможливості критеріально об’єднати значення емісії CO2 (вимірюється в т/МВт*год) та теплового забруднення (вимірюється в температурі °С)

розрахунки проводилися не в абсолютних, а відносних значеннях. Сумарний критерій екологічного забруднення дорівнює:

$$\Sigma k = k_{CO2} + k_{heat},$$

де k_{CO2} – критерій прямих викидів CO_2 при теплопостачанні;

k_{heat}, – критерій теплового забруднення при теплопостачанні.

Так критерій емісії CO_2 із максимальним забрудненням до – 0,4 т/МВт*год дорівнює відносному значеню – $k_{CO2} = 4$, середні значення 0,2…0,3 т/МВт*год відповідає значенню $k_{CO2} = 3$, в діапазоні 0,1…0,2 т/МВт*год відповідає значенню $k_{CO2} = 2$, а у випадку часткового використання (тепловий насос використовує електроенергію від ТЕЦ і для одержання 1 кВт теплової енергії в ньому витрачається в 4 … 6 разів менше електроенергії ніж в електричному котлі) значення критерія емісії CO_2 дорівнює – $k_{CO2} = 1$, при використанні «зеленої енергетики» з 0-вим викидом CO_2 – $k_{CO2} = 0$.

Також, значення відносного критерію теплового забруднення відповідає значенню $k_{heat} = 3$ при температурах експлуатації системи теплопостачання, або викидах відхідних газів вище 100 °С, при діапазоні теплового забруднення з температурою 60…100 °С – $k_{heat} = 2$, із температурою менше 60 °С – $k_{heat} = 1$. Всі системи теплопостачання виділяють тепло в навколишнє середовище при температурі до 60 °С и являються у якійсь мірі тепловими забруднювачами. Тому, навіть ті системи теплопостачання, які не використовують вуглеводневого палива мають мінімальний критерій теплового забруднення $k_{heat} = 1$.

Як один з варіантів вибору екологічно безпечної технології в роботі розглядається спосіб альтернативного теплопостачання на базі теплового насосу [1 – 3].

Економічний розрахунок вартості опалення 1 м^2 для побутових споживачів протягом опалювального періоду також показує доцільність використання теплового насосу у якості системи опалення, адже затрати на опалення в порівнянні з ТЕЦ менші майже в 2,5 рази (рис. 1).

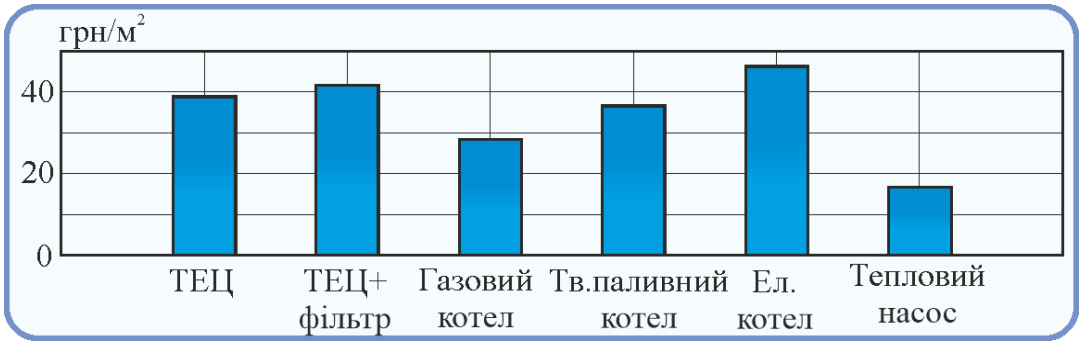


Рисунок 1. Вартість опалення 1 м^2 для побутового споживача

Висновки. Проведений аналіз та визначено значення найнижчого сумарного критерію екологічного забруднення при використанні теплового насосу для теплопостачання будівлі, що може вважатися екологічно безпечною технологією тому може використовуватися для опалення в майбутньому.

Література

[1]. Radchenko, M., Radchenko, A., Mikielewicz, D., Kosowski, K., Kantor, S., Kalinichenko I. (2021). Gas turbine intake air hybrid cooling systems and their rational designing. Modern Power Systems and Units. V International Scientific and Technical Conference. Kraków, Poland, Edited by Rerak, M.; Majdak, M.; E3S Web of Conferences. 323. id.00030. 5 p. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132300030.

[2]. Андреев А.А. Сравнительная оценка энергетической эффективности судовых паропроизводящих установок различных типов / А.А. Андреев, И.В. Калиниченко. // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв: НУК, 2007. – С. 100 – 106.

[3]. Андреев А.А. Эколого-энергетические аспекты внедрения на судах теплонасосных паропроизводящих установок / А.А. Андреев, И.В. Калиниченко. // Наукові праці: Науково-методичний журнал. Т.61. Вип.48. Техногенна безпека. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П.Могили, 2007. – С. С. 46–52.

USE OF HEAT PUMP TECHNOLOGIES TO REDUCE GREENHOUSE GAS EMISSIONS DURING HEAT SUPPLY

Kalinichenko I.V.

Candidate of technical sciences, associate professor

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract. One of the sources of pollution by harmful substances is the use of thermal power plants as heat supply systems. To reduce harmful emissions, the method of alternative heat supply based on a heat pump is considered in the work. Also, to determine the environmentally safe technology of heat supply systems of residential and administrative buildings, it was proposed to use the total criterion of environmental pollution, which includes pollution by greenhouse gases and thermal pollution during the operation of the heat supply system.

Key words: hydrocarbon fuel, carbon dioxide, greenhouse effect, heat supply systems, heat pollution, heat pump.

UDK 621.181.27

ANALYZING EXERGY LOSSES WHEN UTILIZING THE HEAT OF GASES IN EXHAUST GAS BOILER

Victoria Kornienko,

PhD

Admiral Makarov National University of Shipbuilding kornienkovika1987@gmail.com

Abstract. The mathematical dependencies were obtained that make it possible to determine the relationship between the operating conditions of the ship power plant and the parameters of each

coolant. Analysis of calculation results showed increasing a specific steam production and entropy of gases with decreasing the temperature in the outlet of exhaust gas boiler from 160 °C to 90 °C.

Keywords: ship power plant, exhaust gases, steam productivity, exergy losses.

The operating efficiency of the ship power plant (SPP) largely depends not only on the perfection of the processes occurring in its elements, but also on the degree of heat utilization lost with exhaust gases and coolants. For most modern internal combustion engines (ICE) used as main engines on ships, the total heat loss to the environment amounts to up to 50 % of the heat released in the cylinders during fuel oil combustion. Their utilization does not change the efficiency of the diesel engine, but it allows reducing the overall fuel consumption of the SPP and increasing the efficiency of its operation. Currently, most ships are equipped with installations for using the heat of exhaust gases of ICEs – to produce steam in the exhaust gas boiler (EGB), and the heat of their cooling water – to obtain fresh water from sea water in vacuum evaporation plants [1].

A rational, justified choice of the types and characteristics of these auxiliary installations at the stages of design or modernization of the SPP can indicate a significant impact on increasing the operating efficiency of the SPP [2].

The task of managing the efficiency of a power plant comes down to finding an indicator that reflects the relationship between the complete use of fuel thermal energy and the noted operational parameters. The main final objectives of any method of thermal efficiency of SPP elements is to determine the degree of thermodynamic perfection of heat use and transfer. Its results can be used to develop measures to reduce fuel consumption and heat loss. All this confirms the advisability of using simplified and unified indicators to assess the thermal efficiency of processes in the elements of the power plant with the developed use of waste heat from ICEs so that the indicators themselves represent the simplest connection of homogeneous coefficients. That is using the exergy method. Low-temperature economizers are used to increase the efficiency of exhaust gas heat recovery. These installations use the heat of condensation of sulfuric acid vapor and water in the exhaust gases [3].

The aim of research is to analyze the effect of exergy losses, when using the available heat of exhaust gases in the EGB.

According to [1,3], the equation can be used to determine the entropy of the exhaust gases Δs_g on the gas temperature at the inlet t_{in} and outlet t_{out} of EGB:

$$\Delta s_g = 0.0037 \cdot (t_{in} - t_{out}) - 5.0117 \cdot 10^{-6} \cdot (t_{in}^2 - t_{out}^2) + 3.931 \cdot 10^{-9} \cdot (t_{in}^3 - t_{out}^3) \quad (1)$$

In Fig. 1a is presented a dependence showing the relationship Eq. 1. Data processing by the methods described above made it possible for the two-factor dependence shown in Fig. 1b.

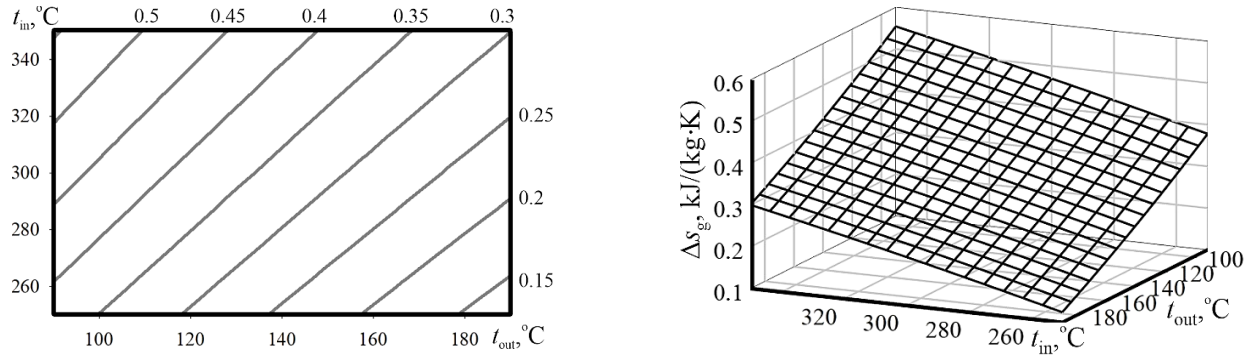
The correlation equation reflecting the surface shown in Fig. 1b has the form:

$$\Delta s_g = 0.0942 - 2.6451 \cdot 10^{-3}\, t_{in} - 3.4763 \cdot 10^{-3}\, t_{out} - 1.4714 \cdot 10^{-6}\, t_{im}^2 + 3.3622 \cdot 10^{-6}\, t_{out}^2 \quad (2)$$

Analysis of the data presented in Fig. 1b shows that in the case of a decrease the temperature in outlet of EGB t_{out} from 160 °C to 90 °C the entropy of gases Δs_g increases: at t_{in} = 250 °C – by 1.73 times, at t_{in} = 350 °C – by 1.4 times, at t_{in} = 300 °C – by 1.53 times.

An equation was used to analyze the effect of ambient temperature t_{os} on exergy losses associated with the release of gases from the EGB t_{out} [1,3]:

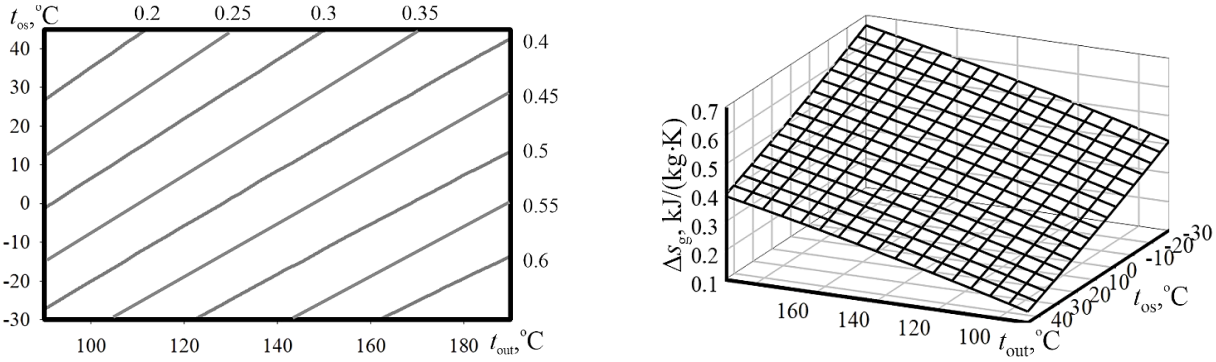
$$\Delta s_g = 0.0037 \cdot (t_{out} - t_{os}) - 5.0117 \cdot 10^{-6} \cdot (t_{out}^2 - t_{os}^2) + 3.931 \cdot 10^{-9} \cdot (t_{out}^3 - t_{os}^3) \quad (3)$$



(a) *(b)*

Fig. 1. Dependence (a) and two-factor dependence (b) of the entropy of gases of EGB on the exhaust gas temperature at the inlet and outlet of EGB.

Fig. 2a shows graphs of changes in the entropy of gases leaving the EGB, depending on their temperature and the ambient temperature, calculated using Eq. 3. Data processing by the methods described above made it possible for the two-factor dependence shown in Fig. 2b.



(a) *(b)*

Fig. 2. Dependence (a) and two-factor dependence (b) of the entropy of gases of EGB on the temperature of air and gases at the outlet of EGB.

The correlation equation reflecting the surface shown in Fig. 2b has the form:

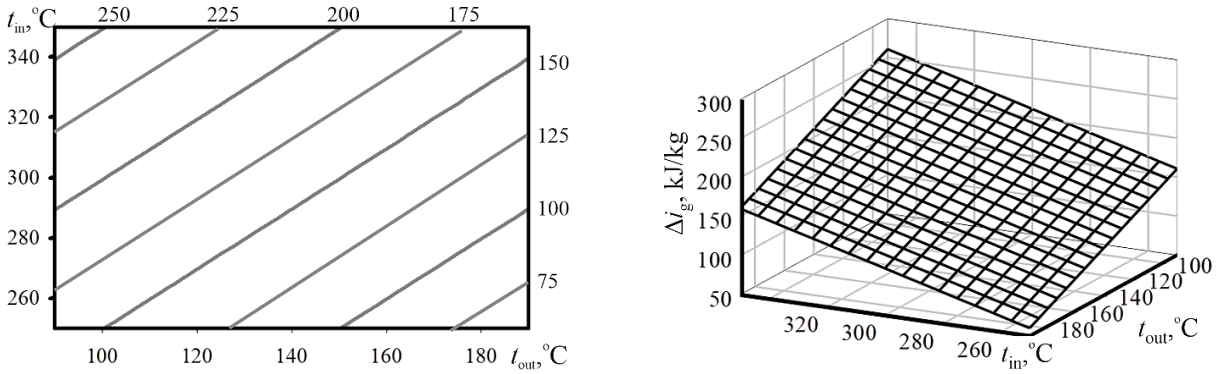
$$\Delta s_g = 9.8389 \cdot 10^{-3} + 3.4759 \cdot 10^{-3} t_{out} - 3.7038 \cdot 10^{-3} t_{os} - 3.3607 \cdot 10^{-6} t_{out}^2 + 4.9233 \cdot 10^{-6} t \quad (4)$$

As can be seen from the presented dependencies (Figs. 2a,b), the greatest influence on the decrease in entropy has a decrease in ambient temperature. The nature of the change in entropy does not depend on the gas temperature at the outlet of the EGB.

According to [1; 3], the required amount of heat given off by 1 kg of exhaust gas to the EGB water during the vaporization process to determine the value of the specific steam production Δi_g, can be calculated using the equation:

$$\Delta i_g = 1.0032 \cdot (t_{in} - t_{out}) + 8 \cdot 10^{-6} \cdot (t_{in}^2 - t_{out}^2) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot (t_{in}^3 - t_{out}^3) - 1 \cdot 10^{-10} \cdot (t_{in}^4 - t_{out}^4) \quad (5)$$

In Fig. 3a shows the curves reflecting the dependence of the specific heat transfer Δi_g by combustion products to water in the EGB on their inlet and outlet temperatures.



(a) *(b)*

Fig. 3. Dependence of the specific heat transfer by combustion products to water in the EGB on their inlet and outlet temperatures.

The processing of the presented dependences (Fig. 3b) by the methods described earlier and the analysis performed showed that to calculate the specific amount of heat transferred to the EGB by exhaust gases to water, a dependence similar to that obtained earlier can be used.

The correlation equation reflecting the surface shown in Fig. 3b has the form:

$$\Delta i_g = 9.5278 \cdot 10^{-13} + 1.0032 \cdot t_{in} - 1.0032 \cdot t_{out} \quad (6)$$

Analysis of the data presented in Fig. 3b shows that in the case of a decrease the temperature in outlet of EGB t_{out} from 160 °C to 90 °C the specific steam production Δi_g increases: at t_{in} = 250 °C – by 1.78 times, at t_{in} = 300 °C – by 1.64 times, at t_{in} = 350 °C – by 1.38 times.

Exhaust gas temperature at the inlet of EGB t_{in}, exhaust gas temperature at the outlet of EGB t_{out} and steam pressure values were taken constant to study the degree of influence of parameters on the amount of exergy losses of ICE (specific steam productivity).

In Fig. 4 shows the dependence of the values of specific steam productivity m_s in the EGB on the temperatures of the feed water t_w and exhaust gases at the inlet of EGB t_{in} (t_{out} = 200 °C, steam pressure 0.7 MPa).

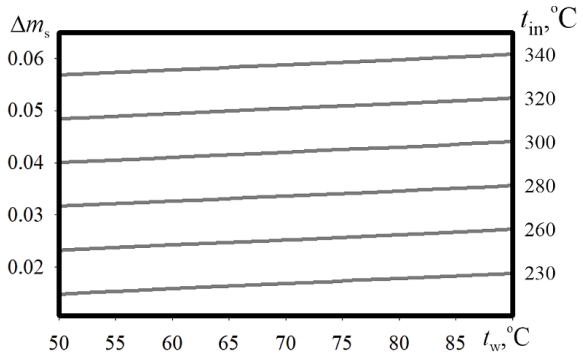


Fig. 4. Dependence of specific steam productivity m_s in the EGB on the temperatures of the feed water t_w and exhaust gases at the inlet of EGB t_{in}.

The specific steam productivity m_s, can be calculated using the equation:

$$m_s = -0.091 + 4.2 \cdot 10^{-4}\, t_{in} + 1.0 \cdot 10^{-4}\, t_w \quad (7)$$

In Fig. 5 the dependences of the specific steam productivity m_s in the EGB on the temperatures of the feed water and exhaust gases at the outlet of EGB are presented. A constant temperature of the exhaust gases at the inlet of EGB is assumed when these dependencies are obtained.

The specific steam productivity m_s, can be calculated using the equation:

$$m_s = 0.13 - 3.75 \cdot 10^{-4} t_{out} + 1.25 \cdot 10^{-4} t_w \quad (8)$$

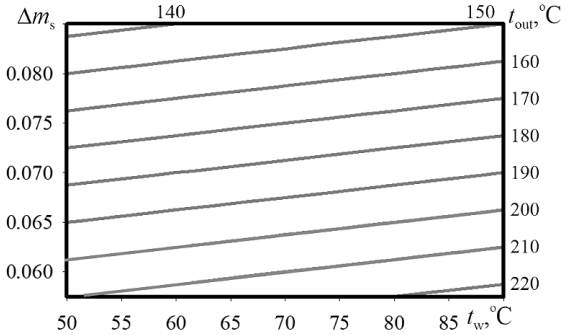


Fig. 5. Dependence of specific steam productivity m_s in the EGB on the temperatures of the feed water t_w and exhaust gases at the EGB outlet t_{out}.

As can be seen from the presented dependencies (Figs. 4–5), the increase in specific steam productivity for each degree of change in gas temperature depends on the gas temperature at the inlet and outlet of EGB to a greater extent than on the feed water temperature.

This means that using the presented data, having the results of measuring the operating parameters of the EGB in only one mode, it is possible to obtain comprehensive characteristics of the available boiler performance. In comparison with published data from other authors [1,3], curves and equations were presented for calculating a specific steam production and entropy of gases with decreasing the temperature in the outlet of EGB from 160 °C to 90 °C.

Conclusion. The use of the exergy method (entropy method) for the analysis of power plants with the production of thermal energy due to deep heat recovery is justified. In accordance with the task mathematical dependencies were obtained. That make it possible to determine the relationship between the operating conditions of the SPP and the parameters of each coolant. The effect of exergy losses, when using the available heat of exhaust gases in the EGB was analyzed. Analysis of calculation results showed increasing a specific steam production and entropy of gases with decreasing the temperature in the outlet of EGB from 160 °C to 90 °C.

References

[1] Behrendt, C. Mathematical model of the functioning of a ship power complex with deep heat recovery. Dissertation, 2004.

[2] Behrendt, C. Energy efficiency operational indicator of the selected type of polish fleet fishing cutter in dependence of the main engine type. Journal of Physics: Conference Series 2019, 1172 (1), 012073.

[3] Kornienko, V., Radchenko, R., Korobko, V., Ostapenko, O., Shevchenko, S. Analyzing exergy losses when utilizing the heat of exhaust gases in boiler. In: Nechyporuk, M., Pavlikov, V., Krytskyi, D. (eds) Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering – 2023. ICTM 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, 2024, vol. 1008. Springer, Cham.

СЕКЦІЯ № 5. ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА І ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

УДК 632.95

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФУЛЬВОВИХ ТА ГУМІНОВИХ КИСЛОТ НА ПРОЦЕСИ БІОДЕГРАДАЦІЇ ЗАЛИШКІВ ГЕРБІЦИДІВ У ҐРУНТІ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЇХ «ФІТО – ТОКСИЧНОСТІ»

Трохименко Г. Г.
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна,
antr@ukr.net
Кібаров О. І.
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна,
kibarovoleg9@gmail.com

Анотація. Для узгодження інтересів аграрного сектору та навколишнього середовища потрібне краще розуміння долі пестицидів, зокрема тому, що це визначатиме експозицію та, відповідно, вплив пестицидів на цільові та нецільові організми. Основними процесами, які контролюють долю пестицидів у ґрунті, є утримання на частинках ґрунту та розкладання (біотичне та абіотичне). Ці поєднані біофізико-хімічні процеси можуть призвести до тимчасового або постійного накопичення пестицидів у ґрунтах. Процес утримування у ґрунтах здебільшого відбувається за рахунок адсорбції, тобто переходу розчиненої речовини з водної фази на поверхню твердого адсорбенту.

Рішенням проблеми залишків гербіцидів може стати застосування біологічних добрив, у складі яких є фульвові та гумінові кислоти. Вплив гумінових добрив на рослини має складний багатоступінчастий характер та охоплює весь період вегетації рослин, а кожна функціональна група фрагмента молекули гумінової кислоти виконує свою безпосередню роль.

Ключові слова: фульвова кислота, гумінова кислота, біостимулятор, гербіциди, фітоіндикація.

Вступна частина. Використання біостимуляторів щодо онтогенезу рослин досить різноманітне, наприклад, вони застосовуються як обробка насіння та позакореневе обприскування на різних стадіях рослин, таких як проростання насіння та ріст розсади, і навіть на зібраній сільськогосподарській продукції. Для запобігання негативного впливу пестицидів на ґрунт, у наш час широко набули популярності біостимулятори на основі гумінових і

фульвокислот. Як відомо, фульвова кислота ефективно формує механізм сорбції з певними пестицидами за допомогою водневих зв'язків, іонних процесів і процесів перенесення заряду. Таким чином, коли фульвова кислота застосовується разом із пестицидами, вона діятиме як буферний агент, який захищає молекули пестицидів від різних металів/солей у зрошувальній воді. Покращує розчинність пестицидів, одночасно діючи як ефективний носій пестицидів до клітин рослин. Зрештою, було вивчено, що використання фульвової кислоти разом із пестицидами полярного або іонного типу може зменшити використання відповідних пестицидів приблизно на 20–30 %.

Більше того, якщо фульвову кислоту застосовувати до або разом із пестицидами, вона діятиме як поглинач забруднювачів, коли краплі пестициду потраплять у ґрунт після розпилення. Як наслідок, зменшується токсичність пестицидів для мікробів у ґрунті та обприсканих культурах. Фульвокислота також має функцію руйнування залишків пестицидів за певних умов. Також, фульвокислота виконує функцію поверхнево-активної речовини, яка може зменшити поверхневий натяг води та емульгувати та диспергувати пестициди. Вона може викликати різну ступінь реакції іонного обміну з багатьма пестицидами. Як колоїдна речовина з великою в'язкістю та великою площею поверхні, фульвова кислота може мати сильну фізичну адсорбційну дію на пестициди. Сама фульвокислота має антибактеріальну дію та стійкість до хвороб.

Мета роботи. Головною метою цієї роботи є дослідження впливу експериментального біостимулятору росту рослин «БіоФульво» на ріст фітоіндикатору, а також його роль у процесах біодеградації залишків гербіцидів в ґрунті.

Основна частина. Застосування гумусових речовин разом з гербіцидами зменшує їх фітотоксичний вплив та скорочує період гноблення культурних рослин. Посіви не втрачають 3–7 днів вегетації на вихід зі стресового стану, а також спостерігаються імуностимулюючі властивості речовин.

Для дослідження впливу фульвових кислот на посилення біодеградації гербіцидів був використаний експериментальний препарат «БіоФульво», який виготовляється на основі органічних відходів, що утворилися в процесі переробки органічної сировини (висівки, дробина, зерновідходи, солодові паростки, тощо), тому він віднесений до екологічнобезпечних та «чистих». У складі добрива переважають фізіологічно активні низькомолекулярні фульвокислоти – від 150 до 200 г/л, вміст гумінових кислот – до 10 г/л, у сухому залишку міститься більше 900 г/кг органічної речовини. Враховуючи переважну більшість фульвових кислот у складі добрива, можна стверджувати, що вони мають значну фізіологічну активність та позитивну дію на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Як фітоіндикатор використовувалися овес, суданська трава, а також тимофіївка лучна. Сам препарат використовувався у розведеннях: 1/1000, 1/100 та 1/10.

У дослідженні застосовувались гербіциди селективної дії «Оберіг» (Хізалофоп-П-етил 90 г/л), «Дабл – Трай» (Метолахлор 960 г/л), « Гезагард» (Прометрин 500 г/л), а також неселективний «Ураган Форте» (500 г/л калійної солі гліфосату). На рис. 1 показано відсоток схожості оброблених гербіцидами рослин та препаратом «БіоФульво» у різних концентраціях.

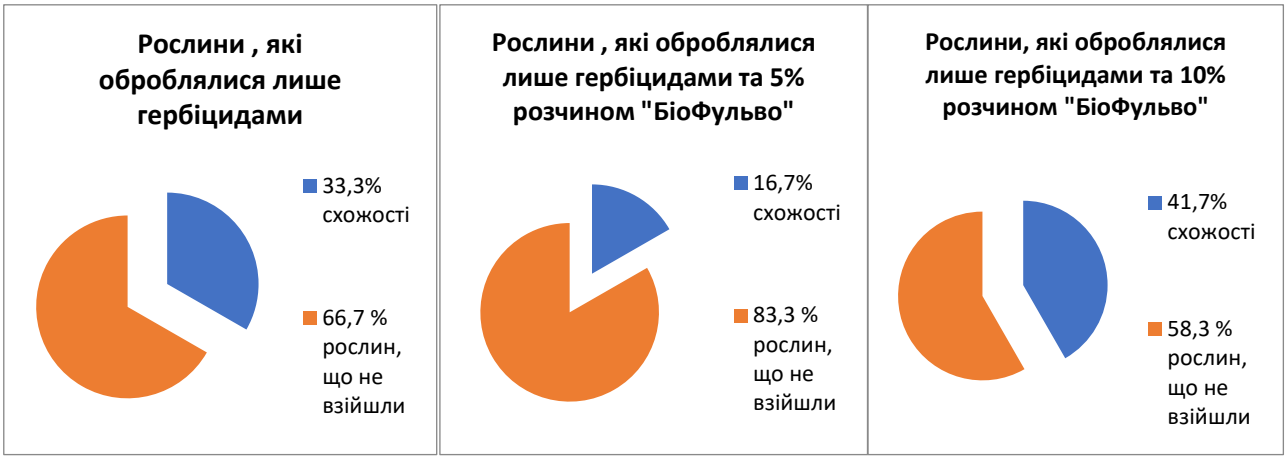


Рис. 1. Відсоток схожості рослин, які були оброблені пестицидами та препаратом «БіоФульво»

Слід також відмітити найвищі показники росту оброблених рослин, які представлені на рис. 2.

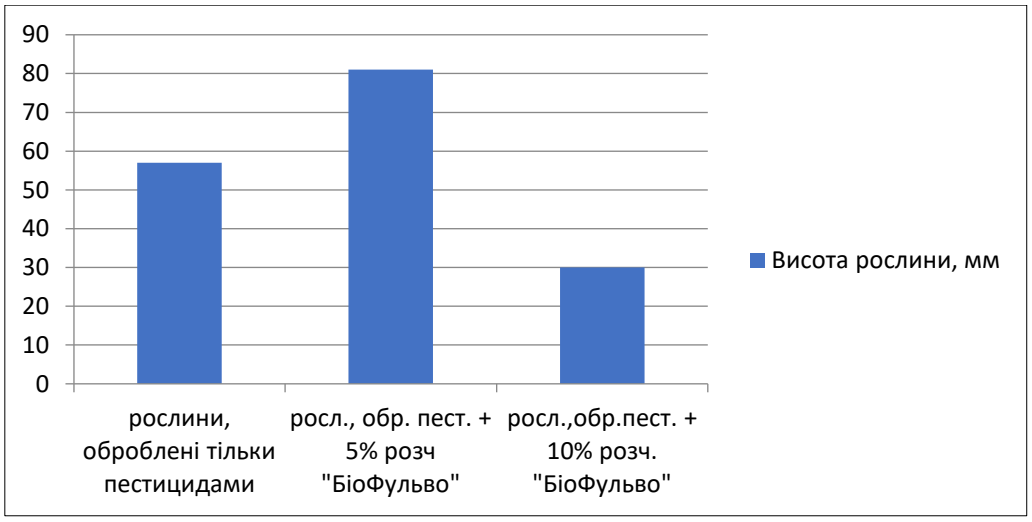


Рис. 2. Середня висота рослин, оброблених гербіцидами, мм

Отже, препарат на основі фульвових кислот вплинув на відсоток схожості та показники росту оброблених рослин, але при більшій концентрації, у більшості випадків, мав інгібуючий вплив на фітоіндикатор за рахунок підвищення pH ґрунту. Тому, при використанні таких препаратів слід детально вивчати тип та властивості оброблюваного ґрунту, тому що замість стимулюючої дії препарату та посилення процесів біодеградації можна отримати ефект пригнічення росту та розвитку рослин.

Висновки. Проведено біотестування за допомогою фітоіндикатору з метою доведення впливу досліджуваного препарату «БіоФульво» на зменшення фітотоксичності гербіцидів. Застосування чітко розрахованої дози препаратів на основі гумінових кислот разом з протруювачами зменшує інгібуючий вплив на проростання зародка насіння, підвищує темпи зростання та розвитку рослин.

Література

[1]. Алістер К. та ін. «Гумінові речовини та їх зв'язок із сорбцією пестицидів у восьми вулканічних ґрунтах». Planta Daninha, Sociedade Brasileira Da Ciência Das Plantas Daninhas, 17 квітня 2020;

[2]. Ćwieląg-Piasecka, Irmina та ін. «Гумінова кислота та біовугілля як специфічні сорбенти пестицидів». Journal of Soils and Sediments, Springer Berlin Heidelberg, 26 березня 2018;

IMPACT OF FULVIC AND HUMIC ACIDS ON THE PROCESSES OF BIODEGRADATION OF HERBICIDE RESIDUES IN THE SOIL AND REDUCTION OF THEIR "PHYTO-TOXICITY"

Trokhymenko Ganna, Kibarov Oleh

National University of Shipbuilding, Mykolaiv city, Ukraine

Abstract. The main processes that control the fate of pesticides in soil are retention on soil particles and decomposition (biotic and abiotic). These combined bio-physico-chemical processes can lead to temporary or permanent accumulation of pesticides in soils. Retention of pesticides in soils mostly occurs due to adsorption, that is, the transition of a dissolved substance from the aqueous phase to the surface of a solid adsorbent. The solution to the problem of herbicide residues can be the use of biological fertilizers, which include fulvic and humic acids. The effect of humic fertilizers on plants has a complex multi-stage nature and covers the entire vegetation period of plants, and each functional group of a fragment of the humic acid molecule performs its direct role.

Key words: fulvic acid, humic acid, biostimulant, herbicides, phyto-indication.

УДК 556.3(477.73)

АНАЛІЗ ЖОРСТКОСТІ ВОДИ ЗІ СВЕРДЛОВИН ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД МІСТА МИКОЛАЄВА

Гостєва Д. В.

аспірантка кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

dinagosteva3@gmail.com

Трохименко Г. Г.

доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедрою екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

ganna.trokhymenko@nuos.edu.ua

Анотація. Аналіз використання підземних вод у місті Миколаєві висвітлює їхню важливість для питного водопостачання та необхідність сталого управління водними ресурсами. У роботі проаналізовано стан води зі свердловин міста, зокрема, рівень жорсткості

води. Показано, що вода з підземних джерел потребує обов'язково доочищення, а надмірне використання водних ресурсів, недостатній нагляд і неефективне управління призводять до зниження рівня ґрунтових вод і зниження якості води.

Ключові слова: свердловини, підземні води, жорсткість, питне водопостачання.

З огляду на актуальні екологічні проблеми, пов'язані із забрудненням поверхневих та підземних вод в Україні, дослідження питання використання водних джерел набуває надзвичайної важливості. В оновленій редакції Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 р. № 2697-VIII визначено основні проблеми раціонального використання та охорони водних ресурсів [1]. Зокрема, ці проблеми включають надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти, їх значне забруднення, а також недосконалості економічного механізму і системи управління водокористуванням та охороною вод [2, с. 71].

Основною **метою цього** дослідження є аналіз жорсткості води зі свердловин міста Миколаєва як показника загального стану та якості підземних вод.

У Миколаєві встановлення глибоких свердловин не є можливим через особливості геологічної структури регіону. Така властивість геологічного складу створює серйозні труднощі для отримання низько мінералізованої питної води через стандартні методи водозабезпечення, що включають встановлення глибоких свердловин. Відсутність можливості доступу до глибоких пластів обмежує можливості місцевих водопостачальних систем у покращенні якості питної води, що є ключовою проблемою для місцевих мешканців.

Ці обставини підкреслюють необхідність розробки та впровадження інноваційних технологій управління водними ресурсами в Миколаєві, а також залучення міжнародного досвіду та кращих практик для забезпечення ефективного використання та охорони підземних вод.

Глибини свердловин і результати вимірювання жорсткості води представлені на рисунках 1 і 2.

Результати дослідження води зі свердловин у Миколаєві показують, що жорсткість води у свердловинах: I, II, III, IV та VIII перевищує ГДК у 4,3; 2,2; 2,7; 3,7 та 4,4 рази, відповідно, – і є значно більшою від нормативного рівня 7 ммоль/дм³ [3].

У цілому, підвищення жорсткості підземних вод пов'язано з високою концентрацією іонів кальцію (Ca^{2+}) та магнію (Mg^{2+}), а також з рівнем карбонатів і гідрокарбонатів (CO_3^{2-} і HCO_3^-). Це явище може бути наслідком проходження води через вапнякові або магнезитові породи, а також впливів антропогенних факторів, таких як сільське господарство та промислові відходи. Скидання стічних вод, використання добрив і пестицидів може привести до накопичення сполук кальцію та магнію в підземних водоносних горизонтах.

У випадку Миколаєва жорсткість підземних вод пов'язана одразу із кількома факторами:

– геологічною будовою території, де переважають осадові породи, такі як вапняки, доломити, мергелі, які утворюють розчинні сполуки кальцію та магнію. Ці розчинні сполуки надходять до підземних вод, підвищуючи їхню загальну та карбонатну жорсткість.

– техногенне забруднення внаслідок промислової та господарської діяльності, що може впливати на хімічний склад підземних вод і підвищувати їхню жорсткість.

Таким чином, жорсткість підземних вод Миколаєва обумовлена сукупністю геологічних, гідрогеологічних та техногенних факторів, характерних для даної території.

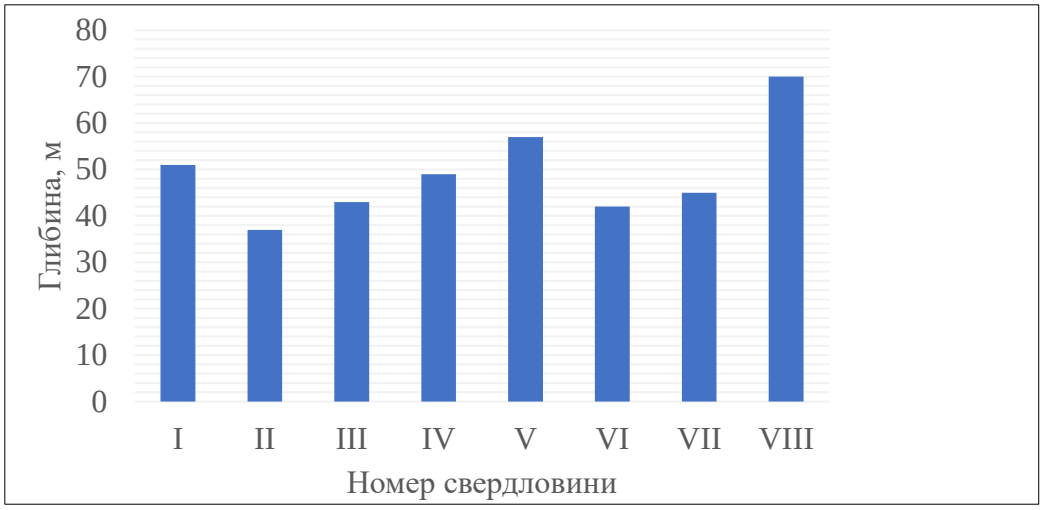


Рис. 1 Глибини свердловин

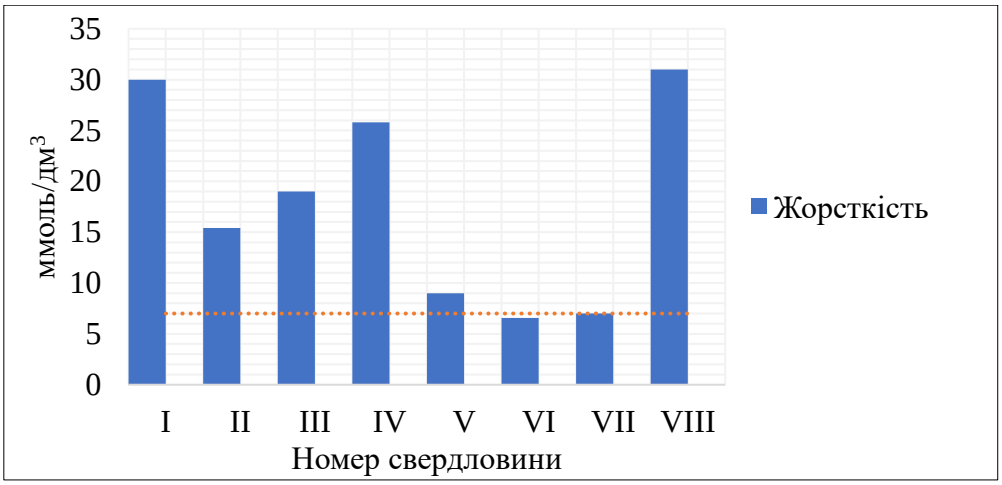


Рис. 2 Концентрація солей жорсткості води зі свердловин міста Миколаєва

Якщо підземні води Миколаєва не проходять належне очищення та пом'якшення, це може зумовлювати високу жорсткість води, що надходить до споживачів. Недостатній нагляд з боку державних органів, недооцінка ролі підземних вод у системі водопостачання та водовідведення, а також недосконаліть управління водними ресурсами є ключовими факторами надмірного використання підземних вод, що також є характерним для Миколаївщини. І ці проблеми потребують негайного вирішення.

Також недостатня проінформованість населення щодо методів раціонального водокористування також сприяє надмірному споживанню підземних вод. Серед наслідків надмірного використання підземних вод були виявлені: зниження рівня ґрунтових вод, виснаження водних джерел, забруднення підземних вод хімічними речовинами та мікробіологічними забруднювачами, зниження якості питної води та екологічні збитки [4, с. 7].

Отриманні результати дослідження вказують на те, що для запобігання екологічним ризикам та збереження підземних вод необхідно удосконалити законодавство та регулюючі механізми, впровадити ефективні системи моніторингу та контролю за використанням підземних вод, створити та застосовувати інноваційні технології очищення та доочищення води для подальшого використання у якості питної.

Література

[1] Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19

[2] Екологічна безпека України: Навчальний посібник / М. І. Хилько. К., 2017., с. 71

[3] Міністерство охорони здоров'я України. (2010). Наказ від 12.05.2010 № 400. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01 липня 2010 р. за № 452/17747. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

[4] Кичко, І., & Холодницька, А. (2021). Раціональне водокористування в контексті забезпечення населення якісною питною водою, збереження здоров'я та тривалості життя. *Проблеми і перспективи економіки та управління*, (2 (26), с. 7–17. https://doi.org/10.25140/2411-5215-2021-2 (26)-7-17

THE ANALYSIS OF WELL WATER HARDNESS AS AN INDICATOR OF GROUNDWATER QUALITY IN MYKOLAIV

Diana Hostieva

PhD student of the ecology and environmental technologies department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Ganna Trokhymenko

Professor, head of the ecology and environmental technologies department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine.

Abstract. The analysis of groundwater use in the city of Mykolaiv highlights its importance for drinking water supply and the need for sustainable water management. The paper analyzes the condition of water from the city's wells, in particular, the level of water hardness. It is shown that water from groundwater sources must be treated, and that overuse of water resources, insufficient supervision, and ineffective management lead to a decrease in the water table and a decline in water quality.

Keywords: wells, groundwater, hardness, drinking water supply.

УДК 504.062:620.91

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

Літвак О.А.
кандидат економічних наук, доцент
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
olya.litvak@gmail.com

Анотація. Розглянуто зв'язок між Четвертою промисловою революцією та розвитком зеленої енергетики. Визначено основний потенціал Індустрії 4.0 для інтеграції інноваційних технологій в систему управління енергетичним сектором в контексті досягнення цілей сталого розвитку і зменшення вуглецевого сліду.

Ключові слова: Четверта промислова революція, зелена енергетика, інноваційні технології, енергоефективність, сталий розвиток.

Вступ. Стурбованість глобальними екологічними проблемами досить активно впливає на напрями розвитку світової економіки, зокрема, на трансформаційні процеси в енергетиці. Розвиток зеленої енергетики у світі набирає обертів, і ця тенденція в значній мірі пов'язана з процесами переходу до Четвертої промислової революції.

Метою дослідження є визначення потенціалу Четвертої промислової революції для інтенсифікації розвитку зеленої енергетики.

Основна частина. Історія промислових революцій нерозривно пов'язана з еволюцією енергетичної економіки. Світ вже став свідком трьох промислових революцій, які справили значний вплив на розвиток суспільства. Перша промислова революція стосувалася механічних процесів з використанням води та пари для масового виробництва текстилю та металів. Друга промислова революція сприяла розвитку використання електрики, нафти та газу, нових систем зв'язку та транспорту. Третя промислова революція ознаменувалася застосуванням ядерної енергії та процесами автоматизації [1]. Однак, незважаючи на переваги науково-технічного прогресу, більшість цих революцій спричинили значні наслідки для довкілля, завдали шкоди планеті.

Наразі відбувається трансформація суспільно-економічних відносин з широкомасштабною інтеграцією цифрових технологій, які формують перехід до Четвертої промислової революції. На відміну від попередніх революцій, Четверта промислова революція, яка також відома як Індустрія 4.0, є життєздатним, стійким та екологічно чистим підходом до виробництва, що використовує відновлювані ресурси та перероблені біоматеріали в контексті сталого розвитку [2]. Четверта промислова революція передбачає швидкі зміни в технологіях, галузях, громадських моделях і процесах через зростання ролі інтелектуальних технологій та їх взаємозв'язків з різними видами виробництва та господарської діяльності [3]. Основними елементами Індустрії 4.0 є: Інтернет речей (IoT); штучний інтелект (AI); великі дані **(Big Data);**

кіберфізичні системи **(CPS)**; 3D-друк; **автоматизація та робототехніка**; **блокчейн, хмарні технології тощо** [4].

Наведені елементи взаємодіють та об'єднуються, створюючи нові можливості для бізнесу, промисловості та суспільства в цілому. Четверта промислова революція впливає на всі сфери життя, змінюючи традиційні моделі роботи та сприяючи появі нових інноваційних рішень.

У той же час ми стикаємося з потрійною планетарною кризою: зміною клімату, забрудненням компонентів довкілля та втратою біорізноманіття. Як відповідь промисловість переходить від викопного палива та забруднюючих процесів до скорочення викидів парникових газів та оптимізації ресурсів. При цьому одним з головнимх об'єктом національних і міжнародних норм екологічного регулювання є енергетичний сектор, оскільки на викиди вуглекислого газу від виробництва та споживання енергії приходиться до 60 % світових викидів парникових газів [5]. Тому енергоефективність, розвиток відновлюваних джерел енергії, використання більш чистих технологій при спалюванні викопного палива та зниження його долі в енергобалансі країн – основні акценти міжнародної кліматичної політики по відношенню до самого забруднюючого сектора економіки.

Зв'язок між Четвертою промисловою революцією та зеленою енергетикою є безперечним, але при цьому виникає проблема, яка пов'язана з тим, що повна автоматизація, яка відбувається в контексті Індустрії 4.0, значно підвищує енергоємність виробничих процесів, спричиняючи зростання споживання енергії. Згідно з останніми прогнозами Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) середній річний темп зростання загального попиту на енергію буде у розмірі 0,7 % до 2030 року, і попит буде продовжувати зростати до 2050 року. Але загальний попит на енергію буде вирівнюватися завдяки високопродуктивним, енергозберігаючим технологіям Індустрії 4.0, що буде призводити до зниження первинної енергії на 1,2 % на рік до 2030 року [6].

Наразі спостерігається стійке зростання обсягів використання зеленої енергії. Експерти Міжнародного енергетичного агентства передбачають, що у 2028 році відновлювані джерела енергії забезпечуватимуть понад 42 % світового виробництва електроенергії, а частка вітру та сонячних фотоелектричних установок подвоїться до 25 % [7].

Незважаючи на значний прогрес, зелена енергетика все ще стикається з безліччю проблем технологічного, соціального та інституційного характеру. Генерація електроенергії пов'язана з неконтрольованими природними умовами, що несе нестабільність і незбалансованість в забезпеченні електроенергією споживачів. Також, вартість електроенергії, генерованої зеленою енергетикою, хоч і має тенденцію до зниження, все ж таки поточний рівень її вартості ще залишається високим в більшості країн світу.

Технології та практики Індустрії 4.0 можуть сприяти просуванню та впровадженню зеленої енергії за допомогою збору даних, аналізу та прийняття сталих рішень у режимі реального часу, а також розробки нових продуктів та послуг (табл. 1).

Висновки. Четверта промислова революція є ключовим драйвером розвитку зеленої енергетики, так як призводить до суттєвих змін у способах виробництва, споживання та управління енергією. В свою чергу зелена енергетика є важливим компонентом Четвертої промислової революції, сприяючи інтеграції інноваційних технологій для досягнення цілей сталого розвитку, зменшення вуглецевого сліду та забезпечення довготривалого економічного зростання.

Таблиця 1. Потенціал Індустрії 4.0 для сталого управління в енергетичному секторі та розвитку зеленої енергетики

Технології	**Стале управління в енергетичному секторі**
Цифровізація секторів попиту на енергію	Інтернет речей та аналітика даних, можуть підвищити енергоефективність у деяких секторах економіки, включаючи будівлі, транспорт та авіацію.
Інтелектуальні енергетичні системи	Розвиток технологій Інтернету речей, великих даних та штучного інтелекту дозволяє створювати інтелектуальні енергетичні мережі (smart grid). Ці системи можуть ефективно управляти генерацією, зберіганням і споживанням енергії, підвищуючи стабільність і надійність енергопостачання [8].
Автоматизація та роботизація	Завдяки автоматизації та роботизації виробництва відбувається зниження вартості обладнання для зеленої енергетики, зокрема сонячних панелей та вітрогенераторів, що сприяє більш широкому їх впровадженню.
Поліпшені методи виробництва для економії енергії	До 2050 року адитивне виробництво (3-D друк) може скоротити споживання енергії на 20 % завдяки своїм перевагам у вигляді легших продуктів, більш ефективного транспортування, меншої кількості відходів матеріалів та більш адаптованих виробничих процесів, що підвищує енергетичну стійкість виробництва [9].
Зберігання енергії	Розвиток нових матеріалів і технологій зберігання енергії, таких як батареї великої ємності, відіграє важливу роль у стабільності зеленої енергетики. Ці технології дозволяють зберігати надлишкову енергію, вироблену сонячними та вітровими станціями, для її подальшого використання в моменти пікового попиту.
Цифрові платформи та блокчейн	Можливість прозорого та ефективного управління потоками енергії, оптимізація розподілу ресурсів та впровадження нових бізнес-моделей на енергетичних ринках.
Децентралізація енергетики	Розвиток децентралізованих моделей енергетики, де споживачі можуть стати одночасно і виробниками електроенергії. Це знижує навантаження на централізовані електромережі і сприяє використанню відновлюваних джерел на локальному рівні.

Література

[1] Мельник, Л., Дегтярьова, І., Кубатко, О., Харченко, М. Економічні та соціальні виклики проривних технологій в умовах Індустрії 4.0 та 5.0: досвід ЄС. *Механізм регулювання економіки. 2019. №* 4 (86). С. 32–42.

[2] Bradu, P., Biswas, A., Nair, C. *et al.*Recent advances in green technology and Industrial Revolution 4.0 for a sustainable future. *Environmental Science and Pollution Research.* 2023. 30, 124488–124519.

[3] Скіцько В.І. Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 5. С. 33-40.

[4] Jena M. C., Mishra S. K., Moharana H. S. Application of Industry 4.0 to enhance sustainable manufacturing. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. 2020. Vol. 39. №. 1. P. 13360.

[5] Шкурупій О.В., Самойлик Ю.В. Сучасна трансформація енергетики України в контексті Четвертої промислової революції. *Причорноморські економічні студії.* 2020. Вип. 60-2. С. 54–60.

[6] IEA. *World Energy Outlook 2023*. Paris: International Energy Agency.

[7] IEA. The global power mix will be transformed by 2028. URL: https://www.iea.org/energy-system/renewables.

[8] Motlagh N. H., Mohammadrezaei M., Hunt J., Zakeri B. Internet of things (IoT) and the energy sector. Energies. 2020. 13 (2). P.1–27.

[9] Onu P., Pradhan A., Mbohwa C. The potential of industry 4.0 for renewable energy and materials development – The case of multinational energy companies. *Heliyon*. 2023. Vol. 9. Is. 10. 20547.

TRENDS IN GREEN ENERGY DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

Litvak Olga

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The connection between the Fourth Industrial Revolution and the development of green energy is considered. The main opportunities of Industry 4.0 for the integration of innovative technologies into the energy sector management system in the context of achieving the goals of sustainable development and reducing the carbon footprint are identified.

Keywords: Fourth Industrial Revolution, green energy, innovative technologies, energy efficiency, sustainable development.

УДК 628.161

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ КОАГУЛЯНТІВ У ПРОЦЕСАХ ВОДОПІДГОТОВКИ

Честних Ю.В.

аспірантка кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

yuliia.chestnykh@gmail.com

Трохименко Г.Г.

доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедрою екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

ganna.trokhymenko@nuos.edu.ua

Анотація. У роботі розглянуто можливість застосування рослинного коагулянту для очищення природних вод. Проведено аналіз ефективності застосування насіння *Moringa Oleifera* для зниження кольоровості води. Також проведено порівняльний аналіз застосування природного та хімічних коагулянтів.

Ключові слова: коагуляція, рослинний коагулянт, *Moringa Oleifera*, очистка природних вод, кольоровість.

Забезпечення людей водою, придатною до споживання, завжди було важливою проблемою. На сьогоднішній день існує велика кількість методів очистки води, але, нажаль, не всі вони є доступними, особливо у країнах, що розвиваються, а також у зонах бойових дій. Процес коагуляції є одним з найпоширеніших методів очистки води у світі. Проте, у важких умовах постає питання пошуку альтернативи хімічним коагулянтам в силу їх вартості та неможливості використання [1]. Саме тому дослідження застосування природних коагулянтів є актуальним питанням сьогодення.

Коагулянти рослинного походження мають кілька суттєвих переваг, які роблять їх привабливими для екологічно чистих і стійких технологій очищення води. Рослинні коагулянти зазвичай є біорозкладними та менш токсичними для навколишнього середовища, що допомагає зменшити забруднення води та ґрунту в порівнянні з синтетичними хімічними речовинами [2]. Деякі рослинні коагулянти мають додаткові властивості, такі як антиоксидантна або антимікробна дія, що може забезпечити додатковий рівень очищення води [3]. Коагулянти рослинного походження такі як насіння *Moringa Oleifera* демонструють здатність щодо видалення каламутності води, її знезараження і виступають як альтернатива хімічним коагулянтам [4–5].

Метою роботи є дослідження ефективності застосування екстракту з насіння *Moringa Oleifera* для очищення природних вод.

Для дослідження коагуляцій них властивостей природних і синтезованих коагулянтів було відібрано воду р. Інгул та проведено порівняльний аналіз ефективності застосування коагулянту, синтезованого з червоного шламу (SCM_2), та сульфату алюмінію при однакових умовах та подібних концентраціях.

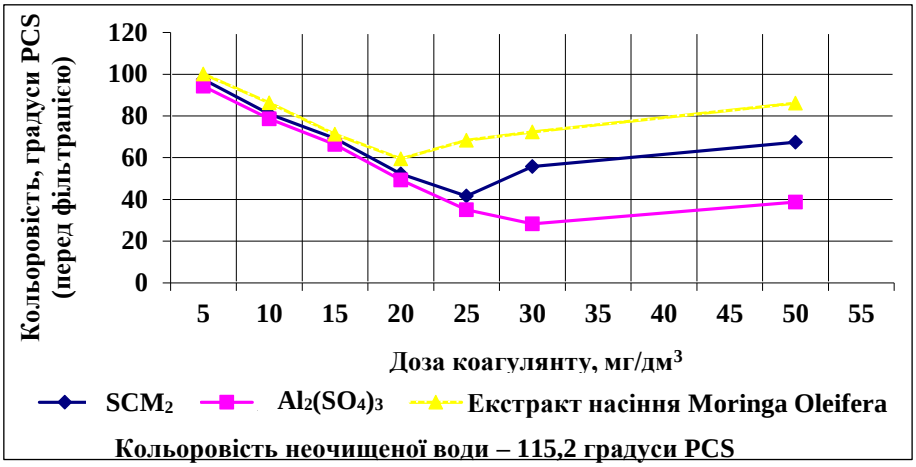
За даними досліджень, з’явилися результати, що синтезовані коагулянти в таких концентраціях є більш ефективними, ніж природні. SCM_2 знімав кольоровість краще, ніж інші коагулянти, знизивши її до позначки яка є відповідною параметрам питної води. $Al_2(SO_4)_3$ також знижував кольоровість води до встановлених показників рис. 1.

Однак, природний коагулянт виявився малоефективним для усунення кольоровості води при високих концентраціях речовини. У подальшому, зменшення концентрації коагулянту сприяло підвищенню ефективності процесу знебарвлення (рис. 2).

Існує значна різниця у зниженні кольоровості води між низькою та високою концентрацією екстракту насіння. Природний коагулянт виявився більш ефективним при використанні у концентраціях 0,5 і 1,0 мг/дм^3, навіть за таких малих концентраціях, отримали відповідність стандартам питної води.

Висновки. Таким чином, рослинні коагулянти є перспективним рішенням для очищення води, пропонуючи екологічні, економічні та ефективні переваги, які роблять їх привабливими для використання у різних умовах, особливо в екстремальних ситуаціях при відсутності якісної питної води. Однак, необхідно враховувати можливі недоліки, такі як попередня обробка насіння або обмежена доступність деяких рослинних коагулянтів у певних регіонах.

а)



б)

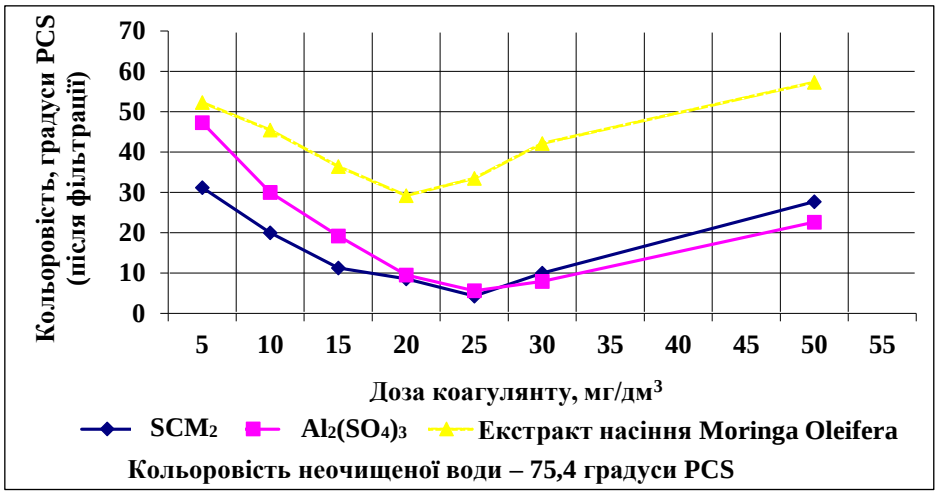


Рис. 1 (а, б) Зміна кольоровості води а) – до та б) – після фільтрації природними та синтезованими коагулянтами

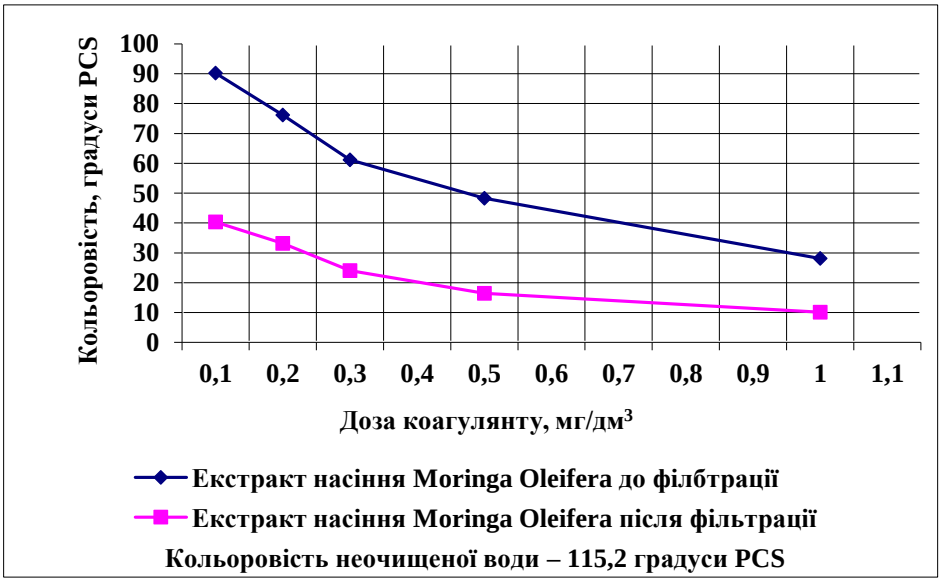


Рис. 2 (а) Зміна кольоровості води при застосуванні екстракту насіння при низькій концентрації

Література

1. Varkey, A. J. (2020). Purification of river water using Moringa Oleifera seed and copper for point-of-use household application. Scientific African. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00364

2. Pratibha, P.; Fahad, K. Moringa Oleifera Plant as potent alternate to Chemical Coagulant in Water Purification. Braz. J. Pharm. Sci.2022, 58, 1–10. http://dx.doi.org/10.1590/s2175-97902023e201158 2023, 58, e201158.

3. Trokhymenko, G., Chestnykh, Y. (2024). Analysis of the efficiency of the application of natural coagulants. Technology Audit and Production Reserves, 2 (3 (76)), 48–52. doi: https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.303190

4. Ng, M.H.; Elshikh, M.S. Utilization of Moringa Oleifera as Natural Coagulant for Water Purification. Ind. Domest. Waste Manag.2021, 1, 1-11. https://doi.org/10.53623/idwm.v1i1.41

5. Atreya, K., Kattel, K., Tiwari, K. R., Baral, S., Adhikari, R., Kalwar, O. P. (2023). Nutritional, ecological and livelihood significance of Moringa Oleifera: A review. Archives of Agriculture and Environmental Science, 8 (3), 452–461. doi: https:// doi.org/10.26832/24566632.2023.0803025

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING PLANT COAGULANTS IN WATER TREATMENT PROCESSES

Yulia Chestnykh

graduate student of the Department of Ecology and Environmental Technologies of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Ganna Trokhymenko

Doctor of engineering science, Professor of NUOS

Head of the Department of Ecology and Environmental Technologies of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The paper considers the possibility of using a plant coagulant for the purification of natural waters. An analysis of the effectiveness of using *Moringa Oleifera* seeds to reduce the color of water was carried out. A comparative analysis of the use of natural and chemical coagulants was also carried out.

Keywords: coagulation, plant coagulant, *Moringa Oleifera*, purification of natural waters, chromaticity.

УДК 502.37:66.081

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОРБЕНТІВ НАФТИ, ВИГОТОВЛЕНИХ З СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІДХОДІВ

Літвак О.А.
кандидат економічних наук, доцент
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
olya.litvak@gmail.com
Літвак С.М.
кандидат технічних наук, доцент
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій;
sergiy.litvak@nuos.edu.ua

Анотація. Визначено перспективи застосування ефективних сорбентів на основі сільськогосподарських відходів для ліквідації розливів нафти в контексті забезпечення екологічної безпеки та раціонального використання сировини. Проаналізовано методи модифікації рослинних відходів для покращення їх сорбційних властивостей.

Ключові слова: забруднення нафтою та нафтопродуктами, сорбенти, сільськогосподарські відходи, екологічна безпека, методи модифікації, сорбційні властивості.

Вступ. Забруднення навколишнього середовища нафтою і нафтопродуктами є серйозною екологічною проблемою, яка має значні негативні наслідки для екосистем і здоров'я людей [1]. В даний час очищення компонентів довкілля від нафтопродуктів здійснюють із застосуванням хімічних, фізико-хімічних, механічних методів, а також із залученням мікробіології. На жаль, більшість із них мають високу вартість внаслідок використання недешевих реагентів, мікроорганізмів, обладнання, тому основним завданням є пошук та впровадження нових методів, технологій, які б дозволяли видаляти шкідливі домішки з мінімальними фінансовими та енергетичними витратами [2].

Метою роботи є обгрунтування перспектив використання сорбентів нафти на основі сільськогосподарських відходів в контексті забезпечення екологічної безпеки та раціонального використання вторинної сировини.

Основна частина. Одним із найбільш ефективних та раціональних методів, що широко застосовується для ліквідації розливів нафти є сорбція. Як сорбенти для утилізації нафтопродуктів використовують синтетичні, неорганічні, органомінеральні та біологічні сорбенти. Особливий інтерес представляють пошук і дослідження матеріалів, що володіють високими сорбційними характеристиками і мають органічну основу [3]. Цей факт дуже важливий, так як при вирішенні питань утилізації та/або регенерації таких сорбентов можливе їх раціональне використання, наприклад, для отримання теплової енергії.

Перспективним напрямком є технологія, заснована на використанні сорбентів природного походження, це можуть бути відходи промислового та сільськогосподарського

виробництва, органічні матеріали тощо. Наприклад, відомі сорбенти на основі лушпиння рису, гречки, соломи злакових культур, шкаралупи кокосового та волоського горіхів [4]. При цьому кожен регіон може самостійно вибрати сировинну базу для сорбентів, залежно від напряму розвитку сільського господарства.

В Україні найбільш поширеними та придатними для подальшої переробки вторинними сировинними ресурсами є солома зернових культур, кукурудзяні качани, лушпиння соняшнику та інші відходи рослинництва. За підрахунками у середньому в Україні утворюється приблизно 40–50 млн тонн соломи на рік та близько 2,8–4,8 млн тонн лушпиння соняшника [5]. Ці цифри можуть варіюватися залежно від конкретного року, методів обробки та інших факторів. Більшість соломи та лушпиння використовується як підстилковий матеріал у тваринництві або іноді спалюється, що екологічно недоцільно та економічно невигідно. Використання даних відходів для одержання нафтових сорбентів дозволить не лише отримати ефективні матеріали, а й одночасно пов’язати їхню екологічно безпечну ліквідацію з раціональним застосуванням.

Сорбенти повинні мати ряд певних показників: значну адсорбційну ємність, гідрофобність, хімічну і термічну стійкість, плавучість, можливість регенерації. Також важливі такі показники, як екологічна нешкідливість та вартість. Матеріали на основі сільськогосподарських відходів екологічно безпечні, нетоксичні, недорогі і біорозкладні за своєю природою. Однак необроблені сільськогосподарські відходи зазвичай не мають високої адсорбційної здатності до забруднюючих речовин через їх власну хімічну структуру, а також вони характеризуються високою гідрофільністю (високим водопоглинанням) та низьким запасом плавучості (рис. 1).

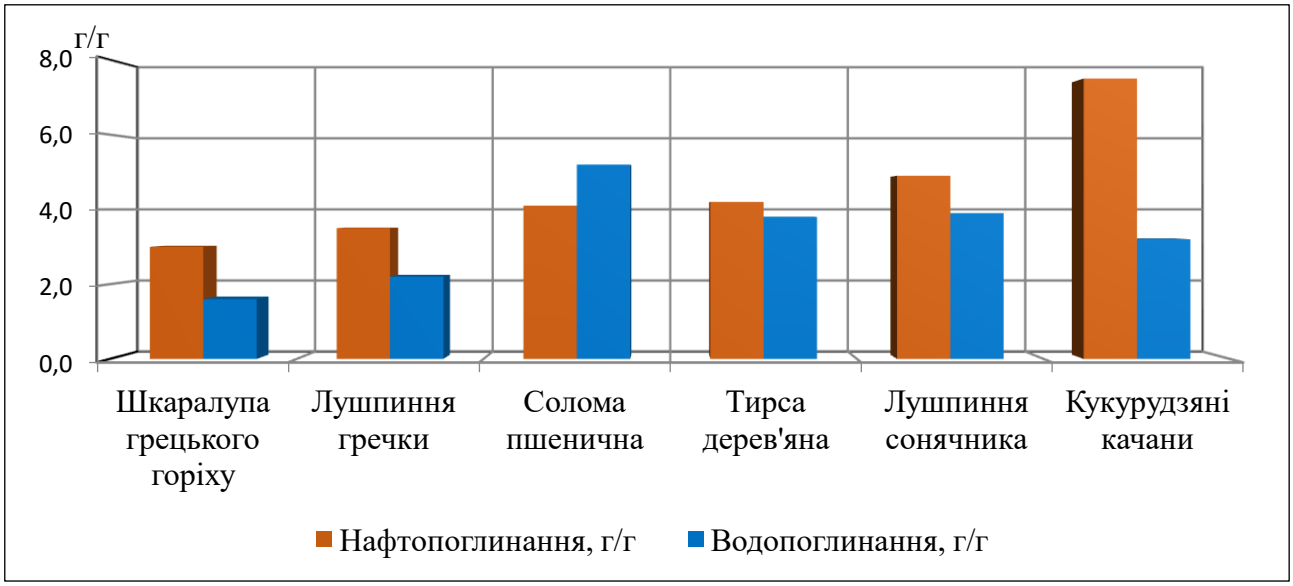


Рис. 1. Показники нафтоємності і водопоглинання сорбентів з сільськогосподарських відходів [6; 7]

Усунення зазначених недоліків сорбентів з сільськогосподарських відходів досягається шляхом застосування різних методів їх модифікації, які поділяються на фізичні, хімічні, термічні, біологічні та інші (табл. 1). Хімічна обробка є найпоширенішим способом модифікації сільськогосподарських відходів. Сюда можна віднести підлужування, підкислення, етерифікацію [8]. Загальною особливістю хімічної обробки є: необхідність

застосування концентрованих кислот і лугів, хімічно стійкої апаратури, надкритичних умов; багатостадійність процесів.

При термічній обробці отримують наприклад, карбонізоване лушпиння зерен гречки, рису, ячменю, соняшника; продукт піролізу рисового лушпиння. При цьому рослинні відходи перетворюються в золу або активоване вугілля. В результаті знижується вихід сорбенту, що призводить до втрати певної частини органічної складової відходів (полісахаридів, пігментів тощо) [9]. Крім того, термічний метод вимагає великих енерговитрат та застосування високовартісного обладнання, складного в експлуатації.

Таблиця 1. Методи модифікації сільськогосподарських відходів для покращення їх сорбційних властивостей

Метод	**Пояснення**
Фізична обробка	Подрібнення та гранулювання сільськогосподарських відходів для збільшення їх поверхневої площі, що може покращити їх здатність поглинати нафту.
Хімічна обробка	Обробка відходів хімічними агентами, такими як кислоти, основи або спеціальні реагенти, що може змінити їх фізико-хімічні властивості, покращуючи їх сорбційні властивості. Наприклад, обробка відходів лугом може підвищити їх гідрофобність, що сприяє кращій сорбції нафти.
Термічна обробка	Піроліз – нагрівання відходів у відсутності кисню для перетворення їх на вуглецеві матеріали з високими сорбційними властивостями. Карбонізація – подібний процес до піролізу, який перетворює органічні відходи в активоване вугілля.
Біологічна обробка	Використання мікроорганізмів або ферментів для розкладання органічних складових відходів, що збільшує їх сорбційні властивості.
Створення композитних матеріалів	Об’єднання сільськогосподарських відходів з іншими матеріалами, такими як глина або полімери, може створювати композити з поліпшеними сорбційними властивостями.
Нанотехнології	Введення наноматеріалів у структуру сільськогосподарських відходів може значно поліпшити їх сорбційні властивості завдяки збільшенню поверхневої площі та поліпшенню взаємодії з нафтою.

Ефективним методом підвищення сорбційних властивостей рослинних відходів є біологічна обробка. Цей процес включає додавання спеціально відібраних мікроорганізмів (бактерій, грибів або актиноміцетів), які мають здатність до розщеплення органічної речовини на поверхні сорбенту. Далі відбувається процес ферментації в оптимальних умовах (температура, вологість, pH), що дозволяє мікроорганізмам ефективно працювати та змінювати структуру сорбенту і підвищувати його здатність до сорбції.

Наведені в табл. 1 методи можуть бути застосовані як окремо, так і в комбінації, в залежності від типу відходів та специфічних умов, в яких потрібно боротися з розливом нафти. Також ефективність кожного з цих методів може змінюватися в залежності від типу нафти, яку необхідно поглинути.

Висновки. Пошук та застосування ефективних сорбентів на основі сільськогосподарських відходів для ліквідації розливів нафти є важливим завданням екологічної безпеки. Основними перевагами таких сорбентів є екологічна чистота, широка сировинна база, відносно низька собівартість сировини, зручність під час транспортування та використання, а також можливість їхньої раціональної утилізації у вигляді паливних брикетів. Цей напрямок є важливим не тільки для зменшення впливу на довкілля, але й для створення замкнутого циклу в аграрному виробництві, де відходи стають цінними ресурсами.

Література

[1]. Глібовицька Н.І., Плаксій Л.В. Ефективність поглинання нафти сорбентами природного та штучного походження. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29. № 6. С. 76–78.

[2]. Adegoke K.A., Dello O.S. Dye sequestration using agriculturalwastes as adsorbents. *Water Resources and Industry*. 2015. № 12. P. 8–24.

[3]. Lee R. Agricultural Waste Bio-Absorbent for Oil-Polluted Waters. *International Journal of High School Research*. 2024. Vol. 6. Is. 1. P. 131–135.

[4]. Koul B.,Yakoob M., Shah M.P. Agricultural waste management strategies for environmental sustainability. *Environmental Research*. 2022. 206. 112285.

[5]. Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua.

[6]. ITOPF. Use of Sorbent Materials in Oil Spill Response. Technical information paper. London: The International Tanker Owners Pollution Federation Limited. 2012. 12 p.

[7]. Behnood R., Anvaripour B., Jaafarzadeh N., et al. Oil spill sorption using raw and acetylated sugarcane bagasse. *Journal of Central South University*. 2016. 23. 1618–1625.

[8]. Liu G., Dai Z., Liu X. *et al.* Modification of agricultural wastes to improve sorption capacities for pollutant removal from water – a review. *Carbon Research.* 2022. 1: 24.

[9]. Kumagai S., Noguchi Y., Kurimoto Y., Takeda K. Oil adsorbent produced by the carbonization of rice husks *Waste Management.* 2007. № 27 (4). P.554–61.

PROSPECTS FOR USING OIL SORBENTS MADE FROM AGRICULTURAL WASTE

Litvak Olga, Litvak Serhiy

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Prospects of using effective sorbents based on agricultural waste to eliminate oil spills in the context of ensuring environmental safety and rational use of raw materials are considered. The methods of modification of plant waste to improve their sorption properties are analyzed.

Key words: pollution by oil and oil products, sorbents, agricultural waste, environmental safety, modification methods, sorption properties.

УДК 502.3:330.34:551.46

ФОРМУВАННЯ ШТУЧНИХ РИФІВ ЯК ПРИКЛАД СПРИЯННЯ ПРИРОДНОМУ ВІДНОВЛЕННЮ ЕКОСИСТЕМ АКВАТОРІЙ НА ЛОКАЛЬНОМУ РІВНІ

Мірошниченко О.В.
канд. екон. наук, засл. економіст України, голова правління Миколаївського обласного осередка Спілки економістів України, м. Миколаїв, Україна, ov_miroshnichenko@ukr.net
Грубий М.В.
аспірант кафедри: екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна, kinburn_co@ukr.net
Тимченко І.В.
канд.техн.наук, доцент, доцент кафедри садово-паркового господарства та екології Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, inna.tymchenko@gw.necu.org.ua
Трохименко Г.Г.
д-р техн. наук, проф. НУК, завідувач кафедри: екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна, ganna.trokhymenko@nuos.edu.ua

На початок XXI ст. дослідження питань взаємозв'язку економічного зростання та охорони навколишнього природного середовища еволюціонувало від суто прагматичного вивчення обмеженості природних ресурсів для забезпечення зростаючих споживчих потреб людства до визнання необхідності побудови нової моделі збалансованого (сталого) розвитку світової соціально-економічної системи, основою функціонування якої є побудова балансу між розвитком людства та збереженням природних ресурсів, від яких залежать не лише перспективи розвитку суспільства але й сама можливість виживання та умови існування людства в майбутньому. При цьому так само і масштаб розуміння загрози вийшов за межі наукових та природоохоронних кіл і досяг національного та міжнародного рівня.

Проблема у загальному вигляді полягає в тому, що впродовж всього часу осмислення загрози руйнації довкілля в науковому та суспільно-політичному плані, не зважаючи на проведення чисельних заходів із обговорення проблеми та утворення цілого ряду структур різного рівня, зростання антропогенного тиску на довкілля продовжувалося через те, що життєдіяльність кожної особи з більш ніж 8 млрд. населення планети об'єктивно передбачає споживання природних ресурсів [1, с.88]. У той же час не відбувається таких саме загальних та постійних за характером дій людства, направлених на сприяння відновленню природи, а сам рівень антропогенного тиску перейшов той рівень, коли природне середовище на глобальному рівні шляхом самовідновлення могло компенсувати негативний влив цивілізації, що підтверджується як науковими дослідженнями, так і загрозливими тенденціями змін клімату.

Одною з катастрофічних загроз на сьогодні є екоцид внаслідок воєнних дій окупантів в Україні. Його наслідки розповсюджуються не лише на територію України, але й на Європейські країни та можуть мати носити глобальний характер.

Разом з тим можемо спостерігати і подальше наднормативне антропогенне навантаження на збережені екосистеми, що обумовлено, зокрема, споживацьким використанням природних ресурсів. Одним з таких випадків є ситуація на Тилігульському лимані Миколаївської області. Внаслідок обмежувальних заходів стосовно купання у Чорному морі, що було прийнято після російського вторгнення в Україну, Тилігульський лиман відчув значне зростання антропогенного впливу через активну туристичну діяльність. У зв'язку із цим питання покращення стану лиману є актуальним. Окрім цього на сьогодні лиман – відкрита для відвідування та наукових досліджень з підводним зануренням водойма, що дозволяє досліджувати ефективність природоохоронних заходів, які в подальшому можна реалізувати для післявоєнного відновлення інших лиманів Миколаївської області.

Одним із технологічних рішень, що широко використовується у світовій практиці з метою відновлення морських біоценозів є імплементації твердих субстратів – штучних рифів. У 2023 році з метою сприяння відновленню екосистеми акваторії було здійснено експериментальне встановлення на дні у прибрежжі Тилігульського лиману штучного рифу у вигляді болів. Рифболи представляють собою порожнисті бетонні конструкції напівсферичної форми, встановлення яких через збільшення площі придатних для фільтраторів поверхонь сприяє стимуляції популяцій молюсків фільтраторів, відновленню біорізноманіття та поліпшення якості води [2, с.27].

Моніторинг результатів експерименту через рік після встановлення засвідчив позитивний вплив рифболів на екосистему. Як і передбачалося, вся поверхня рифових куль обросла щільним шаром молюсків фільтраторів та найрізноманітнішими водоростями. Активність бичків-зеленчаків під час моніторингу виявилась на найвищому рівні, кожна ділянка рифболу як внутрішня так і зовнішня була задіяна для їхнього прихистку.

Таким чином існує нагальна потреба у проведенні подальших досліджень та реалізації на глобальному та, відповідно, локальному рівні територіальних громад системи заходів, одним з прикладів яких є представлений експеримент із формування штучних рифів, із метою забезпечення збалансованого економічного розвитку та сприяння збереженню навколишнього природного середовища.

Література

[1]. Мірошниченко О.В., Коваль Н.В. Світовий та вітчизняний досвід дослідження проблем, тенденцій і перспектив еколого-економічного розвитку // Збірник наукових праць ЧДТУ. Серія: Економічні науки. – 2007. – С. 87–89.

[2]. Трохименко Г.Г., Грубий М.В. Штучні рифи для післявоєнного відновлення лиманних акваторій Миколаївщини // Матеріали XXIII Міжнародної науково-практ. конф. «Екологія. Людина. Суспільство», Київ, 7 грудня 2023 – С. 25–28.

FORMATION OF ARTIFICIAL REEFS AS AN EXAMPLE OF SUPPORTING THE NATURAL RECOVERY OF AQUATORIAL ECOSYSTEMS AT THE LOCAL LEVEL

Oleksiy Myroshnychenko
Mykolaiv regional branch of the Union of Economists of Ukraine
Mykola Hrubyi
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Inna Tymchenko, Taras Shevchenko Luhansk National University
Hanna Trokhymenko
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The article examines the issue of anthropogenic load on ecosystems and the search for ways of sustainable development in the issue of resource use. Measures to restore destroyed and anthropogenically burdened ecosystems by installing artificial reefs are proposed. The results of experimental studies of established reefs in the Tyligul estuary are presented

Keywords: Environmental monitoring, pollution, military environmental crimes, Tiligul estuary, artificial reefs, sustainable development

УДК 504.054

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БІОРЕМЕДІАЦІЇ У МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Недорода В. М.
к.т.н., викладач кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
nedorodavlad@gmail.com

Анотація. Розглянуто перспективи розвитку технологічних підходів у сфері захисту водних об’єктів від забруднення нафтою та нафтопродуктами. Запропоновано напрями подальших досліджень ключових аспектів біологічних методів захисту довкілля та підвищення їхньої ефективності. Обґрунтовано необхідність створення конкурентоспроможних інноваційних технологій у сфері захисту довкілля як стратегічно доцільного напрямку діяльності для України.

Ключові слова: мікроорганізми, біодеградація, біоремедіація, біотехнології, нафтопродукти.

Вступ. Суттєва частина забруднення морського середовища та акваторій нафтовими вуглеводнями відбувається внаслідок функціонування стратегічно важливого морського транспорту та відповідної інфраструктури. Відомо, що приблизно половина усього світового видобутку нафти та природного газу транспортується морем [1, с. 247]. У зв’язку з цим морські прибережні райони у всьому світі зазнають розливів нафти, що відбуваються

внаслідок аварій або незаконних дій. Викиди тисяч тонн нафтових вуглеводнів мають значний вплив на морське середовище, завдаючи серйозної екологічної та економічної шкоди.

Окрім аварійних розливів нафти, забруднення акваторій відбувається при проведенні більш повсякденних процедур обслуговування обладнання. Наприклад, за оцінками Європейського агентства з охорони довкілля (ЕЕА), тільки в результаті миття танкерів та скиду баластової води забруднення нафтою та нафтопродуктами становить близько 2 мільйонів тонн на рік у всьому світі [2, с. 180].

Відповідно до цього, метою роботи є визначення сучасних напрямків прикладних наукових досліджень щодо екологічно безпечних технологій та протидії нафтовому забрудненню водних об’єктів.

Основна частина. У сфері охорони довкілля застосовуються різні види технологічних підходів, які можуть суттєво між собою відрізнятися. Захист навколишнього середовища хімічними або фізичними методами є ефективними, але високовартісними процедурами, а також складними у використанні порівняно з біологічними методами, в яких біологічні агенти, головним чином мікроорганізми, використовуються для очищення та видалення різних хімічних речовин із забрудненого водного середовища. Однак, біологічні методи потребують більше часу для досягнення відповідних результатів залежно від кількості та природи забруднюючих речовин, а також більш залежні від умов навколишнього середовища. Визначення найбільш доцільних підходів завжди було важливою науково-технічною проблемою.

Незалежно від типу екосистеми, при використанні технологій біоремедіації розрізняють два основних підходи – “in situ” та “ex situ”. У разі застосування біотехнологічних методів у водному середовищі надається перевага “in situ”, тобто проводиться штучне підвищення концентрації мікроорганізмів-нафтодеструкторів (у разі протидії нафтовому забрудненню) у локалізованих місцях забруднення. Подібна практика має значне поширення в країнах ЄС з відповідним об’ємом досліджень спрямованих у цьому напрямку.

Однією з нещодавніх програм у сфері біотехнологій є проєкт під назвою “KILL-SPILL”, профінансований більш ніж на 12 млн. євро, у якому розглянуто проблематику забруднення водного середовища нафтою та нафтопродуктами, а також можливість застосування біотехнологічних підходів для протидії такому забрудненню [3, с. 89]. У результаті представлено понад 200 штамів мікроорганізмів, які розкладають нафтові вуглеводні. Більшість із наведених є саме бактеріями, які потребують подальших лабораторних та виробничих досліджень для об’єктивного підтвердження їхньої дієвості та отримання даних для комерційного застосування. Подібні проєкти є виключною можливістю для України приєднуватися до науково-дослідних програм ЄС.

Значний потенціал для досліджень також може мати біочар (біовугілля, стабільна тверда речовина, яка багата пірогенним вуглецем) у поєднанні з іммобілізованими мікроорганізмами, орієнтовна вартість якого складає приблизно 1 євро за кілограм [4, с. 147]. Враховуючи природу такого біоматеріалу, залежно від типу мікроорганізмів, можна припустити, що результативність сорбції буде дуже низькою, у порівнянні з біочаром без мікроорганізмів, але ефективність біоремедіації у водному середовищі матиме значний потенціал. Подібний напрямок досліджень є перспективним серед екологічних методик поводження з нафтовим забрудненням, оскільки має можливість бути недорогим біопрепаратом.

Загалом, найбільш поширеними серед досліджуваних мікроорганізмів у останні роки є різні штами *Acinetobacter, Achromobacter, Bacillus, Corynebacterium* та *Pseudomonas.* Ці бактерії здатні ефективно розкладати алкани та ароматичні вуглеводні, що має вирішальне значення при аварійних розливах нафти, хоча для багатьох штамів зазначених організмів продовжуються дослідження [5]. Ефективність деградації вуглеводнів у морській воді у зазначених мікроорганізмів також підвищується існуючими штамами з підвищеною живучістю як в умовах зберігання, так і в умовах нестабільного водного середовища. Ефективність біопрепаратів обмежується фізичними та хімічними параметрами, найважливішими з яких є умови навколишнього середовища, температура, швидкість потоку води, солоність, присутність інших полютантів, таких як сульфати чи хлориди, та властивості самої нафти. При цьому, біологічне розкладання мікроорганізмами може відбуватися лише на поверхні крапель нафти та нафтопродуктів, оскільки організми присутні у воді, а не у нафті. Усвідомлення цих обмежень є важливим для визначення обставин, коли використання певних технологій є доречним.

Із вітчизняної практики, в Україні зареєстрований препарат «Еконадін», який в основному застосовується для ліквідації забруднень у водному середовищі та має повноцінну комерційну марку [6]. Враховуючи важливість для України руху до енергетичної незалежності та відповідно нарощування видобування та транспортування нафти, що призводить до неминучих ризиків забруднення водного середовища, важливим є підвищення технологічного потенціалу для забезпечення захисту навколишнього середовища від забруднень нафтою та нафтопродуктами. Окрім цього, євроінтеграція та пов’язані з нею процеси також будуть підвищувати вимоги до нашої країни у сфері екології. Перелічені пункти утворюють потенційний перелік напрямків прикладних наукових досліджень та застосування інноваційних технологій у сфері захисту водних об’єктів та підвищення екологічної безпеки.

Висновки. Біоремедіація є економічно ефективною та безпечною для навколишнього середовища технологією, унікальною для найбільш перспективних способів очищення нафтового забруднення в різних екосистемах. У міру збільшення видобування та транспортування нафти виникає багато питань, пов’язаних з процесом захисту екосистем, тому важливо визначати основні напрямки прикладних наукових досліджень щодо екологічно безпечних технологій протидії нафтовому забрудненню водних об’єктів та їх ефективного застосування в інтересах України.

Література

[1]. Gertler C., Yakimov M., Malpass M., Golyshin N. Shipping-related accidental and deliberate release into the environment. *Hydrocarbon and Lipid Microbiology*. 2010. P. 243–256.

[2]. Transport and Environment Report 2022. European Environment Agency. *Luxembourg: Publications Office of the European Union*. 2022. 218 p.

[3]. Marozava S., Meyer A., Perez-de-Mora A. Mass Transfer Limitation During Slow Anaerobic Biodegradation of 2-Methylnaphthalene. *Environmental Science Technologies*. Vol. 53. 2019. P. 81–90.

[4]. Pan X., Kuang S., Wang X. Effective strategy for alleviation of oil contamination in marine environment. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 462. 2024. P. 142–152.

[5]. Villela H. D., Peixoto R. S., Soriano A. U., Carmo, F. L. Microbial bioremediation of oil-contaminated seawater: A survey. *Science of the Total Environment*. Vol. 666. 2019. P. 743–758.

[6]. Соловйов В.І., Губанов В.В., Кожанова Г.О., Гудзенко Т.В. Стратегія застосування в портах України сорбентів і біологічних препаратів для ліквідації нафтового забруднення моря. [Електронний ресурс]. Режим доступу з http://surl.li/trpyp

THE PROSPECTIVE ADVANCEMENT OF PETROLEUM HYDROCARBON BIOREMEDIATION TECHNOLOGY IN MARINE ENVIRONMENTS

Vladyslav Nedoroda

Lecturer at the department of ecology and environmental technologies, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Consideration is given to the future directions of technological approaches for protecting aquatic territories against petroleum-related pollution. Suggested possibilities for deeper research into crucial aspects of biological approaches to environmental protection and enhancing the effectiveness of these methods. The necessity for Ukraine to develop competitive innovative technologies in the field of environmental protection is facilitated as a strategically appropriate endeavor.

Keywords: microorganisms, biodegradation, bioremediation, biotechnology, oil products.

УДК 502:628

АДАПТАЦІЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА МІСЬКОМУ КОМУНАЛЬНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ «МИКОЛАЇВВОДОКАНАЛ» ДО ЧИННОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Ремешевська І.В.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
irynaremesh@gmail.com
Гурець Н.В.
старший викладач кафедри екології та природоохоронних технологій
natalya.gurets@nuos.edu.ua
Господаренко О.О.
студент
gospodarenkoaleksandra@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

Анотація. Досліджено поточний стан та можливості адаптації оновленої системи обліку централізованого водопостачання міста Миколаїв для забезпечення оптимізації використання водних ресурсів. Вивчено ключові законодавчі вимоги щодо обліку водопостачання в Україні.

Ключові слова: водні ресурси, водопостачання, облік водопостачання.

Пріоритетним напрямом державної стратегії розвитку водопровідно-каналізаційного господарства України є збереження водних ресурсів, поліпшення якості питної води та послуг централізованого водопостачання та водовідведення. Враховуючи це, розвиток сфери водопостачання та водовідведення має бути орієнтований на сучасні соціально-економічні вимоги і відповідати найвищим екологічним стандартам.

Вода є об'єктом, необхідним для виживання цивільного населення, а водна інфраструктура та ресурси мають цивільний характер і повинні бути захищені. Держави-окупанти зобов'язані забезпечувати постачання води. Тим не менш, за оцінками ООН, до початку 2022 року 16 мільйонів людей в Україні потребували допомоги з водою, санітарією або гігієною, а 1,4 мільйони людей на сході України не мали доступу до водопровідної води [1, 2].

Послуги із забезпечення стабільного та якісного централізованого водопостачання споживачам міста Миколаїв надає МКП «Миколаївводоканал». Підприємство працює на основі договірних умов з міською радою. Підприємство експлуатує 1200 водопровідних, 750 км каналізаційних мереж, очисні споруди водопроводу, очисні споруди каналізації, десятки насосних станцій водопроводу і каналізації, трансформаторні станції[3]. Діяльність МКП «Миколаївводоканал» базується на принципах стабільності, користі для суспільства, професіоналізму, ефективності та якісного надання послуг.

Основними стратегічними цілями розвитку підприємства є: досягнення фінансової стабільності; забезпечення високої якості надання послуг; забезпечення надійного та ефективного функціонування інфраструктури підприємства та захисту навколишнього середовища та здоров'я населення.

У 2022 році водопостачання міста Миколаїв внаслідок пошкодження водоводу з р. Дніпро (на території Херсонської області), переведено в аварійному порядку на змішану систему водоподачі, яка складається з водозабору підземних вод та морських вод Бузького лиману. Залучення до централізованої системи водопостачання морських вод – безпрецедентний випадок у світовій практиці комунального господарства. Внаслідок специфічного мінерального складу, морські води швидко руйнують трубопроводи та негативно впливають на якість очистки каналізаційних стоків. Тому, після деокупації Снігурівської міської територіальної громади, на початку 2023 року водопостачання м.Миколаєва переведено на водозабір з р. Інгулець, який відповідно до проєкту міської системи водопостачання є резервним джерелом подачі води до міста.

Наразі в Україні використання та охорона водних ресурсів регламентується низкою законів та інших правових нормативних документів, серед яких «Водний кодекс України», закони «Про меліорацію земель», «Про питну воду та питне водопостачання», «Про охорону навколишнього природного середовища» та іншими законодавчими актами. Завданням водного законодавства є регулювання правових відносин для збереження, а також науково обґрунтованого, раціонального використання вод для потреб населення і галузей економіки, відтворення водних ресурсів, охорони вод від забруднення, засмічення та вичерпання, запобігання шкідливим діям вод та ліквідації їх наслідків, поліпшення стану водних об'єктів, а також охорони прав підприємств, установ, організацій і громадян на водокористування.

В системі заходів щодо збереження водних ресурсів важливу роль відіграє облік водопостачання, який здійснюється на основі Закону України «Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання» [4]. Основною метою цього закону є визначення

правових, економічних та організаційних засад функціонування системи комерційного обліку теплової енергії, води та водовідведення під час надання комунальних послуг та здійснення контролю за її функціонуванням.

Реалізація цього закону є важливою передумовою для забезпечення в державі обов'язкового 100 % обліку водопостачання. Завдяки забезпеченню обліку холодного водопостачання споживачами сплачуватимуться кошти лише за фактично спожиті послуги, тобто лише за те, що ними було використано, що дозволяє не тільки об'єктивно здійснити розрахунок послуг, які були спожиті споживачем, а й реалізовувати процес досягнення економії в умовах постійного зростання цін на енергоресурси.

Згідно закону передбачено обов'язкове встановлення: вузлів комерційного обліку (загальнобудинкових) приладів обліку холодної води для житлових будинків; та вузлів розподільного обліку (квартирних лічильників) для обліку індивідуального обліку споживання води, яке здійснюється оператором зовнішніх інженерних мереж. Витрати на оснащення будівель вузлами комерційного обліку здійснені оператором зовнішніх інженерних мереж та відшкодовуються споживачами послуг холодного водопостачання, а також власниками (співвласниками) нежитлових приміщень будинку (магазини, офіси, інші) шляхом сплати внеску за встановлення вузла комерційного обліку.

Прилади, що вимірюють кількість спожитої води, поділяються на різні категорії, залежно від низки характеристик: за метою використання, за розташуванням рахункового механізму; за наявністю магнітного захисту; за принципом дії.

Органам місцевого самоврядування надано право у відповідності до чинного законодавства приймати рішення про затвердження місцевих програм оснащення вузлами комерційного обліку будівель, які на день набрання чинності Законом були приєднані до зовнішніх інженерних мереж, а також про виділення з місцевого бюджету коштів на реалізацію прийнятої програми.

Також відповідно до законів України «Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання» та «Про метрологію та метрологічну діяльність» споживачам необхідно проводити повірку приладів обліку води. На сьогодні, внаслідок військових дій на території України, 96 тисяч споживачів мають лічильники на який термін дії повірки вже закінчився, що, в свою чергу, ускладнює процес обліку в системі водопостачання міста Миколаєва.

Запровадження комерційного обліку теплової енергії та води для усіх категорій споживачів забезпечує раціональне споживання водних ресурсів, зменшує негативний вплив на економіку України від значного зростання цін на імпортований природний газ, підвищує рівень енергетичної безпеки держави. В ситуації, що склалася, органам місцевого самоврядування рекомендовано самостійно обирати методи управління послугами водопостачання, а державі необхідно забезпечувати законодавчі та нормативні умови. Це дозволить місцевим радам, відповідальним за водопостачання, досягати поставлених цілей і дотримуватися встановлених стандартів якості.

Література

[1] Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2021 році URL: https://mtu.gov.ua/files/.pdf

[2] Крилова І. І. Аналіз сучасного стану водопостачання та водовідведення в Україні // Інвестиції: практика та досвід. – 2018. – № 23. – С. 118–125.

[3] Офіційний сайт МКП «Миколаївводоканал» URL: https://www.vodokanal.mk.ua

[4] Ремешевська І. В., Гурець Н. В., Господаренко О. О. Облік водопостачанняна місь-кому комунальному підприємстві «Миколаївводоканал». *Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні* : Матеріали XV Міжнар. наук.-техн. конф. Миколаїв: НУК, 2023 р. С. 90–92.

ADAPTATION OF THE ACCOUNTING SYSTEM OF WATER SUPPLY AT THE MUNICIPAL ENTERPRISE "MYKOLAIVVODOKANAL" TO THE CURRENT LEGISLATION OF UKRAINE WITH THE PURPOSE OF OPTIMIZING THE USE OF WATER RESOURCES

Remeshevska I., Gurets N., Gospodarenko O.

The Department of Ecology and Environmental Protection Technologies,

Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The current state and adoption possibilities of the updated accounting system of the centralized water supply of Mykolaiv city to ensure the optimization of the water resources use are researched. The key legislative requirements regarding water supply accounting in Ukraine are given.

Keywords: water resources, water supply, water supply accounting.

УДК 502:631(075.8)

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ МІКРОБНИХ БІОЦЕНОЗІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Кособуцька О. О.

аспірантка кафедри екології та природохоронних технології

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

olena.kosobutska@nuos.edu.ua

Трохименко Г. Г.

доктор технічних наук, професор,

завідувачка кафедри екології та природохоронних технології

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

antr@ukr.net

Анотація. Окреслено проблему виснаження ґрунтів. Проведено дослідження із застосуванням новітніх біопрепаратів. Визначено та проаналізовано вплив даних біодобрив на ріст та розвиток тест-об'єктів.

Ключові слова: ґрунти, родючість, мікробіологічні препарати, «Байкал – ЕМ-1», приріст.

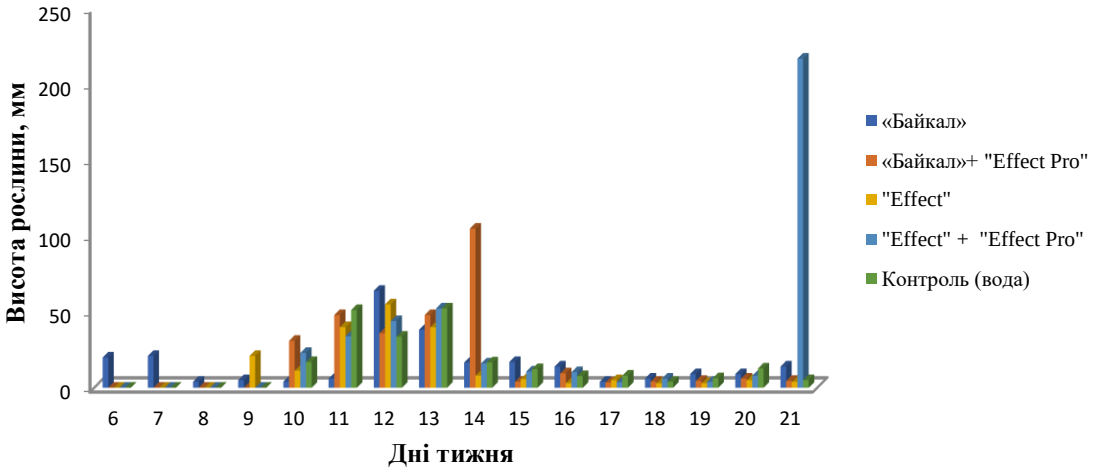
Сільськогосподарське виробництво з кожним роком збільшує свої обсяги. У зв'язку з цим відбувається надмірна експлуатація ґрунтів, що призводить до їх виснаження. Для розв'язання цієї проблеми починається безконтрольне використання хімічних добрив, які негативно впливають на якість сільськогосподарської продукції, завдаючи шкоди здоров'ю людини та навколишньому середовищу [1, с. 119]. Тому необхідно шукати ефективні та більш безпечні засоби спрямовані на покращення якості ґрунтів, а саме його родючості [2, с. 10]. На сьогодні серед таких засобів на перший план виходять біологічні добрива, а саме мікробіологічні препарати [3, с. 34].

Мета даного дослідження полягає в порівняльному аналізі впливу препаратів на основі мікробних біоценозів на ріст та розвиток тест-культур.

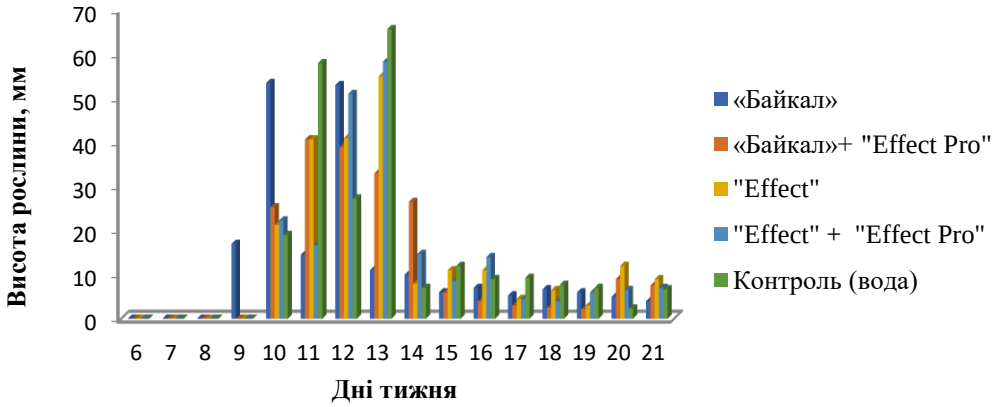
У польових умовах було проведено біотестування з використанням різних концентрацій бактеріологічних препаратів на двох окремих ділянках 1,10 × 2,50 м кожна [4, с.127]. На одній ділянці проводилась передпосівна обробка ґрунту. Дана обробка здійснювалась такими препаратами як «Байкал ЕМ-1», «Effect" та "Effect PRO" у концентрації 2 %. Посів здійснювали на 7-й день після обробки ґрунту на відповідній ділянці. Для дослідження тест-об'єктом було вибрано насіння вівса посівного (Avena sativa L.), який висіяли по 25 зерен у відкритий ґрунт. Обробку зразків проводили розчинами з концентрацією 0,1 %, 1 %, 5 % та 10 %. Експеримент проходив за таких умов: сіяли у відкритий ґрунт, середня температура повітря – 26,5 °С; частота поливу: 1 раз на 3 днів, а також природній полив (дощ); середня вологість повітря становила 60,2 %. Тривалість експерименту – 21 доба. Дослідження проходило у два етапи. Спочатку фіксували та аналізували вплив біопрепаратів на схожість та ріст зразків. Для цього протягом усього експерименту відбувалось вимірювання приросту тест-об'єктів.

Із рисунку 1 (а) видно, що перші паростки з'явились на 6-у добу спостереження. Тоді як на обробленій ділянці (рис. 1 (б) перші паростки з'явились тільки на 9-у добу. В обох випадках дані тест-об'єкти оброблювали препаратом «Байкал ЕМ-1». На 15-й день спостережень відбулась загибель частини тест-об'єктів у зв'язку із появою шкідників таких Вовчок звичайний та Цвіркун польовий. Тому експеримент був припинений. Проте саме на обробленій ділянці спостерігалась поява популяції Дощового черв'яка (Lumbricus terrestris) у кількості 2–3 особини на см^2.

Другий етап експерименту супроводжувався зважуванням зеленої маси. Для цього тест-зразки, що були оброблені розчинами біопрепаратів із концентрацією 5 %, зрізали на 2 см над ґрунтом. Результати зважування зеленої маси тест-об'єктів (рис. 2) показали, що у порівнянні з рослинами з обробленої (перед посівом) ділянки на необробленій – зразки зазвичай мають більшу масу, крім тих, які поливали розчином «Байкал ЕМ-1» + "Effect PRO" і препаратом «Effect". У зв'язку із впливом шкідників показники маси є некоректними і проаналізувати результати неможливо.



(а)



(б)

Рис. 1. Порівняння впливу біопрепаратів на ріст Avena sativa L. на необробленій (а), та обробленій (б) експериментальних ділянках

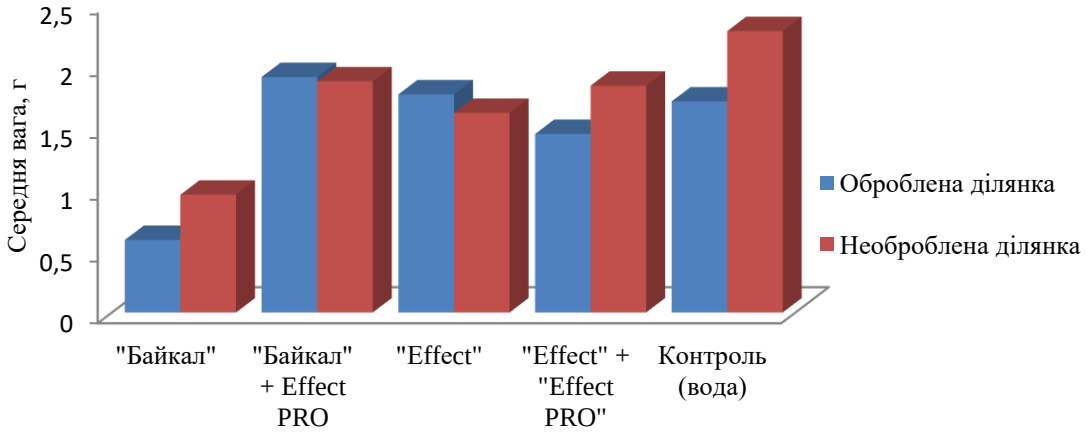


Рис. 2. Порівняння впливу різних біопрепаратів на ділянках з передпосівною обробкою та необробленою на середню масу рослин

Виходячи із результатів отриманих в ході експерименту, можна сказати, що передпосівна обробка ґрунту не має значного впливу на схожість. Виявлено, що для стимуляції росту на перших етапах розвитку рослини потрібно використовувати «Байкал ЕМ-1» у концентрації 5 %. Експеримент закінчився загибеллю частини тест-культури із-за негативного впливу шкідників, для яких даний препарат виступає як приманка. Проте незважаючи на такий результат, у зрізі ґрунту будо виявлено популяцію Дощових черв'яків на обробленій ділянці, яка є індикаторною. Це свідчить про те, що препарати сприяють підвищенню родючості ґрунту, але в подальшому така обробка вимагає застосування засобів захисту від шкідників.

Література

[1] Трохименко Г. Г., Кособуцька О. О., Аналіз можливості підвищення урожайності сільськогосподарських культур на основі використання мікробних біоценозів. «Проблеми екології та енергозбереження» : матеріали XV міжнародної наук.-техн. конф. – Миколаїв : Видавець Торубара В. В., 2023. С. 119–120.

[2] Шкуратов О. І., Чудовська В. А., Вдовиченко А. В. Органічне сільське господарство: еколого-економічні імперативи розвитку : монографія. Київ : ТОВ «ДІЯ», 2015. 248 с.

[3] Дегодюк Е. Г. Сучасні підходи до оптимізації мінерального живлення рослин в органічному землеробстві / Дегодюк Е. Г., Вітвіцька О. І., Дегодюк Т. С. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН*. 2014. С. 33–39.

[4] Goncharova V. V. EM-technology in crop production / V. V. Goncharova, Y. D. Yakushko, O. P. Strilets, L. S. Strelnikov // Actual Questions Of Development of New Drugs : Abstracts of XX International Scientifi c And Practical Conference Of Young Scientists And Student, April 22–23, 2014, Kharkiv. Kh. : NUPh, 2014. P. 127.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING PREPARATIONS BASED ON MICROBIAL BIOCENOSES TO INCREASE CROP YIELDS

Trokhymenko Ganna

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Kosobustka Olena

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The problem of soil depletion is outlined. Research was conducted using the latest biological products. The impact of these biofertilisers on the growth and development of test objects was determined and analysed.

Key words: soils, fertility, microbiological preparations, "Baikal-EM-1», growth.

УДК 614.841.345.6

ПОЖЕЖІ В ОБ'ЄКТАХ ПЗФ БУЗЬКО-ДНІПРОВСЬКОГО СТЕПУ ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА

Наконечний І.В.
доктор біологічних наук
професор кафедри екології та природоохоронних технологій
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
nakonecyniigor777@gmail.com.ua
Андрєєва А.В.
кандидат технічних наук
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
antonina.andrieieva@nuos.edu.ua

Анотація. В умовах Південного Степу глибина коеволюційних взаємовідносин біоти щодо пожеж, як звичайної компоненти умов середовища існування, місцями сягнула крайніх меж – багато видів рослин-стенотопів настільки адаптовані до їх прояву, що без них практично не здатні повноцінно реалізувати своє відтворення. Такі види формують окрему екологічну групу, відому під назвою пірофітів, представники якої еволюційно пристосовані до виживання в ценозах, що регулярно піддаються пожежам.

Ключові слова: пожежа, індуковані явища, ландшафти Суходолу, агроландшафтні території.

Вступна частина. Дистанціюючись від техногенних аспектів прояву пожеж, з екологічних позицій – це природні чи штучно індуковані явища, які забезпечують швидке вивільнення накопиченої (біологічно зв'язаної) енергії. Основним шляхом вивільнення енергії хімічних зав'язків органіки слугує її хімічно-термічно-світлове перетворення і розсіювання [1].

Мета роботи. Регулярний прояв природних пожеж характерний для більшості ландшафтів Суходолу, від тундрових до пустельних, утримуючи для них значення важливого оперативно-трансформуючого чинника. Особливо актуальними пожежі є для лісових і степових екосистем, оновлюючи їх цикли кругообігу речовини та енергії. По суті вся еволюція наземних екосистем відбувалась на фоні постійного впливу пожеж, як одного з ключових екологічних факторів середовища, що формують умови існування їх біогеоценозів. Так, біоми Степу, існуючі в просторово пульсуючих межах Широколистого Лісу та Напівпустелі, не могли б тисячоліттями утримувати свою сталість без періодичних пірогенних сукцесій [2, 3].

Основна частина. Основним матеріалом слугували результати розгорнутих аналітичних узагальнень вихідних даних щодо пожежних проявів в агроландшафті Південного Степу в межах території Миколаївської області за останні 10 років. Вихідними матеріалами слугували статистичні та звітні дані державних служб та установ щодо прояву пожеж і пов'язаних із ними наслідків [4, 5]. Для моніторингових екскурсів та порівнянь

використовували й літературні дані щодо термінів і обсягів прояву пожеж в степах і агроландшафтах територій, які нині знаходяться в адміністративних межах Миколаївської області [6]. В умовах Південного Степу глибина коеволюційних взаємовідносин біоти щодо пожеж, як звичайної компоненти умов середовища існування, місцями сягнула крайніх меж – багато видів рослин-стенотопів настільки адаптовані до їх прояву, що без них практично не здатні повноцінно реалізувати своє відтворення. Такі види формують окрему екологічну групу, відому під назвою пірофітів, представники якої еволюційно пристосовані до виживання в ценозах, що регулярно піддаються пожежам [7].

В реальності природна адаптація до частих пожеж проявляється не стільки на видовому, стільки на ценотичному рівні, що яскраво виражено для рослинних угруповань чапаралю, маквісу та прибережних чагарникових лісів Середземномор'я. Аборигенні чагарниково-степові, так і типчаково-ковилові комплекси зональних степів Північного Причорномор'я теж володіють значним рівнем адаптації до регулярних пожеж, швидко відновлюючись після їх прояву [8].

Висновки. По мірі антропогенного освоєння Степу і його агрогенної трансформації, питання оцінки екологічного значення ландшафтних пожеж стали актуальності і водночас – загально-негативної спрямованості. Проте й опонентів цим оцінкам до наявного часу не меншає, тож загалом у суспільстві та науковій спільноті успішно конкурують два протилежні підходи. Перший схильний украй драматизувати степові пожежі, сприймаючи їх в якості глобально-незворотних чинників. Другий навпаки, сприймає їх як звичайні явища, вказуючи, що подібні розваги степових жителів відомі ще з часів палеоліту і аж ніяк не ліквідували степовий біом. І дійсно, більшість сільських жителів, як природокористувачів, ратують за періодичні пали степових біотопів для поліпшення їх кормових якостей і як сіножатей.

Безперечно, що все це є лише прикладом багатогранності екологічних і господарчих взаємовідносин суспільства і живої природи, які украй різноманітні в часі та просторі, тож не мають і не можуть мати єдиного шаблону чи оцінки. Проте, в останні роки, по мірі зменшення випасного навантаження на степові біотопи та розвитку мережі ПЗФ, питання прояву ландшафтних пожеж набули чергового загострення. Наслідком цього стало панування однозначно негативного підходу до пожеж у природних ландшафтах, особливо для дрібно-локальних ділянок природних парків і заказників. Для останніх будь яка пожежа вважається абсолютно деструктивним чинником, прояв якого є абсолютно недопустимим, а наслідки оцінюються за обсягом збитків, нанесених заповідному фонду.

Настільки односпрямоване відношення до пожеж у природному ландшафті є невиправданим і загалом несе загрозу порушення системних механізмів саморегуляції спонтанних екосистем, органічним елементом функціонування яких завжди слугували пожежі. Саме збереження природної самобутності залишкових екосистем є заявленою метою створення будь яких об'єктів ПЗФ, тоді як практика їх охорони несе прямо протилежну спрямованість.

Окрім цього, суттєва протипожежна діяльність в умовах мозаїчного агроландшафту, разом із відсутністю випасного навантаження зумовлює негативні ландшафтно-трансформаційні процеси. Так, по мірі ліквідації тваринництва і посилення протипожежної охорони, природні степові ландшафти, як пасовища та сінокоси, стали швидко змінюватись. Головною ознакою таких змін є надмірний розвиток кореневищних багаторічників і

чагарників на фоні пригнічення різнотрав'я. Навіть заповідна ділянка «Степок» у Володимирівському лісництва Миколаївської області, яка є чи не останнім еталонним взірцем первинного степу, з 2003 року стала заростати кущами шипшини *Rosa canina* L., маслинки *Elaeagnus angustifolia* L. і терену *Prunus spinosa* L. Таким чином, не зважаючи на украй драматичні описи фронтальних довготривалих степових пожеж, які часто приводяться в сучасній спеціальній літературі, реальні прояви подібних явищ в сучасному агроландшафті Південного Степу практично відсутні.

Відповідно, в наявних умовах довкілля екологічна сутність природних пожеж – ліквідація енергетичної «напруги» екосистем, які виникають в результаті дисбалансу між притоком зовнішньої енергії та її місцевими витратами (альбедо+життєдіяльність рослин і тварин-продуцентів) практично відсутні. Водночас, будь яка природна чи штучна екосистема з профіцитним накопиченням речовини та енергії прагне до самостабілізації, найпростішим механізмом реалізації якої є пожежі. Проте, дрібно-локальні степові екосистеми, як залишково-спонтанні, так і піддані охороні, не здатні до повноцінної (адекватної) саморегуляції потоків речовини та енергії. За відсутності потужного агрогенного чи випасного вилучення енергії, структурно різнорідні екосистеми мозаїчного агроландшафту швидко набувають енергетичного профіциту і пожежонебезпечного потенціалу.

Сприйняття цих базисних положень дозволяє зрозуміти, що головними шляхом екологічно раціональної «розрядки» частково деградованих і енергетично перевантажених степо-польових екосистем сучасного агроландшафту є своєчасна утилізація надлишків речовини та енергії через життєдіяльність рослин і тварин і в певній мірі – через штучні пожежі. Тому суворий протипожежний режим, утримуваний природних парках і заповідниках є дієвим чинником, який сприяє енергетичній «перенапрузі» місцевих екосистем, стимулюючи їх готовність саме до пожежного варіанту нормалізації стану. Відповідно, реалії природокористування характеризують пожежі, як природний, органічно необхідний елемент функціонування місцевих екосистем. Цей елемент потрібно враховувати при експлуатації мозаїчного агроландшафту (разом із об'єктами ПЗФ) і переглянути основні засади природоохоронного законодавства в сторону його відповідності природним механізмам функціонування екосистем.

Література

[1]. Класифікатор надзвичайних ситуацій. ДК 019:2010. К : Держспоживстандарт України, 2010. 23 с.

[2]. Буц Ю.В. Пірогенна релаксія геосистем. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2012. № 1–2. С. 71–78.

[3]. Буц Ю.В. Динаміка видового різноманіття водно-болотних природних комплексів як прояв пірогенної релаксії геосистем. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2013. № 15. С. 17–22.

[4]. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні. http://www.mns.gov.ua/content/national_lecture.html

[5]. Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2013–2016 роки: Статистичний збірник аналітичних матеріалів (2018). К.: УкрНДІЦЗ

[6]. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 10 місяців 2020 року (2020). ВДСПтаНС ІДУ НД ЦЗ.

[7]. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. К: Наук. думка, 1991. 168 с.

[8]. Некос В. Ю., Пічугіна Ю. О. Проблема впливу пожеж на стан рослинного покриву. Людина і довкілля. Проблеми неоекології. 2008. № 1–2. С. 21–25

FIRES IN FACILITIES OF THE BUZKO-DNIPROV STEPPE AND THEIR ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

Nakonechniy Igor

doctor of biological sciences rofessor of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies

Andrieieva Antonina

PhD, Associate Professor Department of Ecology and Environmental Technologies

Admiral Makarov National University, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. In the conditions of the Southern Steppe, the depth of co-evolutionary relationships of biota with respect to fires, as a normal component of habitat conditions, reached extreme limits in some places – many species of stenotopic plants are so adapted to their occurrence that they are practically unable to fully realize their reproduction without them. Such species form a separate ecological group, known as pyrophytes, whose representatives are evolutionarily adapted to survive in coenoses that are regularly exposed to fires.

Key words: fire, induced phenomena, landscapes of Sukhodol, agro-landscape territories.

УДК 331.45

ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР ЯК ОСНОВНА ПРИЧИНА НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ НА СУДНАХ

Грушина О.Г.

старший викладач кафедри екології та природоохоронних технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
olga.bidnichenko@nuos.edu.ua

Анотація. У роботі досліджено роль людського фактора у виникненні аварійних ситуацій на морських суднах. Розглянуто психологічні аспекти, такі як вплив втоми та стресу, а також важливість ефективної комунікації та командної роботи на борту. Запропоновані заходи щодо зниження ризику помилок, включаючи покращення навчання екіпажу, управління робочим навантаженням та впровадження сучасних технологій, спрямованих на підтримку безпеки на суднах.

Ключові слова: людський фактор, нещасні випадки на судні, психологічна стійкість, професійність.

Вступна частина. Морська галузь є однією з найнебезпечніших галузей, де від будь-якої помилки залежить безпека екіпажу, вантажу, судна і навіть навколишнього середовища. Попри всі технічні досягнення та вдосконалення систем безпеки на суднах, людський фактор залишається основною причиною нещасних випадків.

Метою роботи є дослідження ролі людського фактора в аварійності на суднах і визначення шляхів мінімізації ризиків.

Основна частина

За даними Міжнародної морської організації (IMO), до 75 % усіх нещасних випадків на суднах можна прямо або опосередковано пов'язати з людським фактором [1]. Виходячи з аналізу звітів, найбільш поширені причини включають навігаційні помилки та недооцінку погодних умов, технічні несправності, спричинені недотриманням правил експлуатації, недбалість у виконанні обов'язків, неправильне сприйняття ситуації або недостатню координацію між членами екіпажу [2].

Причини помилок моряків у виконанні службових обов'язків можуть бути різними, але основними з них є втома, стрес та недостатня навченість. Моряки часто працюють у важких умовах з ненормованим робочим графіком, відсутністю належного відпочинку, що призводить до втоми і знижує концентрацію та реакцію на небезпеку і здатність приймати правильні рішення, в наслідок чого, підвищується ризик нещасних випадків та аварій на борту. Тривале перебування у відкритому морі, відірваність від родини та соціальної підтримки, а також необхідність приймати швидкі рішення в критичних ситуаціях можуть призводити до підвищеного рівня стресу. Відсутність належного навчання або недостатня підготовка до дій у надзвичайних ситуаціях також може бути причиною помилок. Неправильна інтерпретація навігаційних даних або використання застарілих карт може призвести до серйозних аварій, включаючи зіткнення або посадку на мілину.

Психологічні аспекти, такі як мотивація, моральний дух і взаємодія між членами екіпажу, мають великий вплив на безпеку судноплавства. Наприклад, недостатня мотивація може призвести до недбалого виконання обов'язків, а слабка комунікація – до неправильного розуміння інструкцій.

Дослідження показують, що ефективна комунікація та командна робота є критично важливими для забезпечення безпеки [3]. Моряки повинні вміти чітко передавати інформацію та розуміти її значення, особливо в умовах високого тиску. Неправильне або недостатнє спілкування між членами екіпажу є ще однією важливою причиною аварій. Бар'єри в комунікації можуть бути викликані різними мовами, культурними відмінностями або простою відсутністю навичок ефективної комунікації.

З метою зниження впливу людського фактора на безпеку на суднах необхідно велику увагу приділити посиленню навчання та підготовки моряків. Регулярні тренінги, що включають симуляції кризових ситуацій, допоможуть екіпажу бути готовим до будь-яких несподіваних ситуацій. Крім того, навчання має включати аспекти психологічної підготовки для управління стресом і втомою. Психологічна підготовка екіпажу повинна обов'язково включати розвиток навичок комунікації та командної роботи, а також підготовку до роботи в умовах ізоляції та самотності. Така підготовка допомагає морякам ефективніше справлятися з психологічними викликами, з якими вони стикаються на борту. Для зниження втоми необхідно оптимізувати графік роботи екіпажу, забезпечити належні умови для відпочинку та

впроваджувати політику зміни екіпажу, яка враховує тривалість перебування в рейсі. Впровадження стандартів комунікації на борту судна, що включають чіткі протоколи для передачі важливої інформації, може значно знизити ризик помилок, спричинених непорозумінням або недостатньою комунікацією.

Сучасні технології, такі як автоматизовані системи керування, засоби спостереження та навігації, можуть значно знизити ризик помилок, пов'язаних з людським фактором. Однак, технології не можуть повністю замінити людей, тому важливо, щоб екіпаж був добре навчений і підготовлений до роботи з цими системами.

Висновки. Людський фактор відіграє значну роль у забезпеченні безпеки на суднах, і він є одним з головних викликів, з якими стикається сучасна морська галузь. Успішна боротьба з цим фактором вимагає системного підходу, який включає посилення навчання, покращення умов праці та підвищення рівня комунікації на борту суден. Лише такі заходи можуть знизити ризики і забезпечити більшу безпеку на морі. Інвестування в ці напрямки допоможе знизити кількість аварій та підвищити загальний рівень безпеки на морі.

Література

[1] Офіційний сайт Міжнародної морської організації (IMO). https://www.imo.org

[2] Офіційний сайт Європейського агентства морської безпеки (ESMA). https://www.emsa.europa.eu

[3] Офіційний сайт Міжнародної палати судноплавства (ICS) https://www.ics-shipping.org

HUMAN FACTOR AS THE MAIN CAUSE OF HIP ACCIDENTS

Grushyna O.G.

senior lecturer of the Department of Ecology and Environmental Technologies

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The paper examines the role of the human factor in the occurrence of emergency situations on sea vessels. Psychological aspects such as the effects of fatigue and stress are considered, as well as the importance of effective communication and teamwork on board. Proposed measures to reduce the risk of errors, including improving crew training, managing workloads and implementing modern technologies to support ship safety.

Key words: human factors, shipboard accidents, psychological stability, professionalism.

УДК 331.45

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА СУДНАХ

Грушина О.Г.
старший викладач кафедри екології та природоохоронних технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
olga.bidnichenko@nuos.edu.ua

Анотація. У роботі розглянуто ключові компоненти системи охорони праці в морській галузі. Основними аспектами, що висвітлюються у роботі, є правова база та міжнародні стандарти, управління ризиками, навчання та підготовка екіпажу, використання засобів індивідуального захисту, а також медичне забезпечення на борту. Підкреслено важливість системного підходу до охорони праці, що включає впровадження сучасних технологій для зниження ризиків і підвищення безпеки на морі.

Ключові слова: охорона праці, міжнародні конвенції, безпека на судні, ризики, навчання моряків.

Вступна частина. Охорона праці на суднах є критично важливим аспектом морської галузі, спрямованим на забезпечення безпеки членів екіпажу, збереження вантажів і захист навколишнього середовища. Робота на судні пов’язана з підвищеними ризиками, такими як екстремальні погодні умови, небезпечні вантажі, технічні несправності, а також людський фактор. Охорона праці є не лише вимогою міжнародного законодавства, а й необхідною умовою для забезпечення безпечної та ефективної роботи на судні.

Метою роботи є аналіз та наведення основних принципів, стандартів та вимог, що регулюють безпеку праці в морській галузі, розкриття необхідних заходів, що покращують охорону праці на суднах.

Основна частина. Основу для охорони праці на суднах у правовій базі складають міжнародні конвенції та стандарти, розроблені Міжнародною морською організацією (IMO) [1]. Найважливішими з них є: Конвенція SOLAS (Safety of Life at Sea): встановлює вимоги до конструкції, обладнання та експлуатації суден, що забезпечують безпеку екіпажу та пасажирів; Конвенція STCW (Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers): регламентує стандарти підготовки, сертифікації та несення вахти, включаючи вимоги до навчання з охорони праці; Кодекс ISM (International Safety Management Code): вимагає від судноплавних компаній впровадження систем управління безпекою, що включає охорону праці.

Центральним елементом охорони праці на суднах є управління ризиками. Складовими частинами даного елементу є: ідентифікація ризиків, тобто визначення потенційних небезпек на робочих місцях, включаючи механічні, електричні, хімічні та екологічні ризики; аналіз та оцінка ризиків – оцінка ймовірності та наслідків виявлених ризиків; запобігання ризикам – розробка заходів для мінімізації ризиків, включаючи використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) та технічні заходи безпеки; моніторинг та контроль: – постійний контроль за

впровадженням заходів безпеки та оновлення планів управління ризиками відповідно до нових умов та загроз.

Ефективна охорона праці неможлива без належного навчання та підготовки екіпажу. Моряки повинні проходити регулярні тренінги, які охоплюють різні аспекти безпеки на судні: від пожежної безпеки до евакуаційних процедур. Це навчання включає теоретичні знання, так і практичні тренування, що дозволяють екіпажу ефективно реагувати на надзвичайні ситуації. До теоретичного навчання відносять ознайомлення з міжнародними нормами та стандартами, правилами безпеки та процедурами дій у разі аварійних ситуацій. Практичні тренінги під час навчання спрямовані на симуляцію аварійних ситуацій, отримання навичок використання аварійного обладнання та засобів порятунку, а також надання першої допомоги. Важливим напрямком підготовки екіпажу є психологічна підготовка, метою якої є навички управління стресом і підтримка психологічної стійкості в умовах тривалої ізоляції та екстремальних ситуацій [2].

Важливу роль у запобіганні травмам і нещасним випадкам на суднах відіграють засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). До них належать: захисні каски, окуляри, рукавиці – для захисту від механічних пошкоджень; респіратори та маски – для захисту від шкідливих випарів та пилу; рятувальні жилети та гідрокостюми – для забезпечення безпеки в разі падіння у воду; захисне взуття – для захисту від травм ніг у разі падіння важких предметів, та інші засоби, що знижують ризики для здоров’я і життя моряків.

На борту суден повинні бути медичні пункти з необхідним обладнанням та медикаментами, а члени екіпажу мають володіти навичками надання першої медичної допомоги. Це особливо важливо під час тривалих рейсів, коли швидкий доступ до медичних послуг на суші неможливий. Екіпаж судна повинен проходити регулярні медичні огляди, а задачею роботодавця є підтримка здоров’я екіпажу через забезпечення належних умов праці, що включають правильне харчування, гігієну і умов відпочинку, що сприяють збереженню здоров’я екіпажу [2].

Висновки. Охорона праці на суднах є багатокомпонентним процесом, який включає навчання, медичне забезпечення, управління ризиками та дотримання міжнародних стандартів. Ефективна охорона праці дозволяє не лише зберегти життя і здоров’я екіпажу, а й підвищує загальну ефективність роботи судна, знижуючи ймовірність аварійних ситуацій. Інвестування в охорону праці є не лише юридичною вимогою, а й моральним обов’язком судновласників і керівників морських компаній.

Література

[1] Офіційний сайт Міжнародної морської організації (IMO). https://www.imo.org

[2] Орлова Наталія. Особливості правового регулювання охорони праці на водному транспорті. // Підприємництво, господарство і право. Трудове право. № 6. 2020. – С. 78–85.

MAIN ASPECTS OF LABOR PROTECTION ON SHIPS

Grushyna O.G.

senior lecturer of the Department of Ecology and Environmental Technologies

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The paper examines the key components of the occupational health and safety system in the maritime industry. The main aspects covered in the work are the legal framework and international standards, risk management, training and preparation of the crew, use of personal protective equipment, as well as on-board medical care. The importance of a systemic approach to labor protection, which includes the introduction of modern technologies to reduce risks and increase safety at sea, is emphasized.

Key words: labor safety, international conventions, safety on ships, risks, training of seafarers.

УДК 504.05

НЕБЕЗПЕКА ПОБУТОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

Войтасик А. М.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
andrii.voitasyk@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто основні різновиди та особливості використання акумуляторних джерел живлення, які застосовують у своєму складі інверторні безперебійні пристрої та здатні забезпечувати резервне живлення різних важливих пристроїв та обладнання за відсутності електропостачання у централізованій електромережі. При виборі типу акумуляторного елемента для інверторних безперебійних джерел живлення запропоновано враховувати як технічні, так і екологічні аспекти їх умов застосування з метою дотримання безпечного використання та належного рівня експлуатації для мінімізації ризику негативного впливу як на організм людини так і на навколишнє середовище.

Ключові слова: енергопостачання; акумулятор; експлуатація

Вступна частина. Протягом останніх трьох років в Україні систематично використовуються почергові відключення споживачів від електропостачання у періоди усунення проблем на енергетичних мережах. В таких умовах сьогодення виникають проблеми енергозабезпечення власних потреб, починаючи від заряджання мобільних гаджетів і до створення нормальних умов життя та праці. При цьому майже обов'язкове використання акумуляторних джерел живлення (АДЖ) неналежна експлуатація яких може нести небезпеку як для організму людини так і для навколишнього середовища.

Метою роботи є аналіз існуючих варіантів використання АДЖ, які застосовують у своєму складі інверторні безперебійні пристрої та здатні забезпечувати резервне живлення різних важливих пристроїв та обладнання за відсутності електропостачання у централізованій електромережі.

Основна частина. Електропостачання є критично важливим для нормального функціонування різних важливих пристроїв та обладнання. Під час постійних відключень

споживачів від електропостачання найпоширеніший способом забезпечення приміщення резервним живленням є використання інверторних безперебійних джерела живлення [1]. Дані пристрої забезпечують автоматичне введення резервного живлення з акумуляторної батареї [2] у момент відключення електропостачання. Таким чином, підключений споживач електроенергії не відчуває перебоїв під час своєї роботи і зберігає свій працездатний стан протягом часу обмеженого ємністю акумуляторної батареї. Для роботи з інверторними безперебійними джерелами живлення зазвичай використовуються AGM, GEL, Li-on акумуляторні батареї.

AGM АДЖ використовують спеціальні волокнисті мати з високопористого стекла для утримання електроліту. Це забезпечує кращу стабільність електроліту і зменшує ризик його витоку. Такі елементи живлення не потребують додавання води до електроліту, оскільки електроліт практично не випаровується. Вони мають відносно низький рівень саморозряду, що означає, що вони можуть тримати заряд під час тривалого періоду неактивності без значної втрати ємності. AGM батареї мають довгий термін служби і добре переносять циклічне заряджання і розряджання.

GEL АДЖ також характеризуються низьким рівнем теплового розряду, довгим терміном служби і відсутністю необхідності в підтримці рівня рідини внутрішніх ємкостей. Такі акумулятори мають електроліт у вигляді гелю. Вони чутливі для електроліту і вимагають додаткового часу для зарядки.

Li-on АДЖ стали популярними завдяки своїй високій енергетичній ємності, невеликому розміру і ваги, довгому терміну служби і низькому рівню саморозряду. Вони ідеально підходять для використання в інверторними безперебійними джерелами живлення, оскільки забезпечують високу ефективність і мають малі розміри, що дозволяє ефективно використовувати обмежений простір.

Кожен тип акумуляторної батареї має свої унікальні характеристики заряду та розряду, що визначають їхню ефективність та тривалість служби при використанні з інверторними безперебійними джерелами живлення.

AGM АДЖ, зазвичай, заряджаються зі стандартною напругою 14,4 – 14,8 В для 12 В системи. Зарядний струм може бути високим і зазвичай необмеженим в силу способності батареї до абсорбції. Загалом рекомендований зарядний струм для AGM елементів складає близько 10 – 20 % від ємності акумулятора в ампер-годинах. Такі елементи живлення можуть бути розряджені до 50 – 70 % ємності без значних втрат в їхній експлуатаційній тривалості.

GEL АДЖ заряджаються зі спеціальним режимом заряду, який використовує низьку напругу 13,8 – 14,1 В для 12 В системи. Зарядний струм для GEL елементів також обмежується, щоб уникнути перегріву електроліту і становить такі ж як і для AGM елементів 10 – 20 % від ємності акумулятора в ампер-годинах. GEL АДЖ не рекомендується розряджати до повного розряду, вони мають обмеження на глибокий розряд. Вони чутливі до неправильного використання і можуть пошкодитися при перевищенні глибини розряду або недостатньому заряді.

Li-on АДЖ заряджаються з високою напругою, зазвичай 4,2 В на один елемент, що відповідає 12,6 В для 12 В системи. Вони мають електронні системи керування зарядом, що регулюють струм і напругу заряду для забезпечення безпеки та тривалості акумулятора. Зазвичай, зарядний струм для Li-on елементів складає близько 50 – 100 % від ємності

акумулятора в ампер-годинах. Li-on АДЖ можуть бути розряджені до значно нижчого рівня заряду (зазвичай до 20 % залишкового заряду) без значних втрат експлуатаційної тривалості. Вони мають високу енергетичну ємність і ефективність, що робить їх ідеальними для портативних пристроїв і застосувань, де важлива маса і розміри.

Проте, не варто забувати про небезпеку, які можуть у собі нести акумуляторні джерела живлення як для людини так і для навколишнього середовища [3].

AGM АДЖ можуть містити сильні кислоти у вигляді електроліту. При неправильному обслуговуванні або в разі пошкодження акумулятора може виникнути небезпека отримання хімічних опіків або отруєння. Робота з елементами AGM вимагає дотримання відповідних заходів безпеки, таких як носіння захисних очей і рукавичок, а також правильного вентилювання приміщення. В разі протікання або витоку електроліту може статися забруднення навколишнього середовище де використовується АДЖ, що може мати негативний екологічний вплив.

GEL АДЖ мають меншу ймовірність витоку електроліту порівняно з AGM, але при пошкодженні можуть викликати хімічні опіки або отруєння. Важливо дотримуватися заходів безпеки при обслуговуванні і монтажі таких елементів. GEL АДЖ також мають ризик забруднення навколишнього середовище де використовується АДЖ, у випадку витоку електроліту.

Li-ion АДЖ мають високу енергетичну ємність і можуть горіти або вибухнути у разі короткого замикання, перевантаження або пошкодження. Робота з Li-on елементами вимагає спеціальних заходів безпеки, таких як захист від короткого замикання і перегріву. Li-on АДЖ можуть викидати шкідливі хімічні речовини в атмосферу у разі пожежі або вибуху, що може мати негативний екологічний вплив.

Висновки:

1. Розглянуто основні різновиди та особливості використання акумуляторних джерел живлення, які застосовують у своєму складі інверторні безперебійні пристрої та здатні забезпечувати резервне живлення різних важливих пристроїв та обладнання за відсутності електропостачання у централізованій електромережі.

2. При виборі типу акумуляторного елемента для інверторних безперебійних джерел живлення запропоновано враховувати як технічні, так і екологічні аспекти їх умов застосування з метою дотримання безпечного використання та належного рівня експлуатації для мінімізації ризику негативного впливу як на організм людини так і на навколишнє середовище.

Література

[1] Андрєєв А.І., Банзак О.В. Джерела безперебійного живлення телекомунікаційних і комп’ютерних систем: навчальний посібник. – Одеса, 2010. – 196 с.

[2] Шелест М.Б., Гайда П.І. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей: навчальний посібник. – Суми: СДУ, 2014. – 210 с.

[3] Хилько М.І. Екологічна безпека України: навчальний. – Київ: 2017. – 267 с.

DANGER OF BATTERY POWER SUPPLIES IN HOUSEHOLD USE

Voitasyk Andrii Mykolayovych

Department of Electrical Engineering of Ship and Robotic Complexes

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The main varieties and features of the use of battery power sources, which use inverter uninterruptible devices in their composition and are able to provide backup power for various important devices and equipment in the absence of power supply in the centralized electrical network, are considered. When choosing the type of battery cell for inverter uninterruptible power supplies, it is suggested to take into account both technical and environmental aspects of their conditions of use in order to observe safe use and proper level of operation to minimize the risk of negative impact on both the human body and the environment.

Key words: energy supply; battery; exploitation

УДК 666.75

ПРОБОПІДГОТОВКА ТА ЕКСПЕРТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УЛАМКІВ ЗРУЙНОВАНИХ СТЕКОЛ

Дрозд О. В.
кандидатка технічних наук, доцентка, декан енерготехнічного факультету Херсонського навчально-наукового інституту
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна
oksana.drozd@nuos.edu.ua
Андрєєва Н.Б.
кандидатка педагогічних наук, доцентка кафедри теплотехніки Херсонського навчально-наукового інституту
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна
nataliia.andrieieva@nuos.edu.ua
Карпасюк О.О.
студент Херсонського навчально-наукового інституту
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна
cascadast123@gmail.com

Анотація. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю утилізації відходів руйнації з впровадженням безвідходних технологій на підприємствах з виробництва віконних стекол та інших будівельних матеріалів. Запропоновано науково-методичне забезпечення для підготовці експериментальних зразків для подальшої експертизи.

Ключові слова: відходи руйнації, рециклінг скляного бою, експертиза, ідентифікаційні ознаки, систематизація інформації

Вступ. Забезпеченість місць і населених пунктів віконними стеклами є важливою задачею, реалізація якої ускладняється відсутністю в Україні власного виробництва віконних термополірованих стекол. Це пояснюється зосередженістю сировинних ресурсів і промислових об’єктів на територіях Донецької, Луганської і Запорізької областей. Технологічний процес виготовлення стекол для вікон і світлопрозорих конструкцій полягатиме у горизонтальному формуванні скляної маси на розплаві металу (чавуну, олова,

титану) та характеризується високими енерговитратами і великими об'ємами шкідливих викидів, що призводить до теплового забруднення довкілля [1, с. 9–17]. Сучасні наукові дослідження висвітлюють потенційні можливості використання скляних відходів, зокрема зруйнованих віконних стекол, для створення нових дизайнерських проєктів [2,с. 77–81], будівельних та композиційних матеріалів [3, с. 13–20]. Аналіз технологічних і фізико-хімічних процесів скловаріння та формування листових виробів [1, с. 9–17], [4, с. 109–111] показав доцільність застосування спеціально підготовлених уламків зруйнованих стекол, що дасть можливості частково поновити сировинні ресурси та сприятиме створенню нових підприємств з виготовлення листових стекол та виробничих комплексів з переробки відходів руйнації. В роботі [5, с. 176–182] запропоновано методологічний підхід до експертизи відходів руйнації, втілення якого пов'язано з розробкою науково-методологічного підґрунтя та експериментальними роботами з пробопідготовки експертних зразків зруйнованих стекол.

Мета роботи полягає у науково-методичному забезпеченні та підготовці експериментальних зразків для подальшої експертизи.

Виклад основного матеріалу.

Пробопідготовка виконується для вивчення речовин і матеріалів, цьому процесу передує пробовідбір – вилучення і виокремлення зразків-свідків (рис. 1).

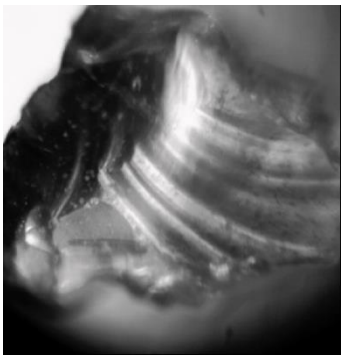


Рис. 1. Оптична мікрофотографія (× 350) скляного уламку [зроблено авторами]

На відміну від класичного аналітичного хімічного дослідження [6, с. 10–35] методологія досліджень відходів руйнації носить експертний характер. За класифікацією, наведеній у роботі [7, с. 203–211] експертні дослідження підрозділяються на класифікаційні, ідентифікаційні, діагностичні, ситуаційні. На підставі цього можна запропонувати узагальнений алгоритм поводження з дослідним об'єктом (табл. 1).

Таким чином, експертні дослідження носять комплексний міждисциплінарний характер, а науково-методичне забезпечення повинно охоплювати застосування дослідницького (наявність мікроскопів, мікроаналізаторів, мікротвердомірів, вимірювачів теплопровідності та ін.) і допоміжного обладнання (лабораторні печі, важелі, млини, змішувачі тощо); спеціалізованих бази даних для систематизації та узагальнення інформації, створення нових тест-методик, шкал та калібрувальних систем. Повна експертиза уламків зруйнованих стекол проводиться з метою виявлення зразків дороговартісних та дефіцитних видів стекол: кольорових, броньованих, світлопрозорих конструкцій (теплиць, скляних дахів, вітражів тощо), які під час виготовлення вже зазнавали термічної або іонно-обмінної обробки.

Таблиця 1. Алгоритм пробопідготовки і експертних досліджень уламків зруйнованих стекол

Завдання експертного дослідження	**Методи дослідження**
Виокремлення дослідного об’єкта	Випадкове і систематичне вилучення фрагментів з вибірки
Класифікаційне завдання: визначення належності до певного виду за призначенням: віконне, енергоефективне, звукоізоляційне тощо	Візуальний огляд, макроскопічний аналіз, вимірювання товщини зразків
Ідентифікаційне завдання: виявлення індивідуальних характеристик скла, таких як наявність на поверхні плівок, іонів металів, хімічного травлення, розпису тощо	Візуальний огляд, макроскопічний і мікроскопічний аналіз, структурний, спектральний аналіз
Діагностичне завдання: дослідження властивостей і стану об’єкта	Вимірювання густини, твердості, мікротвердості, коефіцієнтів теплопровідності, дисперсії, показників заломлення світла
Ситуаційне завдання: встановлення фактів конкретної взаємодії	Постановка експертного експерименту [8, с. 116–121]
Систематизація результатів досліджень	Застосування спеціалізованих інформаційних ресурсів [9, с. 77–81]

[складено авторами]

Їх подальше застосування може бути пов’язано з оформленням архітектурних об’єктів, реставраційними роботами, а також в технологіях створення нових композиційних матеріалів і покриттів з особливими властивостями. При виконанні експертних досліджень лабораторна проба розділяється на три частини: перша використовується для попередніх (еталонних досліджень), друга – для проведення аналізу, третя – для перевірки отриманих результатів. Перед проведенням лабораторного експерименту проба промивається у дистильованій воді, просушується на повітрі або при температурі 100…105 °С. Інший скляний бій далі сортується за походженням та кольором і може бути використаний у дорожньому будівництві або скловареному виробництві.

Висновок. Запропоновано алгоритм пробопідготовки і експертних досліджень уламків зруйнованих стекол, який включатиме у себе виокремлення дослідного об’єкта та виконання класифікаційних, ідентифікаційних, діагностичних та ситуаційних завдань з наступною систематизацією результатів досліджень. Визначено та проаналізовано методи досліджень

Література

[1] Жданюк Н. В., Піхуля Н. Д. Аналіз відходів і джерел забруднення скляного виробництва // Вісник ХНТУ. – 2023. – № 1 (84). – С. 9–17.

[2] Інформаційна підтримка дизайнерських проєктів з використанням технологій рециклінгу стекол / С. А. Дєнін, В. О. Головін, С. М. Морозан, О. В. Гайдаєнко, Ю. О. Казимиренко // Збірник наукових праць міжнародної молодіжної науково-технічної конференції

«Молода наука – роботизація і нанотехнології сучасного машинобудування». – ДДМА Краматорськ-Тернопіль – 2023 р. 12–14 квітня. – С. 77–81.

[3] Казимиренко Ю. О., Дрозд О. В. Системно-аналітичний підхід до підвищення ефективності рециклінгу виробничих скляних відходів // Вісник Львівського торговельно-економічного університету. –2022. – Вип. 29. – С. 13–20.

[4]. Шабетя О. А. Міцність скла, модифікованого методами на основі іонного обміну та травлення. // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2019. – № 1. – С. 109–114.

[5] Дрозд, О. В. Експертиза відходів руйнації на основі ознак структурної деградації матеріалів та перспективи рециклінгу // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2023. – Том 34 (73). – № 4. – С. 176–182.

[6] Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу: навчальний посібник / Л. П. Циганок, Т. О. Бубель, А. Б. Вінікін, О. Ю. Вашкевич; За ред. Проф. Л. П. Циганок. – Дніпропетровськ: ДНУ ім. О. Гончара. – 2014. – 252 с.

[7] Брендель О. І. Сучасні можливості діагностичних досліджень у криміналістичній експертизі відео- та звукозапису // Теорія і практика судової експертизи криміналістики. – 2021. – № 23. – С. 203–211.

[8] Поліщук В. А. Особливості експертного експерименту під час проведення судових комп’ютерно-технічних експертиз // Криміналістичний вісник – 2018. –№ 2 (30). – С. 116–121.

[9] Дрозд, О. В., Васильєв О. В. Інформаційна підтримка експертизи та повторного використання сталевих елементів зруйнованих авто // Бекетівські хімічні читання. Теорія і практика кризових ситуацій: матеріали Міжнародної конф. для молодих вчених, аспірантів та магістрів. Харків 7–9 листопада, 2023р. – Харків ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – С. 77–81.

SAMPLE PREPARATION AND EXPERT STUDIES OF BROKEN GLASS FRAGMENTS

Oksana Drozd
PhD, Associate Professor
Nataliia Andrieieva, PhD, Associate Professor
Oleksandr Karpasiuk, student
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolajev, Ukraine

Abstract. The relevance of the study is due to the need to dispose of demolition waste with the introduction of waste-free technologies at enterprises for the production of window glasses and other building materials. Scientific and methodological support for the preparation of experimental samples for further examination is proposed.

Keywords: demolition waste, glass scrap recycling, expertise, identification features, systematization of information.

УДК 502/504:628.4

ОЦІНКА ОБСЯГІВ УТВОРЕНИХ ВІДХОДІВ ВНАСЛІДОК ЗАТОПЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ПІСЛЯ РУЙНУВАННЯ ГРЕБЛІ КАХОВСЬКОЇ ГЕС

Магась Н. І.
кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Свинарчук К.О.
магістрант кафедри екології та природоохоронних технологій,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
nataly.magas@gmail.com2

Анотація. У роботі розглянуто актуальне завдання щодо визначення категорій та обсягів відходів, які утворились на території підтоплених населених пунктів внаслідок паводку в басейні Нижнього Дніпра після руйнування греблі Каховської ГЕС. Дослідження включають аналіз зміни гідрологічної ситуації в басейні нижнього Дніпра після руйнування греблі ГЕС та оцінки масштабів затоплення території та утворення відходів різних категорій.

Ключові слова: прорив греблі ГЕС, затоплені території, відходи після затоплення, управління відходами, екологічна безпека.

Збройні конфлікти та воєнні дії завжди серйозно впливають на навколишнє середовище, інфраструктуру та життя людей. Прояв такого впливу визначається рівнем загострення проблеми та наслідками. Особливо гостро ці питання постають коли воєнні дії відбуваються в регіонах з розвиненою водною інфраструктурою, яка включає джерела гідродинамічної небезпеки, такі як греблі гідроелектростанцій, охолоджувальні установки для атомних станцій, водосховища, які використовуються для промисловості, зрошення та водозабезпечення у населених пунктах. Більшість цієї водної інфраструктури розташовано у східній та південній частинах країни, в районах інтенсивного сільськогосподарського виробництва та основних промислових видів діяльності. Яскравим прикладом прояву наслідків від впливу воєнних дій на водну інфраструктуру України є руйнування греблі Каховської ГЕС. Це масштабна екологічна катастрофа, що виходить за межі України, масштаби якої можуть бути незрозумілими ще багато років або навіть десятиліть. Сотні квадратних кілометрів були затоплені, а тисячі квадратних кілометрів водосховища та водно-болотних угідь були висушені.

Величезна високошвидкісна повінь завдала шкоди природним оселищам, рослинним угрупованням і видам, змиваючи окремі екземпляри, затоплюючи місця проживання і відкладаючи сміття та відкладення осаду. Подія призвела до утворення великих об’ємів відходів різних категорій, викиду хімічних забруднюючих речовин, включаючи машинне мастило та рідкі добрива.

Той факт, що катастрофа розгорнулася на лінії фронту, посилює вплив на навколишнє середовище оскільки детальна оцінка, реагування та відновлення на сьогоднішній день неможливі через активні бойові дії та наявність мін і боєприпасів, що не вибухнули.

Метою роботи є аналіз та оцінка обсягів відходів, що утворились внаслідок затоплення територій після руйнування греблі Каховської ГЕС.

Оцінку наслідків впливу великої повені було проведено дистанційно, за даними про заселення та господарську діяльність на території дослідження, інформації про розміщення природоохоронних територій та об'єктів, аналізі супутникових знімків і даних дистанційного зондування, висновків експертних оцінок.

Каховське водосховище відігравало критично важливу роль у забезпеченні енергії, питної води, зрошення та перевезень річковим транспортом в різних регіонах на півдні України, а також у постачанні води для промислових підприємств у таких містах, як Кривий Ріг, Нікополь, Марганець та інших.

Рівень води в Каховському водосховищі перед підривом станом на 5 червня 2023 року відповідав 16,79 м БС, що на 0,79 м був вище нормального підпірного рівня водосховища (НПР). Перед руйнуванням дамба була заповнена водою до безпрецедентно високого рівня – 17,5 м над рівнем моря, як показано на слайді, причина якого наразі невідома.

Прорив Каховської греблі стався внаслідок вибуху на дамбі 6 червня 2023 року близько 03:00, який дестабілізував масивну бетонну конструкцію та спричинив обвал стіни, переважно вздовж водоскидів поруч з Каховською ГЕС, яка також була зруйнована. Об'єм води, що вивільнилася безпосередньо на початку прориву, за оцінками експертів, становив близько 30 000 $м^3/с$, що свідчить про великий об'єм водного потоку і пов'язану з ним силу. Хвиля прориву дамби після її виходу була скинута у прилеглу до дамби ділянку річки Дніпро. Це, ймовірно, зменшило гідромеханічну потужність паводкової хвилі, спричинивши швидке, але не бурхливе підняття рівнів води, і затоплення значних територій.

За даними центрів з гідрометеорології та даними альтиметрії ресурсу HydroWEB було виконано аналіз зміни рівнів води у річках Дніпро та Інгулець, та встановлено, що на всіх гідрологічних постах нижче Каховської ГЕС максимальний рівень води спостерігався між 6 та 9 червня 2023 року. Глибина води під час кульмінації паводку на території між дамбою та річкою Інгулець досягала від 6 м до 10 м, від річки Інгулець до Херсона – від 4 м до 6 м, а від Херсона до лиману – від 2 м до 4,5 м. Швидкість течії в руслі річки Дніпро досягала 2–3 м/с.

За результатами аналізу перебігу затоплення територій, що виконано із застосуванням методів дистанційного зондування (за даними супутників Landsat-8–9), станом на 9 червня близько 620 $км^2$ території з 19 000 $км^2$ були затопленими. Підняття рівня води у водних об'єктах викликало негативний вплив на акваторії, розмиви на прибережних територіях, руйнування поверхневого шару ґрунту, пошкодження рослинності, сільськогосподарських угідь і врожаю, руйнування будинків, об'єктів інфраструктури та інших споруд. Результати оцінки затоплення територій та населених пунктів показують, що значне затоплення прируслових територій, житлових, промислових та господарських об'єктів було у м. Херсоні та прирічкових населених пунктах в Бериславському, Каховському, Херсонському і Скадовському районах Херсонської області. Площа затоплення у м. Херсон становила майже 20,60 $км^2$, м. Олешки –18,8 $км^2$, м. Гола Пристань –14,32 $км^2$.

Згідно аналізу даних ДСНС України та розрахунку площ затоплених територій за супутниковими знімками, біло підтоплено понад 63 000 будівель на північному та південному берегах річки. Більше 91 % постраждалих будівель складають житлові будинки. Загальна

кількість будівель, ступінь затоплення яких перевищував 50 %, на північному березі становить 4 377, на південному березі – 12 844.

Згідно результатів моделювання, загальна кількість відходів, що утворилась на всій території затоплення становить 2 894 000 м^3, причому більшість відходів утворилася на південному березі річки. Загальний обсяг відходів від домогосподарств, де ступінь затоплення перевищував 50 %, складає більше 2 226 494 м^3. Основну частку становлять будівельні матеріали – 60 % (цегла, дерев'яні дошки тощо) та побутові відходи – 25 % (меблі, електроприлади тощо).

Враховуючи те, що значна частина пошкоджених матеріалів після повені підлягають повторному використанню та переробці власниками будинків (наприклад, дрова та цегла), обсяг утворених відходів, які потребують спеціальних заходів управління чи утилізації, зменшиться до 1 351 000 м^3.

Однак, до загальної кількості відходів також слід додати:

– відходи з територій населених пунктів, наприклад, матеріали з парків, скверів тощо;
– затоплений автомобільний транспорт;
– затоплені човни та морські судна;
– відходи від затоплених адміністративних, комунальних, виробничих будівель тощо;
– відходи затоплених екологічно небезпечних об'єктів.

Хоча на даному етапі неможливо повністю оцінити екологічні наслідки Каховської трагедії, масштаби пошкоджень показують, що вони є значними, особливо у сфері затоплення територій та пошкодження житлового фонду. Це призвело до значного утворення відходів, які необхідно видалити та утилізувати.

Складна ситуація щодо поводженням з твердими побутовими відходами в Херсонській області була ще до війни. Потужності з переробки твердих побутових відходів в області відсутні. У великих містах області полігони твердих побутових відходів ще до початку війни вичерпали свій потенціал. Через воєнні дії на території вивезення відходів від домогосподарств організувати вкрай складно. Їхнє накопичення на території міста призведе до ризику забруднення прилеглих земель і ґрунтових вод. У малих населених пунктах ця ситуація ще складніша. Через відсутність комунальних підприємств та комунального транспорту, відходи складуються біля домогосподарств, або вивозяться населенням за межі населених пунктів на стихійні сміттєзвалища, у несанкціоновані місця (ліси, лісосмуги, яри тощо).

Основними напрямками покращення екологічної ситуації та поводження з відходами від домогосподарств можуть бути:

– сортування утворених відходів власниками домогосподарств;
– організація, у відповідності з вимогами екологічного законодавства, пунктів прийому та майданчиків тимчасового складування особливо небезпечних відходів (хімічні речовини, азбестовмісні матеріали, люмінесцентні лампи, електрообладнання тощо);
– організація пунктів прийому та майданчиків тимчасового зберігання відходів, як вторинної сировини (брухт, відходи чорних, кольорових металів, різні машини, устаткування та їхні деталі, макулатура тощо).

Результати дослідження можуть бути основою аналізу змін екологічної ситуації у регіоні, розробки стратегії та планів управління відходами у цих населених пунктах,

впровадження необхідних заходів зниження наслідків негативного впливу, зменшення навантаження на постраждалих територіях, відновлення територій.

ASSESSMENT OF THE AMOUNT OF WASTE GENERATED AS A RESULT OF FLOODING AFTER THE DESTRUCTION OF THE KAKHOVKA HYDROELECTRIC POWER STATION DAM

Magas N. I.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Technologies

Svinarchuk K.O.

Master's student of the Department of Ecology and Environmental Technologies

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, м. Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The article considers the urgent task of determining the categories and volumes of waste generated in the territory of flooded settlements as a result of flooding in the Lower Dnipro basin after the destruction of the Kakhovka hydroelectric power station dam. The study includes an analysis of the changes in the hydrological situation in the Lower Dnipro basin after the dam's destruction and an assessment of the extent of flooding

Keywords: hydroelectric dam breach, flooded areas, post-flooding waste, waste management, environmental safety.

УДК 504.064.3

ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗА ДАНИМИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Магась Н. І.

к.т.н., доцент

Соченінова І.О.

магістрант

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

nataly.magas@gmail.com, innasocheninova@gmail.com

Анотація. У роботі представлено результати аналізу та оцінки якості повітря у м. Миколаїв за період 2020–2024 роки. Проаналізовано поширення основних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста, оцінено рівень забруднення повітря, зроблено порівняльний аналіз отриманих результатів, розроблено рекомендації щодо запобігання негативного впливу забруднення атмосферного повітря на населення.

Ключові слова: якість повітря, автоматизовані системи спостереження, оцінка рівня забруднення, негативний вплив, вплив воєнних дій.

Стан і якість повітряного басейну України в останні роки значно погіршується. Особливо гостро ця проблема відчувається в урбанізованих районах, де у повітрі міститься підвищена кількість шкідливих домішок антропогенного походження. Такі території є зонами ризику для здоров'я населення. На сьогоднішній день на території України існує стандартна система моніторингу де встановлюються стаціонарні пости контролю, кількість яких залежить від площі населеного пункту, кількості населення, промислових об'єктів [1, 2].

Метою роботи є оцінка і аналіз рівня забруднення атмосферного повітря м. Миколаїв за даними стаціонарних автоматизованих систем спостереження.

Згідно системи державного моніторингу за станом атмосферного повітря, постійні спостереження рівня забруднення повітря у м. Миколаїв виконуються Миколаївським обласним центром гідрометеорології на 4 стаціонарних пунктах (ПСЗ), обладнаних лабораторіями типу «ПОСТ-2» [3, 5].

На сьогоднішній день, на території Миколаївської області знаходиться понад 445 суб'єктів господарювання, які у процесі діяльності впливають на стан атмосферного повітря [5, 6]. Більшість з них розміщена у м. Миколаїв, об'єм викидів таких складає більше 30 % від загальних викидів по області. Основними забруднювачами від стаціонарних джерел у м. Миколаєві були тверді речовини (31,8 %), сполуки азоту (21,8 %) та метан (21 %). Однак, згідно даних головного управління статистики, основним джерелом забруднення атмосферного повітря у місті м. Миколаєві є пересувні транспортні засоби.

За результатами аналізу та оцінки якості повітря на території м. Миколаїв, було встановлено, що для повітряного простору міста характерне перевищення гранично допустимих концентрацій небезпечних полютантів, а саме формальдегіду, діоксиду азоту, оксиду вуглецю.

Максимальні середньомісячні перевищення ГДК на території міста у 2023 році спостерігались лише за формальдегідом, і досягало 4 ГДК$_{с.д.}$. Така ж тенденція зберігається і за перше півріччя 2024 року. Перевищення гранично допустимих концентрацій більш характерне для весняно-осіннього періоду.

За результатами аналізу сезонної динаміки, встановлено, що річний хід середньомісячних концентрацій таких забруднюючих речовин, як пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту та фтористий водень, залишався відносно рівномірним. Формальдегід, у свою чергу, показав підвищення концентрацій у теплий період року.

Найчистішою є територія міста поблизу вул. Обсерваторної, де розміщено ПСЗ № 1. Зростання концентрацій пилу зафіксовано в східному напрямку (один з основних переважаючих напрямків вітру для м. Миколаїв). Найбільш забрудненими були райони міжміського автовокзалу (ПСЗ № 2) і Промзони (ПСЗ № 3).

Результати обчислення індексу забруднення свідчать про порушення санітарно-гігієнічних норм якості атмосферного повітря в м. Миколаїв через підвищені рівні оксиду вуглецю, діоксиду азоту та формальдегіду. Стан повітряного басейну міста варіювався від «забрудненого» до «сильно забрудненого».

Крім того, у весняно-літній період 2022 та 2023 років, фіксувалось перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) чадного газу (CO) та пилу (PM10), що можна пояснити впливом вибухів і воєнних дій у регіоні. Найгірші показники були зафіксовані біля

поста № 1, де якість повітря варіювалася від «поганої» до «надзвичайно поганої» через високі концентрації пилу PM2.5 та PM10.

Отримані результати оцінки можуть бути використані для розробки заходів попередження та запобігання впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення. В залежності від якості повітря та рівня забрудненості території ці заходи були розподілені на такі групи:

– дії на відкритому повітрі – рекомендації щодо проведення активних дій на вулиці, коли якість повітря є задовільною або погіршується;

– дії у приміщенні – це рекомендації для захисту здоров'я під час перебування в закритих приміщеннях, коли якість повітря погіршується;

– дії на запобігання загострення симптомів хронічних захворювань – рекомендації, що стосуються осіб, які мають хронічні захворювання дихальної системи або серцево-судинної системи.

Література

[1] Стан навколишнього природного середовища м. Миколаїв. Електронний ресурс:URL:https://mkrada.gov.ua/content/stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html

[2] Викиди забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення за регіонами (2020–2023). Державна служба статистики України. Електронний ресурс: URL: http://ukrstat.gov.ua/

[3] Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2022 році, 514 с. Електронний ресурс: URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2022-n.pdf

[4] Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2022 році. Київ: ЦГО ім. Б.Срезневського,2022. 37 с. Електронний ресурс: URL: http://www.cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/images/ОГЛЯД_2023.pdf

[5] Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області. Електронний ресурс: URL: https://ecolog.mk.gov.ua/ua/ecoreports/regonalreport/

[6] Екологічний паспорт Миколаївської області. Електронний ресурс: URL: https://ecolog.mk.gov.ua/store/files/1631168384.pdf

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY BASED ON DATA FROM AUTOMATED AND REMOTE MONITORING SYSTEMS

Magas N.I., Socheninova I.O.

Abstract. The article presents the results of the analysis and assessment of the quality of atmospheric air in Mykolaiv for the period 2020–2024. The distribution of the main pollutants in the city's atmospheric air is analysed. The level of atmospheric air pollution is estimated, a comparative analysis of the results is carried out, and recommendations are developed to prevent the negative impact of atmospheric air pollution on the population.

Keywords: atmospheric air quality, automated surveillance systems, assessment of the level of pollution, negative impact, impact of military operations.

УДК 556.532:502.7

ОЦІНКА СУЧАСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ СИНЮХА

Магась Н. І.
кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
nataly.magas@gmail.com

Анотація. У роботі представлено результати дослідження сучасного гідрохімічного режиму та екологічного стану пониззя річки Синюха. Встановлено значний антропогенний вплив на річкову систему, сучасний екологічний стан річки можна охарактеризувати як критичний.

Ключові слова: масиви поверхневих вод, антропогенне забруднення вод, екологічний та хімічний стан.

Проблема охорони річок із метою збереження їх екосистемних функцій є однією з ключових реалій сучасної гідроекології [1]. Особливу увагу стали надавати вивченню стану та охороні річок, використовуваних для покриття питних потреб населення, води яких повинні відповідати певним санітарним вимогам [2].

Річка Синюха – це найбільша, ліва притока Південного Бугу, яка впадає на відстані 196 км від його устя. До наявного часу Синюха виступає важливим джерелом питного водопостачання для населення і ключовим засобом поповнення та регуляції стану підземних вод [3]. Володіючи дуже великим басейном, який охоплює геоморфологічно та кліматично різноманітні місцевості, а також враховуючи його розміщення в зоні давньої сільськогосподарської діяльності річка Синюха потерпає від численних екологічних і антропогенних впливів.

Метою роботи є дослідження сучасного гідрохімічного режиму та екологічного стану пониззя річки Синюха.

Екологічну оцінку стану водойми на ділянці пониззя річки Синюха, виконано за хімічними та фізико-хімічними параметрами на основі методики віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод [4, 5].

Суттєвий відбір поверхневих і підземних вод у річковому басейні, спричиняє відчутно негативний вплив на водний баланс гідросистеми р. Синюха. Його дестабілізація посилюється і фактором скиду зворотних вод. Також і поверхневий стік із населених пунктів і полів привносить до річки значні обсяги біогенних речовин у вигляді сполук азоту та фосфору. Специфіка місцевостей на поверхні кристалічних порід скельного фундаменту та наявності родовищ залізо-нікелевих руд є причинами підвищеного природного вмісту металів у річковій воді [6, 7].

Акумулюючи певну частку агрогенних і техногенних забруднень, води Синюхи в пониззі періодично характеризуються підвищеними вмістами сполук азоту, фосфору та заліза,

зростання яких коригує з активацією весняно-поверхневого стоку, вказуючи на міграційну природу їх привнесення з полів.

Наявні дані гідрохімічного контролю свідчать, що річка Синюха, порівняно з Південним Бугом, отримує мінімальні обсяги забруднень і її води загалом зберігають природну гідрохімічну структуру та питну цінність. Якість води в її пониззі прямо залежить від об'ємів та чистоти притокових вод із Лісостепу. При цьому, води річки демонструють також і вплив закономірностей, загальних для водойм південних областей України. В їх числі дещо підвищений рівень мінералізації (600–700 мг/л), його певна сезонна динаміка (±300 мг/л), значний вміст гідрокарбонатів (390 мг/л) і сульфатів (85 мг/л) та порівняно високий вміст натрію (87 мг/л).

Результати екологічної оцінки води в пониззі річки Синюха, свідчать про задовільний стан досліджуваної ділянки, води якої ідентифіковані в межах третього класу якості. Концентрації нітритів, ортофосфатів та хімічного споживання кисню перевищують екологічні нормативи якості, встановлені для екологічного стану «задовільний». Хімічний стан масиву поверхневої води (річки) відповідає другому класу, що свідчить про недосягнення доброго стану.

Висновки. Сучасний екологічний стан річки Синюха можна охарактеризувати як критичний, що вимагає нагальної розробки та впровадження дієвої природоохоронної програми, спрямованої одночасно на поліпшення стану водозбору та обмеження подальших забруднень водойми.

Література

1. Managing Water under Uncertainty and Risk: The United Nations World Water Development Report. Paris, 2021. 187 p. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375724

2. World water assessment programme. Доклад ООН о мировом развитии водных ресурсов, 21/03/2022 г. https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2022/

3. Магась Н. І., Жадан Н.М., Туз Р.В. Визначення екологічно стійких та прийнятних рішень для забезпечення якісного водопостачання м. Миколаїв. Екологічні науки : науково-практичний журнал. 2024. Вип. 2 (53). С. 254–265. http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2024/2/37.pdf

4. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 14.01.2019 № 5 «Про затвердження Методики віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод», закономірним розвитком якого стали, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0127-19#n14

5. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів від 01.04.2024 № 332 Про затвердження екологічних нормативів якості води для визначення екологічного стану масиву поверхневих вод та Змін до деяких нормативно-правових актів Міністерства екології та природних ресурсів України Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 травня 2024 р. за № 789/42134. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0789-24#Text

6. Екологічний паспорт Миколаївської області за 2021 рік. https://ecolog.mk.gov.ua/store/files/2021%20%D1%80%D1%96%D0%BA.pdf

7. Екологічні паспорти регіонів за 2019 рік. Кіровоградська область. https://mepr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2019.pdf) області.

ASSESSMENT OF THE CURRENT ECOLOGICAL STATE OF THE SINYUKHA RIVER

Magas N. I.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Technologies

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, м. Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The article presents the results of a study of the current hydrochemical regime and ecological status of the lower reaches of the Syniukha River. A significant anthropogenic impact on the river system has been established, and the current ecological state of the river can be described as critical.

Keywords: surface water bodies, anthropogenic water pollution, ecological and chemical state.

УДК 574:303.446

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ СТРАТЕГІЧНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ВПРОВАДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

Мозговий А.М.

Доцент кафедри Екології та природоохоронних технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
andriy.mozgovyy@nuos.edu.ua

Анотація. В даній роботі розглядаються питання проведення стратегічної екологічної оцінки впровадження діяльності поводження з відходами. Наводяться основні етапи розвитку процедури стратегічної екологічної оцінки. Приділено увагу процедурі проведення SWOT-аналізу в провадження даної діяльності.

Ключові слова: Стратегічна екологічна оцінка, екологічна оцінка, детальний план території, SWOT-аналіз.

Екологічна оцінка є найбільш дієвим із сучасних інструментів політики і збалансованого (сталого) розвитку, який використовується. Екологічна оцінка заснована на зрозумілому принципі: легше виявити та запобігти негативним по відношенню до довкілля наслідкам антропогенної діяльності на стадії планування, а ніж виявляти і виправляти ці наслідки на стадії її впровадження. [1]

У зв'язку з ратифікацією Угоди про Асоціацію з ЄС і у відповідності до Директиви 2001/42/ЄС, Протоколом про стратегічну екологічну оцінку та Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті (№ 562-VIII від 01.07.2015), був прийнятий Закон України № 2354-VIII від 20.03.2018 «Про стратегічну екологічну оцінку» [2].

Стратегічна екологічна оцінка (СЕО) представляє собою систематичний процес пошуку екологічних факторів і вірогідних екологічних наслідків запропонованих стратегій, планів та програм і їх врахування при прийняття рішень, стосовно цих стратегій, планів та програм.

Поява СЕО обумовлена тим, що у 80-х роках XX ст. зростав інтерес до прогнозного аналізу можливих екологічних наслідків, які стосуються не тільки реалізації проектів будівництва тих чи інших господарських об'єктів, а ще й стратегічних рішень: планів територіального і галузевого розвитку, стратегій, комплексних програм, нормативно-правових актів.

Країна, яка в перше, запровадила формальну систему проведення стратегічної екологічної оцінки стратегічних ініціатив, була Канада (1990 рік). З 2001 р. СЕО проводиться обов'язково усіма країнами Європейського Союзу.

СЕО дає можливість досягти високого рівня захисту довкілля, підвищити екологічну безпеку розроблення СПП, збільшити ефективність прийняття рішень, знайти нові можливості розвитку, зменшити кількість помилок, на виправлення яких використовуються значні ресурси, вдосконалити систему управління, зміцнити співпрацю між владою та громадами, поліпшити транскордонну співпрацю. Важлива перевага СЕО це сприяння участі громадськості і інших зацікавлених сторін у процесах планування і оцінки. При затвердження СПП висновки та пропозиції, які отримані в процесі СЕО, повинні бути враховані. СЕО не завершується при прийнятті рішення. Значимі наслідки для навколишнього середовища мають відслідковуватися у процесі екологічного моніторингу розвитку реалізації СПП. До результатів якого повинні мати доступ громадськість та органи місцевого самоврядування.

Проведення СЕО є саме управлінською технологією, яка допомагає значно збільшити ефективність державного управління.

У зв'язку з підписанням Угоди про Асоціацію з ЄС та у відповідності з Директивою 2001/42/ЄС, Протоколом про стратегічну екологічну оцінку до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті № 562-VIII від 01.07.2015, був прийнятий Закон України № 2354-VIII від 20.03.2018 «Про стратегічну екологічну оцінку» [2].

Прийняття Закону викликало необхідність внесення змін до ряду законодавчих актів, зокрема Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Земельного кодексу України, Закону України «Про державні цільові програми», Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», Закону України «Про курорти». Згодом було прийнято та затверджено Порядок здійснення моніторингу наслідків виконання документа державного планування для довкілля, у тому числі для здоров'я населення Постановою КМУ від 16 грудня 2020 р. № 1272.

Відповідно до Закону, стратегічна екологічна оцінка – це процедура визначення, опису та оцінювання наслідків виконання документів державного плануванням (включаючи і містобудівну документацію) для довкілля, у тому числі для здоров'я населення, виправданих альтернатив, розроблення заходів із запобігання, зменшення та пом'якшення можливих негативних наслідків.

Ця процедура включає наступні етапи:

– визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки;

– складання звіту про стратегічну екологічну оцінку;

– проведення громадського обговорення та консультацій у порядку, передбаченому статтями 12 та 13 Закону, транскордонних консультацій у порядку, передбачено му статтею 14 Закону;

– врахування звіту про стратегічну екологічну оцінку, результатів громадського обговорення та консультацій;

– інформування про затвердження документа державного планування;

– моніторинг наслідків виконання документа державного планування для довкілля, у тому числі для здоров'я населення.

Структура заяви про визначення обсягу СЕО та звіту про СЕО, інформація про вимоги до організації громадських обговорень, консультації з органами державної влади, моніторингу, представлені в тексті Закону Про СЕО [2].

Зважаючи на потребу конкретизації положень Закону, для забезпечення його практичної імплементації були розроблені методичні рекомендації, затверджені наказом Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження Методичних рекомендацій із здійснення стратегічної екологічної оцінки документів державного планування» від 10 серпня 2018 року № 296, із змінами і доповненнями, внесеними наказами Міністерства екології та природних ресурсів України від 29 грудня 2018 року № 465, від 18 липня 2019 року № 260 [3]), а також критерії, затверджені наказом Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження Критеріїв визначення наслідків для довкілля, у тому числі для здоров'я населення» від 28 жовтня 2020 року № 213) [4].

При проведенні процедури СЕО одним з найбільш показовим розділом звіту про СЕО є четвертий – «Екологічні проблеми, у тому числі ризики впливу на здоров'я населення, які стосуються документа державного планування». Саме в ньому міститься SWOT-аналіз.

SWOT-аналіз полягає у виявленні сильних (Strength) і слабких (Weakness) сторін внутрішнього середовища об'єкта дослідження, можливостей (Opportunities) і загроз (Threats) зовнішнього середовища, а також встановлення зав'язків між ними. Результати SWOT-аналізу дають можливість приймати зважені проектні та управлінські рішення при детальному плануванні території та діяльності.

Видалення (спалення) небезпечних відходів здійснюватиметься за допомогою сміттєспалювача – інсеніратора EXCE 100 виробництва італійської фірми FornitureTechologiche потужністю 760 кВт на дизельному пальному, що обладнаний камерою опалювання та мокрим скрубером.

З метою визначення сильних та слабких сторін, можливостей і загроз реалізації детального плану території земельної ділянки для розміщення перевантажувального терміналу та вибору оптимальних шляхів розвитку території з урахуванням екологічних аспектів при її здійсненні проведений SWOT-аналіз.

Район належить до потужних промислово-сільськогосподарських районів з характерними екологічними проблемами, які притаманні більшості районів Миколаївської області. Наявна інформаційна база та прогноз щодо якісних та кількісних показників очікуваних впливів свідчать, що будівництво та експлуатація планованого об'єкту суттєво не впливатиме на екологічну ситуацію району, не посилюватиме існуючих екологічних проблем за умови додержання заходів для запобігання, зменшення та пом'якшення негативних наслідків виконання документа державного планування.

Зв'язок поміж впровадженням документу державного планування та загрозами збільшення рівня захворюваності населених пунктів району не встановлено.

Таблиця 1 – SWOT-аналіз

Сильні сторони	**Слабкі сторони**
-вигідне географічне розташуваннявідноснопромзони з підприємствами з виготовлення будівельних матеріалів, поблизу автошляху; – достатня віддаленість від житлової забудови у 2,2 км; – близькість до обласного центру; – сприятливі інженерно-геологічні умови території; – розвинена транспортна інфраструктура; – значна віддаленість від об'єктів природно-заповідного фонду; – наявність трудових ресурсів.	- незадовільний стан автомобільних шляхів загального користування; – слабке та неефективне використання природних ресурсів; – забруднення атмосферного повітря; – збільшення обсягів накопичування відходів; – порушення ґрунтового шару; – шумовий вплив; – відсутність результатів досліджень стану забрудненості довкілля на здоров'я населення району.
Можливості	**Загрози**
- правильне використання власних ресурсів; – створення нових робочих місць; – розширення виробничих потужностей; – видалення небезпечних відходів шляхом спалення; – заготівля вторинної сировини; – обробка переробка ПММ; – впровадження заходів, що сприяють повторному використанню відходів; – забезпечення екологічної безпеки навколишнього середовища.	- аварійні ситуації природного та техногенного характеру; – зміни у кількості видів рослин та тварин, їх чисельності та територіальному представництві; – забруднення ґрунтів та незахищених підземних водоносних горизонтів; – забруднення атмосферного повітря шкідливими забруднюючими речовинами при спаленні небезпечних відходів, при порушенні технологічних процесів та поломках технологічного обладнання.

Висновки: розглянуті питання проведення процедури стратегічної екологічної оцінки, SWOT-аналізу, як одного з дієвих інструментів оцінки при прийнятті рішень.

Література

1. Стратегічна екологічна оцінка : метод. реком. для слухач. / [уклад. : Г. Б. Марушевський, О. В. Берданова]. – К. : К.І.С., 2014. – 44 с

2. Про стратегічну екологічну оцінку: Закон України від 20.03.2018 р. № 2354-VIII. Законодавство України : база даних / Верхов. Рада України. Дата оновлення: 09.07.2023. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2354-19#Text (дата звернення 15.03.2024)

3. Інтеграція екологічних вимог в просторові плани громад (методичні настанови) / Г.В. Айлікова, О.Г. Голубцов, Т.В. Криштоп, С.А. Лісовський, Є.О. Маруняк, Ю.М. Палєха, Л.Г. Руденко, Ю.М. Фаріон, В.М. Чехній, Л.О. Чижевська, А. Май, Ш. Хайланд, К. Якобі / Під ред. Л.Г. Руденка. Київ: Інститут географії НАН України, 2020. 168 с.

FEATURES OF STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE IMPLEMENTATION OF WASTE MANAGEMENT ACTIVITIES

Mozgovyy Andriy

Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, Admiral Makarov National University of Shipbuilding Mykolaiv, Ukraine

Abstract. This work examines the issue of conducting a strategic environmental assessment of the implementation of waste management activities. The main stages of the development of the strategic environmental assessment procedure are given. Attention is paid to the procedure for conducting a SWOT analysis in the implementation of this activity.

Keywords: Strategic environmental assessment, environmental assessment, detailed plan of the territory, SWOT analysis.

УДК 574.63:725.74

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОЗАПРАВНОЇ СТАНЦІЇ

Благодатний В. В.

кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

woblaho@ukr.net

Анотація. Визначено основні технологічні блоки АЗС, серед яких: технологічні блоки: майданчики зливу палива, моторного масла з цистерн, надземний та підземний резервуарний парк для палива й мастила. Проведено аналіз забруднень та небезпечних речовин, що утворюються на АЗС, основними з них є нафтопродукти – палива та мастила, а також їхні пари. Проведено аналіз сценаріїв та можливих наслідків аварій на технологічних блоках, а також трубопроводах. Визначено, що основними небезпечностями на технологічних блоків АЗС є розгерметизація резервуарів, устаткування, проливи палива, утворення вибухонебезпечних сумішей парів палива з повітрям, пожежі, вибухи. Пропонуються заходи з уловлювання та рекуперації парів вуглеводнів за допомогою абсорбційної установку, а також встановлення суміщених механічних дихальних клапанів із вогневими запобіжниками, дозволить знизити ступінь екологічної небезпеки підприємства

Ключові слова: екологічна безпека, екологічний ризик, управління екологічними ризиками, оцінка екологічної безпеки, абсорбер.

Забезпечення безпеки технологічного процесу автозаправних станцій (АЗС) є одною з пріоритетних задач запобігання незвичайних ситуацій: вибухи, пожежі на АЗС та сховищах палива, викиди пароповітряних сумішей (ПВС) в атмосферу, особливо при переливанні рідкого вуглеводного палива. [1]. Серйозною екологічною проблемою є «велике дихання», при

чому відбувається витискування газу чи пари до навколишнього середовища при наповненні резервуарів.

Крім того, вибухи ПВС на АЗС можуть призводити до руйнування будівель та уражання людей. Іншим несприятливим фактором є економічні шкоди внаслідок втрат парів вуглеводнів, тому необхідно впровадження технологій, які б зменшували викиди ПВС. Також важливою проблемою є забезпечення вчасної діагностики та оцінки безпечного стану резервуарів, трубопроводів й іншого обладнання. Таким чином безпека територій характеризується підвищенням ступеню техногенної та вибухо- та пожежної небезпеки, що робить актуальним прогнозування небезпечних ситуацій і забезпечення ефективного функціонування АЗС.

Метою даного дослідження є визначення доцільності розробки економічних, технічних та організаційних заходів з екологічної безпеки АЗС, проведення аналізу локалізації, ліквідації аварійних ситуацій, ідентифікація джерел або факторів безпеки, можливих аварій та їх наслідків та рівнів.

Основними завданнями є визначення причини утворення та розвитку можливих аварій на АЗС, а також розробка заходів, які забезпечують ефективну і безпечну експлуатацію технологічного процесу на об’єкті.

Визначено основні технологічні блоки АЗС, серед яких: майданчики зливу палива, моторного масла з автоцистерн, а також із залізничних цистерн; майданчики наливу у автоцистерни; надземний та підземний резервуарний парк для палива й мастила; насосна станція, очисні споруди тощо.

Надземний резервуарний парк для палива складається з двох резервуарів по 1000 м^3 для бензину і чотирьох резервуарів по 500 м^3 для дизельного палива. Підземний резервуарний парк для палива включає три резервуара по 63 м^3 для дизельного палива, чотири резервуара по 75 м^3 й одного резервуара по 63 м^3 для бензину. Зливання палива у резервуарів з автоцистерн здійснюється через паливні фільтри, які запобігають від надходження механічних домішок до резервуару, де передбачається газозрівнювальна система, з огневим запобіжником.

Приймання палива із залізничної цистерни проводиться через спеціальний пристрій з наступною подачею палива в резервуари. Подача палива з резервуару у баки автотранспортних засобів робиться насосним обладнанням паливо роздавальними колонками (ПРК) . Для наливання палива у автоцистерну на території АЗС установлено пристрій, до якого входять: сітчастий фільтр, літромір, запірна арматура, система трубопроводів. Для зберігання масла на АЗС встановлені дев’ять підземних резервуарів об’ємами по 5 м^3 кожний, що має зливні (прийомні), роздувальні (всмоктувальні) та замірні пристрої.

Проведено аналіз забруднень та небезпечних речовин, що утворюються на АЗС. Основними з них є нафтопродукти – палива та мастила, а також їхні пари[2]. До палив відносяться бензини й дизельне паливо (літнє ті зимнє). Ці рідини та пари відносяться до небезпечних горючих речовин та мають вибухо- і пожежонебезпечні- токсичні властивості. Найбільша кількість нафтопродуктів на АЗС знаходиться у надземних резервуарах. З іншого боку потенційно небезпечним є технологічне обладнання на АЗС – це резервуари, залізничні цистерни та автоцистерни зі світлими нафтопродуктами.

Проведено аналіз сценаріїв та можливих наслідків аварій на технологічних блоках, а також трубопроводах. За результатами моделювання визначено, що основними

небезпечностями на технологічних блоках АЗС є розгерметизація резервуарів, устаткування, проливи палива, утворення вибухонебезпечних сумішей парів палива з повітрям, пожежі, вибухи за наявності джерела загорання. Територіальний ризик $\mathbf{R_t}$ не перевищує $1{,}01\times10^{-6}$-5×10^{-5} за границями підприємства, тобто, ризик від аварії на об'єкті рекомендується вважати прийнятним[3]. Аналіз сценаріїв можливих аварій, показали, що в несприятливих умовах ударна хвиля при вибуху і теплове випромінювання при пожежі, може відбуватися поширення їх по території АЗС та вихід за її межі. Максимальний радіус зон характеризується незначним ураженням людей та пошкодженням матеріальних об'єктів і складає 277 м.

За результатами дослідження основних небезпек, для запобігання небезпечних ситуацій [4] пропонуються наступні заходи. Для уловлювання та рекуперації парів вуглеводнів запропоновано встановити абсорбційну установку типу АСУР-ПБ. Для захисту від потрапляння полум'я та іскор газовідвідні труби ємностей пропонується обладнати суміщеними механічними дихальними клапанами із вогневими запобіжниками.

Таким чином, ступінь екологічної безпеки підприємства та його технологічного обладнання інженерно-технічними засобами при застосуванні запропонованих заходів забезпечує неперевищення регламентованих параметрів та його надійність експлуатації. Це свідчить, що за умови вдосконалення засобів протиаварійного захисту та системи оповіщення при виникненні аварії або аварійної ситуації, а також виконання персоналом вимог безпечного ведення технологічного процесу, забезпечені всіма необхідними засобами захисту, що виключають вихід параметрів за допустимі межі.

Література

[1]. Зеркалов Д. В. Екологічна безпека та охорона довкілля [Електронний ресурс] : монографія / Д. В. Зеркалов. – К. : Основа, 2012. – 514 с.

[2]. Благодатний В.В., Рижков О.С., Нікольська В.Б. Розрахунок викидів забруднюючих речовин у атмосферу у хімічній, видобувній та деревообробній промисловості.: методичні вказівки. Миколаїв: Видавництво Торубари О.С.,2013. 48с.

[3]. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. – К.: Основа, 2003. – 192 с.

[4]. Іваненко О., Носачова Ю. Екологічна безпека інженерної діяльності. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. – 212 с.

DEVELOPMENT OF MEASURES TO ENSURE THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF A GAS STATION

Volodymyr Blahodatnyi

candidate of technical sciences, associate professor

department of ecology and environmental technologies, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine.

Abstract. The main technological units of gas stations have been identified, including: technological units: platforms for discharging fuel and motor oil from tanks, ground and underground tank park for fuel and lubricants. An analysis of pollution and hazardous substances generated at gas stations was conducted, the main of which are petroleum products – fuel and lubricants, as well as their vapors. An analysis of scenarios and possible consequences of accidents at technological units

and pipelines was conducted. It was determined that the main dangers at the technological units of gas stations are depressurization of tanks, equipment, fuel leaks, formation of explosive mixtures of fuel vapors with air, fires, explosions. Authors propose measures to capture and recover hydrocarbon vapors using an absorption unit, as well as to install combined mechanical breather valves with a fire safety device, which will allow to reduce the level of environmental danger of an enterprise.

Key words: environmental safety, environmental risk, environmental risk management, environmental safety assessment, absorber

UDC 502:331.43

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF SHIPYARD

Remeshevska I.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Technologies
irynaremesh@gmail.com
Gurets N.
Senior Lecturer of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies
natalya.gurets@nuos.edu.ua
Admiral Makarov National Shipbuilding University
Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Risk assessment is the main tool used in OSH management. Occupational risk assessment as a multistage process is described. The necessary basic information to assess occupational risk at workstations and the conditions of occupational risks assessing are given.

Keywords: risk assessment, occupational safety and health, OSH management, occupational risk.

The European directives call for a systematic, integrated, proactive, and participative approach to Occupational Safety and Health (OSH) management aimed at ensuring continuous improvement of the safety and health of workers. Risk assessment should be the main tool used in OSH management. Employers must evaluate risks to the safety and health of workers and – following the evaluation – take the appropriate measures to ensure an improvement in the level of workers' health and safety protection. The introduction of the OSH obligation of risk assessment clearly indicates that OSH management in enterprises should be proactive, that is, all hazards to the safety and health of workers should be identified and the risks arising from them eliminated or controlled to prevent occupational accidents and work-related diseases. Performing and organizing risk assessment appropriately, particularly the consultation and participation of workers, ensures its effectiveness.

Occupational risk assessment of shipyards is a multistage process and is closely related to managing risks. The successive stages of occupational risk assessment are as follows [1]: collecting the information required; identifying the hazards; estimating the occupational risk (i.e. determine the

probability and severity of potential harm to workers' health and life) and evaluating the occupational risk (i.e. deciding if the occupational risk is acceptable or if actions to eliminate or reduce it are necessary) (Figure 1). After assessment, plans to introduce measures aimed at eliminating or reducing occupational risk should be developed if necessary. The effectiveness of the measures introduced must be monitored.

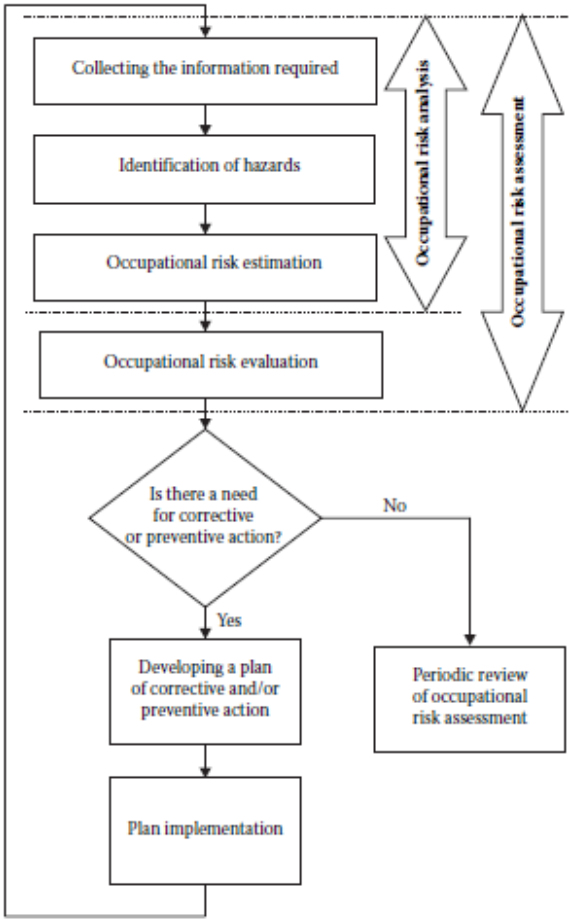


Figure 1. The process of occupational risk assessment in the context of managing that risk.

Occupational risk assessment of shipyards can be a simple process that does not require special knowledge or skills in the workplaces where hazards are well known, easy to identify, and generally do not have severe consequences, and where measures reducing risks associated with those hazards are easily accessible, such as in offices [2, 3]. Complex establishments and processes that pose major industrial hazards require formal methods and expert know-how.

To assess occupational risk at workstations, the following basic information is needed: the location of the workplace and the jobs performed there; the types of people working at the workplace, particularly those upon whom the effects of an occupational hazard may be more severe, such as pregnant women, young workers, or workers with disabilities; work equipment, materials, and technological processes involved, tasks performed and their duration as well as the methods employed by those working at the workplace; legal regulations and standards related to the workplaces in question; hazards already identified and their sources; the potential consequences of existing hazards;

protective measures already instituted and accidents, occupational diseases, and other ailments that are or have been present at the workplace.

Occupational risk assessment of shipyards is not a one-off activity. It should be done periodically and every time changes are introduced at the workstations – both before and after the changes. The results of the occupational risk assessment are the basis for planning and carrying out actions to reduce that risk. In particular, occupational risks should be assessed when the following items change: technological procedures, work equipment, chemical, biological, carcinogenic, or mutagenic substances and work organization. Assessments should also be conducted after regulations at workstations have changed. This also occurs when the protection measures employed are not adequate to ensure workers' safety and health.

There are plenty of methods could be used for the systematic analysis of occupational safety and health in general, and risk analysis in particular. For example, the study [3] was initiated in order to create a HIRARC model for the evaluation of environmental safety and health at a shipyard of PT. X in Madura, Indonesia. The HIRARC model was used to identify the primary and secondary hazards which may be inherent in the system which were determined as a serious threat for work activities in the shipyard.

The primary tools of the model consisted of work place inspection schemes which included task observation and interview, safety analysis as well as accident and incident investigation. For risk assessment, the Likelihood scale was complemented by the severity matrix analysis in order to determine the probability and extent of safety and health at the shipyard. These were used to identify and recommend control measures which included engineering and administrative aspects as well as the use of personal protective equipment (PPE) for the activities in the shipyard.

Managing occupational risk helps to ensure protection of worker safety and health in the workplace. The efficiency of occupational risk management depends on the assessment method used. A well-organized occupational risk assessment of shipyards improves work conditions, shapes the safety culture of the enterprise, and reduces losses from occupational accidents and diseases, thus increasing tangible benefits.

References

[1] ILO code of practice: Safety and health in shipbuilding and ship repair. International Labour Office, Geneva, 2019.

[2] Byung Yong; Woo Jin Kim; Ye Seul Jeong. Risk Assessment in the Shipbuilding Industry: Present and the Future. February 2012: Journal of the Ergonomics Society of Korea 31 (1).

[3] Muhammad Badrus Zaman; Trika Pitana; Hari Prastowo; Dwi Priyanta; Nurhadi Siswantoro; Fajar Siddiq Maulana; Wolfgang Busse. Occupational health and safety risk assessment of shipyard using HIRARC method. AIP Conf. Proc. 2482, 130005 (2023).

[4] B. Barlas, "Shipyard fatalities in Turkey," *Saf. Sci.*, vol. 50, no. 5, pp. 1247–1252, 2012.

УДК 502/504-049.5

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Ушкац С.Ю.
к ф.-м. н., доцент svitlanaushkats@gmail.com
Жолобенко Н.Ю.
фахівець nataliya.zholobenko@nuos.edu.ua
Кафедра екології та природоохоронних технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна.

Анотація. Розглянуто еколого-економічні наслідки російсько-української війни, що впливають на екосистеми України в короткостроковій та довгостроковій перспективі.

Ключові слова: екосистема, збитки, екологічні злочини.

Вступна частина. До війни основними екологічними проблемами України були забруднення природних водойм, утилізація промислових та побутових відходів, перевищення концентрації небезпечних речовин в повітрі, що були наслідками використання застарілих технологій, недоліків внутрішньої екологічної політики тощо. Країна взяла напрям на декарбонізацію економіки, виконуючи зобов'язання щодо Паризької угоди, але збройний конфлікт високої інтенсивності нівелював ці результати.

Так, за інформацією офіційного ресурсу Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, економічні збитки завдані екології України станом на серпень 2024 року, сягають 2,572 трлн грн., безпосередньо атмосферному повітрю завдано шкоди на суму 710,38 млрд грн., площа згорілих лісів та інших насаджень займає 76 411 га, при цьому зафіксовані 54 392 177 т викидів в атмосферне повітря, земельним ресурсам шкода вираховується в розмірі 1,15 трлн грн., при цьому площа забруднених ґрунтів дорівнює 871 275 м² і з кожним днем ці цифри збільшуються. Водне середовище постраждало на суму 84,65 млрд грн тощо.

Заходи з моніторингу та оцінки забруднень ускладнюються небезпекою замінування територій та обстрілами.

Інтенсивне та тривале застосування зброї вибухової дії призводить до значних руйнувань міських територій, систем водопостачання й каналізації, якості повітря й ґрунту, а також утворення величезних обсягів відходів. Продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу та є парниковими газами, оксиди сірки та азоту можуть спричинити кислотні дощі й змінювати pH ґрунту, викликати опіки рослин і мати негативний вплив на організм людини та тварин, впливаючи на стан органів дихання. Боєприпаси, що не розірвалися, і небезпечні матеріали, такі як азбест тощо, змішуються з будівельним сміттям, що ускладнює утилізацію відходів. Чавун із домішками сталі є найбільш поширеним матеріалом для виробництва оболонки боєприпасів та містить у своєму складі не тільки стандартні залізо та вуглець, а й сірку та мідь, що потрапляють до ґрунту і можуть мігрувати до ґрунтових вод, потрапляти до харчових ланцюгів тощо.

Особливу увагу займають пожежі в екосистемах, що вже призвели до погіршення якості повітря та пошкодження 12 % територій Смарагдової мережі і більше ніж 30 % усіх територій. Порівняно з 2023 роком їх кількість збільшилася на 41,1 %, що відбулося насамперед, за

рахунок збільшення кількості пожеж на відкритих територіях, що є ареалами проживання багатьох видів дикої флори та фауни.

Широкомасштабні та серйозні збитки, завдані ґрунтам, посівам, іригаційним системам, що призводять до ерозії та деградації, будівлям та обладнанню на території України, вже впливають на міжнародну продовольчу безпеку.

Війна завдає великої шкоди та порушенню водній й енергетичній інфраструктурі, системі централізованого теплопостачання.

Багато прибережних та морських екосистем України опинилися під загрозою хімічного та акустичного забруднення, а через втрату системи управління й моніторингу, це призводить до транскордонних наслідків та впливає на прибережні країни Чорного моря.

Тим часом ситуація з безпекою змінила райони судноплавства та структуру рибальства. Напади на військово-морські об’єкти та судна, цивільне судноплавство, прибережні поселення та портові об’єкти збільшують забруднення довкілля.

Для фіксації екологічних злочинів у липні 2022 року, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України розробило та запустило застосунок ЕкоЗагроза, де на сьогоднійшній день 457 148 громадян долучились до фіксації 6 000 небезпечних злочинів довкіллю. Ця інформація документується та використовується для розрахунку збитків та майбутніх репарацій.

Висновок. Вплив війни на екосистеми не закінчиться із закінченням війни, а буде мати довготривалий вплив у вигляді забруднення води, ґрунту та повітря, зменшення біорізноманіття, зростання кількості шкідників у лісах тощо, не тільки на території України, але й за її межами.

Потрібен відповідний план відновлення України, що буде включати заходи з відновлення та збереження екосистем, природо-орієнтовані рішення та заходи з адаптації до зміни клімату.

Література

1. Assessment of the environmental consequences of the war in Ukraine. https://wwfcee.org/our-offices/ukraine/assessing-the-environmental-impacts-of-the-war-in-ukraine

2. The war in Ukraine is a human tragedy. It is also an ecological catastrophe. https://www.washingtonpost.com/world/2023/03/13/ukraine-war-environment-impact-disaster/

3. https://ecozagroza.gov.ua

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF THE WAR IN UKRAINE

Ushkats S.Yu.

k f.-m. n., associate professor svitlanashkats@gmail.com

Zholobenko N.Yu.

specialist nataliya.zholobenko@nuos.edu.ua

Department of Ecology and Environmental Technologies

Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine.

Annotation. The ecological and economic consequences of the Russian-Ukrainian war affecting the ecosystems of Ukraine in the short and long term are considered.

Key words: ecosystem, damages, environmental crimes.

СЕКЦІЯ № 6. ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

УДК 621.314.58

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СУДНОВОГО РЕЗОНАНСНОГО ІНДУКТИВНОГО ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ

Павлов Г.В.
доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна, pavlov.gv.nuk@gmail.com,
Обрубов А.В.
доктор технічних наук, завідувач кафедри суднових електроенергетичних систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна, andrii.obrubov@nuos.edu.ua
Вінниченко І.Л.
кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна, i.l.vinnychenko@gmail.com,

Анотація. Показано особливості протікання електромагнітних перехідних та квазіусталених процесів індуктивного зарядного пристрою на основі інвертору резонансного типу, призначеного для заряджання суднових тягових батарей, в режимах примусової генерації і автогенерації. Отримано графічні залежності струму випрямляча від робочої частоти. З попереднього теоретичного аналізу та з експериментів моделювання визначено, що існують можливості стабілізації зарядного струму при зміні відстані між котушками індукторів тільки за допомогою зміни робочої частоти. Сформульовано переваги і недоліки розглянутих режимів роботи і визначено напрямки подальших досліджень.

Ключові слова: безконтактна передача електроенергії, індуктивний зарядний пристрій, резонансний перетворювач.

Вступ. Індуктивні зарядні пристрої (ІЗП) використовуються для безконтактного заряджання акумуляторних батарей транспортних засобів, зокрема, суден, а також обладнання з автономним живленням без гальванічного підключення акумулятору до зарядного пристрою, що скорочує час підключення і є порівняно найбезпечнішим способом заряджання акумуляторів [1, 2, 3]. Передача енергії в акумулятор відбувається методом електромагнітної індукції в ближньому електромагнітному полі котушок-індукторів, які розташовуються близько одна від одної. Явище резонансу електричних кіл використовується в ІЗП для компенсації індуктивностей розсіювання, які представляють собою реактивні опори на шляху струму робочої частоти [4, 5].

Мета роботи – дослідити електромагнітні процеси ІЗП в масштабі багатьох робочих циклів в режимах примусової генерації та автогенерації для визначення особливостей даних режимів роботи.

Основна частина. В даній роботі представлено результати експериментальних досліджень на імітаційній моделі ІЗП на рис. 1. Теоретичні викладки не наводяться, оскільки виходять за обсяг тез. Модель ІЗП складається з наступних елементів: напівмостовий інвертор Inverter, що живиться від двох джерел напругою U_s = 600 В; дві котушки індукторів, що імітуються трансформатором TV1; резонансні конденсатори Cr1 і Cr2 ємністю по 16 мкФ; мостовий випрямляч VB; фільтруюча ємність CF2 = 1000 мкФ; два види навантаження – джерело напруги U_acc = 640…1000 В з опором R_acc = 0,27 Ом, що імітують акумулятор, або активний опір R_load = 0…300 Ом. Інвертор має вхід керування з порогами ±1 В, на який в режимі автогенерації подається сигнал компаратора Comparator і в режимі примусової генерації сигнал від генератора, керованого напругою VCO. Генератор VCO змінює частоту трикутного періодичного сигналу за законом f_g=u_f, кГц. Напруга керування u_f задається файлом даних *datafreq.txt*. Трансформатор TV1, що імітує індуктори з внутрішнім діаметром d_1 = 2 м, має наступні параметри: коефіцієнт трансформації 1; вхідна індуктивність L = 1,817 мГн, індуктивність розсіювання L_s і взаємна індуктивність намагнічування M наведено в табл. 1; опори первинної і вторинної обмоток $r_{1,2} = \rho \cdot l/s_p \approx 0{,}031$ Ом, де $s_p = \pi \cdot d_p^2/4$ – площа перетину проводу котушок, d_p = 10мм – діаметр проводу.

Таблиця 1. Розраховані дані системи котушок індукторів з однаковими параметрами: d1 = 2 м, w = 20, L = 1,817 мГн для різних значень відносної відстані між ними ними ξ = x/d

ξ	*X*, ММ	*M*, МГН	L_S, МГН	F_{P0}, ГЦ
0,05	110	1,221	0,596	1630
0,1	220	0,919	0,898	1328
0,2	440	0,602	1,215	1141

Дані в таблиці 1 розраховано за методикою [6]

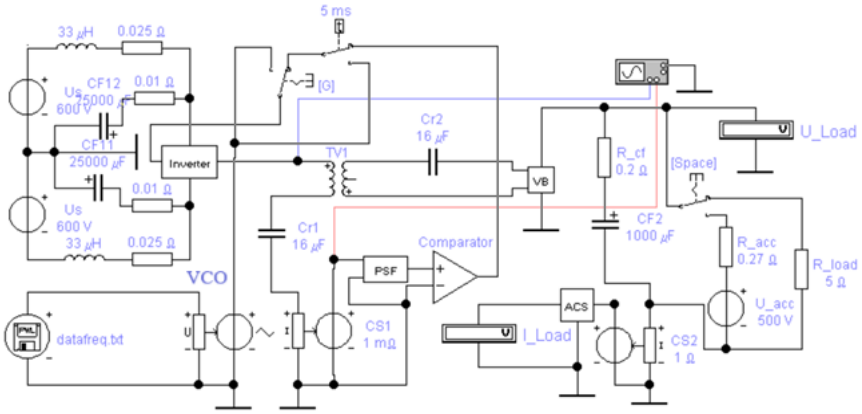


Рис. 1. Схема імітаційної моделі індуктивного зарядного пристрою в стимуляторі EWB5.0, де позначено наступні елементи: Inverter – модель напівмостового інвертору; PSF – фазозсуваючий смуговий фільтр; ACS – фільтр поточного середнього струму навантаження; перемикач Q слугує для перемикання режимів примусової генерації (ліве положення) та автогенерації (праве положення); Space – перемикач навантаження

Схема ІЗП працює наступним чином. На виході інвертору виникає прямокутна симетрична напруга u_g з амплітудою U_s і робочою частотою f_g, яка викликає струм через первинну котушку TV1 і резонансний конденсатор Cr1. Струм первинної котушки створює змінне магнітне поле, яке, проходячи через вторинну котушку, індукує в ній вторинну ЕРС. Якщо амплітуда вторинної ЕРС перевищує напругу навантаження U_q (напругу на ємності CF2), то у вторинному контурі починає протікати струм, який випрямляється випрямлячем VB та проходить через акумулятор (в моделі це елементи U_acc та R_acc), заряджаючи його. Для контролю первинного та вторинного струмів слугують датчики струмів з контрольними точками CS1 та CS2. Фільтр ACS слугує для отримання поточного середнього значення випрямленого струму. Позитивний зворотній зв'язок в режимі автогенерації [7] створюється датчиком струму первинного контуру, фазозсуваючим смуговим фільтром PSF, компаратором Comparator та перемикачем G.

В результаті проведених експериментів було знято ряд часових характеристик за проміжки часу не менше 3–5 максимальних постійних часу електричних величин, зокрема це: пускові процеси для режимів примусової генерації та автогенерації, квазіусталені процеси з повільною зміною робочої частоти, квазіусталені процеси з різними типами навантаження. Розглянемо деякі з отриманих процесів. На рис. 3 показано графіки примусової зміни робочої частоти f_g вниз від 1,5 кГц до 0,5 кГц і графіки зміни амплітуди випрямленого струму при навантаженні ІЗП на акумуляторну батарею напругою 700 В. Процеси тривають по 1 с, що достатньо для виявлення максимумів амплітуд струму, які проявляються на двох частотах: перший максимум на ділянці приблизно від 0,9 кГц до 1,3 кГц відповідає резонансним явищам напевне в послідовному резонансному колі, а другий, на частотах приблизно від 0,8 кГц до 0,9 кГц, більший за значенням, відповідає резонансам в паралельних колах.

Резонансне коло ІЗП утворюється схемою заміщення трансформатора на рис. 2 з трьома індуктивностями $L_1 = L_{s1}$, $L_2 = L_{s2}$ і $L_m = M$ [8], та двома резонансними ємностями C_1 = Cr1, C_2 = Cr2. Схему заміщення резонансного кола ІЗП на рис. 2,а можна представити у вигляді лінійної зірки з операторними елементами на рис. 2,б, для якої справедливі наступні рівняння:

$$Y_{1,2}(s)=\frac{s\cdot C}{s^2\cdot L\cdot C+s\cdot C\cdot r+1};\ Z_m=\frac{s\cdot L_m}{s\cdot L_m/r_m+1};\ i_1(s)=\frac{Y_1\cdot(Z_m\cdot Y_2+1)}{Z_m\cdot(Y_1+Y_2)+1}\cdot u(s)$$
$$i_2(s)=\frac{Z_m\cdot Y_1\cdot Y_2}{Z_m\cdot(Y_1+Y_2)+1}\cdot u(s);\ i_m(s)=\frac{Y_1}{Z_m\cdot(Y_1+Y_2)+1}\cdot u(s) \qquad (1)$$

де s – оператор Лапласа. Рівняння (1) дають змогу визначити теоретичні частоти резонансів. Можна говорити окремо про послідовні резонанси з елементами L_{s1}, Cr1 і L_{s2}, Cr2 на частоті $f_{s0}=1/(2\cdot\pi\cdot\sqrt{L_s\cdot C_r})$ та паралельні резонанси з елементами $L_{s1}+M$, Cr1 і $L_{s2}+M$, Cr2 на частоті $f_{p02}=1/(2\cdot\pi\cdot\sqrt{L\cdot C_r})$. При короткому замиканні випрямляча можливий паралельний резонанс з елементами L_{s1}, M, L_{s2}, Cr1, Cr2.

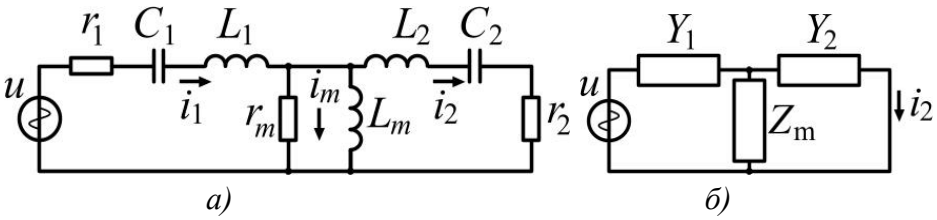


Рис. 2. Схема заміщення резонансного кола з еквівалентним навантаженням r_2

Також в силовій схемі присутнє навантаження з ємністю CF2 та опором R_acc, що комутується випрямлячем VB і взаємодіє з резонансним колом. Випрямляч суттєво ускладнює резонансні явища, оскільки на протязі кожного робочого циклу виникають проміжки часу, коли коло навантаження підключене до вторинного індуктора, і проміжки часу, коли коло навантаження відключене від індуктора. Тому виникає складний резонанс змішаного характеру, властивий колам з нелінійними елементами, який підлягає подальшим дослідженням.

По графіках на рис. 3 можна бачити, що максимуми амплітуди струму близькі за значеннями при суттєвій зміні відстані між котушками в межах x=110…440 мм, що свідчить про можливості стабілізації зарядного струму за допомогою регулювання робочої частоти. Але слід ще дослідити умови комутації ключів транзисторного інвертора в цих діапазонах частот для забезпечення працездатності даного ІЗП.

Пускові процеси на рис. 4 в режимі автогенерації на резистивне навантаження R_load = 5 Ом з CF2 = 5000 мкФ демонструють перехід між послідовним і паралельним резонансами в процесі наростання вихідних величин при різних значеннях відносної відстані □ між котушками. Коли котушки близько розташовані одна до одної (□ = 0,05, x = 110 мм та $L_s < M$) на рис. 4.а, частоти послідовного (SR) і паралельного (PR) резонансів мають найбільшу різницю (див рис. 3,а). При включення ІЗП спрацьовує початкове збудження протягом 5 мс близько до частоти послідовного резонансу. Далі коливання з послідовним резонансом затухають і схема працює переважно в паралельному резонансі.

При віддаленні котушок (□ = 0,1, x = 220 мм та $L_s > M$) на рис. 4,б частоти послідовного і паралельного резонансів зближуються (див. рис. 3,б) і початковий фрагмент зменшується. При подальшому віддаленні котушок (□ = 0,2, x = 440 мм та $L_s > M$) на рис. 4,в частоти резонансів ще більше зближуються (див. рис. 3,в) і запуск проходить плавніше. Таким чином, в роботі ІЗП спостерігалося порушення автогенерації на частоті послідовного резонансу при виході в сталий режим. Схема переходила в стійкий режим паралельного резонансу з коливаннями на нижчих частотах. Якщо припустити, що комутаційні умови не порушуються – включення транзистора при зворотному або нульовому струмі і виключення при прямому або нульовому струмі, то в даному режимі дещо погіршується коефіцієнт форми струму, коли амплітуда суттєво вища за середнє значення. Тому доцільно дослідити режими роботи ІЗП при паралельному і послідовному резонансах і також умови переходу між цими режимами.

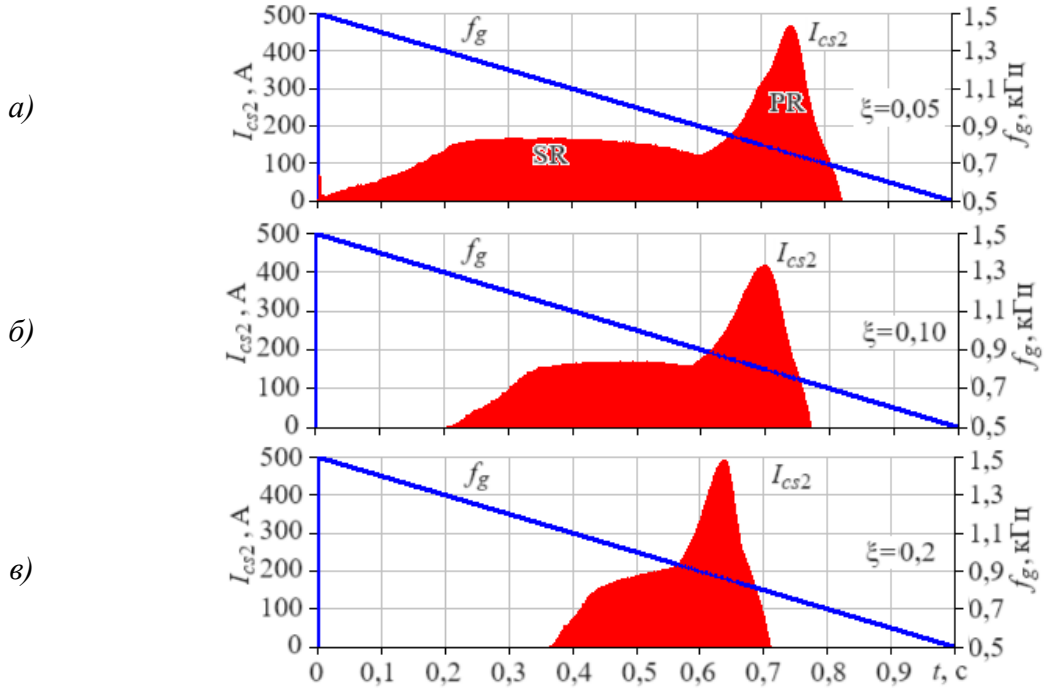


Рис. 3. Графіки амплітуди струму випрямляча I_{cs2} і робочої частоти f_g в режимі примусової генерації: SR – зона послідовного резонансу, PR – зона паралельного резонансу (аналогічно на б і в)

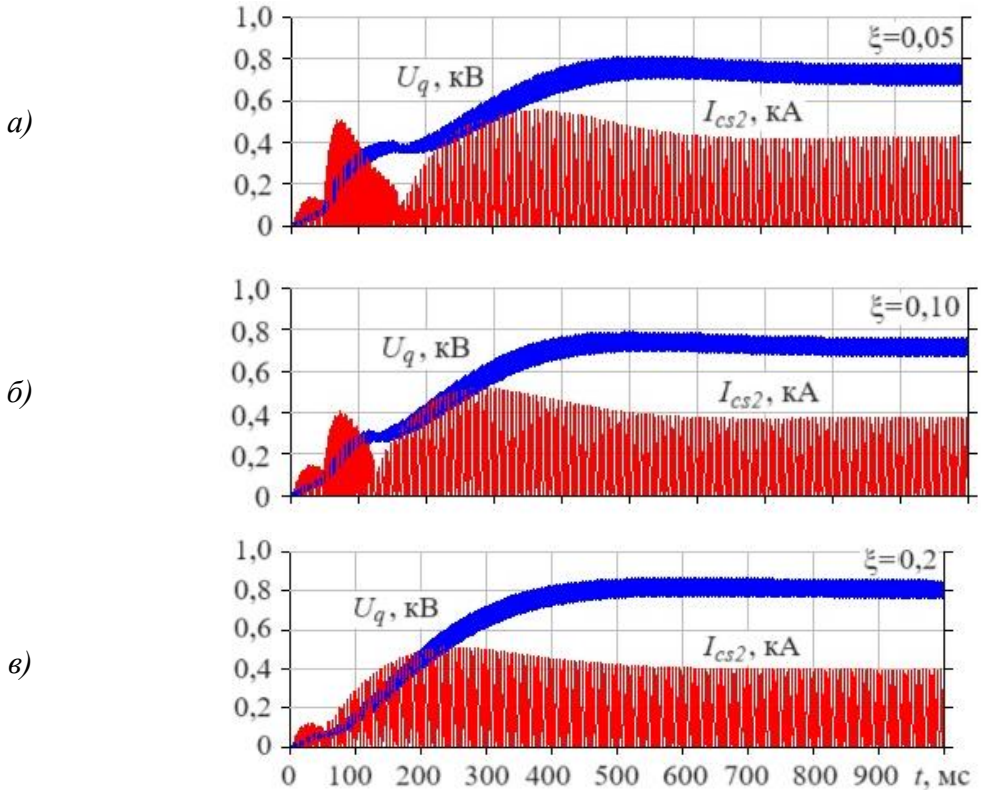


Рис. 4. Графіки напруги навантаження U_q, і амплітуди струму випрямляча I_{cs2} в режимі автогенерації

Також на пускових процесах на рис. 4 можна спостерігати лише незначне зниження випрямленого струму і навіть підвищення вихідної напруги при значному розведенні котушок від $x = 110$ до $x = 440$ мм, що свідчить про властивості автоматичної стабілізації вихідних величин ІЗП в режимі автогенерації. Очевидно, що це пов'язано з ефектом автоматичного налаштування робочої частоти близько до резонансної частоти силової схеми. Але, оскільки резонансних частот може бути декілька, можливі стрибкоподібні переходи між резонансами при змінах відстані між котушками, напруги живлення або параметрів навантаження, що теж потребує додаткових досліджень.

Висновки

1. В режимі примусової генерації потрібне налаштування робочої частоти ІЗП на частоту максимального струму, що дає змогу стабілізувати зарядний струм акумулятора принаймні в діапазоні відносних відстаней між котушками до □=0,2–0,3.

2. В режимі автогенерації відбувається автоматична стабілізація зарядного струму, але також спостерігаються переходи між резонансними частотами з різкою зміною робочої частоти, що може погіршувати енергетичні характеристики ІЗП.

3. В подальших дослідженнях доцільно визначити статичні характеристики ІЗП в режимах примусової генерації та автогенерації, визначити умови переходу між резонансами або умови стійкої роботи при певному типі резонансу в режимі автогенерації, розробити математичну модель силової резонансної схеми з комутованими колами для теоретичного аналізу ІЗП в якості лінійної динамічної ланки.

Література

1. Павлов Г.В., Обрубов А.В., Вінниченко І.Л. Підвищення ефективності безконтактної зарядки суднових тягових батарей при нестабільній індукційній передачі. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: XIV Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали. – Миколаїв: НУК, 2023. – 756 с., сс. 304–309.

2. Kolodziejski, M.; Michalska-Pozoga, I. Battery Energy Storage Systems in Ships' Hybrid/Electric Propulsion Systems. *Energies* 2023, *16*, 1122. https://doi.org/10.3390/en16031122

3. Wireless or Inductive Charging [Електронний ресурс] // Infineon Technologies AG. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/wireless-inductive-charging/.

4. Inductive Versus Resonant Wireless Charging: A Truce May Be a Designer's Best Choice [Електронний ресурс] // DigiKey. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: https://www.digikey.co.uk/en/articles/inductive-versus-resonant-wireless-charging.

5. Maurizio Di Paolo Emilio. Wireless Charging Technology for EVs. – Power Electronscs News / 2021.

6. П. Л. Калантаров А. А. Цейтлин. Расчет индуктивностей: Справочная книга. − 3-е изд., перераб., и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1986, – 488 с. ил.

7. Pavlov, G., Obrubov, A., & Vinnichenko, I. (2022). Optimizing the operation of charging self-generating resonant inverters. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (5(115), 23–34. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252148

8. G. Pavlov, A. Obrubov and I. Vinnychenko, "Design Procedure of Static Characteristics of the Resonant Converters," 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), 2021, pp. 401–406, doi: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575698.

STUDY OF THE PROCESSES OF THE SHIP RESONANT INDUCTIVE CHARGER

Gennadii Pavlov, Iryna Vinnychenko, Andrii Obrubov
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. Features of electromagnetic transient and quasi-steady-state processes of an inductive charger based on a resonance-type inverter designed for charging ship traction batteries in forced generation and autogeneration modes are shown. Graphical dependences of the rectifier current on the operating frequency were obtained. From the previous theoretical analysis and modeling experiments, it was determined that there are possibilities of stabilizing the charging current when the distance between the inductor coils is changed only by changing the operating frequency. The advantages and disadvantages of the considered modes of operation are formulated and directions for further research are determined.

Key words: contactless transmission of energy, inductive charger, resonance converter.

УДК 621.314

ІЗОЛЮЮЧІ ПІДСИЛЮВАЧІ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ СИНУСОЇДАЛЬНИХ СИГНАЛІВ

Рябенький В.М.
доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, optron2@gmail.com
Худякова І.М.
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри програмованої ектроніки, електротехніки і телекомунікацій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, irinakhud@gmail.com

Анотація. В роботі на основі аналізу схем ізолюючих підсилювачів обґрунтована технологія створення прецизійних підсилювачів для забезпечення гальванічної розв’язки силових пристроїв сучасної електроніки від систем керування,

Ключові слова. Гальванічна розв’язка, оптичні канали**,** оптрон, диференційний оптрон, коефіцієнт несинусоїдальності, системи високої точності.

Вступна частина. Існує велика кількість додатків, де обов’язково необхідно мати датчики вихідних параметрів, що не мають гальванічних зав’язків з системою, для того, щоб розв’язати контур землі [1; 2]. Системи такого типу називають ізольованими, а систему, що забезпечує передачу сигналу без гальванічного з’єднання називають системою з бар’єром ізоляції. Використання даного методу важливо там, де датчик може випадково попасти під дію високої напруги, а система, яку він обслуговує, повинна бути захищеною.

Трансформаторні засоби обмежені частотними властивостями трансформаторів. Вони не пропускають сигналів постійного струму і низьких частот, зате мають в цьому частотному діапазоні добрі ізолюючі властивості. Прикладом мікросхеми з трансформаторним способом розв'язки є мікросхема AD210, AD620 [1,2]

При використанні конденсаторних зав'язків передача інформації між каскадами забезпечується шляхом використання високочастотних коливань, що модулюються по частоті або фазі за допомогою сигналу, що передається. Ізолюючі підсилювачі ємкісного типу мають меншу точність, меншу полосу пропускання і більш низьку напругу ізоляції, але мають меншу вартість.

Оптичні ізолятори мають низьку вартість і можуть мати пробивну напругу понад 7 кВ, але вони мають порівняно високу нелінійність і проблемно передавати прецизійні, а також синусоїдальні аналогові сигнали.

Мета роботи. Метою роботи є розробка технології створення ізолюючих підсилювачів високої точності для передачі синусоїдальних сигналів.

Основна частина.

Поява диференційних оптопар дозволила суттєво розширити їх використання.

Спеціально для використання в ізолюючих аналогових підсилювачах розроблені опропари TIL-300 [5], а також HCNR200 [6]. Оптопари мають постійний коефіцієнт передачі в частотному діапазоні до 200 кГц, і забезпечують електричну ізоляцію між каналами при дії імпульсних напруг, що досягають 3500В. На рис. 1 наводиться приклад ізолюючого аналогового підсилювача з використанням диференційної оптопари TIL-300.

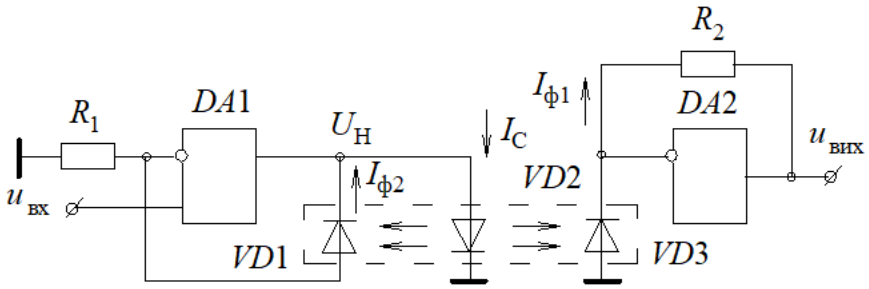


Рис. 1. Приклад ізолюючого аналогового підсилювача з використанням диференційної оптопари TIL-300

Диференційний оптрон має прецизійні оптичні характеристики, завдяки чому струми $I_{Ф1}$ і $I_{Ф2}$, що генеруються фотодіодами *VD*1 і *VD*3 є практично однаковими. Підсилювач *DA*1 включений в режимі неінвертуючого підсилювача в контурі зворотного зв'язку якого використовується оптопара *VD*2 –*VD*1 з коефіцієнтом передачі $K_1 = I_{Ф1}/I_C$ (I_C – струм світловипромінюючого світлодіода.). Протікання струму $I_{Ф1}$ через резистор R_1 приводить до появи напруги $u_1 = I_{Ф1} \cdot R_1 = u_Н = u_{ВХ}$.. Тому можемо записати: [3. 4].

$$I_{Ф1} = K_1 \cdot I_C = u_{ВХ} / R_1. \quad (1)$$

Вихідна напруга може бути обчислена за формулою:

$$u_{ВИХ} = I_{Ф2} \cdot R_2 = K_2 \cdot I_C \cdot R_2 \quad (2)$$

Сумісне розв'язання (1) і (2) дає:

$$u_{\text{ВИХ}} = K_2R_2/K_1R_1$$

При виконанні умов $R_1 = R_2$ і $K_1 = K_2$ отримуємо: $u_{\text{ВИХ}} = u_{\text{ВХ}}$

При температурних змінах, або при зміні режимних параметрів будуть пропорційне змінюватись коефіцієнти K_1 і K_2, забезпечуючи стабільність передачі аналогових сигналів.

В межах обмежень по рівнях вхідного одно полярного сигналу, схема, що наведена на рис. 1 має нелінійність, що не перевищує –0.01 %, високу стабільність при коливаннях напруги джерел живлення, але обмежену температурну стабільність.

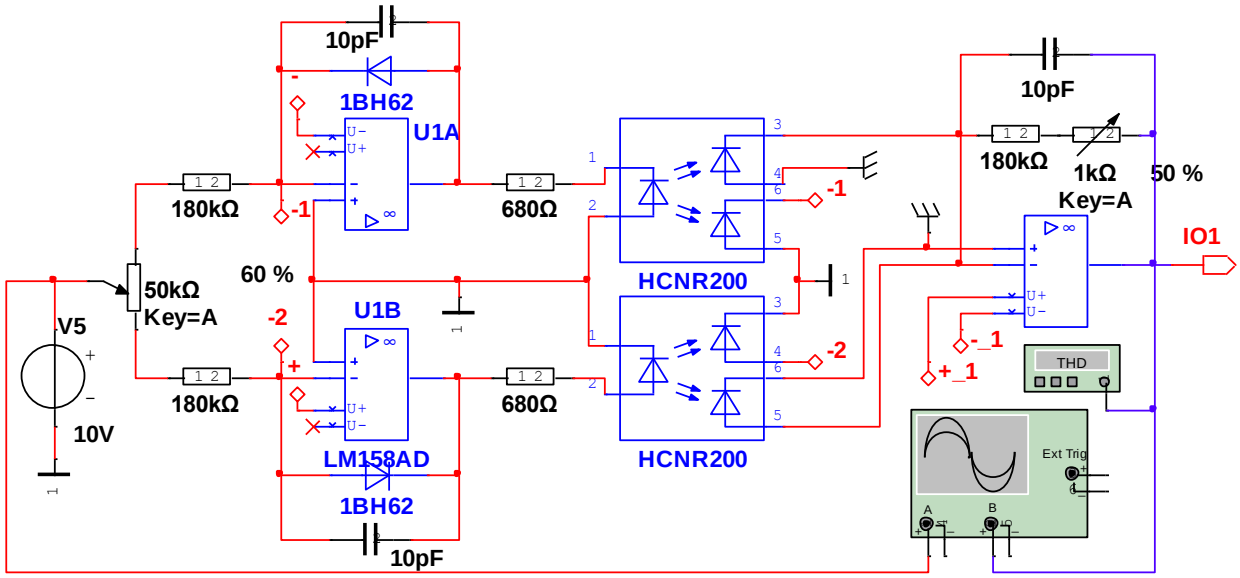


Рис. 2. Схема моделі пристрою гальванічної розв'язки, для синусоїдального сигналу

Значно гірші показники при передачі двополярного сигналу. На рис. 2 наведена схема моделі пристрою гальванічної розв'язки, для синусоїдального сигналу, яка містить два паралельно зустрічні канали з диференційними оптронами, що забезпечують передачу синусоїдального сигналу з амплітудою до 10 В. При цьому зона не чутливості в наведеній схемі перевищує величину ±1.5В, що приводить до не допустимої величини коефіцієнта гармонік (8.5 % при амплітуді 10В).

Єдиним шляхом суттєвого підвищення точності передачі сигналу є зміщення положення робочої точки характеристики «вхід – вихід» схеми на середину лінійної ділянки з одночасним зменшенням величини вхідного сигналу. Зміщення слід забезпечувати допоміжним джерелом струму.

Схема, що відповідає вказаним умовам, наведена на рис. 3. Отримана схема ізолюючого підсилювача дозволяє з високою точність (похибка менше 0.01 %) знімати сигнали з високоточних шунтів і забезпечувати необхідні показники точності в електроприводах високої точності, робото технічних комплексах, станках з числовим програмним забезпеченням [2].

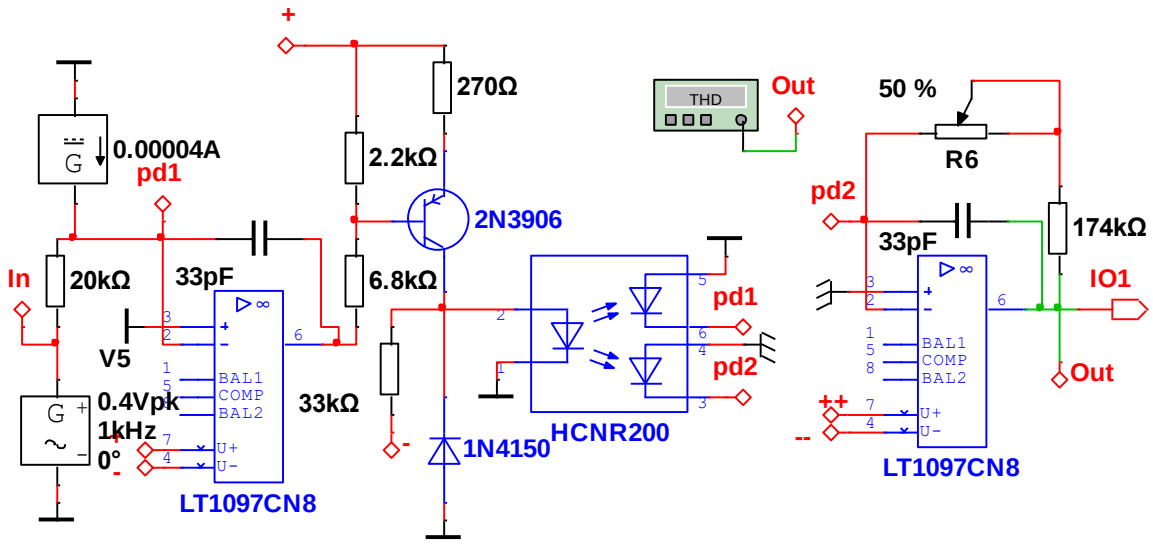


Рис. 3. Схема ізолюючого підсилювача

Висновки. 1 Ізолюючі підсилювачі є елементами контуру зворотного зв'язку в системах високої точності, тому від їх лінійності і точності залежать якіснс показники системи.

2. Для побудови ізолюючих підсилювачі високої точності слід використовувати диференційні оптопари, що працюють в одно полярному режимі із зміщенням робочої точки на середину лінійної ділянки характеристик «вхід – вихід»

Література

1. http://www.analog.com [Електронний ресурс]
2. Стрункін Г.М. Застосування пристроїв силової електроніки. -Дніпро, видавництво «КАВУН», 2024. – 408 с.
3. Data sheet AD620
4. Data sheet AD210
5. Data sheet TIL-300X
6. Data sheet HCNR200-300E

ISOLATING AMPLIFIERS FOR THE TRANSMISSION OF SINUSOIDAL SIGNALS

Ryabenky Volodymir,
Doctor of Engineering,
Professor, Head of the department of Programmable Electronics, Electrical Engineering and Telecommunications
Admiral Makarov National Shipbuilding University
Khudyakova Irina
Candidate of pedagogical sciences
Associate Professor of Programmable Electronics, Electrical Engineering and Telecommunications
Admiral Makarov National Shipbuilding University

Abstract. In the work, based on the analysis of isolation amplifier circuits, the technology of creating precision amplifiers to ensure galvanic decoupling of power devices of modern electronics from control systems, which are widely used in high-precision frequency electric drives, is substantiated.

Keywords. Galvanic isolation, optical channels, optocoupler, differential optocoupler, non-sinusoidal coefficient, high precision systems.

УДК 621.314.26

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ У СКЛАДІ ПРОПУЛЬСИВНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНУ СУМІСНІСТЬ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Жук Д.О.[1], Жук О.К.[2], Козлов М.О.[3]

1 канд.техн. наук, доцент кафедри суднових електроенергетичних систем
dmytro.zhuk@nuos.edu.ua
2 канд.техн. наук, професор кафедри програмованої електроніки, електротехніки та телекомунікацій
oleksandr.zhuk@nuos.edu.ua
3 аспірант кафедри суднових електроенергетичних систем
maksym.kozlov@nuos.edu.ua
1-3 Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

Анотація. У роботі розглянуто частотно-регульовані електроприводи, та їх вплив на якість електроенергії та електромагнітну сумісність в суднових електроенергетичних системах. Представлені основні шляхи протікання несиметричної складової струмів у системі. Запропоновано та побудовано уточнену MATLAB-модель з урахуванням власних та паразитних параметрів системи для дослідження несиметричної складової струмів. Шляхом порівняння модельного експерименту з експериментальними результатами підтверджено достовірність запропонованої моделі.

Ключові слова: якість електроенергії, електромагнітна сумісність, частотно-регульовані електроприводи, несиметричні складові струму, власні та паразитні параметри, MATLAB-модель.

Вступ. У 1980-х роках з’явилися суднові ЧРЕП на базі перетворювачів частоти (ПЧ) з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ), які за рахунок ШІМ-керування привідним асинхронним двигуном (АД) забезпечують плавне регулюванням його крутного моменту на низьких швидкостях [1]. Такі ЧРЕП реалізуються за схемою на рис. 1.

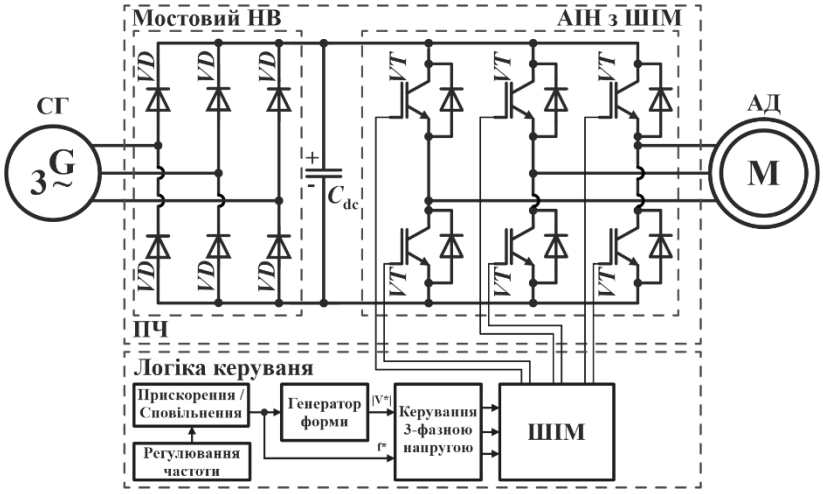


Рис. 1. Схема ШІМ ПЧ з вхідним 6-пульсним некерованим випрямлячем (НВ) у складі асинхронного ЧРЕП

Високі несуча частота ШІМ (до 20 кГц) та швидкість наростання напруги du / dt при перемиканнях вентилів АІН у складі ПЧ такого ЧРЕП обумовлюють більшість проблем з ЯЕ і ЕМС при його експлуатації:

– прискорене старіння та порушення діелектричних властивостей ізоляції АД. Ізоляція двигуна піддається впливу «стресу» (механічні перенапруження) через надмірні величини du / dt;

– вплив ефекту «стоячі хвилі» (імпульсні перенапруги) через критичну довжину кабелю. Призводить до аварійних відключень ЧРЕП через перевантаження за струмом і пошкоджень обмоток АД.

– несиметрична складова струму «фаза-корпус» обумовлює наявність значних високочастотних (ВЧ) електромагнітних перешкод (ЕМП), які порушують *працездатність чутливого до них електрообладнання на спільній заземленій нейтралі.*

*Відповідна несиметрична складова (НС) струму призводить до руйнування як підши*пників, так і обмоток двигунів, які живляться від ЧРЕП і мають спільне з ним заземлення (рис. 2).

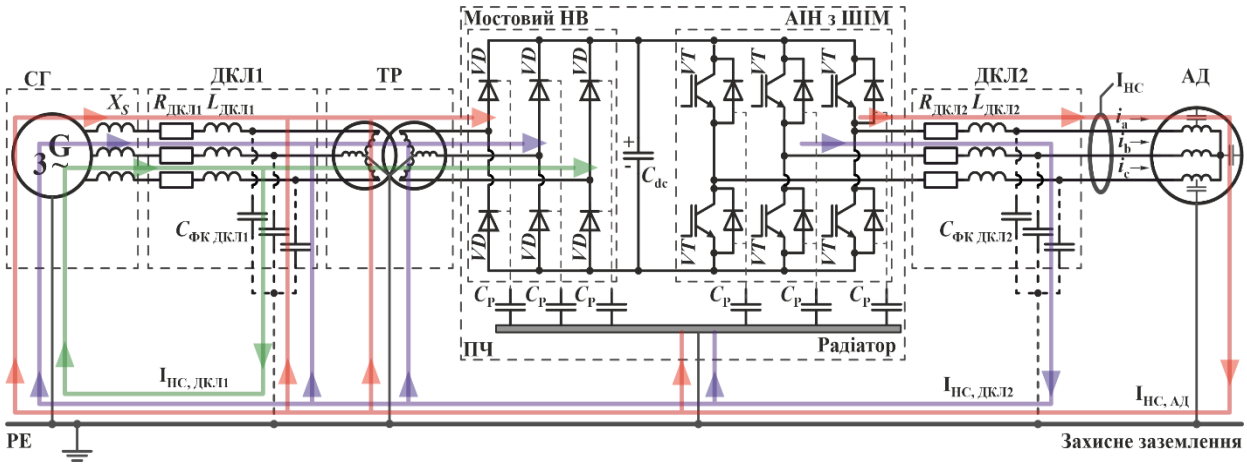
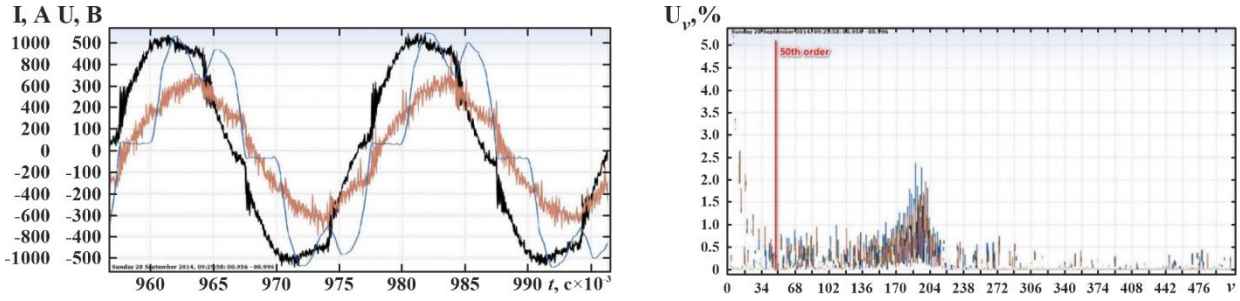


Рис. 2. Основні шляхи протікання НС струмів в ЧРЕП з урахуванням паразитних параметрів системи

Результати експериментального дослідження ЧРЕП наведені на рис 3. [2].



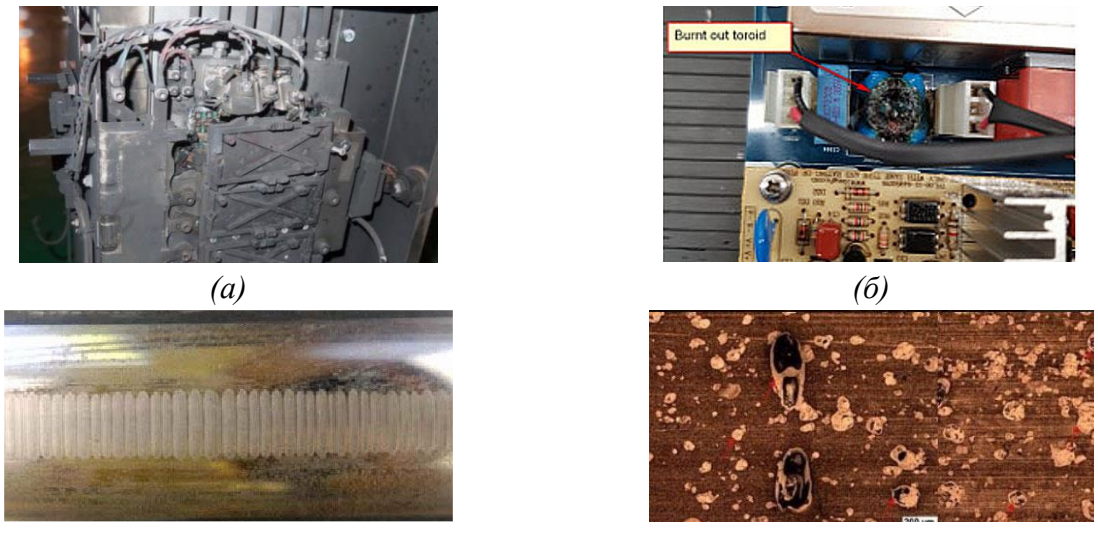
(а) *(б)*

Рис. 3. Експериментально зняті осцилограми лінійної, фазної напруг та струму (а) та спектр гармонік вхідної лінійної напруги (б) на вході 6-пульсного ШІМ ПЧ у складі ЧРЕП потужністю 560 кВт під номінальним навантаженням

На рис. 3,а помітна незначна несиметрія струму, яка обумовлена несиметрією напруги живлення ЧРЕП, але більший інтерес представляють ВЧ складові у складі вхідних лінійної та фазної напруг ШІМ ПЧ ЧРЕП, які зазвичай не фіксуються за допомогою традиційних засобів вимірювання ПЯЕ з діапазоном вимірювань до 50-ї гармоніки. На рис. 3,б наведені результати вимірювання гармонік вхідної напруги 6-пульсного ШІМ ПЧ у складі ЧРЕП до 510 порядку.

Як видно із рис. 3,б, гармоніки в спектрі лінійної напруги живлення ЧРЕП наявні в діапазоні частот від 2,5 кГц до 25,5 кГц (поза 50-м порядком) – не нормованому у більшості стандартів [3]. В цьому випадку вимірювання THD_U має виконуватися із врахуванням гармонік в діапазоні частот 0 … 25,2 кГц. Окремо треба позначити, що спектр несиметричної складової напруги в даному випадку обмежувався частотою гармонік 3,72 кГц.

Порушення умов ЕМС в наслідок наявності ЕМП, обумовлених вищезазначеними гармонічними впливами, призводять до серйозних проблем з якістю електроенергії (ЯЕ), порушенням роботи і пошкодженням обладнання в системах з силовими ЧРЕП. Такі приклади наведені на рис. 4. [2]



(а) *(б)*

(в) *(г)*

Рис. 4. Результати впливу НС струмів на ЧРЕП

Метою роботи цього дослідження є розробка уточненої моделі суднового ЧРЕП для дослідження несиметричних складових ЕМП в СЕЕС у широкому діапазоні частот.

Основна частина. Для досягнення поставленої в роботі мети, згідно зі схемою ЧРЕП на рис. 2 була складена MATLAB-модель для дослідження НС струмів (рис. 5).

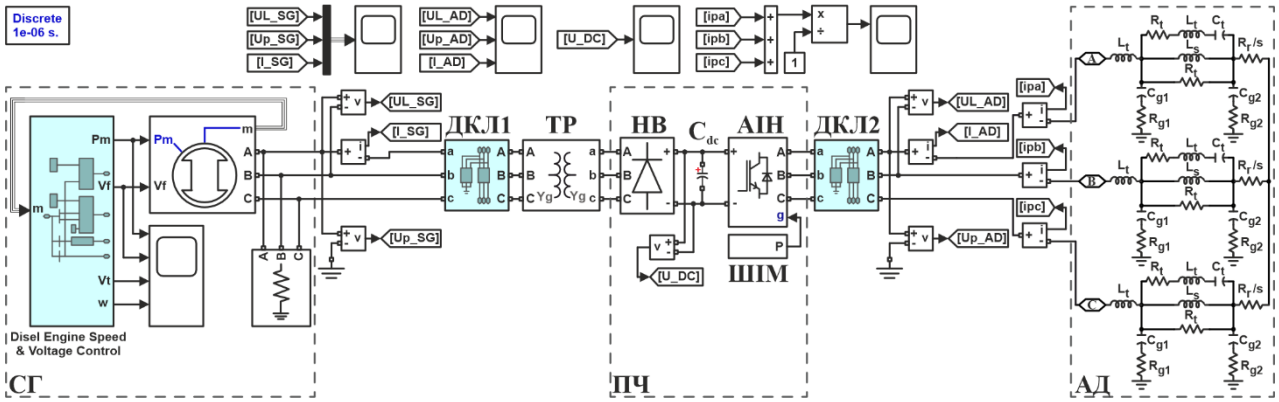
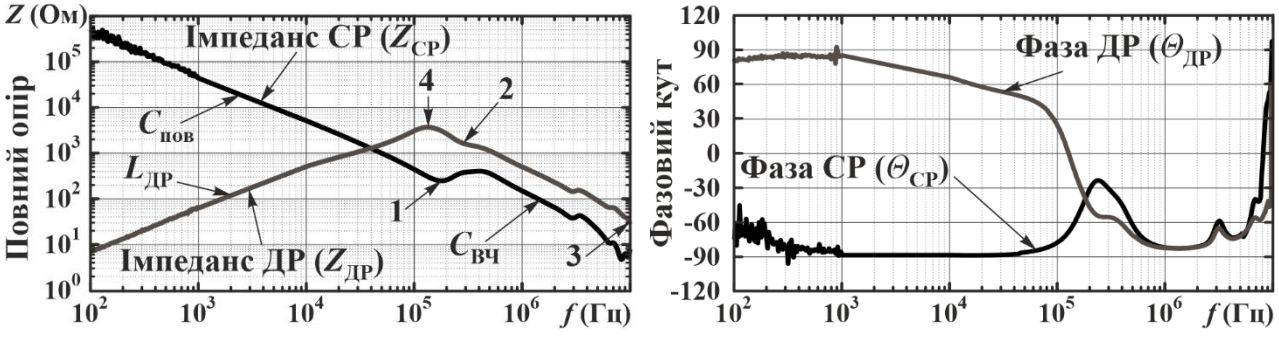


Рис. 5. Уточнена MATLAB-модель ЧРЕП з урахуванням внутрішніх та паразитних параметрів елементів системи

В першу чергу уточнення моделі досягається використанням високочастотної (ВЧ) еквівалентної схеми заміщення АД, яка дозволяє враховувати поведінку в широкому частотному діапазоні до 10 МГц [4].

Параметри схеми заміщення визначаються із характерних ділянок та точок на імпедансах диференційного та синфазного режимах (ДР та СР) (рис. 6) які визначаються шляхом прямих вимірювань досліджуваного АД в діапазоні частот, зазвичай від 100 Гц до 10 МГц [5, 6].



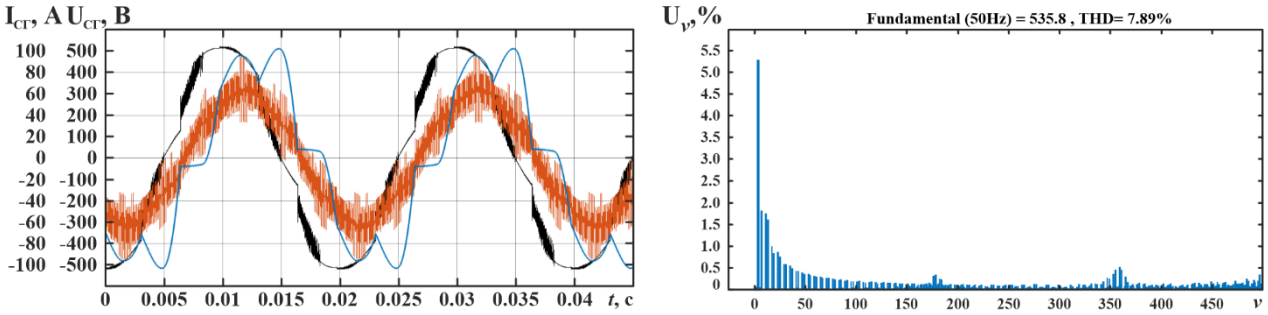
(а) *(б)*

Рис. 6. Частотні залежності повного опору в синфазному та диференційному режимах (а), та їх фазові зсуви (б) з позначенням характерних точок та ділянок для розрахунку параметрів схеми заміщення АД

Окрім ВЧ схеми АД до складу моделі входить такі функціональні блоки: блок синхронного генератора (СГ) з системою керування збудженням та навантаженням власних потреб, що описується та використовується у роботах [7]; ділянки кабельних ліній (ДКЛ) що враховують як власні, так і паразитні параметри кабелю [8]; вхідний двообмотковий трансформатор ПЧ реалізований поєднанням 6-пульсного НВ та АІН з ШІМ [8].

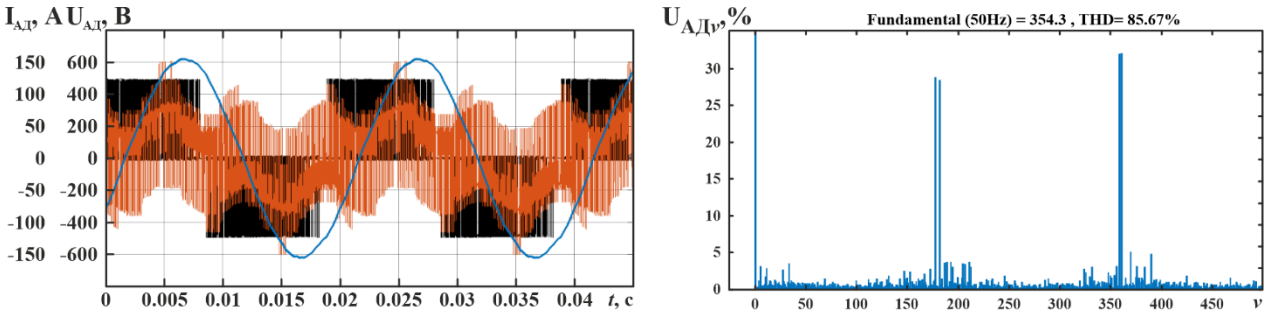
Отримані результати моделювання наведені на рисунках 7, 8, 9.

На рис. 8 наведені результати моделювання на вході АД, форми напруг, струму та спектру гармонік. На рис. 9 наведені результати виміру НС струму на виході СГ та на вході АД.



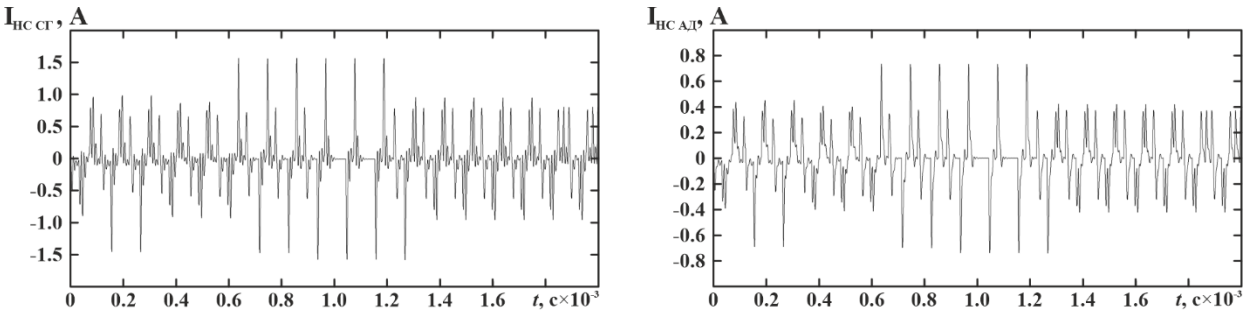
(а) *(б)*

Рис. 7. Осцилограми лінійної, фазної напруг та струму (а) та спектр гармонік лінійної напруги (б) на виході СГ, що живить ЧРЕП потужністю 45 кВт під номінальним навантаженням



(а) *(б)*

Рис. 8. Осцилограми лінійної, фазної напруг та струму (а) та спектр гармонік лінійної напруги (б) на вході АД, потужністю 45 кВт під номінальним навантаженням



(а) *(б)*

Рис. 9. Осцилограми НС струму на виході СГ (а) та на вході АД (б)

Проводячи порівняння експериментально отриманих результатів (рис. 3) [2] дослідження роботи ЧРЕП номінальною потужністю 560 кВт та результатів модельного дослідження системи ЧРЕП (рис. 7) потужністю 45 кВт можна побачити подібність характеру відповідних форм напруг, струму та спектру гармонік. Характер отриманих осцилограм НС струму подібний до результатів інших досліджень [4], що підтверджує достовірність отриманих результатів.

Таким чином розглядаючи як бік генерації так і навантаження стверджуємо, що запропонована модель ЧРЕП є адекватною, достовірною та максимально наближеною до реального устаткування.

Висновки.

У даній роботі запропоновано уточнену MATLAB-модель ЧРЕП з АД

1. Побудована модель з урахуванням власних та паразитних параметрів елементів системи, в том числі параметрів ВЧ схеми заміщення АД та паразитних параметрів ДКЛ в прикладному середовищі моделювання MATLAB Simulink.

2. В результаті моделювання отримані осцилограми лінійних, фазних напруг та струмів на виході СГ та на вході АД, а також осцилограму НС струму на вході АД

3. Шляхом аналізу результатів модельного експерименту та порівняння з експериментальними результатами підтверджено достовірність запропонованої моделі ЧРЕП.

Література

[1] EMC Standards. Comparison of PWM VFDs versus Resonant Link Converters – Part 1.

[2] EMC Standards. Comparison of PWM VFDs versus Resonant Link Converters – Part 2.

[3] Kumar, D., Zare, F., Ghosh, A. DC Microgrid Technology: System Architectures, AC Grid Interfaces, Grounding Schemes, Power Quality, Communication Networks, Applications, and Standardizations Aspects. IEEE Access, 2017, 5, pp. 12230–12256.

[4] Козлов М.О., Жук Д.О., Жук, О.К., Лінченко В.В. Високочастотна модель системи загальносуднового асинхронного електропривода за схемою «АІН З ШІМ – АД». Всеукраїнська науково-технічна конференція «Сучасні проблеми автоматики та електротехніки» СПАЕ-2024

[5] N. Idir, Y. Weens, M. Moreau, and J. J. Franchaud, “High-frequency behavior models of AC motors,” IEEE Trans. Magn., vol. 45, no. 1, pp. 133–138, Jan. 2009.

[6] M. S. Toulabi, L. Wang, L. Bieber, S. Filizadeh, and J. Jatskevich, “A Universal HighFrequency Induction Machine Model and Characterization Method for Arbitrary Stator Winding Connections,” IEEE Transactions on Energy Conversion, pp. 1–12, 2019.

[7] Ушкаренко А.О., Воскобоенко В.И., До Ань Туан. MATLAB-модель газодизель-генераторного агрегата для моделирования обменных колебаний мощности в автономных электроэнергетических системах // Вестник Херсонского национального технического университета. 2007. № 4 (27). – С. 453–456

[8] Katarzyna Markowska, Dmytro Zhuk, Oleksandr Zhuk, Maksym Kozlov, Serhii Stepenko, Viktor Voskoboenko, Kinga Stecuła, Oleksandr Miroshnyk, Taras Shchur, Analysis and improvement of power quality in the onboard electrical power systems within a self-propelled floating crane, International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Volume 161, 2024, 110179, ISSN 0142-0615, https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2024.110179.

RESEARCH ON THE IMPACT OF FREQUENCY-REGULATED ELECTRIC DRIVES IN PROPULSION SYSTEMS ON POWER QUALITY AND ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY IN SHIP ELECTRICAL POWER SYSTEMS

Zhuk D.O., Zhuk O.K., Kozlov M.O.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The paper examines frequency-controlled electric drives and their impact on power quality and electromagnetic compatibility in ship power systems. The main paths of common-mode current flow in the system are presented. An enhanced MATLAB model, considering both inherent and parasitic parameters of the system, is proposed and developed for investigating the asymmetric current components. The accuracy of the proposed model is confirmed by comparing the model experiment results with experimental data.

Keywords: power quality, electromagnetic compatibility, frequency-controlled electric drives, common mode current, inherent and parasitic parameters, MATLAB model.

УДК 681.5

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ У ХВИЛЬОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Білюк І.С.
кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
ivanbilyuk@gmail.com
Савченко О.В.
викладач кафедри автоматики
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
savchenko1984@gmail.com
Баришник Ю.М.
аспірант кафедри автоматики
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
Гриненко В.Р.
магістр кафедри автоматики
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянуто конструкцію експериментальної моделі електромеханічного перетворювача енергії хвильової електростанції. Проведено експериментальне дослідження лінійного генератора хвильової електростанції. Отримано експериментальні характеристики процесів перетворення енергії у лінійному генераторі хвильової електростанції.

Ключові слова: хвильова електростанція, лінійний генератор, електромеханічний перетворювач енергії, експериментальна модель.

Одним з найбільш розповсюдженим пристроїв для отримання електричної енергії з енергії хвиль є хвильові електростанції (ХвЕС). Хвильові електростанції – перспективне

джерело екологічно чистої енергії, розробці яких приділяється велика увага Створення ХвЕС визначається вибором оптимальної конструкції станції відповідно до умов акваторії використання [1].

Метою цієї роботи є експериментальне дослідження процесів керованого перетворення енергії в ХвЕС.

В роботі [2] запропоновано конструкцію ХвЕС у вигляді буя з вбудованим лінійним генератором (рисунок 1).

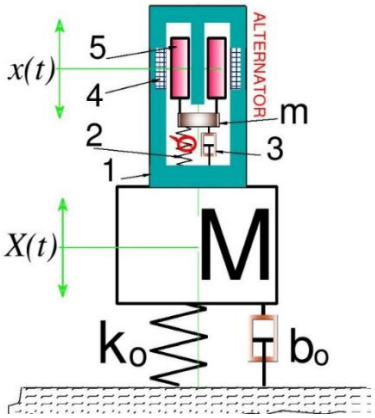


Рисунок 1 – Конструкція ХвЕС у вигляді буя з вбудованим лінійним генератором: 1 – корпус; 2 – пружина; 3 – демпферний елемент; 4 – котушка; 5 – магніт

На рисунку 2 представлено схему розрахунку ЕРС лінійного електрогенератора експериментальної моделі ХвЕС. У початковому положенні z= 0 обмотка статора знаходиться напроти магнітного полюса магніту ротора. Котушка статора представляє собою обмотку, розбиту на 12 секцій. Потокозчеплення котушки з магнітним полем максимальне.

Варіанти схем підключення обмоток статора наведено на рисунку 3, де на рисунку 3, а показано схему однофазного підключення, а на рисунку 3,б трифазну схему.

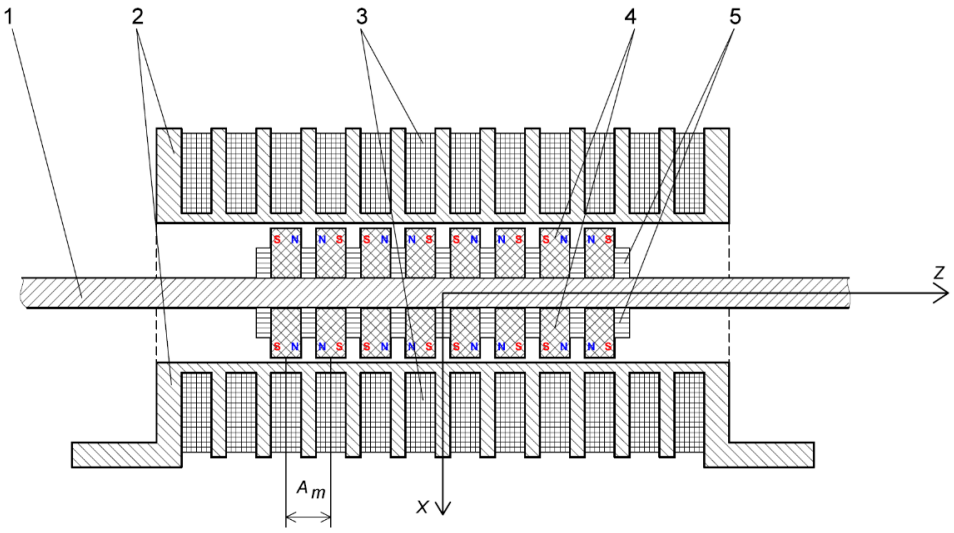


Рисунок 2 – Схема розрахунку ЕРС лінійного електрогенератора ХвЕС: 1 – немагнітна направляюча ротора; 2 – каркас котушки статора; 3 – котушки статора; 4 – постійні магніти ротора; 5 – шайби магнітів ротора

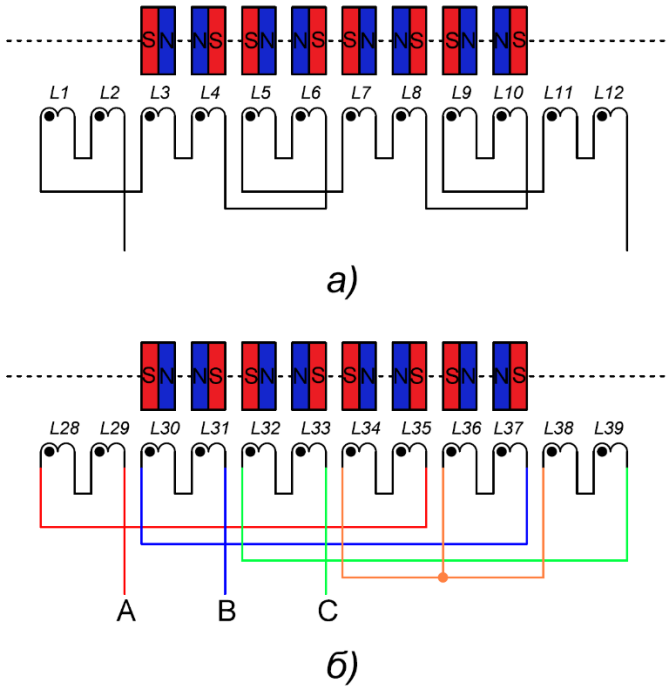


Рисунок 3 – Схема підключення обмоток статора лінійного електрогенератора експериментальної моделі ХвЕС

Відповідно до закону електромагнітної індукції Фарадея при зміні потокозчеплення Ψ магнітного поля та котушки в часі *t* у котушці виникає електрорушійна сила (ЕРС) *E*(*t*):

$$E(t) = \frac{d\Psi}{dt}$$

Це співвідношення може бути перетворено на вигляд:

$$E(t) = \frac{d\Psi}{dz}\frac{dz}{dt}$$

де *z* – координата вздовж осі лінійного електрогенератора; $\frac{dz}{dt}$ – швидкість руху направляючої ротора електрогенератора (рисунок. 2) [3].

Нехай потокозчеплення котушки змінюється за гармонійним законом:

$$\Psi = \Psi_0 \cos\left(\frac{\pi\, z}{A_m}\right)$$

де A_m – відстань між сусідніми магнітними полюсами магнітів (у початковому положенні z = 0 магнітний полюс знаходиться напроти секції обмотки статора, що забезпечує потокозчеплення з котушкою, довжина направляючої досить велика, щоб не враховувати ефекти країв. Таким чином, коли направляюча перебуває у точці z = 0 потокозчеплення дорівнює Y_0, при зміщенні направляючої на z = A_m потокосцепление стає рівним $-Y_0$, оскільки полярність сусіднього магніту протилежна [4, 5]. Тоді:

$$E(t) = \frac{\Psi_0 \pi}{A_m} \sin\left(\frac{\pi\, z}{A_m}\right)\frac{dz}{dt}$$

Якщо рух ротора відбувається за гармонійним законом з амплітудою z_0 щодо центрального положення z = 0 і частотою *F* (тобто направляюча здійснює хід у діапазоні [-z_0, z_0]):

$$z(t) = z_0 \sin(2\,\pi\, F\, t)$$

то швидкість ротора $\frac{dz}{dt}$:

$$\frac{dz}{dt} = 2\,\pi\,z_0\sin(2\,\pi\,F\,t)$$

Тоді для ЕРС, як функції часу:

$$E(t) = \frac{\Psi_0\pi}{A_m}\sin\left(\frac{\pi\,z_0\sin(2\,\pi\,F\,t)}{A_m}\right)2\,\pi\,z_0\sin(2\,\pi\,F\,t)$$

$$E(t) = \frac{2\pi^2\Psi_0 z_0 F}{A_m}cos(2\,\pi\,F\,t)\sin\left(\frac{\pi\,z_0\sin(2\,\pi\,F\,t)}{A_m}\right)$$

Експериментально отримані залежності ЕРС від часу представлено на рисунку 4.

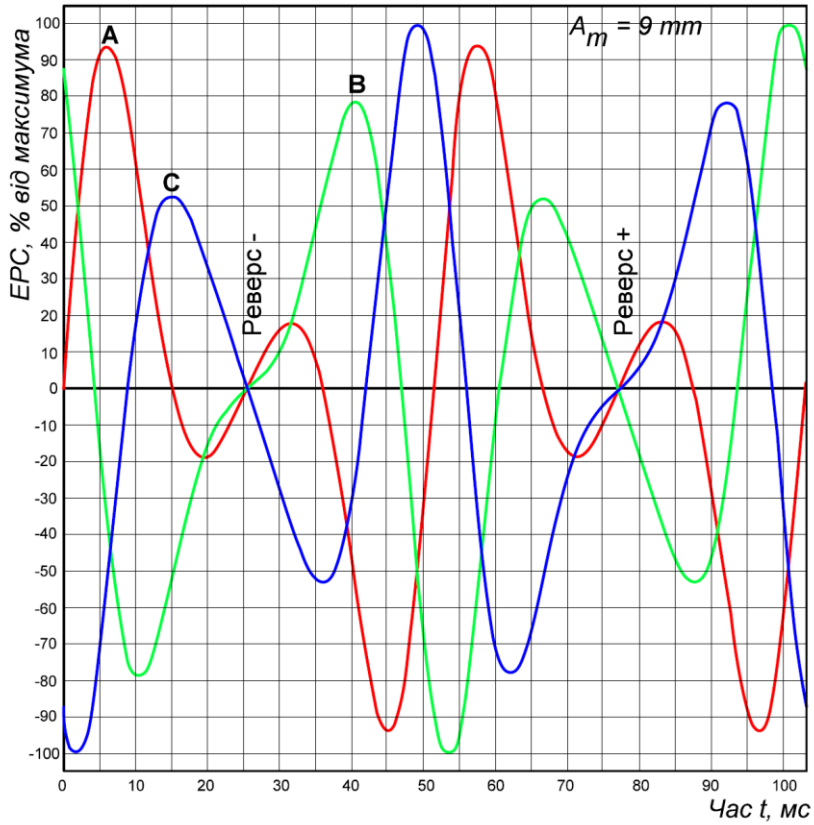


Рисунок 4 – Експериментальні залежності ЕРС від часу лінійного генератора ХвЕС

Отримані характеристики збігаються з теоретичними розрахунками.

Висновки. Розроблено та сконструювано експериментальну модель лінійного електрогенератора ХвЕС. Проведено експериментальні дослідження процесів керованого перетворення енергії в ХвЕС. Отримані результати підтвердили адекватність теоретичних розрахунків.

Література

1. Joao Cruz Ocean Wave Energy: Current Status and Future Prespectives. – Springer, 2008. – 431 pages.

2. Nerubenko, G., Blintsov, V., Mozgovyy, A., Biliuk, I., The Novel Wave Energy Harvesting Buoy. Proc. of the 5th International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy

Technologies (PGSRET), 26–27 August, Turkey. 6 pages.4. Mizuno, T. An examination for increasing the motor constant of a cylindrical moving magnet-type linear actuator / T. Mizuno, M. Kawai, F. Tsuchiya, M. Kosugi, H. Yamada // IEEE Transactions on Magnetics. – 2005. – № 41. – P. 3976.

3. Pirisi, A. Novel modeling design of three phase tubular permanent magnet linear generator for marine applications, in Power Engineering, Energy and Electrical Drives / A. Pirisi, G. Gruosso, R. E. Zich // International Conference "POWERENG 2009». – 2009. – P. 78.

4. Ribeiro, J. Development of a Low Speed Linear Generator for use in a Wave Energy Converter / J. Ribeiro, I. Martins // International Conference on Renewable Energies and Power Quality Granada. – 2010.

5. Yanliang, X. Development of Tubular Linear Permanent Magnet Synchronous Motor Used in Oil-well Field / X. Yanliang, L. Xiquan // Telkomnika. – Vol. 9. – № 3. – 2011. – P. 515.

EXPERIMENTAL STUDY OF ENERGY CONVERSION PROCESSES IN A WAVE POWER PLANT

I.S. Biliuk, O.V. Savchenko, Yu. M. Baryshnyk, V. R. Grynenko

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The construction of an experimental model of an electromechanical energy converter of a wave power plant is considered. An experimental study of the linear generator of the wave power plant was carried out. Experimental characteristics of energy conversion processes in a linear generator of a wave power plant were obtained.

Keywords: wave power plant, linear generator, electromechanical energy converter, experimental model.

УДК 621.865.8

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ КРАН-БАЛКИ

Васильєв О.Г.

кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики,

grigorich041949@gmail.com

Смірнова І.М.

Старший викладач, Херсонська філія

irsmirnova0702@gmail.com

Довгань Н.О.

Магістр

dovgannazar6@gmail.com

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

Аннотація. Робота направлена на виявлення параметрів налагодження системи керування електропривода механізму переміщення кран-балки для отримання найкращих технічних характеристик транспортуючого засобу. В роботі розглянуті характеристики кран-балки; складена функціональна схема системи керування електропривода, наведений математичний опис об'єкта керування, по отриманій структурній схемі проведений аналіз динамічних властивостей розрахункової системи керування.

Ключові слова: автоматизація, аналіз динаміки, кран-балка, математична модель, система керування, тиристорний електропривод, транспортуючі машини.

Вступ. Переважна більшість вантажопідйомних машин, виготовлених вітчизняною промисловістю, має електричний привод основних робочих механізмів і тому ефективність дії цих машин у значній мірі залежить від якісних показників використовуваного кранового електрообладнання. Електропривод більшості вантажопідйомних машин характеризується повторно-короткочасним режимом роботи при великій частоті включень, широкому діапазоні регулювання швидкості і постійно виникаючих значних перевантаженнях при розгоні і гальмуванні механізмів.

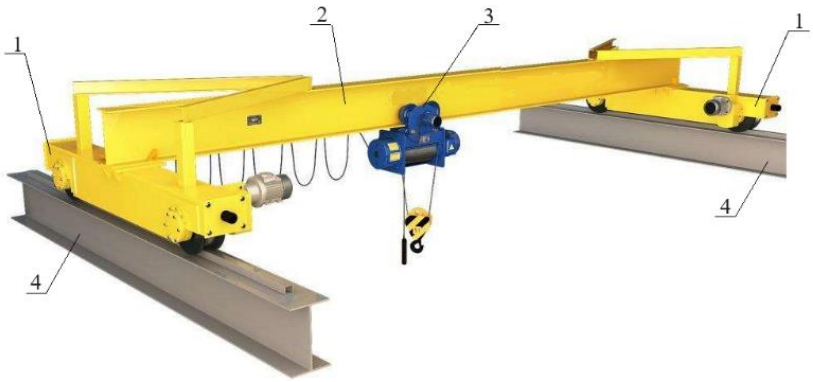
Надзвичайно широкий діапазон зміни навантажень практично кожного з кранових електроприводів є одним з головних факторів, що вимагають особливого підходу до вибору розрахункових параметрів приводних електродвигунів, апаратури керування і захисту.

Використання тиристорних та транзисторних перетворювачів для регулювання швидкості електроприводів дозволяє суттєво покращити їх динамічні характеристики і енергетичні показники, підвищує надійність приводу та його експлуатаційні якості [3].

Метою даної роботи є модернізація системи керування електропривода механізму переміщення кран-балки шляхом заміни існуючої релейно-контакторної системи керування з реостатним методом регулювання на систему частотного керування, що передбачає безконтактне плавне регулювання швидкості в широкому діапазоні при високому рівні енергозбереження.

Основна частина. В якості об'єкту дослідження розглядається кран-балка електрична опорна вантажопідйомністю 10 тонн [2].

Кран-балка являє собою конструкцію, що складається з наступних складових частин: моста, механізму пересування крана, електричної талі, електрообладнання (рисунок 1).



1 – кінцеві балки; 2 – пролітна балка; 3 – піднімальний механізм (таль); 4 – рейки

Рисунок 1 – Загальний вид опорної кран-балки

Механізм переміщення кран-балки виконаний з роздільним або спільним приводом залежно від прольоту крана, складається з двох приводних і двох холостих коліс, які за допомогою букс кріпляться до кінцевих балок моста. При довжині прольоту більше 16 м використовується роздільний привод. Двошвидкісний електродвигун у фланцевому виконанні з вбудованим гальмом кріпиться на фланці навісного редуктора. Механізм переміщенн кран-балки з роздільним приводом відрізняється тим, що на кожному приводному ходовому колесі встановлений свій редуктор з електродвигуном. Загальний вид опорної кран-балки вантажопідйомністю 10 тонн із зазначенням основних складових частин наведений на рисунку 1.

Електрообладнання розглянутої кран-балки складається з електродвигунів, пускорегулювальної та захисної апаратури, кінцевих вимикачів, гнучкого струмопроводу, струмознімачів, освітлювальної та сигнальної апаратури. кабелів і проводів.

Основні параметри кран-балки: вантажопідйомність Q = 10т; маса крана G = 6,9 т; проліт L = 16,5м. Режим роботи механізмів середній (клас М5 по ISO 4301/ 1–86), тривалість включення ПВ = 15 %. Вибираємо двохребордне колесо конічного виконання навантаженням на рейку 70 кН, діаметром D = 400 мм, шийка вала d = 80мм, рейка Р-24. Швидкість пересування кран-балки v = 0,17 м/с.= 10 м/хв. Розрахована потужність двигуна, $P_{ДВ}$, кВт [3],

$$P_{ДВ} = \frac{W_{ОБ} \cdot v}{10^3 \cdot \eta \cdot \phi_{П.СР}}; \quad P_{ДВ} = \frac{19130 \cdot 0{,}17}{10^3 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}1} = 3{,}5 \text{ кВт}.$$

де $W_{ОБ}$ – загальний опір пересувного крана, $W_{ОБ}$ = 19130 Н;

v – швидкість пересування кран-балки, м/с;

– середня кратність пускового моменту двигуна: $\phi_{П.СР}$ = 1,1;

– загальний ККД η = 0,85.

Потужність одного двигуна $P = 0{,}5 \cdot P_{ДВ}$; Р = кВт.

Вибираємо з каталогу [1] електродвигун АИР90L4У2 потужністю 2,2 кВт.

Для керування електродвигунами переміщення кран-балки вибраний тиристорний перетворювач типу ЭКТ2Д, призначений для керування електродвигунами перемінного струму типу 4А, АИР та ін. Перетворювачі ЭКТ2Д застосовуються для зміни та регулювання швидкості обертання низьковольтних двигунів змінного струму із навантаженням постійного, або вентиляторного типу, для процесів з високою динамікою та підвищеними вимогами до стартового моменту та перевантаження.

Для первинних розрахунків елементів структурної системи керуванняприймаємо, що величина постійної часу регулятора швидкості $T_{РШ}$ дорівнює величині постійної часу двигуна $T_Д$, а регулятора струму $T_{РС}$ – постійній часу частотного перетворювача $T_{ЧП}$. Коефіцієнти підсилення регуляторів приймаємо $K_{РШ}$ = 10, $K_{РС}$ = 10. На базі розрахунку параметрів структурної схеми [4] системи керування, за допомогою пакета програми MATLAB, було виконано побудову моделі автоматизованого електропривода механізму переміщення кран-балки (рисунок 2).

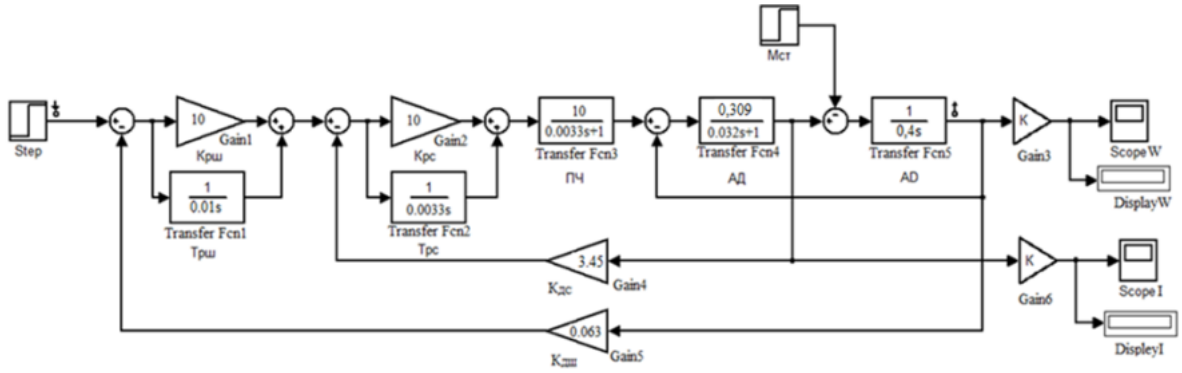


Рисунок 2 – Розрахункова динамічна модель системи керування

На основі структурної схеми електропривода (рисунок 2) та її параметрів за допомогою програмного забезпечення “MATLAB” здійснюємо побудову перехідної характеристики системи частотно-струмового керування асинхронним двигуном (рисунок 3).

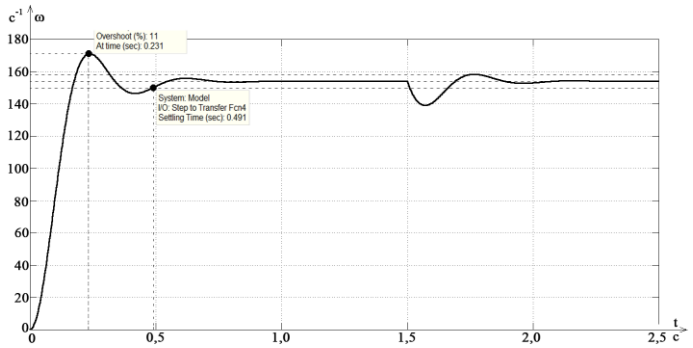


Рисунок 3 – Перехідний процес по швидкості в режимі переміщення

Висновки. Запропонована заміна існуючої системи керування на електропривод з частотно-струмовим керуванням покращила динамічні характеристики системи керування електропривода кран-балки.

Література

1. AIP Україна електродвигун 4 квт 1500 об/мін – AIP100L4 / електронний ресурс:. режим доступу: https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrodvigatelei_air/air-100l4-4-kvt-1500-ob-min/

2. Кран-балка г/п 10 т. Руководство по эксплуатации. ООО «Проммашсервис».

3. Підйомно транспортні машини: Розрахунок підіймальних і транспортувальних машин: Підручник / В.С.Бондарєв, О.І. Дубінець, М.П. Колісник та ін. – К.: Вища шк., 2009.-734с.

4. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник / К.О. Сорока. – Харків, ХНАМГ, 2006, 187 с

5. Электропривод ЭКТ2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ИАВК.655427.001 ТО

AUTOMATED ELECTRIC DRIVE OF THE CRANE BEAM MOVEMENT MECHANISM

Vasiliev O.G.

candidate of technical sciences, associate professor of the automation department, Grigorich041949@gmail.com

Smirnova I.M.

Senior teacher, Kherson branch irsmirnova0702@gmail.com

Dovgan N.O.

Master's degree dovgannazar6@gmail.com

National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov Ukraine, Mykolaiv

Abstract. The work is aimed at identifying the tuning parameters of the electric drive control system of the crane-beam moving mechanism to obtain the best technical characteristics of the vehicle. The characteristics of the crane beam are considered in the work; a functional scheme of the electric drive control system is drawn up, a mathematical description of the control object is given, an analysis of the dynamic properties of the calculated control system is carried out based on the obtained structural scheme.

Key words: automation, dynamic analysis, beam crane, mathematical model, control system, thyristor electric drive, transporting machines.

УДК 621.3

ЗАСТОСУВАННЯ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ПРИ ВІДКЛЮЧЕННІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Войтасик А. М.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри електричної інженерії суднових
та роботизованих комплексів
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
andrii.voitasyk@nuos.edu.ua

Анотація. Виконано огляд та аналіз улаштування існуючих систем з автономними джерелами живлення, які можуть бути облаштовані та задіяні власниками приватних будинків або ж квартир у багатоповерхових будинках при систематичних почергових відключеннях централізованого електропостачання. Наведені особливості використання описаних технічних рішень та поточні вартості основних виконавчих елементів електрообладнання.

Ключові слова: енергетика; резервне живлення; акумулятор

Вступна частина. Під час усунення проблем на лініях централізованого електропостачання [1], будь то плановий чи аварійний ремонт мереж, або ж дефіцит електроенергії, вже третій рік поспіль в Україні застосовують почергові відключення споживачів з метою стабілізації та збереження поточного робочого стану енергосистеми. Основний період застосування таких відключень електроенергії [2] особливо відчувається у період високих температур – влітку та низьких температур – взимку. Існує достатньо технічних рішень [3], які можуть бути застосовані при вирішенні подібних задач, проте, їх варто розглядати та впроваджувати відповідно до індивідуальних фінансових можливостей власника приміщення та його пріоритетних енергетичних потреб.

Метою роботи є огляд та аналіз улаштування існуючих систем з автономними джерелами живлення, які можуть бути облаштовані та задіяні власниками приватних будинків або ж квартир у багатоповерхових будинках при систематичних почергових відключеннях централізованого електропостачання.

Основна частина. Основне розгалуження в застосуванні можливих технічних рішень енергозабезпечення Вашого приміщення є напрямок застосування, або це житлове приміщення, або ж, наприклад, комерційне приміщення з виготовлення (збирання, сортування, реалізації і т.п.) продукції. У першому випадку мова йде про енергетичні обмеження сформовані на вході до житлового приміщення. Якщо це квартира в багатоповерховому будинку, то на її живлення має бути обмеження у вигляді однофазного ввідного автомату встановленого до лічильника електроенергії (5,5 кВт), якщо ж це приватний будинок на ввідний автомат може приходити як однофазне (≤10 кВт) так і трифазне живлення (≤15 кВт). У другому випадку максимальне навантаження комерційного приміщення лімітується відповідно до задач його застосування зазначених в технічній документації на підключення.

Покриття енергетичних потреб власника приватного будинку з легкістю вирішуються застосуванням генераторного агрегату вартістю від 300 до 4300 $. Від кількості пріоритетних споживачів електроенергії в приватному будинку залежить потужність генератора, який має її забезпечувати у період відсутності електричного живлення від централізованої електромережі. В такому випадку, генератор може бути встановлений на відкритій місцевості для безпечного виходу вихлопних газів та подалі від житлового приміщення, щоб не створювати дискомфорт від виникнення шуму в результаті його роботи. Проте, варто розуміти, що від кількості робочого часу генератора на добу залежатиме кількість рідкого / газового палива, якого він потребує, а це у свою чергу може суттєво вплинути Ваші фінансові витрати.

Найбільш вигідним як для приватного будинку так і для квартири в багатоповерховому будинку є застосування гідридного сонячного інвертора вартістю від 800 $ до 2800 $ підключеного до літій-іонної акумуляторної батареї потужністю 5 / 10 / 15 кВт/год (вартість батареї залежить від ємності, наприклад, 2600 $ за акумулятор напругою 48 В та ємністю 100 А·год). Така батарея, у більшості випадків, реалізується у вигляді прямокутного ящику з можливістю настінного кріплення. Складається вона з довготривалих батарей PO4 (12 / 24 / 48 В і т.п.) і функціональної BMS. Сонячна система може накопичувати та віддавати електроенергію відповідно до вимог контролера інвертора. В такому разі, контролер може працювати не лише з акумуляторною батареєю, а й з централізованою мережею коли вона ще заживлена та в залежності від потреб енергоспоживачів комбінувати їх живлення з мережі та з акумулятора. Проте, варто враховувати, що важливим критерієм довготривалої роботи таких

систем є можливість генерації електричного живлення за допомогою сонячних панелей, що і робить їх повністю автономними, але ж у випадку використання в багатоповерховому будинку лише в одиничних випадках можна знайти місце для їх встановлення, або взагалі отримати дозвіл на подібні дії. Без генерування сонячної енергії інвертор буде постійно працювати на розряджання акумуляторної батареї, а їх відновлення заряду розпочнеться лише коли в централізованій електромережі відновиться енергія. Тому, варто звертати увагу на ємність акумуляторної батареї (100 / 200 / 300 А·год і т.п.) відповідно до Ваших потреб споживання електричної енергії. Чим вона більше, тим довше будуть забезпечені електрикою пріоритетні споживачі, але у свій час і тим довше триватиме подальше заряджання такого акумулятора. Враховуючи, що акумулятор збирають з літієвих джерел живлення струми при заряджанні можуть становити до 0,5 ємності батареї. Так, наприклад, при ємності 200 А·год струм максимального заряджання (розряджання) акумулятора становитиме 100 А.

Якщо ж перед власником приміщення в житловому багатоквартирному будинку не стоять задачі забезпечувати всією потужністю у 5,5 кВт енергії всі наявні побутові споживачі, то більш вдалим та економним буде рішення з застосуванням одного потужного інверторного безперебійного джерела живлення (3 кВт вартістю 375 $), або ж декількох інверторних малопотужних (<0,6 кВт вартістю 100 $). Якщо безперебійне джерело живлення одне потужне, то воно під ’єднується через електричний щиток, щоб живити далі всі необхідні побутові споживачі. Якщо ж декілька малопотужних безперебійних джерел живлення, то вони можуть бути встановлені неподалік від самих споживачів, або ж окремо на кожну кімнату в приміщенні зі споживачами. При цьому непотрібно зайвих переоблаштувань або дооблаштувань електричного щитка, достатньо просто під’єднати пристрій до побутової розетки 220 В, 50 Гц. Акумуляторна батарея може бути облаштована в самому пристрої, або ж під’єднуватися зовні. Подібні пристрої працюють як з літій-іонними акумуляторами напругою 12 В, 24 В, 48 В, так і з більш дешевими варіантами акумуляторів типу AGM (270$ за один акумулятор напругою 12 В та ємністю 100 А·год), GEL (350$ за один акумулятор напругою 12 В та ємністю 100 А·год), що є необслуговуваними та не шкідливими при заряджанні / розряджанні для організму людини. Напруга та ємність акумуляторної батареї можна може змінюватися в залежності від способу з’єднання акумуляторних елементів між собою: при паралельному з’єднанні збільшується ємність, при послідовному з’єднанні збільшується напруга. Всі процеси роботи пристрою забезпечуються автоматично, тобто перехід на резервне живлення, відновлення роботи від мережі, відновлення заряду акумуляторної батареї після розряджання і т.п.

Висновки:

1. Виконано огляд та аналіз улаштування існуючих систем з автономними джерелами живлення, які можуть бути облаштовані та задіяні власниками приватних будинків або ж квартир у багатоповерхових будинках при систематичних почергових відключеннях централізованого електропостачання.

2. Наведені особливості використання описаних технічних рішень та поточні вартості основних виконавчих елементів електрообладнання.

Література

[1] Василега, П.О. Електропостачання: навчальний посібник. – Суми: СДУ, 2019. – 521 с.

[2] Хоменко І.В., Плахтій О.А., Нерубацький В.П., Стасюк І.В. Електроенергетика України. Структура, керування, інновації: монографія. – Харків: НТУ «ХПІ», ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 132 с.

[3] Олійник М.Й., Лисяк В.Г., Середа М.С. Енергоощадність та альтернативні джерела енергії. – Львів: Львівська політехніка, 2020. – 184 с.

Use of autonomous power supplies when the centralized electrical supply is disconnected

Voitasyk Andrii Mykolayovych
Department of Electrical Engineering of Ship and Robotic Complexes
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. An overview and analysis of the arrangement of existing systems with autonomous power sources, which can be arranged and used by the owners of private houses or apartments in high-rise buildings, in the case of systematic alternate shutdowns of the centralized power supply, was performed. Features of the use of the described technical solutions and current costs of the main executive elements of electrical equipment are given.

Key words: energy; backup power supply; battery.

УДК 621.313.333

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА З ЕКРАНОВАНИМИ ПОЛЮСАМИ СТАТОРА

Ставинський Р.А.
кандидат технічних наук, доцент кафедри суднових електроенергетичних систем,
Авдєєва О.А.
кандидат технічних наук, доцент кафедри суднових електроенергетичних систем
Савченко О.В.
викладач кафедри автоматики,
Ставинський О.Р.
студент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
rostyslav.stavynskyi@nuos.edu.ua

Анотація. Запропоновано структурно-геометричні перетворення елементів активної частини чотириполюсного асинхронного двигуна з зосередженою обмоткою однофазного живлення і короткозамкненими витками статора, що забезпечують підвищення компактності та зниження маси і втрат.

Ключові слова: асинхронний двигун, екрановані полюса, масогабаритні показники, втрати в сталі.

На протязі розвитку теорії і практики електромеханіки накопичено достатній досвід розробки мікромашин однофазного живлення явнополюсного виконання, які відрізняються суттєво зниженими трудоємкістю виробництва і вартістю. Відомі різновиди конструкцій короткозамкнених двигунів з зосередженими котушками основних статорних обмоток та допоміжними короткозамкненими обмотками, які уявляють окремі витки, що охоплюють частини полюсів. Вказані асинхронні двигуни з екранованими полюсами (АДЕП) у більшості виробляються в чотириполюсному виконанні і в суднобудуванні застосовуються в каютних настільних та настільно-переборочних електровентиляторах і інших допоміжних механізмах.

Відповідно до концепції удосконалення технічних об’єктів на основі симетрирування елементів їх будови [1, 2] АДЕП традиційно виконуються з симетричними статорними полюсними структурами (рис. 1). Основні різновиди АДЕП [3] відрізняються статорними суцільними магнітопроводами з вмотаними котушками і магнітними шунтами (рис. 1, а) та стиковими магнітопроводами з міжполюсними шунтуючими перемичками і накладеними на полюси котушками (рис. 1, б). Перевагою останніх є окреме виготовлення і просочення обмоткових котушок та суцільність полюсно-шунтової системи, що підвищує якість ізоляції та надійність.

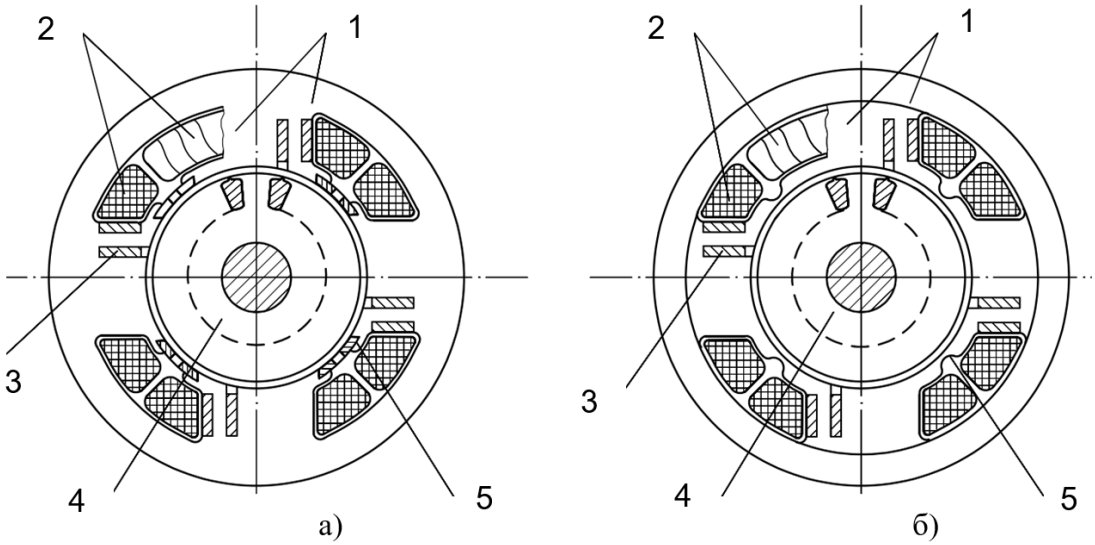


Рис. 1. Схеми варіантів електромагнітної системи двигуна з екранованими полюсами статора і суцільним (а) та стиковим (б) магнітопроводами:
1 – магнітопровід статора; 2 – котушка обмотки збудження; 3 – короткозамкнений виток; 4 – короткозамкнений ротор; 5 – магнітний шунт.

Зосереджена обмотка збудження АДЕП утворює розподіл магніторушійної сили статора, що наближається до прямокутного (крива 1 на рис. 2). Шунтуючи перемички покращують, тобто згладжують розподіл магнітної індукції зазору (крива 2, рис. 2) відносно кривої 1 що, як відомо, поліпшує показники АДЕП.

Вказана вище концепція симетрії є цілком вірною для електромашин з круговим обертовим магнітним полем, відповідно до якої подовжні осі полюсів проходять крізь вісь обертання ротора. Однак вона уявляється цілком невиправданою для машин з пульсуючим полем збудження, зокрема АДЕП.

Як відомо, АДЕП відрізняються від машин з круговим обертовим полем погіршеними масогабаритними, енергетичними і пусковими характеристиками. Осьова симетричність полюсів (рис. 1, а, б) підвищує матеріалоємкість і знижує надійність АДЕП збільшенням середньої довжини та деформаційним навантаженням ізоляції витків при вигіні лобових частин котушок. Габаритні розміри, матеріалоємкість і втрати варіантів (рис. 1, а, б) підвищуються неповним заповненням активними боками котушок порожнин обмоткових вікон.

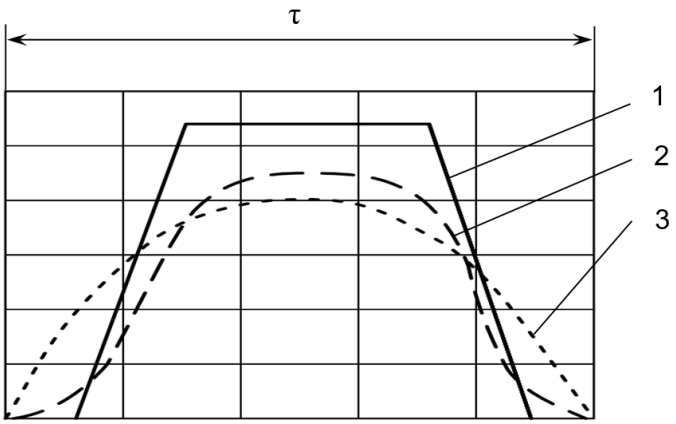


Рис. 2. Схематичні розподіли магніторушійної сили 1 та індукції магнітного поля збудження 2, 3 варіантів асинхронного двигуна з екранованими полюсами

Удосконалення чотириполюсного АДЕП з стиковим магнітопроводом можливо конструктивним структурно-геометричним перетворенням магнітопроводу статора (рис. 3) [4]. Вказані перетворення уявляють установлення полюсно-шунтової системи з зовнішніми круговими стиковими поверхнями в виїмках внутрішнього контуру ярма при зсуві осей полюсів відносно подовжніх осей ротора і ярма. Подібна асиметрія забезпечує формування прямокутних обмоткових вікон і квадратних конфігурацій внутрішнього та зовнішнього контурів ярма.

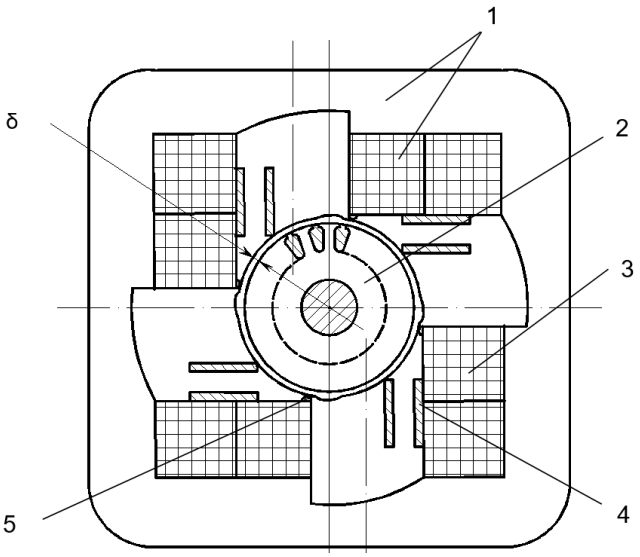


Рис. 3. Схема активної частини асинхронного двигуна з екранованими полюсами асиметричного положення: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – обмоткова котушка; 4 – короткозамкнений виток; 5 – магнітний шунт

Утворюється повне заповнення міжполюсних вікон боками обмоткових котушок прямокутного перерізу з витками, що мають площинну конфігурацію витків без вигіну лобових частин. Підвищується компактність АДЕП і знижуються відходи сталі виробництва магнітопроводів.

З одного боку кожного полюса перерізи його ділянок плавно зменшуються до з'єднувальних перемичок, що змінює магнітне насичення. З іншого боку полюсів (рис. 3) ділянки робочого зазору між ротором і активною поверхнею статора в зонах ортогональних осей ярма збільшуються до положень вказаних перемичок. Вказані структурні особливості покращують, тобто наближають до синусоїдального, розподіл індукції робочого зазору в межах полюсного поділу τ (крива 3 на рис. 2).

Висновок. Застосування осьової асиметрії елементів магнітного кола і розташування обмоткових котушок АДЕП при квадратній формі зовнішнього контуру магнітопроводу і перерізів обмоткових котушок та прямокутних обмоткових вікнах забезпечують зниження маси і втрат в сталі магнітопроводу на 10…15 % та 4…6 %. Підвищується компактність і надається можливість підвищення пускового моменту.

Література

[1]. Шубников А.В., Копцик В.А. Симметрия в науке и технике. М.: Наука, 1972. – 340 с.

[2]. Конохов Н.Н. Структурный анализ и принцип симметрии при совершенствовании конструкции электрических машин. Електротехніка і електромеханіка, 2007, № 3, С. 36 – 38.

[3]. Штёлтинг Г., Байссе А. Электрические микромашины: Пер. с нем.: – М.: Энергоатомиздат, 1991 – 220 с.

[4]. Ставинський Р.А., Авдєєва О.А., Савченко О.В., Ставинський О.Р. Електродвигун змінного струму із зосередженою обмоткою статора. Рішення про державну реєстрацію корисної моделі від 25.07.2024 р. Реєстраційний номер заявки u202304977.

TECHNICAL SOLUTIONS FOR IMPROVING THE ELECTRIC MOTOR WITH SHIELDED STATOR POLES

Stavynskyi Rostislav, Avdeeva Olena, Savchenko Oleh, Stavynskyi Alexander

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Structural and geometric transformations of the elements of the active part of a four-pole asynchronous motor with a concentrated winding of single-phase power supply and short-circuited stator windings are proposed, which ensure increased compactness and reduced mass and losses.

Keywords: asynchronous motor, shielded poles, large-sized indicators, losses in steel.

UDC 621.314.52

IMPROVEMENT OF THE FUNCTIONAL STRUCTURE OF THE SHIP GENERATORS SYNCHRONIZATION AND LOAD SHARING SYSTEM

Ushkarenko O.O.
Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Department of Programmable Electronics, Electrical Engineering and Telecommunications
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
oleksandr.ushkarenko@nuos.edu.ua

Abstract. In the paper the improvement of the structure of the system for connecting the main and additional generators to a common load and sharing active power between them has been developed. Increased accuracy and efficiency are achieved by measuring the generator rotor revolution period using an optical method, followed by data processing in a microcontroller. The considered system can be used to control ship synchronous generators of different power, which are connected to a common load, to ensure proportional distribution of active power between them.

Key words: synchronization, load sharing, synchronous generator, functional structure.

Introduction. There are many known devices for distributing active power between generators, in which the speed and load control system consists of a frequency sensor, an active current sensor, amplifiers, which are connected to the generator through current and voltage measuring transformers [1, p. 30; 2, p. 1714]. If the load is unevenly shared, the voltage at the output of the sensors of overloaded generators will be higher than that of the sensors of underloaded generators. Eventually, the servomotors begin to rotate and change the frequency settings of the diesel engines so that the speed characteristics of the generators begin to move until proportional load sharing is achieved. A disadvantage of the known load sharing devices is the technological error that occurs when installing disks with N-1 regularly spaced grooves for collecting optical information about the revolution period of the diesel engine on its shaft [3, p. 373]. Accuracy can be obtained within 2–3 % of the generator rated power if load sharing control signals are generated directly in the generator.

The purpose of the work is to improve the synchronization and active load sharing system by introducing a sign-controlled technological phase error when installing disks with N-1 regularly spaced slots for collecting optical information about the revolution period of the diesel engines on their shafts, which can be excluded from the control signal by means of a microprocessor unit.

To achieve the aim of the research, a functional structure of a system for connecting the main f_1(Gener) and additional generators f_2(Gener) to the common load $f_n(L_н,R_н)$ and active load sharing between them is being developed, which contains the main f_1(Gener) and additional f_2(Gener) generators, the outputs of which are connected through switches $[\&_3]_1$ and $[\&_3]_2$ to the common load buses $f_n(L_н,R_н)$. The simplified functional structure of this device in the form of an analytical expression is presented in Fig. 1.

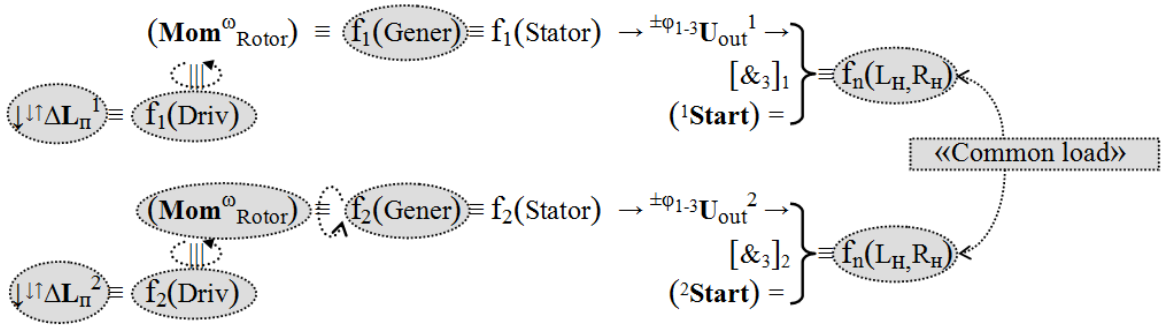


Fig. 1. The simplified functional structure of the prototype

In this case, each of the generators f_1(Gener) and f_2(Gener) is functionally connected by an axis with the drive motors f1(Driv) and f2(Driv) respectively, with individual settings $\downarrow^{\downarrow\uparrow}\Delta L_P^1$ and $\downarrow^{\downarrow\uparrow}\Delta L_P^2$, which change the load of the main f_1(Gener) and additional f_2(Gener) generators. On the rotation axes of the drive engines f_1(Driv) and f_2(Driv) in accordance with the analytical expression presented in Fig. 2, the functional structures of the disks $f_1(\text{Disk}^{\omega})$ and $f_2(\text{Disk}^{\omega})$ with *N* regularly spaced slots are installed for retrieving optical information about the revolution period $(T_t)_1$ and $(T_t)_2$ of the drive engines f_1(Driv) and f_2(Driv). As shown in [4, p. 347], the optical measurement system can be effectively used to measure either primary drive shaft revolution period or rotor angular position with high precision.

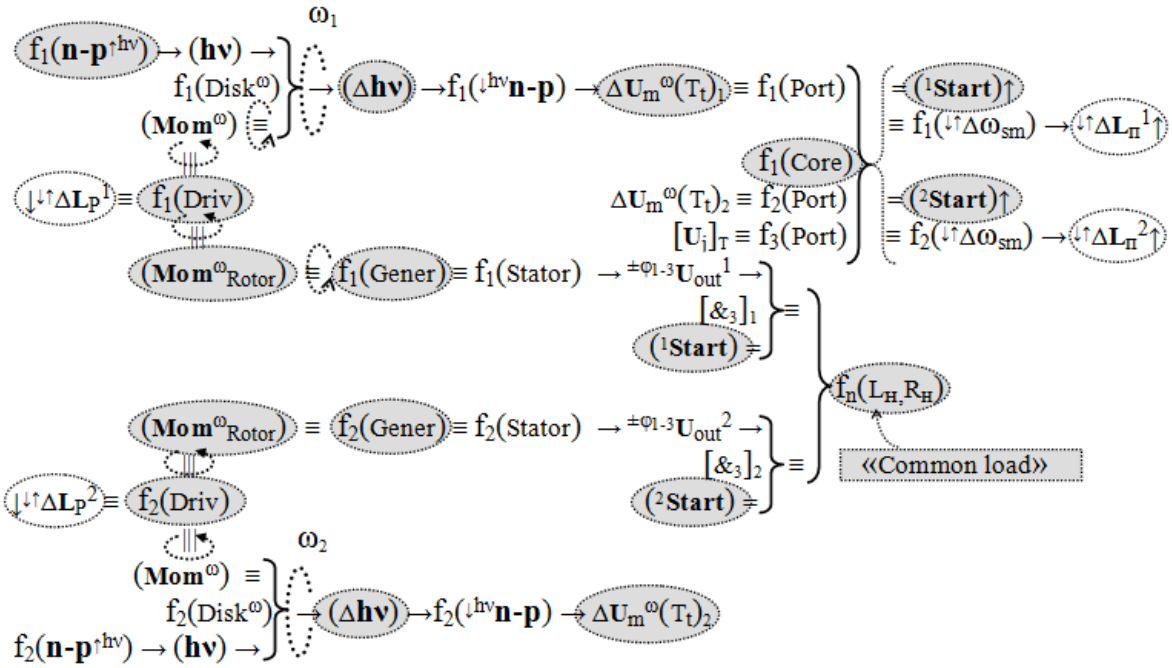


Fig. 2. The structure of the system presented in the analytical form

In this case, the first groove is made *n* times smaller than the other grooves, and the disks $f_1(\text{Disk}^{\omega})$ and $f_1(\text{Disk}^{\omega})$ have optoelectronic sensors $f_1(\text{n-p}^{\uparrow hv})$, $f_1(^{\downarrow hv}\text{n-p})$ и $f_2(\text{n-p}^{\uparrow hv})$, $f_2(^{\downarrow hv}\text{n-p})$ with outputs for activating information arguments $\Delta U_m^{\omega}(T_t)_1$ и $\Delta U_m^{\omega}(T_t)_{12}$, which are connected to inputs f_1(Port) and f_2(Port) of the microprocessor unit f_1(Core). In this case, the outputs (^{1}Start)↑ and (^{2}Start)↑ of the microprocessor unit f_1(Core) are connected to the inputs of switches$[\&_3]_1$ and $[\&_3]_2$,

and the outputs $f_1(^{\downarrow\uparrow}\Delta\omega_{sm}) \rightarrow {}^{\downarrow\uparrow}\Delta L_P{}^1\uparrow$ and $f_2(^{\downarrow\uparrow}\Delta\omega_{sm}) \rightarrow {}^{\downarrow\uparrow}\Delta L_P{}^2\uparrow$ are connected to the stepper motor control unit of the drive engines f_1(Driv) and f_2(Driv), which are functionally linked to the corresponding setpoint. With their help, the load of the main f_1(Gener) and additional f_2(Gener) generators is changed.

The functional structure of connecting the main f_1(Gener) and additional generator f_2(Gener) to the common load $f_n(L_н,R_н)$ and active load sharing between them is implemented as follows. In accordance with the mathematical model presented in Fig. 3, at the first stage of connecting the main f_1(Gener) and additional f_2(Gener) generators to the common load $f_n(L_н,R_н)$, a start signal $(\downarrow Start)_1$ is supplied to the memory device f_3(RS), which is output from f_3(RS) in the form of an active argument is supplied to the first inputs of the first and second additional switches ($\&_1$) and ($\&_2$). Starting arguments $\downarrow(^1Start)$ and $\downarrow(^2Start)$ are supplied to the second inputs of these switches from the outputs of the microprocessor unit f_1(Core) to activate switches $[\&_3]_1$ and $[\&_3]_2$ "Common load" $f_n(L_н,R_н)$. Their activation is controlled by the microprocessor unit f_1(Core).

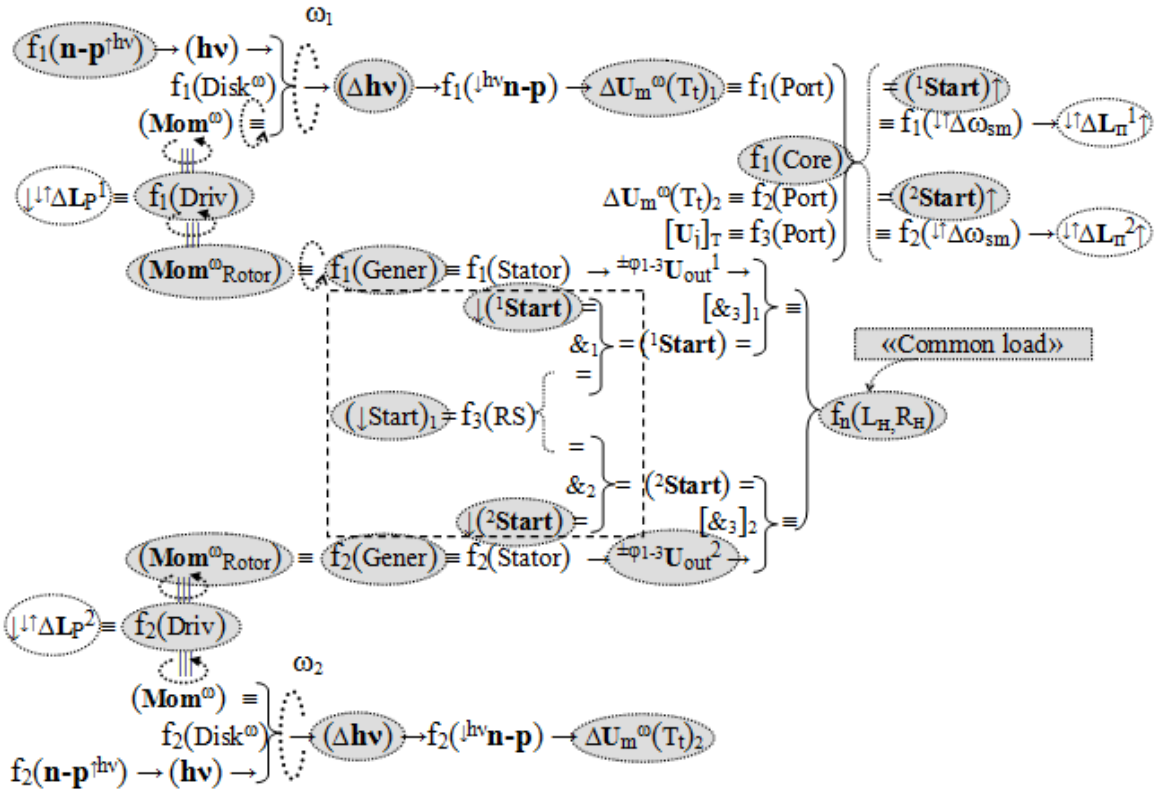


Fig. 3. The improved functional structure of the system

To do this, the primary drives f_1(Driv) and f_2(Driv) are started, the axes of which are functionally connected to the functional structures of the disks $f_1(Disk^ω)$ and $f_2(Disk^ω)$ to activate the information arguments $\Delta U_m{}^ω(T_t)_1$ and $\Delta U_m{}^ω(T_t)_2$, which are supplied to the inputs f_1(Port) and f_2(Port) of the microprocessor unit f_1(Core) for subsequent comparison with the reference information arguments $[U_j]_T$ of the rotor revolution period of the drives f_1(Driv) and f_2(Driv), which are supplied to the input f_3(Port). In this case, the microprocessor unit f_1(Core) activates the outputs $f_1(^{\downarrow\uparrow}\Delta\omega_{sm}) \rightarrow {}^{\downarrow\uparrow}\Delta L_P{}^1\uparrow$ and $f_2(^{\downarrow\uparrow}\Delta\omega_{sm}) \rightarrow {}^{\downarrow\uparrow}\Delta L_P{}^2\uparrow$, which are connected to the control unit with a stepper motor of the primary drives f_1(Driv) and f_2(Driv), signals for correction $(Mom^ω_{Rotor})$. It should be noted that activation of switches $[\&_3]_1$ and $[\&_3]_2$ for connecting energy arguments $^{\pm\varphi 1\text{-}3}U_{out}{}^1$ of generator

f_1(Gener) and $^{\pm\varphi 1\text{-}3}U_{out}{}^2$ of generator f_2(Gener) to “Common load” $f_n(L_н,R_н)$ is performed either simultaneously or sequentially.

Conclusions. The improved method of optical control of the revolutions period of the rotors by means of a laser disk with written information sectors on it has been used. The use of the proposed technical solution, which has been presented in the form of the functional structure, for the generators synchronization system and the active load sharing between them when operating at a common load will eliminate technological errors that lead to uneven active load sharing between generators and increase the efficiency of the system.

References

[1]. Mazurenko L.I. Modification of the master generator method used for frequency and voltage control in isolated power systems with parallel operating AC generators / L.I. Mazurenko, Oleksandr Dzhura, M.O. Shykhnenkom, A.V. Kotsiuruba // Tekhnichna Elektrodynamika, 2023. P. 28–36.

[2]. Vandana Chatse. Automatic Load Sharing of Transformer: A Comprehensive Review / Chatse Vandana // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 2024. Vol. 12. P. 1713–1718.

[3]. Abdullah M. Eial Awwad. Improving the accuracy of the active power load sharing in paralleled generators in the presence of drive motors shaft speed instability / Awwad Abdullah M. Eial, Al-Suod Mahmoud M.S., Al-Quteimat Alaa M., Ushkarenko O.O., Al-Hawamleh Atia // International Journal of Electronics and Telecommunications, 2021. Vol. 67, No. 3. P. 371–377.

[4]. Ushkarenko O.O. Improvement of the optical measurement system of the electrical machines rotor angular position / O.O. Ushkarenko // In Proc. of the XVI International scientific and technical conference “Innovations in shipbuilding and ocean engineering”, Mykolaiv : NUOS, 2023. P. 346–349.

УДК 681.5

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА

Шарейко Д. Ю.
кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна dshareyko.mk@gmail.com
Бойченко А. А.
магістр гр.6371м Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна tinta3515@gmail.com

Анотація. Розглянуто модернізацію електроприводів фрезерних верстатів. Ці верстати широко використовуються в Україні останні роки. Удосконалення здійснюється за допомогою комплектного асинхронного електропривода Lenze з векторною системою керування.

Ключові слова: фрезерний верстат, консольно-фрезерний верстат, електропривод, комплектний електропривод, векторна система керування, показники якості керування, частотний перетворювач, електродвигун.

Фрезерні верстати відносяться до групи найпоширеніших верстатів в Україні після токарних верстатів. Консольно-фрезерні верстати 6Р82, 6Р82Г,6Р82Ш, 6Р83, 6Р83Г,6Р83Ш, 6Р12, 6Р12Б, 6Р13, 6Р13Б конструктивно схожі між собою, широко уніфіковані і є подальшим удосконаленням аналогічних верстатів серії М. На верстатах можна обробляти вертикальну, горизонтальну плоскість, пази, кути, рамки, зубчасті колеса і т. д. Всі апарати управління розміщені на чотирьох панелях, вбудованих в нішах з дверцями, на лицьову сторону яких виведені рукоятки наступних органів управління. Огляд технічних характеристик консольно-фрезерних верстатів 6Р82, 6Р82Г,6Р82Ш, 6Р83, 6Р83Г,6Р83Ш, 6Р12, 6Р12Б, 6Р13, 6Р13Б, їх принципових та функціональних схем дозволяє визначити низку недоліків та намітити шляхи їх усунення. Основним недоліком є те, що вимоги сучасного виробництва дуже суворі до точності, цьому сприяє конкуренція на зовнішньому ринку. Електропривод (ЕП) «Размер 2М-5-21» [2], що е у складі верстата, відноситься до застарілих аналогових комплектних ЕП. Хоча глибина його регулювання 1:10000 і він легко з'єднується з сучасними ЧПК, але дуже складний у регулюванні, наявність транзисторного інвертору сприяє частим зламам виходу з ладу таке інше. Тому враховуючи те, що ринок насичений новими асинхронними ЕП можна застосувати комплектний ЕП Lenze і завдяки цьому модернізувати консольно-фрезерний верстат 6Р82, який дуже часто використовується на вітчизняних підприємствах.

Перетворювач частоти серії 8200 Vector, виробляється у Німеччині в діапазоні потужностей від 0,25 кВт до 90 кВт. Частотний перетворювач цієї серії відрізняється підвищеною перевантажувальною здатністю 180 % протягом 60 секунд (звичайно пропонується 150 % за одну хвилину) і вихідною частотою 650 Гц (звичайно проводяться інвертування з вихідною частотою до 500 Гц). Він комплектується гальмівним резистором в діапазоні потужностей до 11 кВт, від 15 кВт вбудованим гальмівним модулем. Lenze 8200 характеризуються функціональністю, простотою установки і обслуговування, високим рівнем безпеки експлуатації.

На підставі формули [1,3]

$$D = \frac{\delta}{100\,a_{ш}} \frac{T_{ем}}{T_{μш}} \frac{\omega_{н}}{\Delta\omega_{р}}$$

можна зробити висновок про те, що діапазон D, який здатна забезпечити двоконтурна система підпорядкованого регулювання з П-регулятором швидкості, залежить від співвідношення сталих часу Тем і Тμш. Оскільки максимальне значення Тем, як правило, не перевищує (0,3…0,4) с, а Тμш ≥ 0,015с, то при технічній оптимізації контуру і точності регулювання δ = 10 % діапазон не перевищує значення D ≤ 10. Щоб одержати більший діапазон потрібно перейти до двократно інтегрувальних систем, які забезпечують астатизм швидкості при дії навантаження. Замість старого морально та технічно застарілого електродвигуна серії А02 потужністю 2,2 кВт встановлюється новий двигун MDXMA 100-12 фірми Lenze потужністю 2,2 кВт, 1425 об/хв. Замість електродвигунів серії А02 потужністю 7,5 кВт встановлюється нові двигуни MDXMA 132-22 фірми Lenze потужністю 7,5 кВт, 1450 об/хв. Вихідні данні для розрахунку електропривода, за методикою [3] наведені в [1].

Векторне управління частотно-регульованого асинхронного електроприводу пов'язано як із зміною частоти і поточних значень змінних асинхронного двигуна (АД), так і з взаємною

орієнтацією їх векторів в полярній або декоративній системі координат. За рахунок регулювання амплітудних значень змінних і кутів між їх векторами забезпечується управління АД як в статиці, так і в динаміці, що дає помітне поліпшування якості перехідних процесів в порівнянні з скалярним управлінням. Саме цей факт і є визначаючим при виборі систем з векторним управлінням.

Розрахунок векторної системи керування з орієнтацією по потокозчеплення ротора, з урахуванням обраних елементів схеми та їх параметрів, проводився згідно алгоритму та структурних схем, що наведені у [3]. Розрахунок здійснювався за допомогою Simulink, система MATLAB.

На основі аналізу існуючих конструкцій консольно-фрезерних верстатів, який дозволив намітити шляхи удосконалення їх технічних характеристик, було обрано комплектний електропривод 8200 Vector фірми Lenze завдяки якому:

- поліпшені таки показники якості, як час перехідного процесу, точність, максимальне перерегулювання. Час перехідного процесу – 0,016 с, значення максимального перерегулювання складає 5,9 % для двигуна MDXMA 100-12 фірми Lenze потужністю 2,2 кВт. Для двигуна MDXMA 132-22 фірми Lenze потужністю 7,5 кВт час перехідного процесу – 0,31 с, значення максимального перерегулювання складає 8,5 %;
- у сотні разів розширено діапазон регулювання завдяки використанню у складі комплектного електропривода ПІД – регуляторів [3];
- комплектний ЕП «Размер 2М-5-21» який був раніше [2], здійснює скалярне керування АД, заміна його на векторний комплектний електропривод 8200 Vector фірми Lenze дозволяє застосувати векторний спосіб керування, що значно ефективніше [3];
- параметричний синтез ПІД-регуляторів дозволяє не зупинятися на обраних показниках якості, а ще покращить роботу верстата з ЧПК Sinumerik 802D [1], що визначає перспективу досліджень.

Література

[1]. Модернізація електроприводів фрезерних верстатів в Україні / І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, О. В. Савченко, С. О. Гаврилов, А. М Фоменко, А. В. Козаченко // Scientific Collection “InterConf+», 40 (183): with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference “Modern Knowledge: Research and Discoveries” (December 19–20, 2023; Vancouver, Canada) / comp. by LLC SPC “InterConf”. Vancouver: A.T. International, 2023. – Pp. 479–493. DOI 10.51582/interconf.19-20.12.2023.047

[2]. Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю. Комплектні електроприводи: У 3 ч. Ч. 1: Аналогові комплектні електроприводи: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2010. – 144 с.

[3].Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю. Комплектні електроприводи: У 3 ч. Ч. 2: Цифрові комплектні електроприводи: Навчальний посібник. Миколаїв: НУК, 2014. – 142 с.

IMPROVEMENT OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE MILLING MACHINE

Shareiko D. Yu.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Automation Department of Admiral Makarov National Shipbuilding University

Mykolaiv, Ukraine dshareyko.mk@gmail.com

Boychenko A. A.
master's degree, gr. 6371m, National Shipbuilding University named after Admiral Makarov Mykolaiv, Ukraine tinta3515@gmail.com

Abstract. The modernization of electric drives of milling machines is reviewed. These are widely used in Ukraine for the rest of the rocks. Improvement is achieved with the help of a complete Lenze asynchronous electric drive with a vector control system.

Key words: milling workbench, cantilever-milling workbench, electric drive, complete electric drive, vector control system, indicators of speed, frequency changer, electric motor.

УДК 681.5

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Шарейко Д. Ю.
кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна dshareyko.mk@gmail.com
Козловський В. О.
магістр гр.6371м Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна vlad.kozlovskiy1099@gmail.com

Анотація. Розроблено лабораторний комплекс систем керування електроприводом змінного струму на основі сучасної елементної бази з використанням технології віртуальних приладів. Створено структурну схему лабораторного комплексу. Лабораторний стенд складається з двох основних частин: електромеханічної та інструментальної.

Ключові слова: асинхронний електропривод, лабораторний стенд, електромагнітна порошкова муфта, імпульсне реле, інкрементальний енкодер, регулятор струму, регулятор швидкості.

До пріоритетних напрямів розвитку лабораторних комплексів відносяться недорогі вимірювальні системи і сучасне програмне забезпечення, наприклад, пакет LabVIEW, з використанням технології віртуальних приладів [1]. Лабораторний комплекс складається з двох основних частин (рис. 1): електромеханічна частина; інструментальна частина. До складу електромеханічної частини входить перетворювач частоти Lenze 8200 ETML 371X2SFA, асинхронний двигун з короткозамкнутим ротором MS7124. Навантаженням для двигуна є електромагнітна порошкова муфта, момент опору якої залежить від зміни струму збудження її керуючої обмотки.

Перетворювач частоти з регулятором струму муфти живиться від однофазної мережі змінного струму через мережевий дросель та імпульсне реле. Інструментальна частина приводу включає персональний комп'ютер підключений до мережі Ethernet та інтерфейс зв'язку (функціональний модуль введення-виведення EMF2102IB-V002). Підсистема вимірювань реалізована на основі функціонального модуля EMF2102IB-V002, який зв'язує

регулятори привода Lenze через модуль Feldbus Lenze LECOMA-B (RS485) з COM портом ПК і далі інформація передається віртуальним інструментам [2]. Для керування імпульсним реле та регулятором струму муфти використовується плата введення/виведення сигналу, яка підключається до системного блоку персонального комп'ютера через порт PCI.

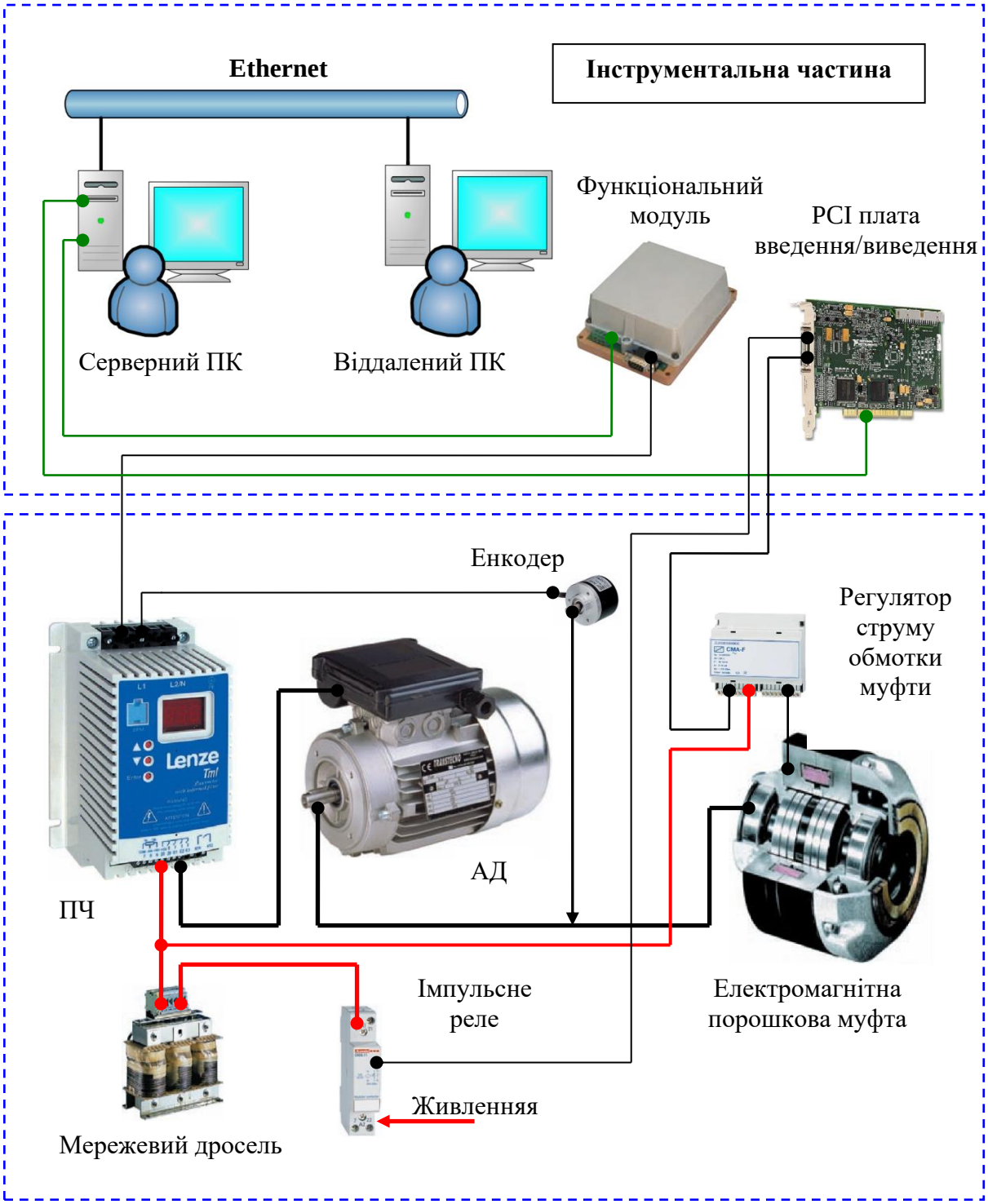


Рисунок 1– Структурна схема лабораторного стенда

На функціональній схемі, рис. 2, представлені конкретні елементи системи, їх з'єднання між собою.

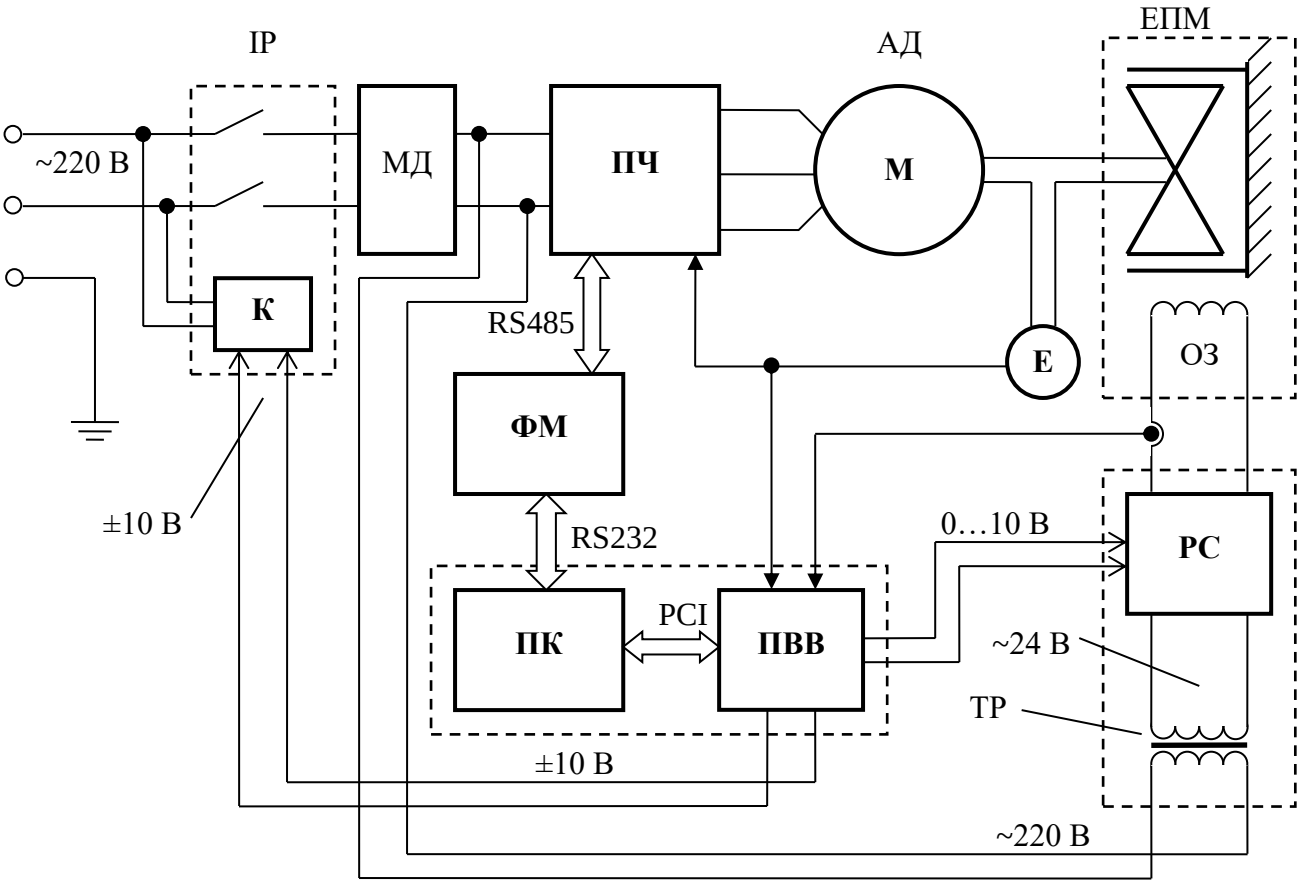


Рисунок 2– Функціональна схема лабораторного стенда:
ІР – імпульсне реле RI02230AC/M; К – ключ для вмикання реле;
МД – мережевий дросель EZN3A1500H003; ПЧ – перетворювач частоти Lenze 8200 ETML 371X2SFA; АД – асинхронний двигун з короткозамкнутим ротором MS7124;
ЕПМ – електромагнітна порошкова муфта BR5 фірми Warner Electric; ОЗ – обмотка збудження муфти; Е – інкрементальний енкодер E40S8; РС – регулятор струму обмотки збудження муфти EP.25/2; ТР – трансформатор регулятора струму; ПВВ – плата введення/виведення NI 6229 фірми National Instruments;ПК – персональний комп'ютер; ФМ – функціональний модуль Feldbus 2102IB.2x.3x.V002.

На серверному персональному комп'ютері інструментальної частини встановлена програма вимірювальної системи яка містить набір віртуальних приладів, що забезпечують вимірювання основних характеристик досліджуваного об'єкта. Віртуальні інструменти представляють собою набір програмних засобів, котрий дає змогу використовувати ПК як спеціалізований електронний прилад. Програмне забезпечення інструментальної частини стенда написано на мові графічного програмування "G" в програмі LabVIEW.

Для розробленого стенда створено модель передньої панелі віртуальних приладів, що забезпечують керування електроприводом лабораторного стенда та складають підсистему вимірювання основних показників його роботи. Результатом створеної програми є блок-діаграми, на яких відображено функціональні можливості віртуальних приладів лабораторного стенда.

Література

[1].Розробка лабораторного стенду для дослідження асинхронних електроприводів / І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, О. В. Савченко, С. О. Гаврилов, О. В. Майборода, Д. М. Стеба // Scientific Collection “InterConf+», 45 (201): with the Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference “International Scientific Discussion: Problems, Tasks and Prospects” (May 19–20, 2024; Brighton, United Kingdom) / comp. by LLC SPC “InterConf”. Brighton: A.C.M. Webb Publishing Co Ltd., 2024. – Pp. 464–481. DOI 10.51582/interconf.19-20.05.2024.047.

[2]. Комплектні електроприводи. Ч. 3. Сервоелектроприводи [Електронний ресурс] : навч. посібник : електрон. вид. комбін. використання на DVD-ROM. У 3 ч. Ч. 3 Ч. 3. Сервоелектроприводи / І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, А. М. Фоменко, О. В. Савченко. – Миколаїв : НУК, 2018.

ELECTRIC DRIVE LABORATORY BENCH

Shareiko D. Yu.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Automation Department of Admiral Makarov National Shipbuilding University

Mykolaiv, Ukraine dshareyko.mk@gmail.com

Kozlovsky V. O.

master’s degree, gr. 6371m, National Shipbuilding University named after Admiral Makarov

Mykolaiv, Ukraine vlad.kozlovskiy1099@gmail.com

Abstract. A laboratory complex of AC electric drive control systems based on a modern element base with the use of virtual instrumentation technology has been developed. A structural diagram of the laboratory complex was created, which consists of two main parts: electromechanical and instrumental.

Key words: асинхронний електропривод, лабораторний стенд, електромагнітна порошкова муфта, імпульсне реле, інкрементальний енкодер, регулятор струму, регулятор швидкості.

УДК 681.5

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА

Шарейко Д. Ю.

кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна dshareyko.mk@gmail.com

Надолішний О. С.

магістр гр.6371м Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна nadolishnyioleksand@gmail.com

Анотація. Розглянуто модернізацію електроприводу промислового робота Almega AX – MV6L. Ці роботи використовуються для фігурного вирізування металевих виробів і

формування фасок в довільному просторовому положенні. Удосконалення здійснюється за допомогою заміни комплектного електропривода з двигуном постійного струму на серво-електропривод з синхронним двигуном та цифровою системою автоматичного керування.

Ключові слова: промисловий робот, синхронний двигун, сервоелектропривод, комплектний електропривод, цифрова система керування, показники якості керування.

Газокисневий робот Almega AX – MV6L рис. 1, актуальний для фігурного вирізування металевих виробів, формування фасок в довільному просторовому положенні [1,3]. В основі системи керування промислового робота (ПР) лежить комплектний електропривод «КЕМЕК" виробництва НРБ [2], який призначений для ПР з послідовною роботою координат. Система керування з використанням двигуна постійного струму є морально та технологічно застарілою, має ряд недоліків які негативно впливають на технічні характеристики системи в загалом.

Рисунок 1 – Загальний вигляд ПР Almega AX – MV6L

Однією з сучасних систем керування робота маніпулятора є система сервопривода з синхронним двигуном [3]. Вона дозволяє досягти високого моменту в широкому діапазоні регулювання частоти та досягти високої точності керування. Схема являє собою аналогово-цифрову систему автоматичного керування рис. 2 [1].

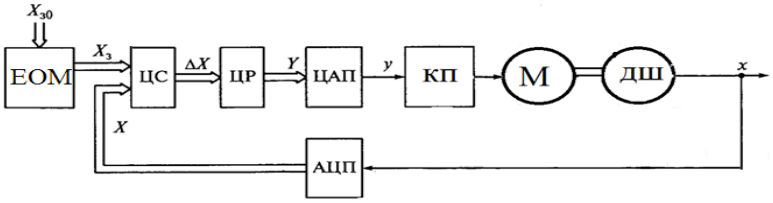


Рисунок 2 – Функціональна схема сервопривода ПР

На рисунку 2 позначено: ЕОМ – електронна обчислювальна машина, ЦС- цифровий суматор, ЦР- цифровий регулятор, ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач, КП – керований тиристорний перетворювач, М – синхронний серводвигун, ДШ – датчик швидкості, АЦП – аналого-цифровий перетворювач.

При заміні двигуна постійного струму на сервопривод маємо низку переваг зв'язаних з технічними особливостями синхронного двигуна:

• Можливість роботи при cos φ = 1; це призводить до поліпшення cos φ мережі, а також до скорочення розмірів двигуна, так як його струм менше струму асинхронного двигуна тієї ж потужності. При роботі з випереджаючим струмом синхронні двигуни служать генераторами реактивної потужності, що надходить в асинхронні двигуни, що знижує споживання цієї потужності від генераторів електростанцій;

• Меншу чутливість до коливань напруги, так як їх максимальний момент пропорційний напрузі першого ступеня (а не квадрату напруги);

• Сувору сталість частоти обертання незалежно від механічного навантаження на валу.

Наявність сучасного процесора дозволяє реалізувати в рамках системи керування безліч додаткових функцій [1]. Це дозволяє збільшити надійність системи, знизити зносостійкість обладнання, а в ряді випадків виключити зовнішній контролер управління рухом. Скориставшись спрощеною схемою зображеною на рисунку 3 та функціональною схемою зображеною на рисунку 2 побудуємо розрахункову схему керування синхронним двигуном рис 4 [3].

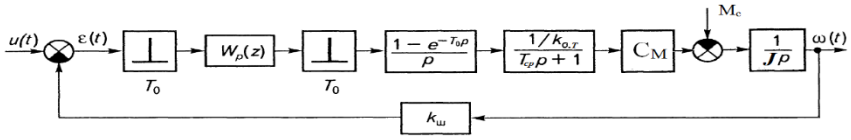


Рисунок 3 – Структурна схема цифрової системи керування

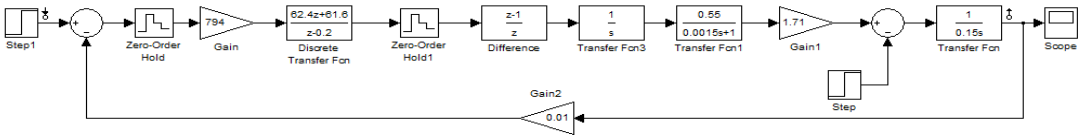


Рисунок 4 – Розрахункова схема системи автоматичного керування

Результат моделювання перехідних процесів у середовищі Simulink зображений на рисунку 5.

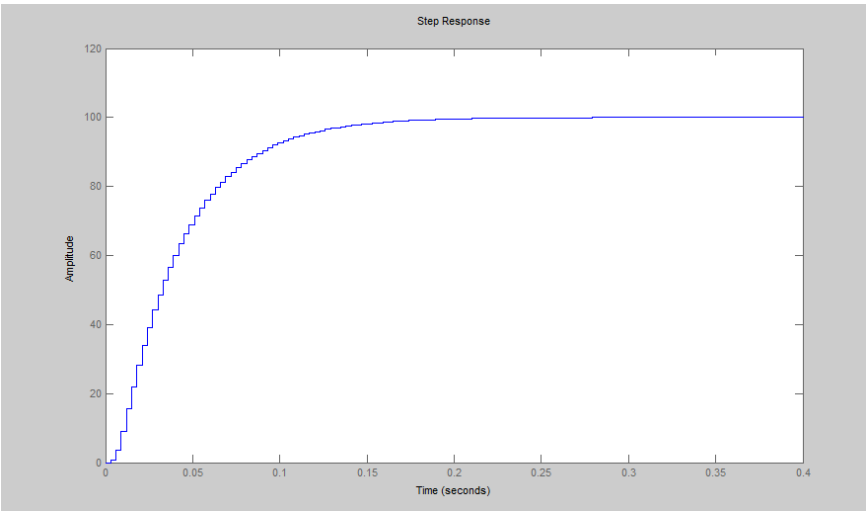


Рисунок 5 – Перехідна характеристика системи

За результатами моделювання можна зробити висновок:

–перегулювання складає σ=0 %;

–час перехідного процессу t_p=0,15 с.

Література

[1]. Модернізація електроприводів промислових роботів в Україні / І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, О. В. Савченко, С. О. Гаврилов, Д. Л. Кошкін, П. С. Пінзул // Scientific Collection “InterConf+», 44 (197): with the Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference “Scientific Trends and Trends in the Context of Globalization” (April 19–20, 2024; Umeå, Kingdom of Sweden) / comp. by LLC SPC “InterConf”. Umeå: Mondial, 2024. – Pp. 393–408. DOI 10.51582/interconf.19-20.04.2024.040

[2]. Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю. Комплектні електроприводи: У 3 ч. Ч. 1: Аналогові комплектні електроприводи: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2010. – 144 с.

[3]. Комплектні електроприводи. Ч. 3. Сервоелектроприводи [Електронний ресурс] : навч. посібник : електрон. вид. комбін. використання на DVD-ROM. У 3 ч. Ч. 3 Ч. 3. Сервоелектроприводи / І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, А. М. Фоменко, О. В. Савченко. – Миколаїв : НУК, 2018.

MODERNIZATION OF THE ELECTRIC DRIVE OF AN INDUSTRIAL ROBOT

Shareiko D. Yu.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Automation Department of Admiral Makarov National Shipbuilding University

Mykolaiv, Ukraine dshareyko.mk@gmail.com

Nadolishnyi O. S.

master’s degree, gr. 6371m, National Shipbuilding University named after Admiral Makarov

Mykolaiv, Ukraine nadolishnyioleksand@gmail.com

Abstract. The paper considers the modernization of the electric drive of the Almega AX – MV6L industrial robot. These robots are used for figured cutting of metal products and chamfering in an arbitrary spatial position. The improvement is carried out by replacing the complete electric drive with a DC motor with a servo electric drive with a synchronous motor and a digital automatic control system.

Key words: industrial robot, synchronous motor, servo electric drive, complete electric drive, digital control system, control quality indicators.

УДК 681.5

КОМПЛЕКТНІ ЕЛЕКТРОПРИВОДИ У СІЛЬХОЗГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІЦІ

Шарейко Д. Ю.
кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна dshareyko.mk@gmail.com
Перевозчиков П. К.
магістр гр.6371м Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна perevozchikov0514@gmail.com

Анотація. Пропонується заміна гідроприводів томатозбирального комбайна Pomac Antares 45 на сучасний комплектний електропривод. Ці комбайни використовуються в Україні останні роки. Наведено аналіз геометричних параметрів електропривода з метою довести те, що така заміна не призведе до конструктивних змін комбайна. Це покращить його динамічні характеристики, економічність та ергономічність, а також підвищить ККД.

Ключові слова: томатозбиральний комбайн, гідропривод, електропривод, комплектний електропривод, векторна система керування, показники якості керування, генератор, електродвигун.

Серед всіх європейських країн Україна займає друге місце по вирощуванню пшениці та помідорів [1]. Вітчизняна техніка вже не відповідає вимогам сучасного сільського господарства в Україні і давно вже не є конкурентом зарубіжній техніці. Вітчизняна промисловість зовсім не випускає машин для збору томатів, тому фермерам доводиться закупати імпортну техніку. Світовий лідер по випуску машин для збору томатів є компанія Pomac. У сучасних томатозбиральних комбайнах для керування всіма вузлами використовуються ремінні передачі та гідромотори. У зв’язку зі зростаючими потребами у прибиранні все більших площ томатів, а також зменшення втрат томатів при збиранні, існує необхідність в капітальної модернізації томатозбиральних комбайнів. Сучасні розробки у томатозбиральних комбайнах направлені на те, щоб у всіх вузлах повністю були виключені гідромотори та ремінні передачі за допомогою використання комплектних електроприводів. Після такої модернізації при випробуваннях було виявлено, що в цих комбайнах [1]: підвищилась продуктивність, якість збору врожаю; система в цілому стала більш надійною; збільшився ККД; зменшився час ремонту. У зв’язку з цим актуальним є удосконалення томатозбирального комбайну Pomac за принципом використання комплектних електроприводів. При експлуатації комбайнів Pomac понад 10 років в Україні були виявлені істотні недоліки конструкції, які тягнуть за собою збої у роботі техніки, низьку надійність, високі витрати на обслуговування гідромоторів, їх недовговічність. Сучасний рівень розвитку електроніки дозволив значно знизити вартість електроприводу. Ця вартість майже зрівнялася з вартістю гідроприводу. До того ж гнучкість електропривода значно вище, а витрати на його сервісне обслуговування – нижче. Так, електроприводи, які стоять на вузлах недешеві, але треба мати на увазі одну важливу обставину: на новому комбайні немає шківів і ремінної

передачі. Ремені – і про це механізатори добре знають – як правило, доводиться міняти після кожного збирального сезону, а це влітає в копієчку. До того ж у «електрокомбайна» дуже мало гумових шлангів і рукавів високого тиску. Все це дозволяє помітно збільшити експлуатаційних ресурс деталей комбайна. Крім того, значно зростає продуктивність роботи. За підрахунками фахівців, ефективність кожної зернозбиральної машини збільшується на 20 %. Тобто, п’ять нових комбайнів замінюють шість старих. Ще одна перевага новинки: у порівнянні з класичною моделлю вона витрачає палива на 30 % менше. Якщо врахувати всі ці чинники, то економічна вигода від експлуатації нового комбайна буде очевидною. Розташування комплектних електроприводів на комбайні показано на рис. 1.

Рисунок 1– Розташування комплектних електроприводів

Для модернізації комбайна Pomac Antares 45 можна використовувати комплектний електропривод Lenze с перетворювачем частоти Lenze SMVector [2,3]. Він призначений для керування і регулювання роботи однофазних двигунів змінного струму при напрузі живлення від 180 до 264V і комутованій потужності 0,25–2,2 кВ та трифазних двигунів змінного струму при напрузі 320–528V і комутованої потужності 0,37–18.5 кВт. Дана серія рекомендується для застосування у важких режимах. Перетворювачі частоти Lenze SMVector прості в керуванні, допускають тривалу роботу без втручання оператора, мають можливість віддаленого керування. Застосування одночасно частотного і векторного керування дозволяє підбирати самі щадні режими для комутованих електродвигунів. Аналіз геометричних розмірів електропривода, що наведено у [1], стверджує, що заміна гідроприводів комбайнів на електропривод, що пропонується, не призведе до конструктивних змін у комбайні.

Розрахунок векторної системи керування з орієнтацією по потокозчеплення ротора, з урахуванням обраних елементів схеми та їх параметрів, проводився згідно алгоритму та структурних схем, що наведені у [2]. Розрахунок здійснювався за допомогою Simulink, система MATLAB. Отримані результати обчислень наведені на рис. 2.

Зазвичай при пуску системи керування електропривода, у складі якої є перетворювач частоти з векторною системою керування, спочатку подається номінальна завдання за потокозчепленням. Коли потокозчеплення досягає потокозчеплення заданого значення, подають завдання швидкості і механізм приводиться в рух, що й видно з рисунка 2. Показники якості швидкості ротора: перерегулювання відсутнє (експоненційний процес); час перехідного процесу 1,6 с. Отже застосовувати комплектний електропривод замість гідромотору на комбайнах Pomac Antares 45 можливо і необхідно.

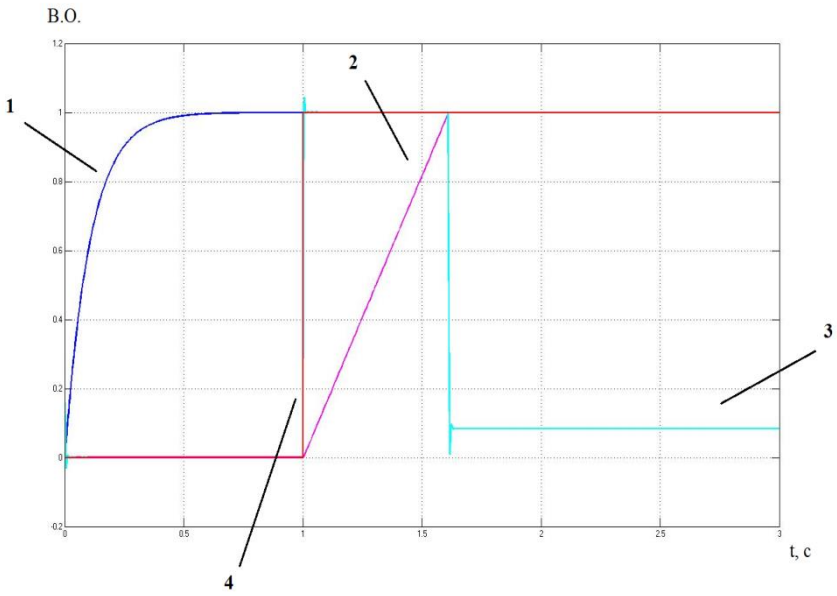


Рисунок 2– Графіки перехідних процесів, 1 – потокозчеплення; 2 – швидкість ротора; 3 – струм статора; 4 – задання по швидкості

Можливість заміни гідропривода електроприводом приведе до наступних переваг: зменшення часу перехідного процесу на 20 %; зменшення енергозатрат на 15 %; збільшення ресурсу вузла на 30 %.

Література

[1]. Модернізація приводів томатозбиральних комбайнів в Україні / І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, О. В. Савченко, С. О. Гаврилов, О. В. Майборода // Scientific Collection “InterConf+», 39 (179): with the Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference “Current Issues and Prospects for The Development of Scientific Research” (November 19–20, 2023; Orléans, France) / comp. by LLC SPC “InterConf”. Orléans: Epi, 2023. – Pp. 429–446. DOI 10.51582/interconf.19-20.11.2023.046.

[2].Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю. Комплектні електроприводи: У 3 ч. Ч. 2: Цифрові комплектні електроприводи: Навчальний посібник. Миколаїв: НУК, 2014. – 142 с.

[3]. Шарейко Д.Ю., Фоменко А.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Комплектні електроприводи»: у 3 ч. Ч. 1. Миколаїв: НУК, 2014. – 32 с.

COMPLETE ELECTRIC DRIVES AT AGRICULTURAL TECHNOLOGY

Shareiko D. Yu.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Automation Department of Admiral Makarov National Shipbuilding University

Mykolaiv, Ukraine dshareyko.mk@gmail.com

Perevozchikov P. K.

master’s degree, gr. 6371m, National Shipbuilding University named after Admiral Makarov

Mykolaiv, Ukraine perevozchikov0514@gmail.com

Abstract. The replacement of the hydraulic drives of the Pomac Antares 45 tomato harvester with a complete electric drive is underway. These combines are being used in Ukraine forever. An analysis of the geometric parameters of the electric drive was carried out in order to bring those that such a replacement would not lead to structural changes to the combine. This will improve its dynamic characteristics, cost-effectiveness and ergonomics, as well as improve the efficiency factor.

Key words: tomato harvester, hydraulic drive, electric drive, complete electric drive, vector control system, control indicators, generator, electric motor.

УДК 629.12:629.56

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РІШЕННЯ ЗАДАЧ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИ СИНТЕЗІ КОНСТРУКЦІЙ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Волянська Я. Б.
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
yanavolyanskaya@gmail.com
Волянський Ю. С.
Аспірант PhD
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
jzethar@gmail.com
Ковальчук М. С.
Аспірант PhD
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
kovalchuk-nikolayy@gmail.com

Анотація. В роботі розглянути методи обрання елементів електрорушійного комплексу (ЕРК) універсального автономного плавального апарата, як складної технічної системи, з передбаченою варіативністю експлуатаційної ефективності з одночасною зміною інших характеристик (вартості, маси, автономності тощо). Встановлено взаємні зв'язки і залежності параметрів системи. Запропоновано здійснювати багатокритеріальний аналіз системи та ітеративний процес її синтезу з урахуванням встановлення відносної важливості (пріоритетів) обраних інтегральних критеріїв якості.

Ключові слова: багатокритеріальна оптимізація, електрорушійний комплекс, складна технічна система, універсальний автономний плавальний апарат.

Вступна частина. Проблема підвищення ефективності функціонування складних технічних систем (СТС), до яких відносяться електрорушійні комплекси (ЕРК) універсальних

автономних плавальних апаратів (АПА), при умовах екологічності, безпечної експлуатації і гарантованого виконання основного технологічного завдання, яке ускладнено необхідністю одночасного забезпечення універсальності застосування, конструктивної спрощеності, мінімальної собівартості і швидкості налагодження виробництва АПА є актуальною. Вирішення цієї проблеми у першу чергу, пов'язане із конфігурацією ЕРК універсальних АПА, організацією процесів проектування і подальшого обслуговування і залежить від конкретних вимог до виконання головних задач АПА, призначених для вирішення, що визначає склад його ЕРК і інших технічних систем [1, 4].

Метою роботи удосконалення методу підтримки прийняття «компромісних рішень» при синтезі електрорушійних комплексів універсальних автономних плавальних апаратів та інших складних технічних систем різного призначення.

Основна частина. При прогнозуванні безпечних систем або плануванні в них перехідних процесів доводиться мати справу з великими математичними моделями, які містять значну кількість ступенів свободи, описуються системами диференціальних рівнянь високого порядку, а тому розрахунок одного варіанту на ПЕОМ вимагає тривалого часу. Це означає, що своєчасно вирішити задачу багатокритеріальної оптимізації в повному обсязі не завжди можливо. Тому вона поділяється методами системного аналізу на підсистеми, які можливо оптимізувати, а потім методами системного синтезу результати оптимізації потрібно з'єднати або об'єднати з тим, щоб отримати інтегральне оптимальне рішення для всієї системи. Все це повинно дозволити визначити такі вимоги до підсистем, щоб поведінка системи була оптимальною [2, 3].

Методика рішення задач багатокритеріальної оптимізації передбачає наявність математичної моделі або моделей процесів, або поведінки, або поведінки всієї системи, яка включає основні етапи системного аналізу у вигляді постановки, побудови і вирішення [1, 5].

Такий методичний підхід до багатокритеріальної оптимізації характерний для лінійних і нелінійних систем руху, а також систем енергоресурсозбереження морських транспортних засобів різного призначення.

Удосконалено метод підтримки прийняття рішень при визначені складових елементів ЕРК, який відрізняється ітераційним використанням інтегрованих показників для комбінацій елементів комплексів, що дозволяє підвищити ефективність експлуатації ЕРК знаходженням варіантів, непокращуваних за кількома критеріями одночасно.

Висновки. Використовуючи надані принципом Еджворта–Парето можливості ослаблення критеріальних обмежень та удосконалений метод, можна автоматизувати отримання найкращих, з можливої множини альтернативних варіантів, параметри для будь-якої СТС. Проведено розрахунки. Результати прикладу підтримки прийняття компромісних рішень показують, що для електрорушіїв АПА можна суттєво знизити масогабаритні показники його елементів «двигун – редуктор» за рахунок несуттєвого зменшення загальних енергетичних і динамічних показників.

Література

[1]. Волянська, Я. Б. Методика підтримки прийняття «компромісних рішень» при синтезі складних систем різного призначення / Волянська Я. Б., Волянський С. М., Обнявко Т.

С., Онищенко О. А. // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля (Сєвєродонецьк). – 2018. – № 3 (67). – С. 5–15.

[2]. Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.

[3]. Ногин, В. Д. Проблема сужения множества Парето: подходы к решению / В. Д. Ногин // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2008. – № 1. – С. 98–112.

[4]. Романов, В. Н. Техника анализа сложных систем / В. Н. Романов. – СПб.: СЗТУ, 2011. – 287 с.

[5]. Phillips, A. B. Understanding the power requirements of autonomous underwater systems, Part I: An analytical model for optimum swimming speeds and cost of transport / Phillips A. B., Haroutunian M., Murphy A. J., Boyd S.W., Blake J. I. R., Griffiths G. // Ocean Engineering. – 2017. – Vol. 133. – P. 271–279.

Analysis of methods for solving multi-criteria optimization problems in the synthesis of complex engineering systems

Volianska Ya., Volianskyi J., Kovalchuk M.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The work examines the methods of selecting elements of the electric propulsion complex (EPC) of a universal autonomous floating vehicle, as a complex technical system, with the expected variability of operational efficiency with simultaneous changes in other characteristics (cost, mass, autonomy, etc.). Interrelationships and dependencies of the system parameters have been established. It is proposed to carry out a multi-criteria analysis of the system and an iterative process of its synthesis, taking into account the establishment of the relative importance (priorities) of the selected integral quality criteria.

Keywords: multi-criteria optimization, electric propulsion complex, complex technical system, universal autonomous floating vehicle.

УДК 629.12:629.56

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ДВИГУНІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОРУШІЙНИХ СИСТЕМ УНІВЕРСАЛЬНИХ АВТОНОМНИХ ПЛАВАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Волянський С. М.
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
vffogres@gmail.com
Ященко В. С.
Аспірант PhD
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
valeriivbyashchenko@gmail.com

Анотація. Проведено аналіз сучасного стану електрорушійних комплексів універсальних автономних плавальних апаратів (АПА). Виділено окремий тип рушійних пристроїв АПА з баророзвантаженими асинхронними двигунами. Отримано аналітичні залежності, які враховують властивості баророзвантаженого асинхронного двигуна як нелінійного об'єкта керування в залежності від температури та виду діелектрика.

Ключові слова: баророзвантажений асинхронний двигун, електрорушійний комплекс, універсальний автономний плавальний апарат.

Вступна частина. Універсальні автономні плавальні апарати (АПА) створюються з метою можливості їх застосування в різних кліматичних умовах і обстановці (соціальної, політичної, техногенної та ін.), для більш гнучкої та економічної експлуатації, вирішення різноманітних і нестандартних задач, при нестачі часу на проведення спецоперацій та інших обставинах, суттєво ускладнюючих застосування вузькоспеціалізованих морських транспортних засобів.

Метою роботи є розробка двигуна спеціального призначення для електрорушійних систем універсальних автономних плавальних апаратів

Основна частина. Останнім часом для виконання різних видів підводних робіт, все більше застосування знаходять автономні підводні апарати (ПА), які повинні переміщатися з високою динамічною точністю по складних просторових траєкторіях. Одним із виконавчих механізмів ПА, що відповідає за керування його рухом і точність просторового положення, є рушійно-кермовий комплекс (РКК) – комплекс спеціально орієнтованих рушійних пристроїв (РП) підводного апарата.

Як привод рушіїв використовуються гребні електродвигуни – електродвигуни постійного та змінного струмів зануреного, герметичного або баророзвантаженого виконання, значно рідше – гідромотори.

Розроблено асинхронний бароросвантажений двигун (БАД), призначений для використання як привод гребного гвинта (один або у складі групи) занурювальногоплавального апарату. Крім того, цей двигун є універсальним і може застосовуватися як привод у будь-яких інших пристроях, при дотриманні вимог монтажу, експлуатації та обслуговування. Внутрішній простір БАД заповнено рідким діелектриком, в якому обертається ротор. Момент тертя ротора двигуна об рідкий діелектрик досить суттєвий при великих швидкостях обертання, тому ним не можна нехтувати. У БАД найчастіше використовуються наступні діелектрики: етанол, масло І12А, масло Т750 та гас.

Отже, незважаючи на те, що асинхронні бароросвантажені двигуни мають недолік у вигляді суттєвих нелінійностей механічних характеристик залежно від температури та фізичних властивостей рідкого діелектрика, вони сьогодні є найбільш перспективними для використання в схемах електрорушійних пристроїв, оскільки мають відносно просту конструкцію та невисоку вартість, що позитивно впливає на розвиток технології конструювання й кількість універсальних автономних плавальних апаратів.

Висновки. Отримано механічні характеристики бароросвантаженого гребного електродвигуна як об’єкта керування в усьому температурному діапазоні експлуатації підводного апарата для різних заповнюючих діелектриків, що дозволяє дати кількісну оцінку втратам гальмівного гідродинамічного моменту БАД. Також отримано аналітичні залежності коефіцієнта гідродинамічних втрат БАД від температури та виду робочої рідини. Проведено експерименти. Розбіжність між аналітичними та експериментальними даними не перевищує 11 %.

Література

[1]. Король, Ю. М. Вплив гідродинамічних втрат на механічні характеристики капсульованих керованих асинхронних двигунів підводних апаратів / Ю. М. Король // Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування: зб. наук. пр. / Нац. ун-т кораблебудування імені адмірала Макарова. – Миколаїв, 2004. – № 6. – С. 15–24.

[2]. Волянський, С. М. Розробка асинхронного двигуна для рушійно-кермового комплексу підводного апарата / С. М. Волянський, Я. Б. Волянська // Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: матеріали Всеукр. наук.-техн. конф., Миколаїв 25–26 квітня 2012 р. – Миколаїв, 2012. – С. 129–131.

[3]. Cafer, Bal Motion control of three-rotor unmanned underwater vehicle / Cafer Bal, Deniz Korkmaz and Mustafa Can Bingol // International Conference Mechatronics. Springer International Publishing – 2018. – P. 687–692.

[4]. Проєктування засобів морської робототехніки на основі системного підходу: монографія: у 3 ч. / за ред. д-ра техн. наук, проф. В. С. Блінцова. – Миколаїв: Іліон, 2023. Ч. 1: Самохідні прив’язні підводні системи / В. С. Блінцов, О. П. Клочков, В. А. Надточій, А. В. Надточий. – 2023. – 164 с.

[5]. Fethi, Farhani Real time induction motor efficiency optimization / Farhani Fethi, Abderrahmen Zaafouri, Abdelkader Chaari // Journal of the Franklin Institute. – 2017. – Vol. 354 (8). – P. 3289–3304.

Choice of parameters of special purpose engines for electrical propulsion systems of universal autonomous swimming devices

Volyanskyy S., Yashchenko V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. An analysis of the current state of electric propulsion systems of universal autonomous floating vehicles (AFV) has been carried out. A separate type of AFV propulsion devices with baro-unloaded asynchronous motors is singled out. Analytical dependencies are obtained that take into account the properties of the baro-unloaded asynchronous motor as a non-linear control object depending on the temperature and type of dielectric.

Keywords: baro-unloaded asynchronous motor, electric propulsion complex, universal autonomous floating vehicle.

УДК 629

ОГЛЯД БІБЛІОТЕКИ АВТОПІЛОТУ ARDUPILOT

Іванов Д. В.

студент кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки

Желтов В. С.

студент кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

Анотація. ARDUPILOT – це система яка набула значної популярності в сфері розробки мобільних роботів. Дана система через свою простоту та уніфікацію систем мобільних роботів надає можливість створення та проектування мобільних роботів навіть без знання програмування. Також важливим є набір бібліотек з відкритим кодом для мови програмування С++, що дозволяє інтегрувати систему в нестандатрні проекти мобільних роботів.

Ключові слова: ARDUPILOT, мобільний робот, програмні бібліотеки.

Актуальність. Під час російської агресії мобільні роботи в Україні відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки, розвідки та підтримки бойових дій. Використання робототехніки дозволяє зменшити ризики для військовослужбовців та підвищити ефективність виконання завдань. Також застосування мобільних роботів в Україні допомагає підвищити продуктивність, знизити витрати та впроваджувати інновації у різних галузях економіки.

Мобільні роботи також можуть бути автономними, які здатні самостійно керуватися у неконтрольованому середовищі без додаткових електромеханічних приладів. Взагалі мобільні роботи є гнучкими та швидкими у впровадженні тому, що вони можуть легко адаптуватися та рекомендувати свої параметри налаштувань про можливі шляхи вирішення завдань, які будуть поставлені перед роботом [1]. Для підвищення швидкості розробки таких роботів та уніфікації систем керування на даний час розпочала широко використовуватися бібліотека Ardupilot.

Метою роботи є огляд можливостей та функцій, що надаються відкритою бібліотекою ArduPilot.

Об’єкт дослідження: відкрита бібліотека для створення мобільних роботів

ArduPilot – провідна система автопілота з відкритим вихідним кодом, що підтримує мультикоптери, літаки з фіксованим крилом, всюдиходи, підводні апарати та антенні трекери.

Робота з даною системою можна розділити на два види: з використанням пілотних контролерів або програмуванням власних систем з використанням бібліотек C++ з відкритим кодом.

Платформа пілотних контролерів з підтримкою ArduPilot забезпечує повний набір інструментів для управління автономними транспортними засобами, включаючи алгоритми навігації, стабілізації та управління місіями.

Модульна архітектура роботи з пілотними контролерами та використання протоколу MAVLink дозволяє легко додавати нові функції або адаптувати існуючі під свої потреби.

ArduPilot забезпечує:

– точну навігацію та управління для мобільних роботів, що дозволяє створювати складні автономні системи;

– стабільність польоту або руху мобільних роботів навіть у складних умовах.

– підтримку широкого спектр датчиків, включаючи GPS, гіроскопи, акселерометри, компаси, камери та інші, що дозволяє роботам орієнтуватися у просторі та виконувати складні завдання.

При використанні відкритих бібліотек необхідно брати до уваги, що проект ArduPilot має досить комплексну структуру, яка включає дерикторії для підтримки різних типів керування та обробки інформації.

Для полегшення роботи з бібліотеками ArduPilot пропонує використання наборів бібліотек, що підходять до того чи іншого виду мобільного робота. В репозитарії github виділенні наступні каталоги бібліотек:

– AntennaTracker. Модуль для управління трекером антен, який автоматично слідкує за рухомими об’єктами, такими як дрони, забезпечуючи стабільний зв’язок;

– ArduCopter. Модуль та конфігураційні файли для управління мультикоптерами (дронами), включаючи алгоритми управління польотом, стабілізації та навігації;

– ArduPlane. Модуль та конфігураційні файли для управління фіксованокрилими літаками, включаючи алгоритми для польоту, стабілізації та виконання місій;

– ArduRover. Модуль та конфігураційні файли для управління наземними транспортними засобами, включаючи алгоритми для руху, стабілізації та виконання місій на суші;

– ArduSub. Код та конфігураційні файли для управління підводними апаратами, включаючи алгоритми для руху та стабілізації під водою;

– Blimp. Код та конфігураційні файли для управління дирижаблями, включаючи специфічні алгоритми для польоту дирижаблів.

– Tools. Набір інструментів для розробки, налаштування та тестування коду ArduPilot. Включає утиліти для аналізу логів, калібрування датчиків та інші корисні інструменти.

– benchmarks. Тести продуктивності та benchmarks для оцінки ефективності різних компонентів системи.

Висновок. Технологія ArduPilot є потужним інструментом для розробки та впровадження мобільних роботів. Відкритість, гнучкість та модульність цієї платформи дозволяють створювати ефективні автономні системи для широкого спектра застосувань. ArduPilot підтримує інтеграцію з різними датчиками та обладнанням, що забезпечує високу точність і надійність роботи мобільних роботів.

Література

1. ArduPilot. Вікіпедія веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/ArduPilot
2. ArduPilot. Офіційний веб-сайт. URL: https://ardupilot.org/ardupilot/ index.html

ARDUPILOT LIBRARY REVIEW

Ivanov D. V.
student
of the Department of Computer Technologies and Information Security
V. S. Zheltov
student
of the Department of Computer Technologies and Information Security
Admiral Makarov National Shipbuilding University,
Mykolaiv, Ukraine

Annotation. ARDUPILOT is a system that has gained significant popularity in the field of mobile robot development. This system, due to its simplicity and unification of mobile robot systems, makes it possible to create and design mobile robots even without programming knowledge. Also important is a set of open source libraries for the C++ programming language, which allows the system to be integrated into non-standard mobile robot projects.

Keywords: ARDUPILOT, mobile robot, software libraries.

УДК 629

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ПЛАВУЧОСТІ ПІДВОДНОГО АПАРАТА З РЕЛЕЙНИМ ВИХОДОМ

Сірівчук А. С.
кандидат технічних наук
доцент кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Регулювання плавучості є важливим аспектом при роботі з підводними апаратами, особливо це стосується вантажних або модульних підводних апаратів. Запропонована система регулювання плавучості приймає лише один параметр зворотного

зв’язку – вертикальна швидкість. Використання даної системи пришвидшує підготовку апарата до місії.

Ключові слова: підводний апарат, регулювання плавучості, баластна система.

Актуальність. При проектуванні підводних апаратів слід враховувати його плавучість. Найбільш оптимальною для більшості апаратів є нульова плавучість. Вона може регулюватися додатковими поплавками або пригрузами в конструкції апарата. Але часто виникає необхідність коректування плавучості під час роботи з апаратом.

Регулювання плавучості необхідно проводити при зміні конфігурації апарата, додавання або знімання корисного вантажу, зміні акваторії роботи. В таких випадках для оперативного керування плавучістю доцільно встановлювати систему регулювання плавучості.

В найбільш простій реалізації система регулювання плавучості складається з гнучкого балону, балону з киснем, редуктором та двома клапанами з релейним керуванням. Один клапан слугує для впуску повітря інший для його випуску. При тому для впускних клапанів час спрацювання значно більший ніж для випускних.

Метою роботи є розробка алгоритму роботи системи автоматичного регулювання плавучості з релейним виходом керування тиском баластних цистерн.

В представленій конфігурації баластної системи досить складним є регулювання плавучості оскільки не можна регулювати швидкість подачі повітря в баластні цистерни, а також швидкість випуску повітря буде залежати від тиску, що залишився в цистернах.

В якості зворотного зв’язку для керування системою є вертикальна швидкість апарата. Для регулювання плавучості пропонується наступний алгоритм роботи (рис. 1).

Для системи регулювання плавучості вхідними параметрами є:

– параметри ПІД регулятора;

– початкова глибина занурення (SD) на яку повинен вийти апарат для початку роботи системи;

– зона нечутливості (DS);

– період (Period) роботи ПІД регулятора.

В першу чергу апарат перевіяє свою глибину (D) та етап роботи (Stage). Якщо глибина недостатня для ввімкнення роботи регулятора та до цього ніяких дій не виконувалось (Stage=0), тоді необхідно дати команду баласним цистернам на випуск повітря (Balast=OUT), та дочекатися коли під дією від’ємної плавучості апарат спуститься на потрібну глибину. Набір першочергової глибини забезпечить уникнення ситуації коли апарат маючи додаткову плавучість та знаходячись на поверхні буде мати нульову вертикальну швидкість, що сприйметься системою як завершення роботи регулятора.

Коли апарат досягне початкової глибини (SD) для роботи регулятора перевіряється чи вертикальна швидкість (VS) апарата входить до зони нечутливості (DS). Якщо входить то система дає сигнал на закриття клапанів баластних цистерн.

Якщо на заданій глибині величина вертикальної швидкості (|VS|) перевищує зону нечутливості тоді перевіряється напрямок вертикального руху. Якщо апарат спливає тоді відкриваються клапани випуску повітря (Balast=OUT), поки апарат не отримає додаткову або нульову плавучість.

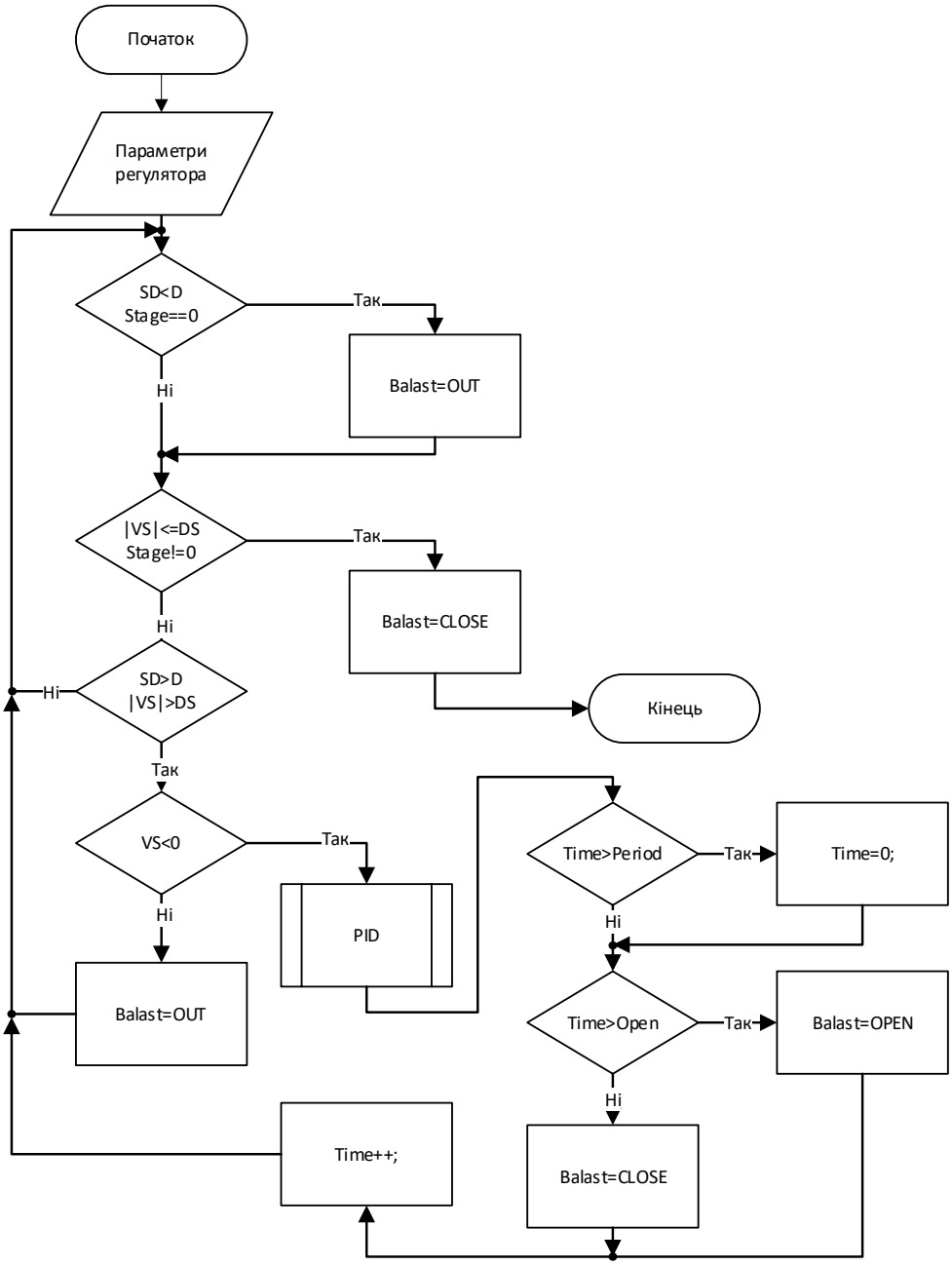


Рис. 1 – Блок схема алгоритму роботи

Якщо система має від'ємну плавучість в даному випадку регулюємо плавучість за допомогою ШІМ з великим періодом роботи. Період (Period) задається на початку роботи та становить декілька секунд, а час відкритого стану в даному періоді (Open) регулюється за допомого ПІД регулятора.

Висновок. Представлений алгоритм роботи розроблений для системи з релейним керуванням впуску/випуску повітря з цистерн баластної системи підводного апарата, з мінімальною кількістю датчиків зворотного зв'язку. Де в якості зворотного зв'язку використовується лише вертикальна швидкість. Недоліком даного підходу є те що підтримка нульової плавучості буде справедлива тільки в деякому діапазоні навколо початкової глибини (SD).

DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM OF THE BUOYANCY REGULATION SYSTEM OF AN UNDERWATER VEHICLE WITH RELAY OUTPUT

Sirivchuk A. S.

Ph. D., the associate Professor of the Department of Computer Technologies and Information Security

Admiral Makarov National Shipbuilding University,

Mykolaiv, Ukraine

Annotation. Buoyancy control is an important aspect when working with submersibles, especially cargo or modular submersibles. The proposed buoyancy control system accepts only one feedback parameter – vertical speed. The use of this system speeds up the preparation of the underwater vehicle for the mission.

Keywords: underwater vehicle, buoyancy control, ballast system.

УДК 621.314.26

ІМПУЛЬСНИЙ СТАБІЛІЗАТОР СТРУМУ З ЦИФРОВИМ КЕРУВАННЯМ ДЛЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ПЛАЗМОТРОНУ

Верещаго Є.М.[1], Костюченко В.І.[2], Новогрецький С.М.[3], Стогнієнко Є.В.[4]

[1]к.т.н., проф. каф. МП, [2]к.т.н., доц. каф. СЕЕС, [3]к.т.н., доц. каф. СЕЕС,

[4]аспірант кафедри морського приладобудування

[1,2,3,4]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

[1]yevgen.vereshchago@nuos.edu.ua; [2]vitalii.kostiuchenko@nuos.edu.ua;

[3]sergii.novogretskyi@nuos.edu.ua, [4]yevhen.stohniienko@ukr.net

Анотація: Синтезовано закон керування та розроблено модель імпульсного стабілізатора струму. Запропоновано метод та знайдено способи керування імпульсним стабілізатором струму, які забезпечують задану тривалість перехідних процесів та астатизм вихідного струму. Результати дослідження підтверджують досягнення кінцевої тривалості перехідних процесів, викликаних ступінчастою зміною напруги навантаження, близькою до 3–4 періодів.

Ключові слова: імпульсний перетворювач, цифрова система керування, синтез, регулятор.

Вступна частина. Якість регулювання (стабілізації) і точність системи керування природно оцінювати за допомогою прямих показників: часу регулювання $t_{рег}$, перерегулювання σ, помилки, що встановилася Δ і т.д., пов'язаних з кривими перехідних процесів при відпрацюванні постійних впливів. В теорії автоматичного керування багато уваги приділяється проблемі синтезу систем за цими показниками якості. Для її вирішення розроблено різні частотні та кореневі методи [1–3]. Ці методи є наближеними та трудомісткими, вимагають значної апріорної інформації.

Інший напрямок характеризується розробкою строгих методів, заснованих на оптимізації динамічних систем. До них відносяться метод динамічного програмування, принцип максимуму, методи функцій Ляпунова, нові методи варіаційного обчислення [2]. На жаль, їх застосування для вирішення прикладних завдань зустрічає значні труднощі математичного та обчислювального характеру.

Перспективним в теорії синтезу систем є напрям, пов'язаний з побудовою алгоритмів керування за умови здійснення бажаних траєкторій руху [1] – завданням синтезу за заданими прямими показниками якості методом бажаних передатних функцій. Роботи з розвитку цього напряму мають велике теоретичне та практичне значення.

У роботі розглядається завдання побудови алгоритмів цифрового керування системи стабілізації струму дуги на основі концепцій зворотних задач динаміки. При цьому використовуються ідеї робіт [1, 4] та одним із головних показників приймається час регулювання.

Метою роботи є вирішення теоретичних та практичних завдань щодо забезпечення цифрового керування імпульсним перетворювачем у режимі стабілізації вихідного струму із забезпеченням заданої тривалості перехідних процесів, викликаних збільшенням напруги навантаження та астатизму вихідного струму.

Основна частина. Синтез дискретних регуляторів здійснюється із застосуванням двох методик [4]. Одна з них полягає у використанні моделей об'єктів, які описують поведінку систем лише в дискретні (тактові) моменти часу та синтез цифрового регулятора в термінах *z*-перетворення [4, 5]. Інший підхід навпаки пропонує обмежитися вихідним описом системи диференціальними рівняннями та синтезувати безперервні регулятори, які вже після синтезу реалізуються на мікропроцесорах [4, 5]. Обидва ці підходи широко використовуються в практиці керування. Далі розглядаються обидва підходи до синтезу цифрового регулятора на прикладі системи стабілізації струму дуги.

Виберемо регулятор, що забезпечує заданий час перехідних процесів $t_{\text{рег}} \le 0{,}33$ мс, $\sigma \le 20\,\%$ і нульову помилку, що встановилася на ступінчасту дію. Розв'язання задачі неоднозначне, тому подібно до [1] введемо ключове поняття, пов'язане з проблемою синтезу регуляторів: еталонний оператор замкнутої системи $\Phi^*(s)$ (еталонна передатна функція (ПФ)), який забезпечує певну якість процесів керування.

В якості еталонних перехідних характеристик (бажані криві перехідного процесу) можна використовувати, зокрема, криві

$$h^*(t) = 1 - e^{-t/\tau} = i^*(t); \qquad (1)$$

$$h^*(t) = \left[H_0 + (H_1 - H_0) e^{-t/(\sqrt{2}\tau)} \sin \frac{t}{\sqrt{2}\tau} \right] \cdot 1(t),$$

де $i^*(t)$ – еталонний вихідний сигнал; параметр $\tau = t_{\text{рег}}^*/3$ ($t_{\text{рег}}^*$ – задане число) характеризується заданим часом регулювання; H_1 – амплітуда бажаного процесу при $t = +0$; H_0 – значення $h(t)$ при $t = \infty$ (астатизм системи).

Якщо $H_1 = 0$, $H_1 = 1$ (астатизм першого порядку), то

$$h^*(t) = \left[1 - e^{-t/(\sqrt{2}\tau)} \sin \frac{t}{\sqrt{2}\tau} \right] \cdot 1(t).$$

Далі, виходячи з вимог, що пред'являються до системи, як еталонної перехідної характеристики вибираємо аперіодичний сигнал (1). Зображення цієї кривої

$$I^*(s) = \frac{s^{-1}}{\tau_x s + 1},$$

а відповідний функціонал, для якого ця крива є екстремаллю, має вигляд

$$J = \int_0^\infty [i^2 + \tau^2 (di/dt)^2]dt.$$

Функціонально-принципова схема цифрової системи регулювання струму дуги представлена на рис. 1. Система містить транзисторний перетворювач напруги на ключах $K1$ – $K4$, що використовує технологію м'якої комутації ключів, навантаження з опором $R_н$ і проти ЕРС U_0, індуктивність L, безінерційний датчик струму ДС з коефіцієнтом передачі $R_{ДС}$, що складається в загальному випадку з первинного датчика і пристрою гальванічної розв'язки з підсилювачем, реалізовані на мікроЕОМ цифровий регулятор струму (ЦРС) та широтно-імпульсний модулятор, причому ШІ-модуляція відповідає модуляції другого роду (ШІМ-2) [6–8].

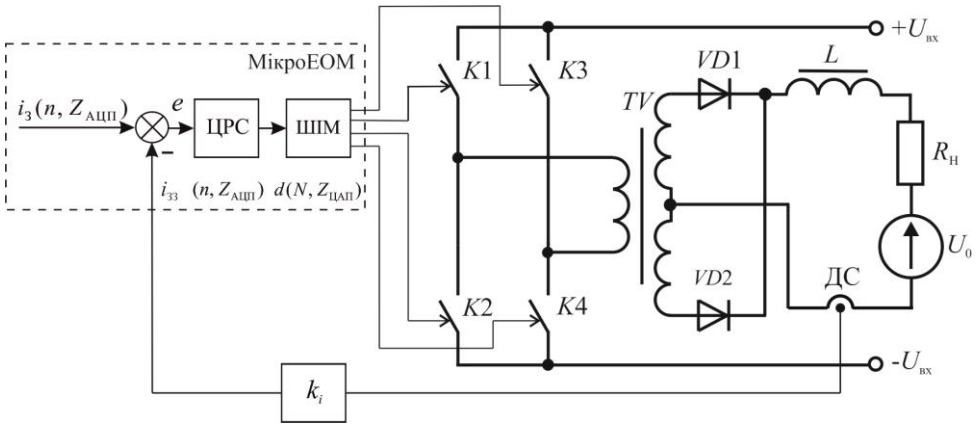


Рис. 1. Функціональна принципова схема цифрової системи регулювання струму дуги, побудованої з урахуванням мостового перетворювача з фазовим керуванням (з м'яким перемиканням) [6–8]

У загальному випадку обчислення керування в системі здійснюється в дискретні моменти $n = t / T$, комутація навантаження – в моменти $N = t / T_к$.

Частоту дискретизації регулятора вибираємо рівною частоті дискретизації силової частини (частоті комутації ключів перетворювача).

Процес зміни струму у системі на рис. 1 складається з відрізків експонент, що характеризуються на n-му інтервалі керування виразом

$$i(t) = i(0)e^{-t/\tau_н} + (1 - e^{-t/\tau_н})\frac{nU_{вх}}{U_m R_н} u_{РС},$$

де U_m – розмах (амплітуда) пилкоподібної напруги розгортки ШІМ; $u_{РС}$ – вихідна напруга регулятора струму.

Очевидно, що він може бути лише наближений характером до бажаного (еталонного) експоненційного процесу з постійною часу τ_x ($\tau_x = t_{рег}^*/3$, $t_{рег}^*$ – задане число).

$$i_{\text{е}}(t) = I_{\text{з max}}(1 - e^{-t/\tau_x}) .$$

Виконаємо аналітичний синтез алгоритму керування мостовим перетворювачем напруги з м'яким перемиканням за заданими характеристиками дискретної системи автоматичного керування (ДСАК) в *z*-формі. Цей метод випливає з накопиченого досвіду проектування дискретних систем, коли з раніше реалізованих ДСАК можна отримати інформацію про $\Phi^*(s)$.

Нехай ПФ наведеної безперервної частини імпульсної системи стабілізації струму, що включає екстраполятор нульового порядку, має вигляд

$$W_{\text{н}}(z) = \frac{k_0(1-d)}{z-d}, \; d = \exp(-T/\tau_0),$$

причому $k_0 = 12{,}81T$; $\tau_0 = 625 \cdot 10^{-6}$ с [7]; T – період квантування.

З частотних показників об'єкта неважко зробити висновок, що період квантування може бути призначений $T = 0{,}00001$ с.

Розглянемо послідовний цифровий регулятор, який описується ПФ

$$R(z) = k_c \cdot \frac{z-d}{z-1} = k_c \frac{1-dz^{-1}}{1-z^{-1}}, \qquad (2)$$

де $k_c = \dfrac{1-a_0}{k_0(1-d)}$; $a_0 = \exp(-T/\tau_{\text{x}})$; $\tau_{\text{x}} = t^*_{рег}/3$ ($t^*_{рег}$ – задане число).

Введення регулятора (2) призводить до компенсації полюса процесу та появи нового полюса $z = 1$. ПФ розімкнутої системи з корекцією набуває простого вигляду:

$$R(z)W_{\text{н}}(z) = \frac{1-a_0}{z-1}.$$

Отриманий цифровий регулятор (2) має відставання по фазі ($z_1 > p_1$).

Відповідна їй задана ПФ замкнутої еталонної системи

$$\Phi^*(z) = \frac{1-a_0}{z-a_0}.$$

На рис. 2 представлені перехідні характеристики цифрової системи керування струмом дуги для декількох значень періоду квантування T. Зазначимо, що представлені процеси в системі з параметрами ПІ-регулятора (2), що формують гранично допустимий експоненційний процес при відпрацюванні стрибка завдання (переналаштування регулятора), близькі до еталонного процесу (1), відрізняючись лише на величину пульсацій струму в перехідному і квазістатичному режимах. Для порівняння на рис. 2 представлена перехідна характеристика еталонної безперервної системи. При цьому, як і очікувалося, процеси в системі, що досліджується, збігаються з еталонним лише в моменти часу $t = n\tau$, $n = 0, 1, \ldots$

Розглянуте формальне розв'язання задачі може призводити до некоректних результатів. Це має місце у тих випадках, коли об'єкт є немінімально-фазовим. До недоліків можна віднести:

– складність обліку запізнення властивого цифровим системам керування;
– можливість отримання у деяких випадках нереалізованого регулятора.

Тому після проведення синтезу цим способом необхідно виконати перевірку на стійкість та якість ДСАК.

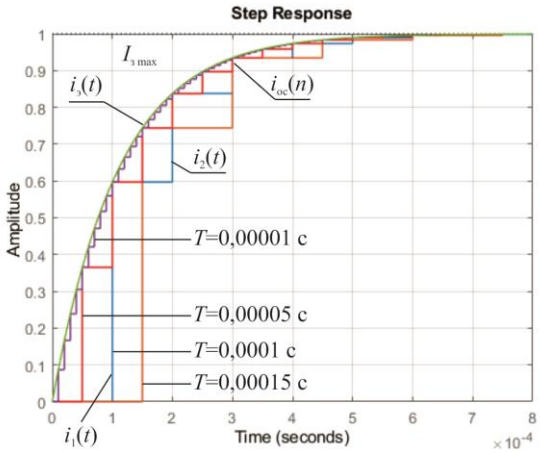


Рис. 2. Еталонний експоненційний процес $i_e(t)$ та процеси в досліджуваній системі $i(t)$

Висновки. Наведені вище співвідношення дозволяють вибрати параметри інформаційної та енергетичної підсистем джерела струму дуги з умови забезпечення заданого часу регулювання за допустимого рівня пульсацій струму дуги (заданої частоти комутації силових ключів) у статичному режимі.

При зміні напруги живлення $U_{вх}$ і параметрів об'єкта та навантаження τ_0, $R_н$, U_0 у широкому діапазоні для забезпечення заданої якості процесів у цифровій системі стабілізації струму дуги виникає необхідність застосування адаптивної схеми з еталонною моделлю і сигнальним налаштуванням.

Описаний процес проектування цифрового регулятора в тому числі і з затримкою, що вноситься АЦП і ЦШІМ, може бути основою для проектування імпульсних джерел електроживлення дуги з повністю цифровим керуванням із забезпеченням заданої тривалості перехідних процесів, викликаних збільшенням напруги навантаження і астатизму вихідного струму.

Подальшим розвитком може бути використання нелінійних динамічних коректорів та адаптивних систем.

Література

[1]. Крутько П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем: Линейные модели. – М.: Наука, 1987. – 304 с.

[2]. Бессекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, – 2003. – 700 с.

[3]. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы. Изд. второе, исправленное и дополненное. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 304 с.

[4]. Кротенко В.В. Параметрический синтез цифровых систем управления с транзисторными широтно-импульсными преобразователями // Изв. вузов Приборостроение. 2003. Т.46. № 6. С. 25–31.

[5]. Изерман Р. Цифровые системы управления. – М.: Мир, 1984. – 460 с.

[6]. Аналіз перетворювача постійного струму, що працює на плазмову дугу / Є.М. Верещаго, В.І. Костюченко, С.М. Новогрецький // Електротехніка і електромеханіка, 2023, № 5, 31–36. https://doi.org/10.20998/2074-272X.2023.5.05

[7]. Synthesis of a Control System of a Pulse Converter for Plasmatron Power Supply / E. Vereshchago, V. Kostiuchenko, Y. Stohniienko // 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). P. 394–397. https://doi.org/10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312905

[8]. Digital Control System of a Pulsed Power Supply for the Plasmatro / E. Vereshchago, V. Kostiuchenko, S. Novogretskyi // 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). P. 30–34. https://doi.org/10.1109/MEES61502.2023.10402495

PULSE CURRENT STABILIZER WITH DIGITAL CONTROL FOR THE POWER SUPPLY SYSTEM OF THE PLASMATRON

Yevhen Vereshchago, Vitalii Kostiuchenko, Sergii Novogretskyi, Yevhen Stohniienko
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The control law is synthesized and the model of the pulse current stabilizer is developed. The method is proposed and the ways of controlling the pulse current stabilizer are found, providing the specified duration of transient processes and astaticism of the output current. The results of the study confirm the achievement of the final duration of transient processes caused by a step change in the load voltage, close to 3–4 periods.

Keywords: pulse converter, digital control system, synthesis, regulator.

УДК 004.056.53:621.397:629.58

АНАЛІЗ КАДРУ В АДАПТИВНОМУ РЕГУЛЮВАННІ ОСВІТЛЕННЯ ПІДВОДНИХ ВІДЕОСИСТЕМ

Касьянов Ю.І.
старший викладач кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
yukas.nik.ua@gmail.com

Анотація. Розроблено принципи і алгоритми аналізу кадру для системи адаптивного освітлення підводної відеосистеми. Виконано їх апробацію шляхом обробки зображень в Маткад.

Ключові слова: система відеоспостереження, підводний апарат, адаптивне освітлення, якість зображення, роздільна здатність, аналіз кадру.

Відеосистема підводного апарату є одним з найважливіших його вузлів, який забезпечує як безпосередньо управління апаратом, так і виконання ним функцій відеоспостереження та контролю підводної обстановки, оцінки стану підводних частин морських споруд та суден, розпізнавання підводних об'єктів та контролю доступу, в тому числі в системах захисту морських об'єктів та акваторій [1]. Значною мірою виконання вказаних задач визначається якістю отримуваного зображення.

Шляхами до покращення якості зображення є експериментальне тестування відеокамер при створенні відеосистеми щодо залежності показників якості зображення (роздільної здатності, достовірності передачі кольорів, стабільності кольорового режиму тощо) від умов зйомки та побудови адаптивної системи освітлення, що враховує отримані залежності [2–4]. Це потребує автоматичного аналізу кадру в процесі зйомки за параметрами, від яких залежать показники якості зображення.

Метою даної роботи є розробка алгоритмів аналізу кадру для оптимізації освітлення за критерієм роздільної здатності та їх апробація на прикладі обробки зображень у середовищі Mathcad.

Як показали експериментальні дослідження залежності роздільної здатності від умов зйомки [3], вона залежить від освітленості об’єкта, маючи при цьому певні локальні максимуми, а також від контрасту фону і долі об’єкта в кадрі. У відеосистемі з адаптивним освітленням [4] освітленість об’єкта (яскравість зони зйомки) визначається за допомогою датчика, встановленого біля об’єктива камери, а контраст фону і долі об’єкта в кадрі – з аналізу кадру.

При розробці алгоритму визначення контрасту фону виходили з наступних практичних міркувань, характерних для зйомки у відкритому водному просторі при фронтальному штучному освітленні, що характерно для глибоководної підводної зйомки:

– фонова частина кадру (фон) в цьому випадку є темніша ніж сюжетна частина (об’єкт) за рахунок розсіювання світла у відкритому просторі;

– для більшості випадків доля фону в кадрі складає 25…75 %;

– об’єкт зйомки (сюжетна частина), як правило, знаходиться в центрі кадру і займає 25…75 % площі кадру.

Виходячи з сказаного, пропонується наступний алгоритм визначення контрасту фону по відношенню до яскравості об’єкта:

– зчитати зображення (стоп-кадр) та сформувати матрицю яскравості пікселів зображення M розмірністю r x c зі значеннями в діапазоні 0…255;

– визначити ширину $l_ф$ вертикальних та висоту $h_ф$ горизонтальних смуг фонової зони при мінімальній (25 %) долі фону від площі кадру (рис. 1);

– визначити параметри граничної рамки фону – номера початкового і кінцевого рядків $r_{фп}$, $r_{фк}$ та номера початкового і кінцевого стовпців $c_{фп}$, $c_{фк}$;

– визначити середню яскравість фону;

– вважаючи площу об’єкта в кадрі рівною 25 % від загальної площі, визначити ширину $l_о$ та висоту $h_о$ сюжетної (об’єктової) зони кадру;

– визначити параметри граничної рамки об’єкту – номера початкового і кінцевого рядків $r_{оп}$, $r_{ок}$ та номера початкового і кінцевого стовпців $c_{оп}$, $c_{ок}$;

– визначити середню яскравість об’єкта;

– визначити контраст фону по відношенню до яскравості об’єкта.

Для визначення розміру об’єкта в кадрі пропонується наступний алгоритм:

– зчитати зображення (стоп-кадр), що аналізується, та сформувати матрицю яскравості пікселів зображення M і визначити її розмірність r x c;

– визначити середню яскравість фону $I_ф$ аналогічно описаному вище;

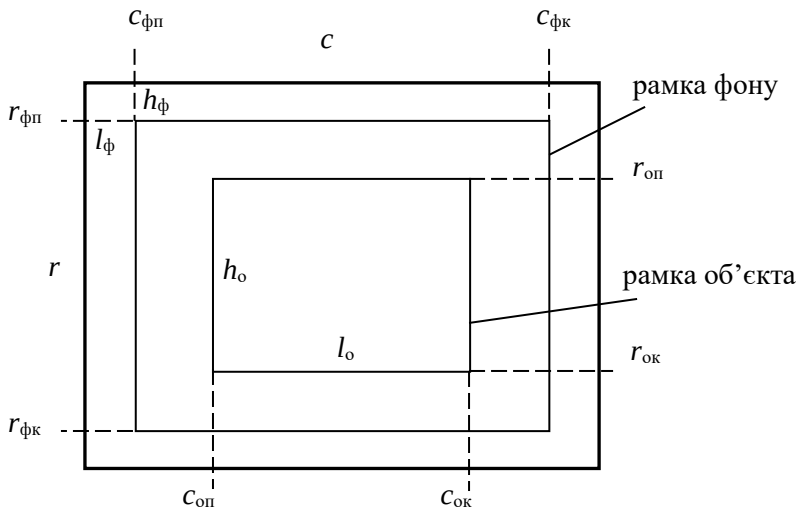


Рис. 1. Площа кадру та параметри зон фону і об'єкта

– задати значення коефіцієнтів відношення середньої яскравості об'єкта в кадрі до яскравості фону k_o та відношення середньої яскравості лінії кадру в зоні знаходження об'єкта до середньої яскравості фону $k_л$, що використовуються для визначення границі сюжетної зони (об'єкта) в кадрі по зміні середньої яскравості ліній або/та по наявності пікселів зображення об'єкта;

– перебираючи в циклі яскравості пікселів кадру знайти номер рядка, що є верхньою границею зображення об'єкта в кадрі. При цьому ознакою є наявність у рядку не менше 5 % пікселів з яскравістю $k_o \cdot I_ф$ або/та рядок, середня яскравість якого перевищує $k_л \cdot I_ф$;

– аналогічно визначити нижню та бокові границі зображення об'єкта (визначаючи таким чином граничну рамку об'єкта в кадрі, що характеризується параметрами $r_{оп}$, $r_{ок}$, $c_{оп}$, $c_{ок}$);

– визначити розмір об'єкта в кадрі.

При зйомці у відкритому водному просторі та фронтальному штучному освітленні відношення середньої яскравості об'єкта (сюжетної зони) до яскравості фону лежить в межах $k_o = 1{,}5…3{,}5$, а відношення середньої яскравості лінії в зоні знаходження об'єкта до середньої яскравості фону – в межах $k_л = 1{,}2…2$.

При зйомці донних об'єктів, а також зйомці поблизу дна чи водної поверхні або при наявності контрового освітлення яскравість фону може бути більшою за яскравість об'єкта і вказані коефіцієнти потрібно уточнювати.

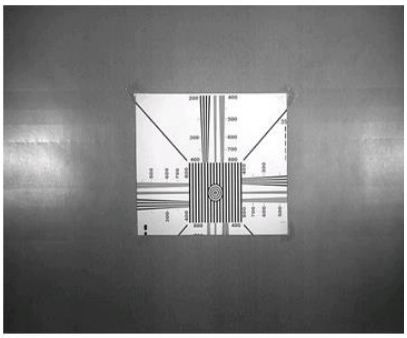
За розробленими алгоритмами було створено програмні процедури в Mathcad, та виконано обробку зображень, взятих з досліджень [2, 3] (рис. 2).

Розглянуті алгоритми можна об'єднати в єдиний з певними спрощеннями.

Висновок. Розроблені алгоритми аналізу кадру дозволять регулювати освітленість об'єкта зйомки по критерію оптимальності роздільної здатності у підводних відеосистемах з адаптивним освітленням.

м

$K_{фб}$ = 0,52; Szo% = 14,8



м

$K_{фб}$ = 0,6; Szo% = 15,8

Рис. 2 Результат роботи програм визначення контрасту фону та розміру об'єкта в кадрі

Література

1. Блінцов В.С. Концепція створення системи висвітлення підводної обстановки морської акваторії / В.С. Блінцов, Чан Там Дик. // Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2009. – С. 49–51.

2. Блінцов В.С. Експериментальні дослідження відеосистеми телекерованого підводного апарата для захисту акваторій / В.С. Блінцов, О.В. Блінцов, Ю.І. Касьянов та ін. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, № 6 (136), Ч.1. – Луганськ: Видавництво СНУ ім. В.Даля, 2009. – с. 313 – 316.

3. Касьянов Ю.І. Дослідження роздільної здатності відеокамери при зміні умов зйомки / Ю.І. Касьянов // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, № 8 (179), Ч.1. – Луганськ: Видавництво СНУ ім. В.Даля, 2012. – с. 320 – 324.

4. Касьянов Ю.І. Щодо забезпечення якості зображення в підводних системах відеоспостереження / Ю.І. Касьянов. // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2022. – С. 308 – 312.

FRAME ANALYSIS FOR ADAPTIVE REGULATION OF LIGHTING IN UNDERWATER VIDEO SYSTEMS

Kasianov Yurii Ivanovitch

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The principles and algorithms of frame analysis for the adaptive lighting system of the underwater video system have been developed. They were tested by image processing in Mathcad.

Keywords: video surveillance system, underwater vehicle, adaptive lighting, image quality, resolution, frame analysis.

УДК 621.38(076)

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД «ДЖЕРЕЛА СВІТЛА»

Костенко Д.В.,
кандидат технічних наук, завідувач кафедри ЕІС та РК
Писарєв О.С., Патенко Д.С., Смалієвський В.Ю., Онищенко О.В.,
студенти
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна.

Анотація. В рамках роботи студентського наукового гуртка «Автоматика і телемеханіка» був зроблений стенд для дослідження джерел світла, доведена його працездатність, зроблені висновки щодо деяких розповсюджених типів ламп.

Ключові слова: джерело світла, освітленість, світлодіод

Вступна частина. Останні роки відбувся величезний розвиток джерел світла. На зміну традиційним лампам розжарювання (ЛР) і люмінесцентним лампам (ЛЛ) поступово приходили низка інших типів: компактні люмінесцентні, галогенові, газорозрядні, світлодіодні. Серед газорозрядних ламп є кілька окремих типів, які сильно відрізняються по властивостям один від одного: металогалогенові, ртутновольфрамові, натрієві. Деякі з цих типів морально застаріли ще до того моменту, як набули певного розповсюдження. Для розуміння переваг і недоліків традиційних і перспективних джерел світла здобувачами освіти необхідне обладнання, яке дозволяє порівнювати параметри цих джерел та наочно спостерігати їх роботу.

Мета роботи полягає в розробці лабораторного стенду, який дозволяє вимірювати основні параметри джерел світла і наочно спостерігати їх роботу. Також в роботі зроблено порівняння параметрів лампи розжарювання, компактної люмінесцентної, ртутновольфрамової і світлодіодної ламп.

Основна частина. Для спостерігання роботи розповсюджених джерел світла достатньо досить простої конструкції, яка складається з перемикачів, патронів для ламп і електричних з’єднань. Для вимірювання електричних параметрів потрібні амперметри, вольтметри, ватметри. Для спрощення конструкції будемо використовувати комбінований вимірювальний пристрій, який виконує всі позначені дії, наприклад енергометр ТМ55. Основною оптичною характеристикою джерел світла є світловий потік, але його вимірювання потребує складного обладнання, тому для спрощення будемо вимірювати освітленість поверхні на певній відстані від джерела світла за допомогою люксметра. З певної точки зору таке вимірювання має навіть більш утилітарний сенс, тому що користувача цікавить саме якість освітленні на певних предметах чи поверхнях. Щодо якості світла використовують таки параметри як колірна температура, індекс передавання кольору. Вимірювання цих параметрів можна буде зробити в майбутньому. Принципова схема стенду показана на рис. 1.

Для підтвердження працездатності стенда було зроблено дослідження чотирьох видів ламп – розжарювання, ртутновольфрамової, компактної люмінесцентної.

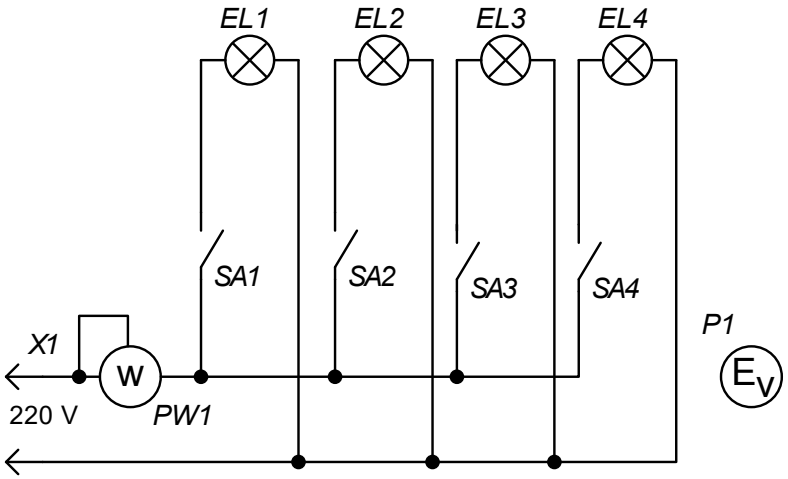


Рисунок 1 – Схема стенду

Стенд містить лампи *EL*1…*EL*4, перемикачі *SA*1…*SA*4, енергометр *PW*1, люксметр *P*1. Загальний вигляд стенда показаний на рис. 2.

Рисунок 2 – Загальний вигляд стенда

Лампа розжарювання. Освітлювальний прилад, в якому світло випромінюється тугоплавким провідником, нагрітим електричним струмом до розжарення. Лампи розжарювання використовують ефект нагрівання провідника при протіканні через нього електричного струму. Температура вольфрамової нитки розжарення зростає, випромінюючи електромагнітне випромінювання. Зменшення випаровування вольфраму та повзучості нитки досягається додаванням композиційного газу та частинок двоокису торію. Світлова віддача ламп розжарювання складає 10…17 Лм/Вт. У низьковольтних галогенових ламп з короткою і товстою ниткою розжарювання згідно деяких джерел може складати до 40 Лм/Вт, у розповсюджених автомобільних ламп – 27…30 Лм/Вт.

Люмінесцентна лампа. Газорозрядне джерело світла, світловий потік якого визначається в основному світінням люмінофорів під впливом ультрафіолетового випромінювання електричного розряду в парах ртуті: до появи світлодіодних ламп широко застосовувалися для загального освітлення, оскільки мали світлову віддачу і термін служби в кілька разів більший, ніж у ламп розжарення того ж призначення. Люмінесцентна лампа низького тиску використовує електричний струм для тліючого розряду між нитками розжарення, відмінно від ртутних ламп високого тиску, де є дуговий розряд. У таких лампах з ртутними парами виникає УФ-випромінення, яке перетворюється на видиме світло за допомогою люмінофору на внутрішніх стінках лампи. Змінюючи склад люмінофора, можна змінювати колір світла. Люмінесцентні лампи пройшли довгий шлях еволюції. Найбільш розповсюджені лампи з цоколем *G*13 і *G*8 мали світлову віддачу 50…70 Лм/Вт. Пізніше з'явилися більш ефективні лампи з цоколем *G*5, наприклад лампа *Philips TL*5 *High Efficiency G*5 1200*mm* мала світлову віддачу 94 Лм/Вт. Такі лампи можливо стали б домінуючим джерелом світла, якби не з'явилися світлодіодні. За такою технологією вироблялися компактні люмінесцентні лампи і досягли досить високого розповсюдження в певний час. Їхня світловіддача скоріш за все буде меншою, тому що компактна конструкція не дозволяє вільно випромінювати світло.

Газорозрядні лампи високого тиску мають хороші характеристики, часто зустрічаються в вуличному освітленні, в автомобільній техніці під назвою «ксенон» тощо, мають світлову віддачу до 100 Лм/Вт, але потребують спеціального пуско-регулюючого обладнання. Цікавими є так звані ртутновольфрамові, які в середині містять газорозрядний пальник і нитку розжарювання в якості регулюючого обладнання. Таким чином вони мають середню світловіддачу і не можуть конкурувати з сучасними джерелами світла, але цікавим предметом історії техніки.

Світлодіодна лампа це самостійний пристрій з корпусом, спроектованим для світлодіодних джерел. Біле світло виникає з комбінації червоних, зелених і синіх світлодіодів або використання люмінофору. Метод RGB використовує матриці світлодіодів різних кольорів для створення білого світла. Велика кількість світлодіодів та їхній малий розмір, дозволяють розташувати їх у різних місцях, збирати у панелі, використовувати для підсвічування дисплеїв, телевізорів тощо. Світлодіоди здобули величезний розвиток і широке їх використання в лампах почалося, коли вони досягли світлової віддачи 50…60 Лм/Вт, що дало можливість конкурувати з люмінесцентними лампами. Зараз існують світлодіоди 3 світловою віддачою більше 200 Лм/Вт, але в розповсюджений лампах використовуються біля 100 Лм/Вт.

Був зроблений дослід, який може підтвердити або спростувати ці відомості. Порівнювалися лампа розжарювання 60 Вт, ртутновольфрамова лампа *Brille* 200 Вт, компактна люмінесцентна 8 Вт, світлодіодна лампа *Ledvance* 6 Вт і саморобний світлодіодний світильник. Вмикалася лампа, вимірювалася споживана потужність і освітленні на поверхні на відстані 95 см. Результати вимірювання зведені в таблицю, в якості параметра для порівняння використовували освітленість в люксах на одиницю споживаної потужності.

Такі результати не дають змогу порівняти реальні характеристики з зазначеними в літературі, тому що використовуються різні фізичні параметри. Розрахуємо умовну світловіддачу, для чого змінимо реальний світловий потік на умовний розрахований. Будемо вважати, що діаграма випромінювання сферична і розрахуємо світловий потік знаючи

освітленість і відстань. Результати вочевидь будуть завищені, чим більш нерівномірна діаграма, тим більше завищення такого параметра.

$$H_{\text{у}} = {}^{\Phi_{\text{у}}}/_{P} = E \cdot {}^{S}/_{P} = E \cdot 4\pi \cdot {}^{R^2}/_{P},$$

де $\Phi_{\text{у}}$- умовний світловий потік; P – споживана потужність; E – освітленість; S – площа сфери; R – радіус сфери.

Таблиця 1 – Результати вимірювання

Величина	**Лампа розжарювання**	**Ртутно-вольфрамолва**	**Компактна лампа**	**Світлодіодна лампа**	**Саморобний світлодіодний світильник**
Споживаний струм *I*, А	0,25	0,777	0,062	0,034	0,265
Споживана потужність *P*, Вт	57	154	8,3	5,5	30,5
Освітленість *E*, Лк	101	268	60	107	1100
Питома освітленість *E/P*	1,77	1,58	7,22	19,45	30,55
Умовна світловіддача $H_{\text{у}}$, Лм/Вт	20,1	17,9	82,02	220	347

Результати виявилися досить дивними стосовно ртутновольфрамової лампи *Brille* китайського виробництва, навіть гірше за лампу розжарювання. Вирішили знайти лампу такого типу, яка буде точно якісною. Знайшли лампу *Philips ML*, яка взагалі не працювала, загорялася і гасла. Купили нову лампу Іскра, яка виявилася гірша за *Brille*. Після невеличкого терміну роботи потемнів люмінофор. Потів чисто випадково помітили, якщо повісити *Philips ML* просто на дріт, то вона нормально працює і не вимикається. Як виявилося, вона призначена висіти вертикально і гасне, якщо її розвернути горизонтально, гасне. Результати додаткових вимірювань наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Вимірювання параметрів ртутновольфрамових ламп

Величина	***Brille***	**Іскра**	***Philips ML* вертикально**	***Philips ML* під кутом 45**
Споживана потужність *P*, Вт	170	153	154	154
Освітленість *E*, Лк	268	153	177	270
Питоме освітлення *E/P*	1,58	1	1,15	1,75

Висновок. Розроблений лабораторний стенд дозволяє спостерігати роботу джерел світла і вимірювати деякі параметри. Дослідження деяких розповсюджених зразків підтверджує їх загальновідомі параметри, перспективність світлодіодних джерел світла і необхідність враховувати діаграми випромінювання.

Література

[1]. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікро схемотехніка: Підручник / За ред.. А.Г. Соскова. – К.: Каравела, 2009. – 416 с.

[2]. Specifications for Nichia white LED. No: STSE-CW2159A.

[3]. Джерела світла : навч. посібник / К. І. Суворова, Л. Д. Гуракова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 110 с.

Laboratory stand “Light Sources”

Kostenko Dmytro

candidate of technical sciences, head of the department of EIS and RK

Pysariev Oleksand, Patenko Dmytro, Smaliievskyi Volodymyr, Onyshchenko Oleh

students, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine.

Abstract. As part of the work of the “Automatics and Telemechanics” student research group, a laboratory stand was developed for the study and comparison of different types of light sources. The conducted experiments made it possible to evaluate the efficiency and features of the incandescent, compact fluorescent, mercury-tungsten and LED lamps. The conclusions indicate the advantages and disadvantages of these light sources for their further use.

Key words: light source, illumination, LED.

УДК 681.518

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНИХ РКІ У СУЧАСНИХ ІНТЕРФЕЙСАХ ЛЮДИНА-МАШИНА

Ольшевський С. І.

ст. викладач кафедри автоматики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

sergo70966@gmail.com

Білюк І. С.

кандидат технічних наук, доцент,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

ivanbilyuk@gmail.com

Савченко О. В.

завідувач лабораторіями кафедри автоматики

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

savchenko1984@gmail.com

Журжа С. Д.
студент кафедри автоматики,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
ctac201616@gmail.com

Анотація: Розглянуто способи організації системи виводу інформації у складі систем керування промисловим обладнанням. Запропоновано вормальний підхід для визначенні необхідних типів РКІ в залежності від обсягу інформації.

Ключові слова: системи керування, РКІ, інтерфейс людина-машина, модернізація, промислове обладнання.

Відокремлені системи – системи керування окремим об’єктом [1]. Мають дві основні функції – керування об’єктом відповідно до поточної програми та керування у відповідності з командами від ЕОМ вищого рангу при експлуатації об’єкта у складі комплексу.

На цей час помітно два досить різних підходу до реалізації інтерфейсів людина-машина.

Перший, як правило, використовується на підприємствах переробної промисловості та у «чистих» виробництвах [2, 3]. При цьому органи відображення та введення інформації об’єднані у загальному *LCD* модулі із сенсорним екраном. Інформація, що виводиться на екран, досить реалістично відображає технологічний процес або його частку на окремої ділянці виробництва, рис. 1. Завдання параметрів і відображення результатів – у термінах технології виробництва. Доступ до настроювання окремих параметрів пристроїв заблокований для оператора і доступний лише після введення додаткового коду [3]. Ведучій виробник (і перший, що вийшов на ринок послуг) – *Siemens*.

Рис. 1. Сучасні панелі HMI

Другій підхід – спрощення інтерфейсу до мінімуму [4]. В ідеалі – дві кнопки «пуск» та «стоп» і три лампи «живлення», «робота» та «аварія» (рис. 2). Всі функції настроювання та доступ до параметрів технологічного процесу – за допомогою додаткових пультів або дистанційно через інтерфейс послідовного зв’язку. Використовується у виробництві.

Найбільш розповсюджений у системах керування приводами у складі автоматизованих ділянок – конвеєри, насоси, системи водопостачання і т.п. Активні виробники – Корея, Тайвань. Системи керування більш спеціалізовані. Наприклад, частотні перетворювачі не взагалі на потужність, а на визначений тип навантаження і оптимізовані на використання у конкретних застосуваннях.

Рис. 2. Виносний пульт для перетворювачів частоти VFD-L фірми Delta (поруч – найменший перетворювач на 100 Вт)

Основні відмінності – кількість параметрів та їх структурованість.

Додатковою перевагою використання РКІ графічного типу є можливість використання «іконок», що відображають наявність події у вигляді мнемограм – Рис. 3.

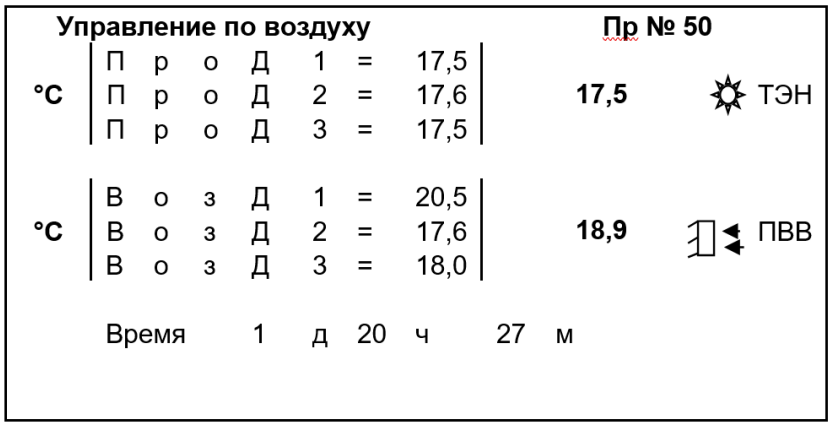


Рис. 3. Приклад використання графічного РКІ у складі системи керування промисловим обладнанням

Висновки. У сучасних розробках систем керування промисловим обладнанням найбільш «вузьким» місцем є саме засоби відображення інформації – прості рішення на базі звичайних модулів *LCD* мають малий строк роботи навить в не дуже забруднених приміщень. Використання комплектів засобів керування призводить до збільшення загальної вартості проекту модернізації. Це у свою чергу змушує замовника відкладати модернізацію або взагалі відмовлятися від неї.

Можливим шляхом є комбінований підхід – використовувати системи керування вітчизняного виробництва (в тому чолі виконані під замовлення конкретного підприємства) з модулями *HMI* зарубіжного виробництва з графічними РКІ.

Література

[1]. Организация взаимодействия человека с техническими средствами АСУ, том 4: «Отображение информации», редакция В.Н.Четверикова, «Высшая Школа» 1993.

[2]. Modbus Technical Resources, Modbus Specifications and Implementation Guides/. режим доступу http://www.modbus.org/tech.php

[3]. В. Олифер, Н. Олифер «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы». Санкт-Петербург, 2006. – 958 с.

[4]. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI : Навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. – 594 с. ISBN 978-617-7910-07-6

ADVANTAGES OF USING GRAPHIC RKI IN MODERN HUMAN-MACHINE INTERFACES

Olshevskyi Serhii Ivanovych
senior lecturer of the Department of Automation,
Bilyuk Ivan Serhiyovych
candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Automation,
Savchenko Oleh Valeriyovych
head of Laboratory of Automation Department
Stepaniuk Anton Ruslanovych
student of group 1317st,
National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov Ukraine, Mykolaiv.

Abstract. Methods of organizing the information output system as part of industrial equipment control systems are considered. A formal approach for determining the necessary types of RKI depending on the amount of information is proposed..

Key words: control systems, RKI, human-machine interface, modernization, industrial equipment.

УДК 621.3

РЕФЛЕКТОМЕТРИЧНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДОВЖИНИ КАБЕЛЮ

Прищепов Є. О.
старший викладач кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
yevhen.pryshchepov@nuos.edu.ua

Анотація. Проведено огляд основних методів вимірювання довжини кабелю. Метод імпульсної рефлектометрії, як найбільш перспективний з них, використовує стробоскопічне перетворення, що ускладнює конструкцію приладів для вимірювання довжини кабелю і вносить специфічні похибки в процес вимірювання. Пропонується вирішення цієї проблеми за рахунок застосування інтегрального перетворювача «час-код».

Ключові слова: вимірювання довжини кабелю, метод імпульсної рефлектометрії, імпульсний рефлектометр, стробоскопічне перетворення, перетворювач «час-код».

Вступна частина. Однією із задач під час проведення електромонтажних робіт є прокладання кабельних ліній. Вимірювання довжини кабелю входить у комплекс діагностичних процедур, за допомогою яких можна уникнути неточностей на етапі підготовки до прокладання кабельної лінії. Для таких вимірів використовується низка методів. Найпростіший з них передбачає використання звичайної рулетки. Інший метод передбачає використання спеціальної перемотувальної машини. Більш ефективними є непрямі методи вимірювання довжини кабелю: DC-метод та метод імпульсної рефлектометрії. Перший метод передбачає вимірювання довжини кабелю по опору його жил. Другий метод є перспективнішим і реалізується за допомогою спеціального приладу – імпульсного рефлектометра [1, с. 4].

Однак, метод стробоскопічного перетворення [2, с. 1787], який використовується в імпульсних рефлектометрах, що випускаються промисловістю, дуже ускладнює їх конструкцію і вносить специфічні похибки в процес вимірювання.

Метою роботи є розробка рефлектометричного приладу для вимірювання довжини кабелю без використання стробоскопічного перетворення. Ця мета може бути досягнута за рахунок застосування інтегрального перетворювача «час-код».

Основна частина. Метод імпульсної рефлектометрії, стосовно задачі вимірювання довжини кабелю, реалізується наступним чином [3, с. 20]. У кабель посилається зондуючий імпульс напруги, який поширюється зі швидкістю:

$$\vartheta = c/\sqrt{\varepsilon}, \tag{1}$$

де c – швидкість світла; ε – відносна діелектрична проникність ізоляції між провідниками кабелю.

Відстань від джерела зондуючих імпульсів до стрибка хвильового опору, який утворюється на кінці кабелю, пропорційна часу затримки відбитого імпульсу відносно зондуючого:

$$l = 0{,}5 \cdot \vartheta \cdot t_d, \tag{2}$$

де t_d – час затримки відбитого імпульсу відносно зондуючого.

Характеристика, одержувана внаслідок зондування кабелю, називається рефлектограмою. Приклад рефлектограми для розімкнутого на кінці кабелю наведено на рис. 1.

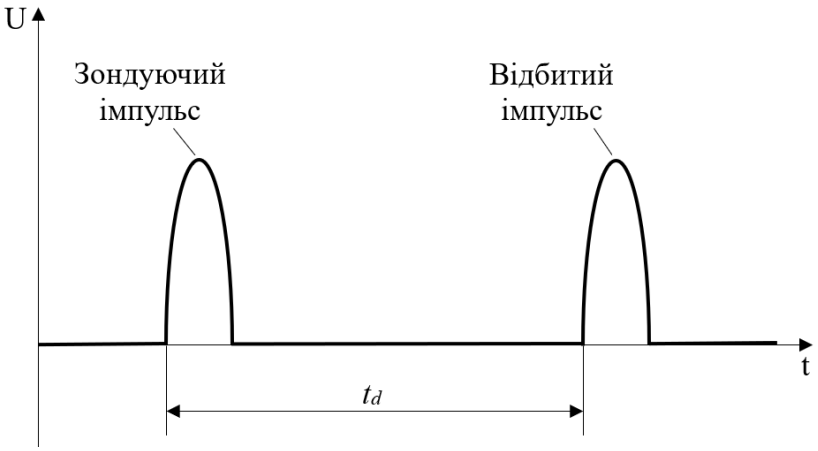


Рис. 1. Рефлектограма

Функціональна схема рефлектометричного приладу (імпульсного рефлектометра) для вимірювання довжини кабелю на базі інтегрального перетворювача «час-код» [4, с. 42] представлена на рис. 2.

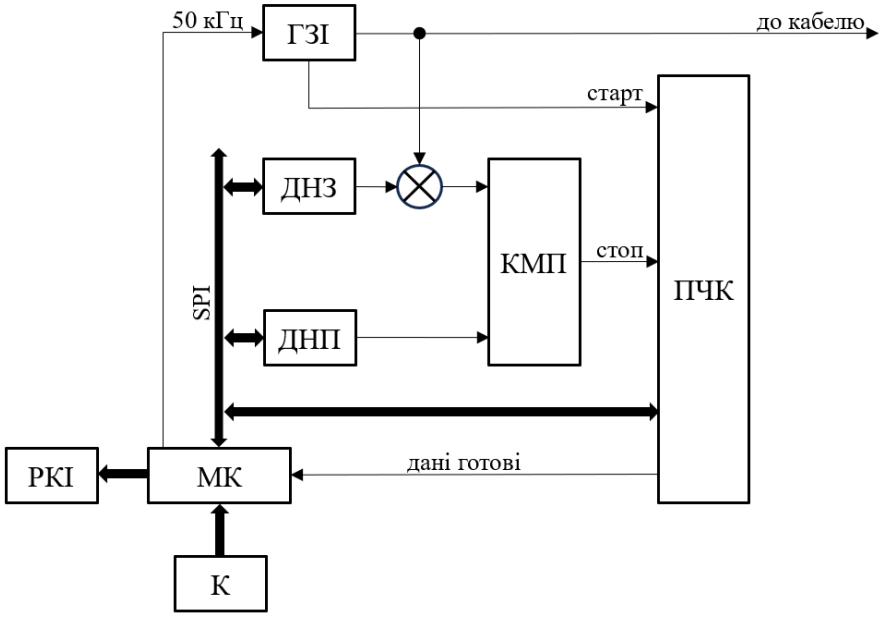


Рис. 2. Функціональна схема

До складу функціональної схеми входять: мікроконтролер (МК), генератор зондуючих імпульсів (ГЗІ), джерело напруги зміщення (ДНЗ), джерело напруги порога (ДНП), компаратор (КМП), перетворювач «час-код» (ПЧК), рідкокристалічний індикатор (РКІ), клавіатура (К).

МК призначений для управління вимірювальним процесом і для обміну даними з РКІ та К. У процесі роботи МК постійно генерує тактові імпульси частотою 50 кГц, що запускають ГЗІ. ГЗІ, у свою чергу, генерує зондувальні імпульси, що посилаються у кабель, і синхронно з кожним зондувальним імпульсом – сигнал «старт», що надходить на відповідний вхід ПЧК. Рефлектограма, яка отримана в результаті зондування кабелю, підсумовується з постійною напругою зміщення, що формується ДНЗ, і подається на один із входів КМП. Підсумовування необхідно для зміщення рефлектограми в діапазон вхідних напруг КМП. На інший вхід КМП подається напруга порога, що формується ДНП. При досягненні відбитим імпульсом напруги порога КМП генерує сигнал «стоп», що надходить на відповідний вхід ПЧК. ПЧК вимірює затримку сигналу «стоп» відносно сигналу «старт», яка відповідає затримці відбитого імпульсу відносно зондуючого. Після закінчення вимірювання затримки ПЧК генерує сигнал «дані готові», що надходить на МК. Отримавши сигнал «дані готові», МК зчитує з ПЧК результат вимірювання затримки за допомогою інтерфейсу SPI. Крім цього, за допомогою інтерфейсу SPI МК управляє роботою ДНЗ, ДНП та ПЧК. За допомогою клавіатури К здійснюється налаштування приладу та запуск процесу вимірювання. РКІ призначений для відображення меню налаштувань приладу та результатів вимірювань.

Висновки. Застосування перетворювача «час-код» дозволяє спростити конструкцію та вартість рефлектометричного приладу для вимірювання довжини кабелю. Крім цього, точність вимірів суттєво підвищується.

Література

1. Andrews J.R. Time Domain Reflectometry // Symposium and Workshop on Time Domain Reflectometry in Environmental, Infrastructure, and Mining. – Washington: Bureau of Mines, 1994. – P. 4–13.

2. Kahrs M. 50 Years of RF and microwave sampling // IEEE Trans.Microwave Theory Tech., vol. 51, no. 6, pp. 1787–1805, June 2003.

3. Полиметрические системы: теория и практика : Монография / Ю.Д. Жуков, Б.Н. Гордеев, А.В. Зивенко, А.Ю. Грешнов, О.А. Зимина, В.Н. Чегринец, Е.О. Прищепов; под ред. Ю. Д. Жукова. – Николаев : Атолл, 2013. – 382 с.

4. Прищепов Є.О. Рефлектометричний перетворювач рівня на базі інтегрального перетворювача «час-код». Сучасні проблеми автоматики та електротехніки : матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції. − Миколаїв: НУК, 2023. – С. 42–45.

THE REFLECTOMETRIC DEVICE FOR CABLE LENGTH MEASURING

Pryshchepov Y.O.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. A review of the main methods for cable length measuring is carried out. The time-domain reflectometry method, as the most promising of them, uses sampling conversion, which complicates the design of devices for cable length measuring and introduces specific errors into the

measurement process. A solution to this problem is proposed through the use of an integral time-code converter.

Keywords: cable length measurement, time-domain reflectometry, impulse reflectometer, sample conversion, time-code converter.

УДК 629.314: 629.503-83

ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ТЕЛЕКЕРОВАНИХ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ

Трибулькевич С.Л.
ст. викладач кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
Lynx.tsl@gmail.com
Трибулькевич В.В.
пров. фахівець кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
Vika.trybulkevich@nuos.edu.ua

Анотація: Проведено аналіз проблем електромагнітної сумісності телекерованих підводних апаратів, які відіграють ключову роль у сучасних океанографічних дослідженнях та операціях під водою. Розглядаються основні джерела електромагнітних перешкод, що впливають на функціонування таких апаратів.

Ключові слова: електромагнітна сумісність, якість електроенергії, підводний апарат, телекерування.

Мета. Аналіз схемних рішень систем живлення телекерованих підводних апаратів з урахуванням питань електромагнітної сумісності.

Основна частина. Проблема електромагнітної сумісності в безпілотних літальних апаратах і дистанційно керованих апаратах є критичною для забезпечення їх надійної та безпечної роботи. Зі зростанням складності та використання таких апаратів у різних галузях промисловості електромагнітні перешкоди від бортових і зовнішніх джерел можуть порушити системи зв'язку, навігації та керування. Вирішення проблем електромагнітної сумісності є важливим для запобігання можливим несправностям і забезпечення ефективної роботи цих передових технологічних систем.

При живленні змінним струмом по кабелю під воду передається змінний струм високої напруги (рис. 1). Підвищення напруги необхідне зниження втрат у кабелі, які за інших умов пропорційні квадрату струму. При такій схемі живлення на борту судна встановлюється трансформатор, що підвищує, а на ПА – понижувальний трансформатор з навантаженням у вигляді вторинних джерел живлення, з яких знімаються всі необхідні для живлення

споживачів апарату напруги. До недоліків схеми, наведеної на рис. 1, слід зарахувати значний рівень перешкод, створюваних у лінії зв'язку.

При передачі електроенергії на змінному струмі можливе використання на борту апарату акумуляторної батареї. Живлення систем ПА здійснюється як від суднової мережі змінного струму через трансформатор, що підвищує, так і від акумуляторної батареї, що працює в режимі постійного або періодичного підзаряду через випрямляч. У цьому випадку в лінії зв'язку рівень перешкод буде меншим, оскільки по ній передається струм середньої потужності, що споживається ПА, а піки навантаження покриваються акумуляторною батареєю.

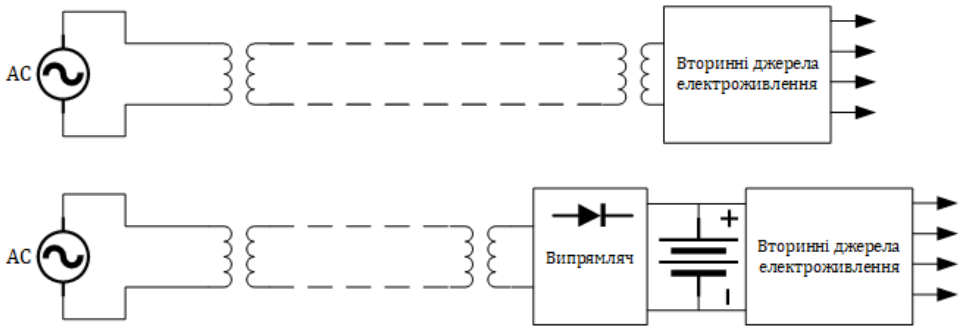


Рисунок 1 – Система електроживлення ТПА на змінному струмі

Більш переважний варіант систем живлення може бути реалізований при виконанні передачі енергії на постійному струмі, що дозволяє зменшити масогабаритні параметри фільтрів та високочастотних загороджувачів, оскільки нижня межа частот визначається частотою інформаційного каналу.

Використання акумуляторів на борту апарата при живленні постійним струмом, так само як і в аналогічному випадку при змінному струмі, дозволяє передавати по кабелю середню, а не максимальну потужність, і таким чином вдається компенсувати піки навантаження, що виникають при включенні споживачів з короткочасним режимом роботи, що суттєво знижує втрати в кабелі та зменшує коливання напруги на вході вторинних джерел живлення.

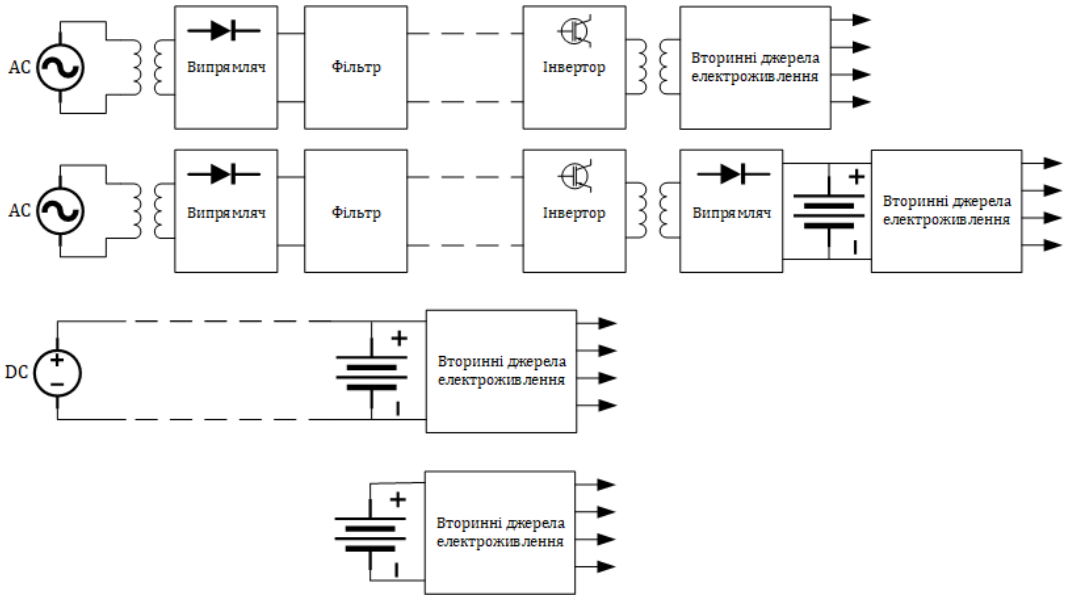


Рисунок 2 – Система електроживлення ТПА на постійному струмі

Безперечною перевагою варіанта живлення всіх споживачів від автономного джерела, встановленого на борту, є відсутність передачі живлення по кабелю, що значно спрощує передачу по лінії сигналів телеуправління, телеметрії та телебачення. Недолік схеми – обмежена ємність джерела і, як наслідок, обмежений час роботи апарату під водою на глибині.

Проблеми електромагнітної сумісності ТПА, спричинені силовими електронними перетворювачами, що працюють у мережі живлення судна (рис. 3). Силові електронні перетворювачі, такі як ті, що використовуються в частотно-регульованих приводах, інверторах і джерелах живлення, створюють електромагнітні перешкоди як побічний продукт своїх операцій перемикання. Коли ці перетворювачі працюють в мережі живлення судна, вони можуть вводити високочастотний шум і гармоніки в лінії електропередач.

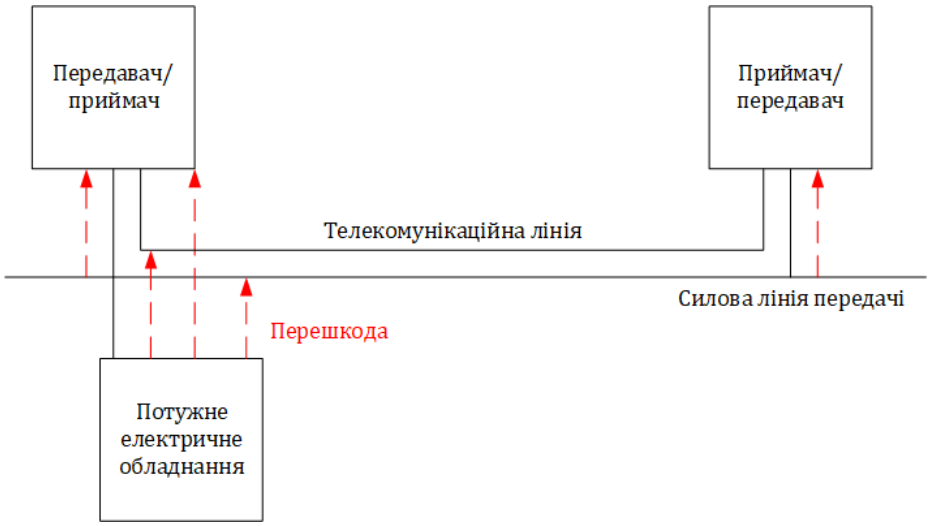


Рисунок 3 – Електромагнітні перешкоди, що викликані роботою силових перетворювачів у мережі судна

Окрім перешкод, що викликані роботою силових перетворювачів у мережі судна, проблеми з електромагнітною сумісністю в ТПА можуть виникнути через використання частотно-керованих асинхронних приводів та безщіткових двигунів постійного струму. Ці компоненти є критично важливими для керування швидкістю та продуктивністю двигунів, але їх високочастотне перемикання може створювати значні електромагнітні перешкоди.

Висновки. Визначено основні джерела електромагнітних перешкод, які ускладнюють роботу підводних апаратів. Електромагнітна сумісність є критично важливою для забезпечення безперебійного функціонування телекерованих підводних апаратів, оскільки навіть незначні перешкоди можуть призвести до серйозних помилок у навігації, управлінні та зборі даних. Визначено переваги та недоліки схемних рішень систем електроживлення ТПА. Рекомендовано впровадження фільтруючих пристроїв у конструкцію апаратів, які здатні знижувати рівень електромагнітних перешкод.

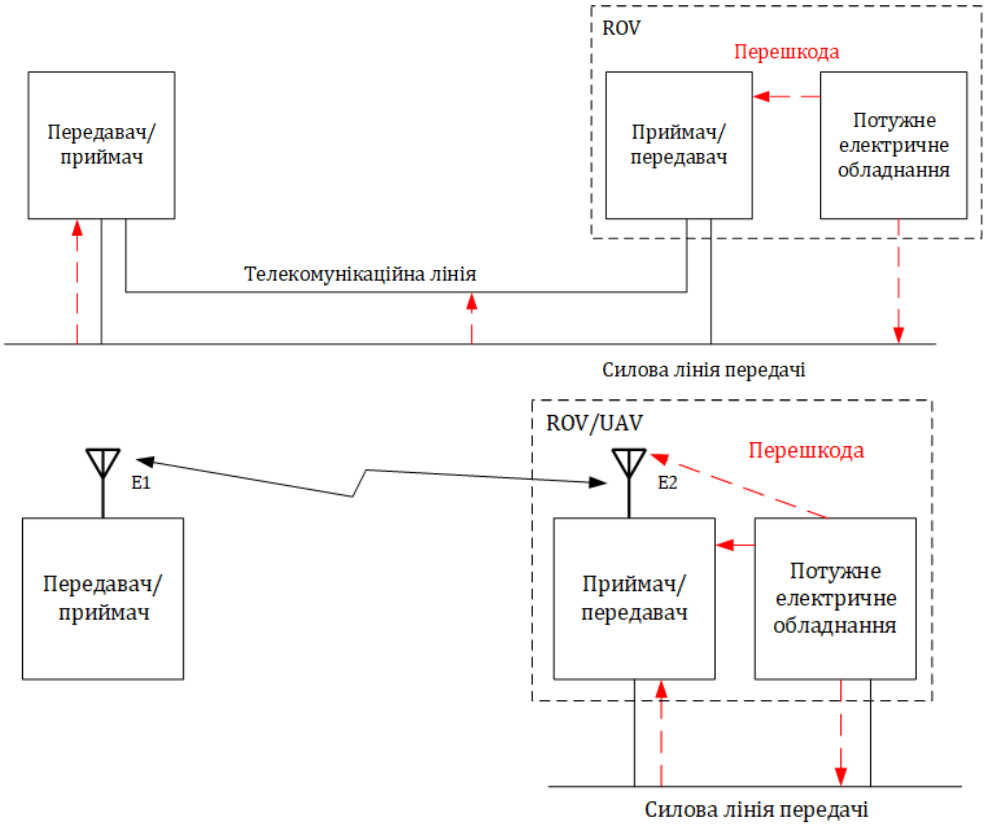


Рисунок 4 – Електромагнітні перешкоди, що викликані роботою силових перетворювачів на борту ТПА

Література

[1]. Ястребов В. С., Горлов А. А., Симинский В. В. Электроэнергетические установки подводных аппаратов. – Л.: Судостроение, 1986. – 208 с., ил.

[2]. Системы и элементы глубоководной техники подводных исследований: Справочник/В. С. Ястребов, Г. П. Соболев, А. В. Смирнов и др.– Л.: Судостроение, 1981.– 304 с., ил.

[3]. Components of an ROV system – Part 1: Mechanical and electromechanical systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.edn.com/components-of-an-rov-system-part-1-mechanical-and-electromechanical-systems/

[4]. A. Bergdahl, 'Electromagnetic compatibility of unmanned aircraft : Examination of legislation and evaluation of two commercial systems', Dissertation, 2022. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ltu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1665600/FULLTEXT01.pdf

PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF UNDERWATER REMOTE OPERATED VEHICLE

Serhii Trybulkevych, Viktoriia Trybulkevych

Department of programmable electronics, electrical engineering and telecommunications, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract: An analysis of the problems of electromagnetic compatibility (EMC) of remote-controlled underwater vehicles, which play a key role in modern oceanographic research and

interactive underwater operations, was carried out. The main sources of electromagnetic interference affecting the functioning of such devices are considered.

Key words: electromagnetic compatibility, power quality, underwater remote operated vehicle, remote control.

УДК 629.064.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ В ГРЕБНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВКАХ ПОДВІЙНОГО СТРУМУ

Чекунов В.К.[1], Алесандровський С.Ю.[2], Бандура С.І.[3]
[1,2,3]старший викладач каф. СЕЕС
[1,2,3]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
[1]cheka756@gmail.com, [2]stanalex016@gmail.com, [3]sergii.bandura@nuos.edu.ua

Анотація. Розглядаються питання дослідження процесів в суднових системах електричного руху подвійного струму. На основі побудованої моделі системи з використанням електричних машин меншої потужності можна перевіряти розрахункові характеристики і параметри в штатних або аварійних режимах.

Ключові слова: моделювання систем електричного руху, гребна електрична установка подвійного струму, гребний електричний двигун.

Гребними установками подвійного роду струму є установки, в яких використовуються синхронні генератори змінного струму, як джерела електроенергії та електродвигуни постійного струму з незалежним збудженням, як гребні електродвигуни. Це дозволило об'єднати високі маневрені якості двигунів постійного струму з перевагами генераторів змінного струму (можливість застосування високооборотних первинних двигунів, малі масогабаритні показники). Режим сталості потужності гребної електричної установки (ГЕУ) у широкому діапазоні частот обертання гребного двигуна (ГЕД) автоматично забезпечується жорстким негативним зворотним зв'язком (по струму *I*). Необхідна величина електромагнітного моменту гребного двигуна при заклинюванні гвинта забезпечується формою зовнішньої характеристики синхронного генератора, випрямляча і жорстким зворотним зв'язком по струму.

Перевагою системи електричного руху подвійного струму з керованим випрямлячем (рис. 1) є можливість одержання суднової об'єднаної електроенергетичної системи з незмінними напругою і частотою на шинах головного розподільного щита.

Схема виконується на тиристорах *VS*1…*VS*6, керування якими здійснюється сигналами з блока БУ. Також використовується зворотний негативний зв'язок по струму якоря гребного двигуна для отримання необхідного вигляду механічної характеристики гребного двигуна Д.

Схема ГЕУ дозволяє здійснювати плавне регулювання частоти обертання гребного електродвигуна Д шляхом зміни кута відмикання керованих вентилів α у межах від 0 до $\pi / 2$.

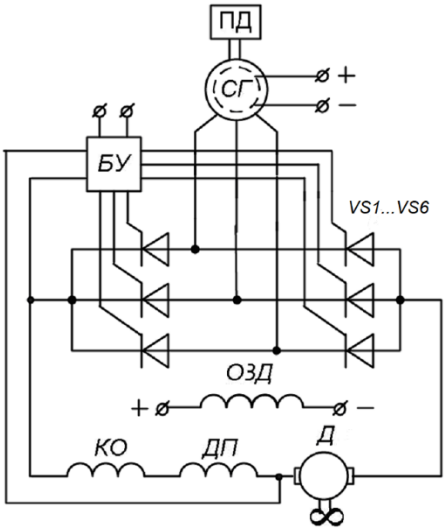


Рисунок 1

Недоліками схеми є погіршення коефіцієнта потужності схеми при збільшенні кута α від 0 до π/2; шкідливий вплив на мережу вищих гармонік струму і напруги; складність захисту вентилів (по перевантаженню, по струму, максимальному значенню напруги на закритому вентилі, швидкості наростання струму в прямому напрямку).

Створення на базі систем електричного руху подвійного струму єдиних електроенергетичних установок (ЕЕУ), у яких головні генератори забезпечують живленням як ГЕД, так і загальносуднові приймачі електроенергії, дозволяє істотно підвищити масогабаритні і техніко-економічні показники енергетичної установки.

Створення складного електроенергетичного комплексу вимагає експериментального підтвердження закладених конструктивних і технічних рішень.

З цією метою на електротехнічному стенді кафедри СЕЕС ННІАЕ НУК була зібрана експериментальна установка з реальними елементами системи електричного руху подвійного роду струму, але невеликої потужності (рис. 2). У її склад увійшли штатні елементи системи електричного руху:

гребний електродвигун Д (тип П-11М) $P_{1м} = 0{,}138$ кВт; $U_м = 110$ В; $I_м = 1{,}25$ А; $U_{зм} = 220$ В; $n_м = 890$ об./хв.; $R_{яг\,20°} = 17{,}0$ Ом; $R_{ко} = 3{,}0$ Ом; $2\Delta U_{щм} = 2$ В;

трансформатор (тип ТС-1,5-0,5) $P_н = 1{,}5$ кВт; $U_{1л} = 220$ В; $U_{2л} = 132$ В; $I_{1ф} = 3{,}94$ А; $I_{2ф} = 6{,}57$ А; $U_к = 5$ %; $f_1 = 50$ Гц; $k_e = U_{1н}/U_{2н} = 1{,}67$; $x_т = x_1' + x_2 = 0{,}972$ Ом; $r_т = r_1' + r_2 = 0{,}231$ Ом;

навантажувальний генератор НГ (тип ДПМ-11) $P_{нг} = 0{,}24$ кВт; $n_{нг} = 3000$ об/хв; $U_{нг} = 220$ В; $I_{нг} = 1{,}71$ А; $R_{янг\,20°} = 17{,}0$ Ом; $2\Delta U_{щнг} = 2$ В;

випрямний пристрій, зібраний на тиристорах Т4-63-6; $U_{обр} = 600$ В; $I_в = 63$ А; $\Delta U_в = 0{,}7...1{,}0$ В.

Дизель-генератор і гребний гвинт можуть моделюватися за допомогою додаткового устаткування стенда.

Як навантаження для ГЕД застосовувалися машини постійного струму, які працювали в генераторному режимі і створювали гальмовий електромагнітний момент.

Створений експериментальний стенд дозволив реалізувати всі основні режими роботи систем електричного руху, що розробляються, включно з аварійними. На стенді можуть бути отримані осцилограми перехідних процесів пуску, зупинки, зміни частоти обертання і навантаження, реверса і заклинювання ГЕД.

Трансформатор у схемі застосовується для узгодження випрямленої напруги з номінальною напругою ГЕД.

Від величини напруги керування $U_к$, яке подається в схему керування тиристорами $A1$, $A2$, $A3$, залежить величина кута α. За допомогою потенціометричного поста керування R_3 (пост керування рухом судна) значення кута α встановлюється при холостому ході ГЕУ.

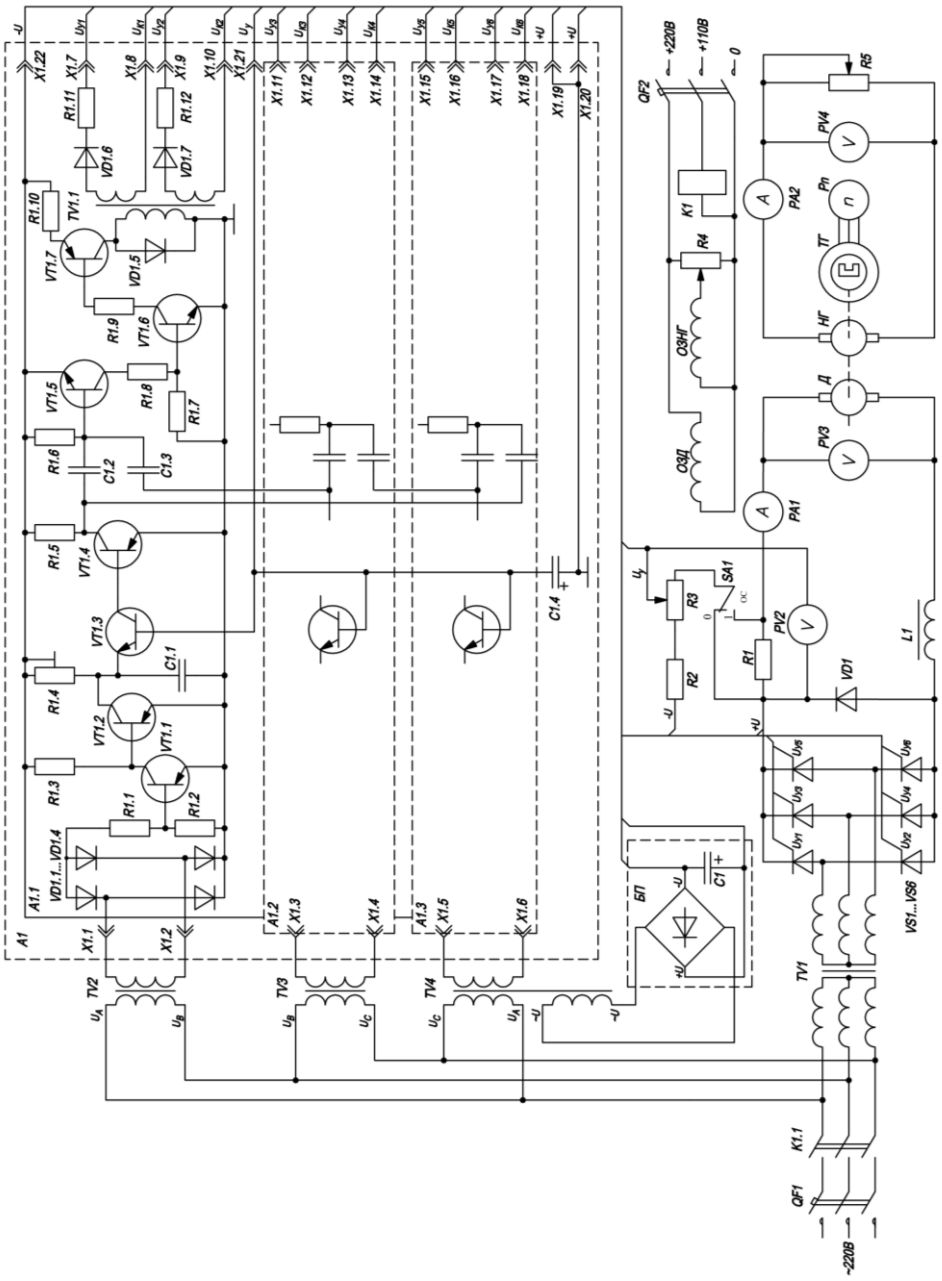


Рис. 2. Принципова схема експериментальної установки

При зростанні струму головного кола збільшується спадання напруги на опорі R_1, і напруга керування $U_к$ зросте, що призводить до збільшення кута α і відповідному зменшенню середнього значення випрямленої напруги. Завдяки описаному негативному зворотному зв'язку по струму, здійснюється обмеження величини струму стоянки ГЕУ.

Залежність кута відмикання вентилів α від напруги керування показана в табл. 1.

Таблиця 1. Залежність кута відмикання вентилів α від напруги керування

$U_к$, В	0	1,3	2,7	4,0	5,0	5,8	6,5
U_{dxx}, В	165	156	127	80	32	10	0
α, град	0	20	40	60	80	100	120

Для теоретичного розрахунку характеристик ГЕУ використовуються наступні формули.

При допущенні $L_d = \infty$ і зневазі впливом активного опору кола змінного струму на процес випрямлення аналіз роботи керованого мостового трифазного випрямляча здійснюється за формулами, що справедливі для першого режиму роботи ($\gamma < \pi / 3$):

- середнє значення випрямленої напруги

$$U_d = U_{d02}\left(\cos\alpha - \frac{I_d\, x_т}{\sqrt{6}\,U_2}\right); \quad (1)$$

- кут комутації

$$\cos(\alpha+\gamma) = \cos\alpha - \frac{2I_d\, x_т}{\sqrt{6}\,U_2}; \quad (2)$$

- діюче значення фазного струму, що споживається з мережі,

$$I_1 = \frac{\sqrt{2}\,I_d}{\sqrt{3}\,k_e}\sqrt{1-\frac{\gamma}{2\pi}}; \quad (3)$$

- коефіцієнт синусоїдальності

$$\nu = \frac{I_{1(1)}}{I_1} = \frac{3\left(1-\gamma^2/24\right)}{\pi\sqrt{1-\gamma/(2\pi)}}; \quad (4)$$

- кут відставання першої гармоніки фазного струму від першої гармоніки напруги мережі φ_1

$$\cos\phi_1 = \frac{1}{2}\left[\cos\alpha + \cos(\alpha+\gamma)\right]; \quad (5)$$

- повний коефіцієнт потужності випрямного пристрою

$$\lambda = \nu\cdot\cos\phi_1; \quad (6)$$

- активна потужність, що споживається з мережі

$$P_a = 3U_1 I_1 \lambda. \quad (7)$$

Тут $x_т = x_1' + x_2$; $x_1' = x_1/k_e^2$; $U_{d02} = 3\sqrt{6}\,U_2/\pi$; U_2 – ефективна фазна напруга вторинного кола трансформатора; $k_e = U_{1н} / U_{2н}$ – коефіцієнт трансформації трансформатора; I_d – середнє значення випрямленого струму; $x_т$ – індуктивний опір розсіювання трансформатора, приведений до вторинної обмотки; x_1, x_2 – індуктивні опори розсіювання фази первинного і вторинного ланцюгів трансформатора.

Розрахунок і експериментальне дослідження ГЕУ можемо здійснювати для схеми без негативного зворотного зв'язку по струму і з уведенням цього зв'язку, за умови, що параметри

ГЕУ відомі. В обох випадках аналіз здійснюється для різних значень кута відмикання вентилів α. Кут α визначається в режимі холостого ходу ГЕД за величиною середнього значення випрямленої напруги холостого ходу $U_{d\text{хх}} \approx U_{d0}\cos\alpha$.

Для схеми без дії негативного зворотного зв'язку задаємося значеннями I_d при відомих значеннях α, U_1, k_e, $x_т$ і визначаємо характеристики ГЕУ по формулах (1) – (7).

По залежностях $U_d = f(I_d)$ розраховуються механічні характеристики гребного двигуна. Дія зворотного зв'язку по струму виражається в зміні кута α в залежності від величини струму I_d і у значній мірі залежить від форми опорної напруги системи керування тиристорами. Тому задаємося значенням струму I_d, визначаємо спадання напруги $U_{ко}$ на опорі $R_{ко}$ і відповідне значення напруги керування $U_к$ (значення для режиму холостого ходу по табл. 1 знаходимо для кутів $\alpha°$). У режиму навантаження

$$U_к = U_{кхх} + U_{ко}. \quad (8)$$

За значенням $U_к$ з табл. 1 визначаємо величину кута α для заданого струму I_d і виконуємо розрахунок по формулах (1)–(7).

По залежності $U_d = f(I_d)$ розраховуємо механічну характеристику ГЕД.

Експериментальне дослідження ГЕУ

Схема ГЕУ включається в роботу шляхом поступового зменшення кута α від $\pi/2$ до нуля. На гребний двигун при цьому повинна бути подана номінальна напруга збудження.

Висновки. Отримані результати показали гарні динамічні і регулювальні характеристики системи електричного руху. Експериментальні і розрахункові параметри і характеристики для різних фіксованих значень кута α порівнюються, що дозволяє зробити висновки по експлуатаційним і аварійним режимам роботи.

Література

[1]. Моделювння електромеханічних систем: / Чорний О.П., Луговой А.В., Родькін Д.Й., Сисюк Г.Ю., Садовой О.В. – Кременчук, 2001. – 410 с.

[2]. Григорьев А.В. Экспериментальные исследования системы электродвижения переменного тока с полупроводниковым преобразователем. Судостроение № 3, 2007. 30–32 с.

[3]. Моделювання електромеханічних систем. Навчальний посібник / О.І. Толочко. – Київ, НТУУ «КПІ», 2016. – 150 с.

RESEARCH OF PROCESSES IN DOUBLE CURRENT ROWING ELECTRICAL INSTALLATIONS

Chekunov Volodymir[1], Aleksandrovskyi Stanislav [2], Bandura Sergiy[3]

[1,2,3] Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv

[1,2,3]Senior Lecturer of the Department of Ship Electric Power Systems

Annotation. Issues of researching processes in ship systems of dual-current electric propulsion are considered. For this, a model of the system was built using electric machines of lower power. The model allows you to check the calculated characteristics and parameters in standard or emergency modes.

Keywords: modeling of electric propulsion systems, double-current rowing electric installation, rowing electric motor.

УДК 537.528: 669.017.16

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ У РОЗПЛАВІ ПРИ ОБРОБЦІ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ У ЧАСТОТНИХ РЕЖИМАХ ТА ВИКОРИСТАННІ РІЗНИХ ЕЛЕКТРОДНИХ СИСТЕМ

Честних М.В.
аспірант Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв, Україна, молодший науковий співробітник Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України, mykola.chestnykh@gmail.com
Іванов А. В.
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України, artiomsan@gmail.com

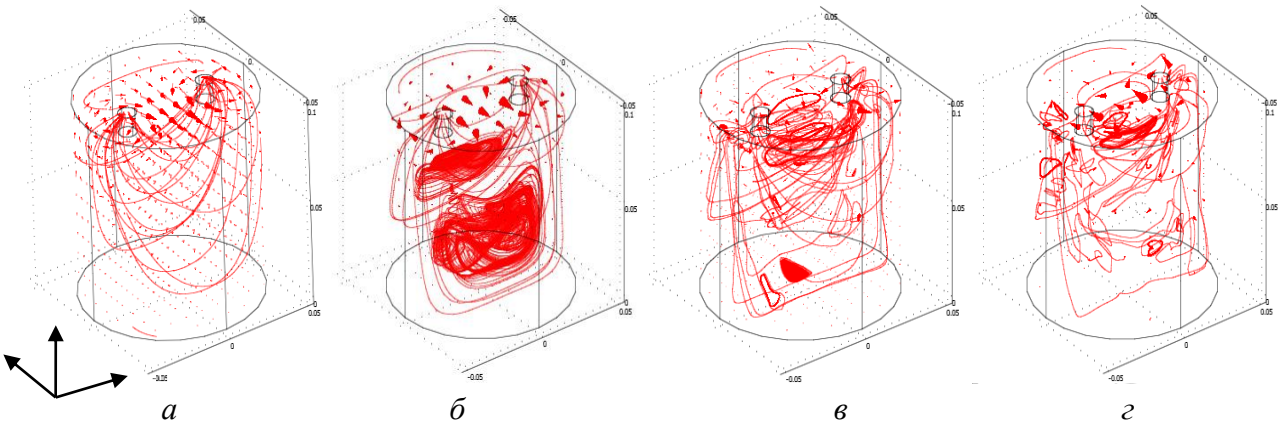
Анотація. Кондукційна електрострумова обробка розплавів металів є ефективним методом підвищення якості литого металу. Однак, на теперішній час відсутня комплексна інформація, щодо формування та регулювання неоднорідного розподілу в розплаві електромагнітних полів за рахунок зміни частоти коливань струмів, глибини занурення електродів у розплав та ізолювання частини поверхні електродів. В роботі методами математичного моделювання в тривимірній постановці визначаються особливості розподілу електромагнітного поля в об'ємі розплаву силуміну при обробці його синусоїдальним електричним струмом різної частоти за допомогою паралельних електродів.

Ключові слова: кондукційна електрострумова обробка, частота струму, електромагнітне поле, моделювання, розплав, електродна система.

Вступна частина. Кондукційна електрострумова обробка (КЕСО) рідких металів і сплавів, що кристалізуються є ефективним сучасним методом підвищення якості структури та властивостей литого металу [1–3]. Однак, на теперішній час відсутні дані, щодо формування та регулювання неоднорідного розподілу в розплаві електромагнітних полів та термосилових впливів за рахунок змінення частоти коливань струмів, глибини занурення електродів у розплав та ізолювання частини поверхні електродів. Ці обставини ускладнюють як тлумачення теоретичних та експериментальних даних про результат КЕСО, так і можливі варіанти прогнозування такої обробки.

Мета роботи: методами математичного моделювання в тривимірній постановці встановити особливості розподілу електромагнітного поля в розплаві ливарного силуміну при обробці його синусоїдальним електричним струмом різної частоти та за умов використання різних системам електродів.

Основна частина. Моделювання електромагнітних полів проводилося шляхом розв'язання системи рівнянь Максвела для квазістаціонарного випадку Розрахунки проводились методом скінчених елементів із застосуванням методу розбиття масивних провідників на елементарні комірки [4] для визначення граничних і початкових умов.



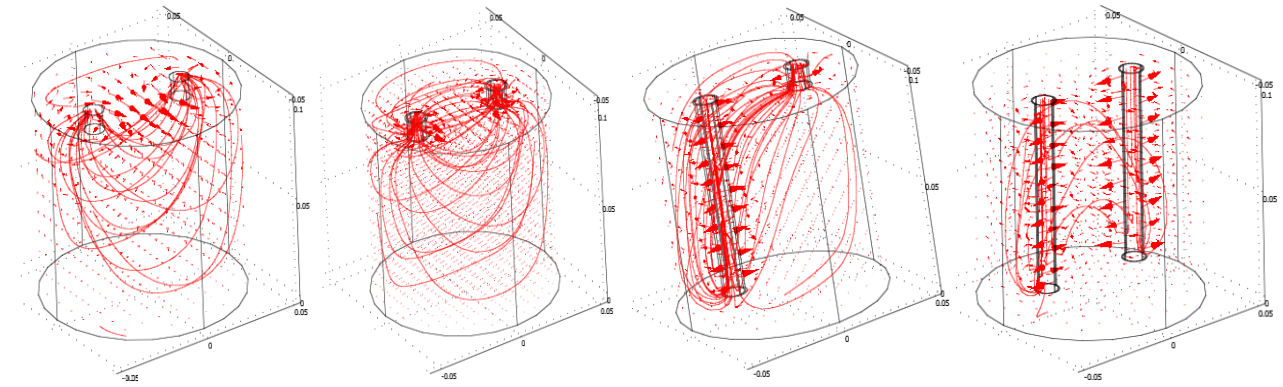
а *б* *в* *г*

а) постійний струм; б) частота струму 500 Гц; в) частота струму 5000 Гц; г) частота струму 25000 Гц

Рис. 1. – Розподіл електричного та магнітного полів при використанні електродів з неізольованими бічними поверхнями при різних частотах струму (стрілки – магнітне поле, лінії – електричне поле)

На рис. 1 наведено приклади розподілу магнітного (стрілки) та електричного (лінії потоку) полів відповідно для частот синусоідального струму постійного струму, 500 Гц, 5000 Гц, 25000 Гц при використанні електродів з неізольованою бічною поверхнею заглибленими на 10 мм.

З наведених на рис. 1а – 1г, що частота струму суттєво змінює сам процес формування електромагнітних полів у розплаві. На рис. 1б добре видно вторинні поля в об'ємі розплаву, які формуються при частотному навантаженні. Але після приблизно 25 кГц первинні та вторинні поля концентруються переважно поблизу поверхні розплаву та біля електродів.



а *б* *в* *г*

а) система з неізольованими електродами заглибленними на 10 мм; б) система з ізольованими електродами заглибленними на 90 мм; в) система з різно заглибленними ізольованими електродами (10 мм та 90 мм); г) система з рівнозаглибленими ізольованими електродами заглибленими на 90 мм

Рис. 2. – Розподіл електричного та магнітного полів при використанні електродних систем різних типів при частоті струму 50 Гц (стрілки – магнітне поле, лінії – електричне поле)

На рис. 2 наведено розподіл електромагнітного поля при використанні електродних систем різних типів, у тому числі з ізольованою бічною поверхнею.

З рис. 2 видно, що ізоляція бічної поверхні суттєво змінює розподіл електромагітного поля у розплаві. Застосування електродів з ізольованою бічною поверхнею дозволяє уникнути розтікання струму з поверхні електродів, що дає змогу розширити сферу впливу струму, підвищити концентрацію електромагнітного поля та, відповідно, термосиловий вплив на рідкометалеву систему.

Висновки. Методами чисельного моделювання в 3D постановці визначено особливості розподілу електричного та магнітного полів в об'ємі розплаву ливарного доевтектичного силуміну при проходженні крізь нього синусоїдального струму різної частоти та використанням паралельних електродів різних типів. Встановлено, що при підвищенні частоти струму за умов використання електродів з неізольованою бічною поверхнею відбувається перерозподіл електромагнітного поля у рідкометалевій системі та концентрація його близь поверхні розплаву та електродів. Це створює суттєво непотенційні та нелінійні термосилові впливи на розплав. Доведено, що ефективним засобом регулювання інтенсивності обробки розплаву, без зайвих енерговитрат, є ізолювання бічної поверхні електродів. Це дає змогу варіювати розташуванням електродів у об'ємі розплаву та, таким чином, створювати необхідні конфігурації електромагнітного поля.

Література

[1]. Jee Seok Choi, Moonwoo La, DongEung Kim, Kyeong-Hwan Choe, Soong-Keun Hyun, Moon-Jo Kim (2021). Effect of electric current on the microstructural refinement of pure aluminum. *Journal of materials research and technology*, 12, 818–830.

[2]. Guo, J.; Wang, F.; Zhang, S.; Zhou, Y.; Zhu, L. (2024). Effect of High-Frequency Electric Pulse on the Solidification Microstructure and Properties of Hypoeutectic Al-Si Alloy. Materials, 17, 468. https:// doi.org/10.3390/ma17020468

[3]. Balasubramani, N., Xu, Y., Zhang, Y. et al. (2021). Investigating the Grain Refinement Mechanisms of Pulsed Electric Current, Ultrasonic and Melt Stirring Solidification of Pure Aluminium. *JOM*, 73, 3873–3882. https://doi.org/10.1007/s11837-021-04904-7

[4]. Честних М.В., Цуркін В.М., Іванов А.В., Черно О.О. (2021). Моделювання розподілу електричного поля в металевому розплаві методом розбиття провідника на елементарні комірки, *Електромеханічні і енергозберігаючі системи,* Кременчук: КрНУ. 2021, Вип. 4 (56) с. 35–45.

PECULIARITIES OF ELECTROMAGNETIC FIELDS DISTRIBUTION IN THE MELT DURING ELECTRIC CURRENT TREATMENT IN FREQUENCY MODES AND USING DIFFERENT ELECTRODE SYSTEMS

Mykola Chestnykh

PhD student, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, junior researcher, Institute of pulse processes and technologies of the NAS of Ukraine

Artem Ivanov

Candidate of Technical Science, senior researcher, Institute of pulse processes and technologies of the NAS of Ukraine

Abstract. Conductive electric current treatment of metal melts is an effective method of improving the cast metal quality. However, at present, there is no comprehensive information on the formation and regulation of a heterogeneous distribution of electromagnetic fields and force effects in the melt by changing the frequency of current oscillations, the depth of immersion of electrodes in the melt, and the isolation of a part of the electrode surface. In this work, the peculiarities of the electromagnetic field distribution in the volume of silumin melt during its treatment with a sinusoidal electric current of different frequencies using parallel electrodes are determined by mathematical modelling methods in a three-dimensional formulation.

Keywords: conductive electric current treatment, current frequency, electromagnetic field, modeling, melt, electrode system.

УДК 662.9

ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Шостак О. В.
старший викладач
Первомайський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.
Україна. м. Первомайськ
energia.tov@gmail.com

Анотація. Енергетична безпека – захищеність національних інтересів в сфері забезпечення потреб фізичних і юридичних осіб в енергоресурсах технічно надійним, безпечним, економічно ефективним та екологічно прийнятним способом в нормальних умовах і в умовах особливого та надзвичайного стану.

Ключові слова. енергоресурси, блекаут, вироблення електроенергії, часові пояси.

Загалом Україна тимчасово втратила 27 середніх і великих електростанцій. 17 із них Росія окупувала протягом цього року, а 10 – ще у 2014 – 2015 роках. Зараз на окупованій території перебувають Запорізька АЕС і Запорізька ТЕС, Каховська ГЕС, Вуглегірська та Луганська ТЕС, Приморська та Ботіївська ВЕС, вісім місцевих виробників тепла таких, як-наприклад Сєвєродонецька ТЕЦ. Пошкоджено не менш як 12 ТЕС і ТЕЦ та виведені з ладу Дніпровська та Кременчужська ГЕС. Всі ці електричні станції в тій чи іншій мірі були задіяні в покритті пікових навантажень енергетичної системи. Останнім часом Російська Федерація відновила ракетні удари в основному на знищення генерації електричної енергії в нашій країні, а особливо ракетні удари були нанесені по тепловим та гідроелектростанціях, які забезпечують покриття дефіциту електроенергії в пікові години (ранішній max 6^{00}–9^{00} та вечірній max 18^{00}–21^{00} годин).

При незабезпеченні достатнього рівня вироблення електроенергії в години максимального навантаження система відключає частину споживачів для забезпечення стабільної частоти струму в загальній енергосистемі України. Для зменшення

одномоментного навантаження по території всієї країни ми пропонуємо наряду зі збільшенням виробництва електричної енергії від відновлювальних джерел розбити територіально всю територію на декілька часових поясів. При цьому в даних територіях пікові навантаження будуть починатися раніше і закінчуватися пізніше чим в інших.

При введенні двох поясів ми зможемо на протязі 2-х годин з 3-х пікових зменшити додаткову генерацію на 50 % та уникнути блекауту і розбалансування енергетичної системи. Для зменшення наслідків даного переходу на суспільство та на кожну людину окремо пропонуємо вирішити дане питання при переході з літнього на зимовий час, що приведе до вирівнювання електричного навантаження по всій території країни та значно покращить енергетичну безпеку країни в умовах повномасштабної війни.

Література

1. https://24tv.ua/blekaut-2023-roku-yak-yogo-uniknuti_n2438642.

2. https://www.telegraf.in.ua/kremenchug/10128698-conditions.ini-totalnij-blekaut-vidpovid-eksperta.html.

ENERGY SECURITY OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF WAR

Oleksandr Vasyliovych Shostak

senior teacher

May Day educational and scientific institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine. Pervomaisk

Abstract. Energy security is the protection of national interests in the sphere of ensuring the needs of individuals and legal entities in energy resources in a technically reliable, safe, economically efficient and ecologically acceptable way under normal conditions and under special.

Key words. energy resources, blackout, electricity generation, time zones.nd emergency

СЕКЦІЯ № 7. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

УДК 004.412:519.25

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НЕЛІНІЙНИХ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ РЯДКІВ КОДУ JAVA-ЗАСТОСУНКІВ

Орєхов О. С. [1], Фаріонова Т. А.[2]

[1] аспірант, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна, oleksandr.oriekhov@nuos.edu.ua

[2] кандидат технічних наук, доцент, директор навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проектами, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна, tetyana.farionova@nuos.edu.ua

Анотація. Робота присвячена огляду та аналізу нелінійних регресійних моделей оцінки кількості рядків коду Java-застосунків. Проведено порівняння однофакторних, двофакторних та трьохфакторних нелінійних регресійних моделей за критеріями якості: коефіцієнт детермінації R^2, значення середньої величини відносної похибки $MMRE$ та значення відсотка передбачення для рівня відносної похибки 0,25 – $PRED(0{,}25)$. Надано висновки щодо подальшого розвитку математичних моделей оцінки кількості рядків коду Java-застосунків.

Ключові слова: кількість рядків коду, Java-застосунок, нелінійна регресійна модель.

Вступ. Оцінювання розміру програмного забезпечення тісно пов'язане з моделями оцінювання трудомісткості програмного продукту. Для бізнесу є важливою інформація про розмір, а саме кількість рядків коду Java-застосунків, на ранніх етапах розробки, що дає змогу отримати прогнозоване значення трудомісткості розробки ПЗ за допомогою параметричних моделей COCOMO, COCOMO II, SLIM, тощо [1]. Мова програмування Java є однією з найбільш поширених у світі [2] та широко застосовується в розробці програмних проєктів за різними напрямками, починаючи від веб-додатків та прикладного програмного забезпечення (ПЗ), до автомобільних та інформаційних систем. Тому саме оцінювання розміру кількості рядків коду Java-застосунків є актуальною задачею, яка невід'ємно пов'язан з життєвим циклом програмного проєкту.

Мета роботи. Провести порівняльний аналіз нелінійних регресійних моделей оцінювання кількості рядків коду Java-застосунків та визначити перспективи подальших досліджень за цим напрямом для підвищення точності відповідного оцінювання.

Основна частина. Для оцінювання розміру Java-застосунків з відкритим кодом побудовано як лінійні так і нелінійні регресійні рівняння та моделі в залежності від різної кількості метрик зібраних з концептуальної моделі даних у вигляді UML діаграм, зокрема діаграм класів. Найбільша якість оцінювання досягається із застосування саме нелінійних

регресійних моделей, зокрема через негаусівську природу розподілу багатовимірних даних із метрик програмних застосунків.

В роботі [3] наведено однофакторна нелінійна регресійна модель на базі перетворення десяткового логарифму, однофакторна нелінійна регресійна модель на базі перетворення Бокса-Кокса, однофакторна нелінійна регресійна модель на базі перетворення Джонсона сімейства SB та двофакторна нелінійна регресійна модель на базі перетворення десяткового логарифму. Для побудови цих математичних моделей було застосовано метод перехресного затвердження. Відповідно до цього методу, регресійні моделі були побудовані на навчальній вибірці інформації з метрик програмного коду, розміром 286 рядків даних, і перевірені на тестовій вибірці, розміром 285 рядків даних. Оцінки критеріїв якості [4] побудованих нелінійних регресійних моделей для оцінювання кількості рядків коду Java-застосунків для навчально та тестової вибірок суттєво не відрізняються, а отже це свідчить що вибірки добре представляють одна одну і мають достатній рівень репрезентативності генеральної сукупності. Значення критерії якості R^2, $MMRE$ та $PRED(0{,}25)$ суттєво не відрізняються для однофакторних нелінійних регресійних моделей між собою для обох вибірок та знаходяться в межах значень $R^2 \in (0{,}66; 0{,}73)$, $MMRE \in (0{,}33; 0{,}36)$ та $PRED(0{,}25) \in (0{,}46; 0{,}48)$ для навчальної і тестової вибірок. Побудована двофакторна нелінійна регресійна модель із застосування перетворення десяткового логарифма має найкращі показники серед побудованих нелінійних регресійних моделей з роботи [3], так $R^2 = 0{,}90$, $MMRE = 0{,}20$, $PRED(0{,}25) = 0{,}72$ для тестової вибірки та значення $PRED(0{,}25) = 0{,}69$ для навчальної вибірки. Це підтверджує, що введення додаткового незалежного фактору регресії суттєво підвищує достовірність оцінювання кількості рядків коду. Двохфакторна нелінійна регресійна модель має високе значення критерія якості R^2 та значення $MMRE$ менше порогового значення 0,25 для регресійних моделей, але значення критерію якості $PRED(0{,}25)$ не досягло порогового значення 0,75. Двохфакторна нелінійна регресійна модель на базі перетворення десяткового логарифма представлена як

$$\widehat{KLOC} = 10^{\varepsilon - 1{,}925069} X_1^{0{,}074531} X_2^{0{,}920560}, \quad (1)$$

де ε – залишки регресії, як випадкова величина (ВВ) розподілена за нормальним законом, $\varepsilon \sim \mathcal{N}(0, \sigma_\varepsilon^2)$; X_1 – кількість класів, X_2 – загальна кількість видимих методів класів.

В роботі [5] запропоновано трьохфакторну нелінійну регресійну модель оцінки кількості рядків коду Data Science та Machine Learning Java-застосунків, яка побудована на вибірці інформації з метрик програмного коду розміром 74 рядків даних та представлена як

$$\widehat{KLOC} = 10^{\varepsilon - 1{,}855315} X_1^{0{,}149619} X_2^{0{,}822320} X_3^{0{,}349549}, \quad (2)$$

де X_1 – кількість класів, X_2 – загальна кількість видимих методів класів, X_3 – середнє значення кількості полів на клас. Ця модель має наступні оцінки критеріїв якості: $R^2 = 0{,}8937$, $MMRE = 0{,}1867$, $PRED(0{,}25) = 0{,}7703$, що свідчить про високу якість отриманої моделі та дозволяє підвищити достовірність оцінювання кількості рядків коду Data Science та Machine Learning Java-застосунків в порівнянні з існуючими моделями, та підтверджує твердження, що збільшення кількості факторів дозволяє досягти більшої точності оцінювання. До недоліків

цієї моделі слід віднести, що вона не може гарантувати високий рівень достовірність оцінювання кількості рядків коду для широкого набору Java-застосунків або для інших категорій Java-застосунків.

Висновки. Проведено аналіз останніх досліджень за напрямом оцінка кількості рядків коду Java-застосунків. Виявлено, що збільшення кількості незалежних факторів регресії суттєво впливає на рівень достовірності оцінки кількості рядків коду Java-застосунків. Так двохфакторна нелінійна регресійна модель на основі перетворення десяткового логарифму має кращі показники якості у порівнянні з однофакторними нелінійними регерсійними моделями. Трьохфакторна нелінійна регресійна модель для Data Science та Machine Learning Java-застосунків (2) дозволяє отримати достовірні оцінки кількості рядків коду для застосунків за цим напрямком, але достовірність отриманих результатів потребують додаткової перевірки.

Отже, найбільш якісні оцінки розміру Java-застосунків досягаються із застосування нелінійних регресійних моделей, які мають три та більше незалежних факторів, метод перехресного затвердження дозволяє підтвердити стійкість отриманих моделей, максимізація розміру вибірки дозволяє більш наближено описати генеральну сукупність інформації з метрик Java-застосунків.

Література

1. Фаріонова Т. А., Орєхов О. С. Аналіз сучасного стану методів оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення. Збірник наукових праць НУК ім. адм. Макарова. № 1 (494), 2024. – 102–111 с. https://doi.org/10.15589/znp2024.1 (494).15

2. TIOBE Index, [Online], 2024. Доступно: https://www.tiobe.com/tiobe-index/

3. Орєхов О. С. & Фаріонова Т. А. Математичні моделі для оцінювання розміру JAVA-застосунків. Вісник Херсонського національного технічного університету» № 2 (89), Херсон, 2024. – 196–203 с. DOI: https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.2.28

4. D. Port, M. Korte. Comparative studies of the model evaluation criterions MMRE and PRED in software cost estimation research. Proceedings of the 2nd ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, New York, 2008. – pp. 51–60. doi: 10.1145/1414004.1414015

5. O. Oriekhov, T. Farionova T. Nonlinear regression models for software size estimation of Data Science and Machine Learning JAVA-applications.V International Workshop IT Project Management ITPM 2024. Bratislava; 22 May 2024. – URL: https://ceur-ws.org/Vol-3709/paper5.pdf

COMPARATIVE ANALYSIS OF NONLINEAR REGRESSION MODELS FOR ESTIMATING THE NUMBER OF LINES OF JAVA APPLICATION CODE

Tetiana A. Farionova

Director of the Educational and Research Computer Science and Project Management Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Oleksandr. S. Oriekhov

PhD student, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Abstract. The paper is devoted to a review of the latest nonlinear regression models for estimating the software size of Java applications. The article compares one-factor, two-factor and three-factor nonlinear regression models by the quality criteria of the coefficient of determination R^2,

the value of the average relative error $MMRE$ and the value of the percentage of prediction for the level of relative error 0.25 – $PRED(0.25)$. Conclusions on the further development of mathematical models for estimating the software size of Java applications are given.

Keywords: number of code lines, Java application, nonlinear regression model.

УДК 004.65

ВИБІР СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОТОТИПІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Беркунський Є.Ю.[1], Книрік К.О.[2], Беркунський О.Є.[3]
ст. викладач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій,[1]
викладач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій[2]
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,
Middle Java розробник, GlobalLogic, м. Київ, Україна[3]
eberkunsky@gmail.com[1], kateryna.knyrik@nuos.edu.ua[2], berkyt9@gmail.com[3]

Анотація: Розглянуто проблему вибору СУБД для створення прототипів інформаційних систем а також початкового ознайомлення з можливостями платформи Java щодо роботи з даними.

Ключові слова: Модель даних, База даних, СУБД, H2, Java, Kotlin, Фреймворк.

Вступна частина. При розробці програм на платформі Java, для зберігання даних існує можливість із допомогою механізмів JDBC, JPA тощо, підключити майже будь-яку сучасну СУБД. Проте при створенні прототипу інформаційної системи, або при вивченні можливостей Java для роботи з даними, гостро постає питання налаштування серверів баз даних, що є не дуже природнім завданням для Java розробника. Для спрощення таких задач використовують вбудовану СУБД H2.

Мета роботи. Провести аналіз переваг та недоліків СУБД H2 для створення прототипів інформаційних систем та вивчення механізмів роботи із БД на платформі Java.

Основна частина. При створенні різноманітних застосунків на платформі Java із використанням мов програмування Java, Kotlin, Groovy тощо, постає питання використання сховища даних. У сучасній розробці найчастіше для збереження даних використовуються реляційні СУБД. Найбільш популярними серед них є MySQL, PostgreSQL, MariaDB, Microsoft SQL Server, Oracle та ін.

При створенні корпоративного застосунку або інформаційної системи, коли база даних вже існує, розробник змушений підлаштовуватись до неї, та створювати об’єкти-сутності у програмі відповідно до існуючої БД. Проте при створенні застосунку ”з нуля», або при вивченні механізмів платформи Java для роботи із БД було б зручно уникнути етапів встановлення СУБД, налаштування мережевих параметрів підключення, прав доступу тощо.

Одним із рішень може бути використання СУБД H2. Ця СУБД може працювати у режимі вбудованої СУБД або у архітектурі Client-Server. Головною особливістю цієї СУБД є можливість підключення її до застосунку, як бібліотеки із використанням стандартних механізмів збирання застосунків: Maven або Gradle. Наприклад, таким чином:

```
<dependency>
    <groupId>com.h2database</groupId>
    <artifactId>h2</artifactId>
    <scope>runtime</scope>
</dependency>
```

Тоді у програмі, підключення до БД буде виконуватись із такими параметрами:

```
spring.datasource.url=jdbc:h2:file:./data/db
spring.datasource.username=username
spring.datasource.password=password
```

В програмному коді запити до БД виконуватимуться звичайним способом через механізми Spring Data JDBC, Spring Data JPA тощо.

Висновки. При використанні на платформі Java, СУБД H2 є майже оптимальним вибором для створення прототипів інформаційної системи, для тестування або у процесі навчання через її легкість підключення, як будь-якої Java-бібліотеки, підтримку стандарту мови SQL та різноманіття режимів роботи.

Література

[1]. Djoni Darmawikarta. Learning SQL in h2 database. – Independently published, 2022 – 96 p.

[2]. H2 Database Engine [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://github.com/h2database/h2database/releases/download/version-2.3.230/h2.pdf

CHOOSING A DATABASE MANAGEMENT SYSTEM TO CREATE PROTOTYPES OF INFORMATION SYSTEMS

Yevhen Berkunskyi, Kateryna Knyrik
National University of Shipbuilding,
Oleksandr Berkunskyi
GlobalLogic

Abstract. The paper considers the problem of choosing a DBMS for creating prototypes of information systems and an initial introduction to the capabilities of the Java platform for working with data.

Keywords: Data model, Database, DBMS, H2, Java, Kotlin, Framework.

УДК 316.32:004

INFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE STATE PROTECTION IN WAR CONDITIONS

Voinov O. P.[1], Samokhvalov V. S.[2], Kobalava H. O.[3]
[1]D. Sc. (Tech), Professor, Heat Engineering Department
Kherson Educational-Scientific Institute
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Kherson, Україна
voinova_s@yahoo.com
[2]PhD (Tech), Associate Professor, Heat Engineering Department
Kherson Educational-Scientific Institute
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Kherson, Ukraine
vsevoloddsamohvalov@gmail.com
[3]PhD (Tech), Associate Professor, Heat Engineering Department
Kherson Educational-Scientific Institute
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Kherson, Ukraine
g.lavamay@gmail.com

Abstract. *The Ukraine protection in war conditions and its post-war recovery requires the use of the most modern technologies, which, first of all, include information technologies (IT). Support for the development of IT in order to use its potential can become a catalyst for the country's economic transformation. The development of military-tech, in particular artificial intelligence, allows us to consider the urgent issues of our country defense. IT'll allow maintaining the stability of the economy during the war and its growth after the victory.*

Keywords: *IT, military-tech, martial law, state protection, economic transformation.*

Introduction. Military aggression against Ukraine brought large-scale destruction, human casualties and social losses, caused significant damage to the natural environment, etc. Our state protection during the war and the post-war country reconstruction requires the most modern technologies using, which include IT.

Even in pre-war times, there was a country space digitalization trend, intensification of IT implementation in the formation of the global digital economy, which allowed the country's economy to survive during the coronavirus pandemic [1]. This was facilitated by IT capabilities that allow optimizing technological processes; create opportunities for innovation; ensure the transition to a technological economy, including in the field of country security and defense capabilities [2]. Therefore, research in IT direction is relevant in order to determine the ways of state protecting in the war conditions and overcoming its consequences in the future.

Specialists have paid a lot of attention to IT role in modern conditions [1-3], in particular, during the coronavirus pandemic [4]. But all these developments did not take into account the war conditions.

Aim of work. Analysis of IT possibilities for the state protection in the war conditions and post-war country reconstruction in order to ensure the stability, development and competitiveness of the country's economy.

The main part. Today, Ukraine's main focus is on resisting the aggressor, liberating all its territories and determining ways to economy restore the both during the war and after victory. It is necessary not only to minimize the damage and overcome the devastating consequences, but also to build a foundation for the future, in order to ensure the country's economic growth in peacetime. Supporting and promoting the IT development in order to use its potential during and after the war can become a catalyst for the country's economic transformation in the movement towards new technological systems. In addition, the IT-sector has demonstrated its resilience during the war. In this field, it was possible to preserve the personnel and adapt to work under martial law [5]. Such areas of IT as artificial intelligence, cyber security, and military-tech began to develop more actively.

The modern trend is the global digital transformation, the IT-industry development, namely the combination of various promising areas technologies (Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), Internet of Things (IoT), Blockchain-Technology, Big-data Analysis, Virtual and Augmented Reality, Robotics and Automation, Cloud-Technologies, Space-Technologies, "Green" innovations, etc.); security processes automation; building a strong cloud infrastructure and implementing FinOps; increasing inclusiveness of technologies, etc. [6].

A necessary condition for modern IT implementation is the development of human capital, therefore it is important to ensure high-quality education and advanced training of employees, the creation of an infrastructure that provides access to modern IT and software.

The war spurred the military-tech-industry development in our state. The Ukraine Recovery Plan, which was presented in Lugano, envisages the development of the military-industrial complex using IT [7]. An innovative military-tech solution are driven by growth the level of knowledge in the field of artificial intelligence, military robotics, drone development, cyber prosthetics, cloud computing, telecommunications and cyber security. The Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information identified robotic, autonomous and remote-controlled vehicles, artificial intelligence and machine learning, internet military items, a combination of drones and artillery, cyber security, protective armored materials with an effect invisibility, VR-technologies, etc. among the trends in the military sphere in the next ten years [8].

In the time of war, artificial intelligence allows you to find specific types of threats and detect enemies, identify military villains, avoid terrorism, espionage, cyber attacks, decipher satellite images and secure supply reliable information for intelligence and military needs. Also, in the post-war renewal process of Ukraine, it will allow to analyze large data sets, ensure security situation and reduce the risks of technicians work in hazardous work, given the significant destruction and large areas of mine threat as a result of the war [9].

The digitalization of deoccupied territories, especially medical and lighting processes, remains relevant. It is necessary to create an open and supportive environment for the development of IT, especially in the area of artificial intelligence, but take into account the problems of protecting intellectual property rights, combating disinformation, given the severity of these issues in the context of war and the growth of cyber threats.

Conclusions. The implementing of modern IT will ensure the optimization of digital processes in the state, in particular in the defense sector, and will contribute to the implementation of priority

innovative projects important for the protection of the country and its future reconstruction. Innovative digitization tools will create opportunities for rapid digital transformation of key industries, development of the IT industry, which will allow maintaining the stability of the economy during the war and its growth after victory.

IT will help our country withstand and counter armed aggression and restore enterprises, including industrial facilities and the military-defense complex; will ensure an increase in the level of innovation of business structures and will be an incentive for returning Ukrainians who are abroad to their homes; will contribute to the economic recovery and reconstruction of the country.

References

[1] Dziamulych M. I., Shmatkovska T. O. Vplyv suchasnykh informatsiinykh system i tekhnolohii na formuvannia tsyfrovoi ekonomiky. Ekonomichnyi forum. 2022. No 2. S. 3–8.

[2] Chebotarov O. O. Formuvannia innovatsiinykh priorytetiv v systemi vyrobnychoho menedzhmentu v umovakh tsyfrovizatsii. Efektyvna ekonomika. 2023. No 3. URL: ttps://nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/1316/1326.

[3] Bezus A. M., Bezus P. I., Shevchun N. B. Osoblyvosti vprovadzhennia informatsiinykh tekhnolohii v suchasnykh umovakh. Efektyvna ekonomika. 2022. No 4. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2022/78.pdf.

[4] Dvulit Z. P., Zaverbnyi A. S, Romaniuk A. O. Dydzhytalizatsiia – diievyi instrument antykryzovoho rozvytku biznesu v umovakh pandemii. Efektyvna ekonomika. 2021. No 1. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1_2021/7.pdf.

[5] Nekrasov V. IT-haluz dopomozhe Ukraini vystoiaty u viini: opytuvannia naibilshykh hravtsiv. URL: https://www.epravda.com.ua/publications/2022/03/18/ 684265/.

[6] Yahori Ya. Sim svitovykh trendiv tekhnolohichnoi industrii. URL: https://www.epravda.com.ua/publications/2023/04/5/698800/.

[7] Natsionalna rada z vidnovlennia Ukrainy vid naslidkiv viiny. Plan vidnovlennia Ukrainy. URL: https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/nacionalna-rada-z-vidnovlennya-ukrayini-vid-naslidkiv-vijni/robochi-grupi.

[8] Yahori Ya. Ukraintsi ydut z Google, shchob dopomahaty ZSU. URL: https://www.epravda.com.ua/publications/2022/10/26/693086/.26.10.2022.

[9] Bolila S. Iu. Rol informatsiinykh tekhnolohii ta tsyfrovykh instrumentiv v umovakh vyklykiv viiny ta pisliavoiennoho vidnovlennia ekonomiky Ukrainy / Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Ekonomika. 2023. Vypusk 16. S.265–275. URL: http://tnv-econom.ksauniv.ks.ua/index.php/journal/article/view/394/368.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ЗАХИСТІ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Воінов Олександр Петрович, Самохвалов Віктор Сергійович, Кобалава Галина Олександрівна

Херсонський навчально-науковий інститут національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

Анотація. Захист України в умовах війни та її повоєнне відновлення вимагає використання найсучасніших технологій, до яких, насамперед, належать інформаційні технології (ІТ). Підтримка розвитку ІТ з метою використання їх потенціалу може стати

каталізатором економічної трансформації країни. Розвиток військових технологій, зокрема штучного інтелекту, дозволяє розглядати актуальні питання оборони нашої країни. Це дозволить зберегти стабільність економіки під час війни та її зростання після перемоги.

Ключові слова: IT, військові технології, воєнний стан, захист держави, економічна трансформація.

УДК 004.021

ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУР ДАНИХ У РОЗРОБЦІ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Беркунський Є.Ю.[1], Павленко А.Ю.[1], Смикодуб Т.Г. [2]
ст. викладач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій,[1]
ст. викладач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем[2]
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,
eberkunsky@gmail.com[1], pavlenko.a.yu@gmail.com[1], tetiana.smykodub@nuos.edu.ua[2]

Анотація. Розглянуто задачі вибору структур даних для підвищення ефективності реалізації алгоритмів у сучасних інформаційних систем, зокрема у таких сферах, як GPS-навігація, соціальні мережі та бази даних, де правильний вибір структури даних суттєво впливає на продуктивність та швидкість обробки інформації.

Ключові слова: граф, стек, черга, дек, пріоритетна черга, бінарна купа, бінарне дерево пошуку, Java, Kotlin.

Вступна частина

Розробка ефективних алгоритмів є важливою навичкою, яку прагнуть усі компанії, що займаються розробкою програмного забезпечення. Більшість співбесід для компаній-розробників зосереджені на знаннях структур даних і алгоритмів. Окрім мов програмування, сучасному фахівцю потрібно добре володіти фундаментальними комп'ютерними знаннями та вміннями для досягнення успіху у своїй роботі розробника.

Поняття структур даних є основним для розуміння більшості сучасних алгоритмів. Тому вивчення структур даних студентами НУК розпочинається з першого курсу у дисципліні «Алгоритмізація та програмування» [1]. Поглиблене вивчення теоретичних основ та набуття практичних навичок здійснюється у курсі «Структури та організація даних», вдосконалення знань та умінь відбувається впродовж повного циклу підготовки бакалавра.

Мета роботи. Обґрунтувати використання базових структур даних та їхніх реалізацій у існуючих мовах програмування при розробці програмного забезпечення сучасних інформаційних систем.

Основна частина. В реальних задачах розробки сучасних застосувань використовуються різноманітні алгоритми. Однак ефективність реалізації цих алгоритмів суттєво

залежить від обраних для їхньої реалізації структур даних. Проведемо аналіз деяких з них, на прикладі застосунків, з якими пересічний користувач має справу майже щодня.

Пошук найкоротшого шляху в GPS-навігації

Розглянемо карту міста або певного регіону. Для знаходження найкоротшого шляху від початкової точки маршруту до його кінцевої точки, зазвичай використовуються графи. Кожне перехрестя – це вершина, кожна дорога – це ребро, або зв'язок між вершинами. Алгоритми пошуку найкоротшого шляху, такі як Алгоритм Дейкстри або Алгоритм A*, використовують графи для ефективного знаходження оптимального маршруту. Як відомо, Алгоритм Дейкстри відноситься до «жадібних» алгоритмів – на кожній його ітерації необхідно шукати найкоротше ребро у графі, що з'єднує вершини вже опрацьованої частини графа та вершини, що ще не були у розгляді. Для найбільш ефективної реалізації такого пошуку, рекомендується використати структуру даних «Пріоритетна черга», що реалізується як двійкова купа. При такому підході, часова складність пошуку оптимального маршруту буде $O(n \log(n))$, де n – кількість перехресть на мапі.

Управління даними в соціальних мережах

У соціальних мережах мільйони користувачів пов'язані один з одним. Тут графи приходять на допомогу. Кожен користувач – це вершина у графі, а зв'язки між користувачами – це ребра. Крім того, кожний користувач може бути учасником тієї чи іншої групи, або підписаним на оновлення з інформаційних каналів. Для ефективного розповсюдження інформації між користувачами, напрацювань рекомендацій щодо підписки можуть використовуватись різноманітні алгоритми пошуку: Пошук у глибину, Пошук у ширину, Алгоритм A*. Враховуючи величезний обсяг інформації, питання ефективності алгоритмів пошуку стає найважливішим. Для їхніх реалізації використовуються структури даних «Стек» та «Черга». При цьому слід зауважити, що в сучасних мовах програмування ці абстрактні структури даних реалізуються із використанням ефективного класу ArrayDeque [2; 3] стандартної бібліотеки класів мов Kotlin та Java або подібний клас у інших мовах. При використанні таких структур часова складність алгоритмів пошуку буде наближатись до лінійної $O(n)$.

Обробка великих обсягів даних у базах даних

Сучасні бази даних – це не просто сховища, де зберігається певна інформація. Це величезні масиви даних, при відповідному аналізі яких можна прогнозувати рівні навантаження систем, потребу у поставках товарів та планувати кількість ресурсів, що будуть використані у бізнес-процесах. При роботі з величезними обсягами даних, необхідно використовувати дерева для пошуку і сортування. Найкращим рішенням буде використання збалансованих бінарних дерев пошуку, наприклад AVL-дерево, чи Червоно-Чорне дерево (TreeSet, TreeMap), у яких дані зберігаються так, що під час кожного запиту на пошук елемента можна швидко визначити, у якій гілці треба виконувати пошук, скорочуючи час пошуку, додавання та видалення даних до логарифмічного $O(log(n))$.

Висновки. Обґрунтовано використання структур даних на основі їхніх реалізацій у існуючих мовах програмування при розробці програмного забезпечення сучасних інформаційних систем мовами Java та Kotlin.

Література

[1]. Є.Ю. Беркунський, А.Ю. Павленко. Алгоритмізація та програмування мовами Kotlin, C/C++ навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2022. – 256 с.

[2] Márton Braun, Irina Galata, Matei Suica. Data Structures & Algorithms in Kotlin. Razeware LLC, 2021. – 422 p.

[3] O. Campesato. Data Structures in Java. Mercury Learning and Information LLC, 2023. – 231 p.

USING DATA STRUCTURES IN THE DEVELOPMENT OF MODERN INFORMATION SYSTEMS

Yevhen Berkunskyi, Alona Pavlenko, Smykodub Tetiana

National University of Shipbuilding

Abstract. The problems of choosing a data structure to increase the efficiency of implementation algorithms in modern information systems are considered, in particular in areas such as GPS navigation, social networks and databases, where the correct choice of a data structure significantly affects the performance and speed of information processing.

Keywords: graph, stack, queue, deque, priority queue, binary heap, binary search tree, Java, Kotlin.

УДК 004.94:620.22

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛІКУВАННЯ ОНКОЗАХВОРЮВАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ СКЛЯНИХ МІКРОСФЕР

Казимиренко Ю.О.

доктор технічних наук, професор кафедри матеріалознавства і технології металів

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

yuliia.kazymyrenko@nuos.edu.ua

Гайдаєнко О.В.

кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

oksana.gaidaienko@nuos.edu.ua

Гайдаєнко В.А.

студент групи 5145М Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

201138@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто математичне забезпечення лікування онкозахворювань за допомогою скляних мікросфер яке включає такі ключові аспекти як моделювання розподілу радіоактивного матеріалу, розрахунок доз опромінення, оптимізація введення мікросфер та оцінку ефективності лікування.

Ключові слова: скляні мікросфери, розрахунок дози опромінення**,** радіоактивний матеріал, процес седиментації.

Вступна частина. Високу ефективність в лікуванні онкозахворювань показує технологія за допомогою скляних мікросфер, дозу опромінення якої розраховується за допомогою програмного забезпечення, розробленого шляхом прогнозування обсягу частки/сегменту органу, який потребує лікування.

Мета роботи. Визначити ключові аспекти математичного забезпечення лікування онкозахворювань за допомогою скляних мікросфер.

Основна частина. Для забезпечення точного опромінення пухлинної тканини необхідно моделювати розподіл скляних мікросфер після їх введення, включає:

– гемодинамічне моделювання кровотоку в судинах печінки або іншого органу, де розміщені мікросфери. Використовуються диференціальні рівняння Нав'є-Стокса для опису руху крові та переносу мікросфер;

– розподіл мікросфер це моделі розподілу часток у кровоносних судинах, що враховують процеси седиментації та агрегації мікросфер.

Розрахунок дози опромінення, яку отримує пухлина, є критичним аспектом планування терапії, включає:

– формулу Бетхе-Блоча, вона використовується для обчислення енергетичних втрат іонізуючої радіації в тканинах;

– рівняння розпаду радіоактивного ізотопу:

$$A(t) = A_0 e^{\lambda t},$$

де $A(t)$ – активність у момент часу t, A_0 – початкова активність, λ – константа розпаду [1].

– моделі дозиметрії використовуються для обчислення дози радіації в різних точках пухлини та навколишніх тканин

Для досягнення максимальної ефективності терапії необхідно оптимізувати параметри введення мікросфер:

– методи оптимізації вміщують використання числових методів, таких як градієнтний спуск або генетичні алгоритми, для визначення оптимальних параметрів (місця введення, швидкість введення, кількість мікросфер);

– симуляційні моделі це імітація різних сценаріїв введення мікросфер для оцінки їх ефективності [2].

Оцінка ефективності терапії за допомогою математичних моделей включає:

– статистичний аналіз, а саме використання статистичних методів для аналізу результатів лікування та визначення значущості відмінностей між контрольними і експериментальними групами;

– моделі прогнозування включають розробку моделей для прогнозування результатів лікування на основі даних про пацієнтів і параметрів терапії [1].

Математична модель має такий вигляд:

1) Гемодинамічне моделювання:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla)u = -\nabla p + \mu \nabla^2 u + f$$

де u – швидкість кровотоку, p – тиск, μ– в'язкість, f – зовнішні сили.

2) Розрахунок дози опромінення:

$$D = \frac{A_0 \cdot E \cdot t}{m}$$

де D – доза опромінення, A_0– початкова активність, E – енергія випромінювання, t – час опромінення, m – маса тканини [1].

Висновок. Математичне забезпечення лікування онкозахворювань за допомогою скляних мікросфер є важливим елементом, що дозволяє оптимізувати процес терапії, забезпечити точне дозування радіації та підвищити ефективність лікування. Використання сучасних математичних методів і моделей сприяє досягненню найкращих результатів у лікуванні пацієнтів.

Література

[1]. Казимиренко Ю. О. Комп’ютерне моделювання розподілу температур спікання скляних мікросфер / Ю.О. Казимиренко, О.В. Гайдаєнко // Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii, 2024, ISSN 0321-4095, No. 3, pp. 67–74.

[2]. Український медичний часопис. Розпочато перше клінічне дослідження ефективності застосування радіоактивних скляних мікросфер для боротьби з раком. Режим доступу: www.umj.com.ua/uk/novyna-86122-nachato-pervoe-klinicheskoe-issledovanie-effektivnosti-primeneniya-radioaktivnyx-steklyannyx-mikrosfer-dlya-borby-s-rakom

MATHEMATICAL ASSURANCE OF THE TREATMENT OF CANCER DISEASES USING GLASS MICROSPHERES

Kazymyrenko Yuliia, Haidaienko Oksana, Haidaienko Viacheslav.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. High efficiency in the treatment of cancer is shown by the technology using glass microspheres, the radiation dose of which is calculated using software developed by predicting the volume of the part/segment of the organ that needs treatment.

Keywords: glass microspheres, radiation dose calculation, radioactive material, sedimentation process.

УДК 004.65

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ СТРУКТУРИ БАЗИ ДАНИХ У КОРПОРАТИВНИХ ЗАСТОСУНКАХ

Беркунський Є.Ю.[1], Книрік Н.Р.[2], Беркунський О.Є.[3]
ст. викладач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій,[1]
к.т.н., доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій[2]
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,
Middle Java розробник, GlobalLogic, м. Київ, Україна[3]
eberkunsky@gmail.com[1], nknyrik@gmail.com[2], berkyt9@gmail.com[3]

Анотація: Розглянуто два підходи до проєктування структури бази даних та обґрунтовано вибір одного з них при розробці та удосконаленні сучасних корпоративних застосунків із використанням платформи Java та сучасних СУБД.

Ключові слова: Kotlin, Java, Мова програмування, Фреймворк, Сучасні технології проєктування баз даних, Модель даних, База даних.

Вступна частина. При розробці корпоративних застосунків на платформі Java найбільш популярним є підхід із використанням механізмів що базуються на специфікації Java Persistence API (далі JPA). Але при використанні такого механізму, через його універсальність, завжди виникає питання: що створювати в першу чергу? Правильний об'єктно-орієнтований набір сутностей JPA, що описує бізнес-домен, чи високооптимізовану та нормалізовану схему бази даних?

Мета роботи. Провести аналіз переваг та недоліків двох підходів до проєктування сховища даних та розробити рекомендації, що допоможуть розробникам прийняти правильне рішення щодо моделей даних при використанні сучасних засобів розробки на платформі Java.

Основна частина.

В останні роки набули великої популярності сучасні фреймворки, що автоматизують процес розробки застосунків. Можна навіть говорити про те, що такі фреймворки як Jakarta, Spring, Hibernate стали де-факто стандартом при створенні корпоративних інформаційних систем на платформі Java із використанням мов програмування Java, Kotlin, Groovy та ін. Ці фреймворки надають дуже потужні механізми роботи з даними у застосунках: Jakarta Data, Spring Data тощо. Більшість таких механізмів базуються на специфікації JPA та надають можливість створення моделей даних двома різними підходами: JPA-first та DB-first. Розглянемо їх докладніше.

Підхід JPA-first передбачає, що початкове створення JPA-сутностей забезпечує більш інтуїтивний та чистий дизайн застосунку. Застосунок працює з об'єктами домену, а не з записами бази даних, і база даних є лише одним з багатьох джерел даних (наприклад, черга повідомлень, зовнішній REST-сервіс або інше джерело). Розробникам потрібно створити класи на основі специфікації бізнес-домену та належним чином їх анотувати, щоб почати працювати з базою даних. Найкращим рішенням на практиці буде, якщо розробнику буде не

потрібно замислюватися над тим, як об’єкти зберігаються та отримуються зі сховища. Зберігання та завантаження даних – це завдання JPA.

Такий підхід дозволяє швидше розробляти програми, оскільки схема бази даних створюється та оновлюється разом з іншими частинами програми. JPA може автоматично генерувати запити на створення таблиць, їхніх ключів, індексів та обмежень із використанням мови DDL для відображення змін в об’єктній моделі. Наприклад, при використанні фреймворку Hibernate можна використовувати функцію ”hibernate.ddl-auto” (також відому як ”hbm2ddl”) для створення та виконання скриптів, що генерують або оновлюють схему бази даних відповідно до структури JPA-сутностей.

На початкових етапах розробки програми підхід JPA-first у поєднанні з автоматичним створенням схеми може значно заощадити час. Під час виявлення та впровадження бізнес-вимог об’єктна модель часто змінюється. Завдяки функції автоматичного створення бази даних не потрібно ретельно планувати оновлення схеми для запуску та тестування програми під час розробки.

При використанні підхід JPA-first, є кілька важливих аспектів.

По-перше, функцію ”hbm2ddl” не рекомендується використовувати у виробничому середовищі через певні недоліки:

- *Відсутність контролю:* Немає можливості налаштувати точне відображення типів Java до типів бази даних, а також не підтримуються перетворювачі типів Java.
- *Відсутність підтримки відкату:* Hibernate не надає способу скасувати зміни в схемі, якщо щось піде не так.
- *Відсутність контролю версій бази даних:* Важко відстежувати зміни в схемі з часом і повертатися до попередніх версій, якщо це необхідно.
- *Ризик втрати даних:* Будь-які зміни в JPA-сутностях можуть призвести до автоматичного оновлення схеми Hibernate, що потенційно може спричинити втрату даних.

По-друге, Hibernate не створює високо оптимізовану схему бази даних. Він генерує загальну схему, яка відповідає поточній об’єктній моделі JPA. Сценарії, створені Hibernate, можуть бути використані як початкова версія сценарію міграції для інструментів керування версіями бази даних. Для використання всіх специфічних можливостей бази даних потрібно ретельно налаштувати цей DDL і включити його в скрипти інструментів управління версіями бази даних.

По-третє, після інтеграції інструментів управління версіями бази даних у проект, буде необхідно вручну виконувати міграції схем бази даних на основі змін у моделі JPA. Існують інструменти, які можуть значно полегшити цей процес, серед них варто особливо відмітити плагін JPA Buddy, що входить до складу IntelliJ IDEA.

Підхід DB-first дозволяє спроектувати та протестувати схему бази даних ще до створення застосунка, що покращує продуктивність і забезпечує чітке розуміння вимог до даних. Це дає можливість використовувати всі специфічні функції бази даних і створити високооптимізовану схему. Такий підхід також полегшує співпрацю з іншими командами розробників, адміністраторами баз даних та бізнес-аналітиками. Крім того, це дозволяє спільно використовувати базу даних між різними застосунками, кожен з яких може мати власну модель JPA. При підході DB-first всі зміни бізнес-вимог спочатку застосовуються до бази даних, а потім відображаються в JPA-моделі.

Деякі розробники віддають перевагу цьому підходу перед JPA-first, оскільки вважають, що «база даних завжди переживе застосунок». Проте, слід зауважити, що це не зовсім так, адже довше існують саме дані, а не схема бази даних. Зміни схеми неминучі через постійні зміни бізнес-вимог, тому оновлювати схему бази даних все ж таки буде необхідно.

Використовуючи підхід DB-first і JPA як фреймворк доступу до даних, слід враховувати, що JPA потребує особливого підходу для ефективної роботи зі схемою бази даних. Як приклад, можна навести реалізацію зв'язку «один до одного». З точки зору реляційної БД, такий зв'язок у більшості випадків не має сенсу, але його існування можна пояснити об'єктною моделлю предметної області. Наприклад, профіль користувача та його облікові дані можуть зберігатися в одній таблиці в базі даних. Проте, для застосунка краще отримувати ці дані окремо для підвищення продуктивності та безпеки. Отже, база даних повинна відображати це в дизайні схеми.

Таким чином, створення JPA-моделі над будь-якою довільною базою даних є непростим завданням. Не всі рішення щодо проектування схеми можуть бути відображені безпосередньо на сутності JPA.

Для DB-first підходу природним є використання інструментів управління версіями БД з самого початку розробки. Як початкову версію для DDL-скрипта схеми бази даних можна використовувати SQL, згенерований JPA, але налаштований відповідно до конкретної версії БД. Поки розробка триває, після оновлення схеми бази даних потрібно буде оновити сутності JPA на основі цих змін. Як і в попередньому підході, для цього можна використовувати спеціальні інструменти: JPA Support for IntelliJ IDEA Ultimate або JPA Buddy.

Висновки. Кожен підхід має свої переваги, але зазвичай рекомендується використовувати "гібридний» підхід. Спочатку створюються JPA-сутності, генерується перша версія бази даних, а потім вона налаштовується відповідно до потреб застосунка. Іноді потрібно спочатку оновити базу даних, а потім перенести зміни в JPA. Наприклад для створення індексів, денормалізації або відображення типів даних. При змінах бізнес-вимог, спочатку оновлюється JPA-модель, оскільки застосунок працює з об'єктами предметної області.

Якщо база даних спільна для різних застосунків, рекомендується використовувати підхід DB-first. У цьому випадку застосунки, що отримують доступ до бази даних, генерують свої JPA (або не JPA) сутності на основі схеми.

У сучасних IDE існують інструменти, які можуть значно спростити управління змінами в схемі бази даних і гарантувати, що всі застосунки будуть оновлені належним чином при корегуванні структури БД. Наприклад, JPA Buddy може генерувати DDL для змін схеми та оновлювати ваш код, що написаний мовами Java або Kotlin на основі об'єктів бази даних, поєднуючи методи, що використовуються як для JPA-first, так і для DB-first підходу.

Література

[1]. Andres Sacco. Beginning Spring Data: Data Access and Persistence for Spring Framework 6 and Boot 3 – Apress, 2023 – 420p.

[2]. JPA Buddy – the most advanced IntelliJ plugin for managing your JPA data model and beyond [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://jpa-buddy.com/#features

MODERN APPROACHES TO DESIGNING THE DATABASE STRUCTURE IN ENTERPRISE APPLICATIONS

Yevhen Berkunskyi, Natalia Knyrik
National University of Shipbuilding,
Oleksandr Berkunskyi
GlobalLogic

Abstract: Two approaches to designing a database structure are considered and the choice of one of them in the development and improvement of modern corporate applications using the Java platform and modern DBMSs is substantiated.

Keywords: Kotlin, Java, Programming language, Framework, Modern database design technologies, Data model, Database.

УДК 519.6

ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА НА СЕРЕНДИПОВОМУ ЕЛЕМЕНТІ Q16

Гучек П.Й.
доктор технічних наук, завідувач кафедрою інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна; Економіко-гуманітарний університет в Варшаві, м. Варшава, Польща
phuchek@gmail.com
Дудченко О.М.
кандидат технічних наук, заступник директора з навчальної роботи Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
kbnuos@gmail.com
Карпова С.О.
старший викладач кафедри інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
sokarpova@gmail.com
Литвиненко О.І.
кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
mmkntu@gmail.com

Анотація. Найбільш ефективним чисельним методом інженерного аналізу, який дозволяє якнайкраще оцінити напружено-деформований стан конструкції будь-якої форми та розміру, є метод скінченних елементів. Елементи серендипової сім’ї утворюють корисний клас

скінченних елементів. Вони поширені в практичних розрахунках незважаючи на те, що погано формалізуються. В роботі представлені альтернативні базиси серендипового скінченного елемента с 16-ма вузлами (Q16).

Ключові слова: метод скінчених елементів, базисні функції, серендипові скінченні елементи.

Вступна частина. Головна проблема серендипових скінченних елементів (ССЕ) полягає в тому, що існуючі методи конструювання функцій форми (метод оберненої матриці, процедура систематичного генерування функцій форми) не дають можливості вийти за рамки стандартних моделей на ССЕ. Відомо, що стандартні моделі СЕ вищих порядків мають певні недоліки (наприклад, від'ємні значення вузлових навантажень, кратні нулі у граничних вузлах). Тому існує потреба у використані інших методів і удосконаленні існуючих. Усунення зазначених недоліків є спільною проблемою плоских і просторових ССЕ, починаючи з елементів другого порядку. Обернені задачі серендипових апроксимацій стають актуальними у зв'язку зі спробами коригувати повузловий розподіл рівномірної масової сили.

Мета роботи. Завдання полягає в тому, щоб побудувати базиси на скінченних елементах вищих порядків, які мають позитивні спектри розподілу рівномірної масової сили [1–3].

Основна частина. Новий метод побудови базису серендипового скінченного елемента с 16-ма вузлами (Q16) [4–5], який пропонується, ефективно об'єднує алгебраїчний метод та геометричне моделювання базису СЕ. Базисна функція для вузла 1 на Q16 *a-priori* записується (рис. 1):

$$N_1 = K_1(1-\xi)(1-\eta)(A\xi^2 + B\xi\eta + C\eta^2 + D\xi + E\eta + 1)(K\xi + M\eta + 1). \quad (1)$$

Для пошуку невідомих коефіцієнтів K_1, A, B, C, D, E, K, M побудуємо систему рівнянь, використовуючи інтерполяційну гіпотезу Лагранжа та гіпотезу про збіг теоретичного та експериментального значень у повузловому розподілі рівномірної масової сили. Експериментальні значення отримуються з апостеріорних перехідних ймовірностей частинок, які стартують з барицентру СЕ і завершують блукання в поглинаючих вузлах на границі. При розв'язанні системи отримуємо дев'ять комплектів коефіцієнтів, що дозволяє побудувати дев'ять моделей Q16.

Один з варіантів базисної функції для вузла 1 (рис. 2):

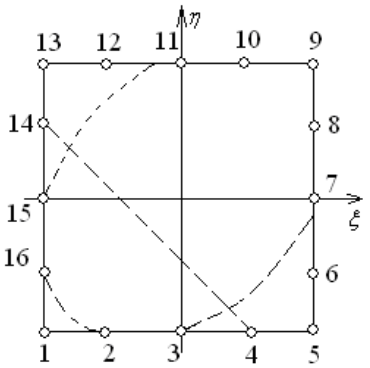
$$N_1 = \frac{187}{1000}(1-\xi)(1-\eta)\left(-\frac{500}{561}\xi^2 + \frac{311}{561}\xi\eta - \frac{500}{561}\eta^2 + \frac{61}{561}\xi + \frac{61}{561}\eta 1\right) (2\xi + 2\eta + 1). \quad (2)$$

Базисна функція для вузла 2 будується з прямих $\xi = \pm 1$, $\eta = 1$, $\xi = 0{,}5$ та довільної прямої, що проходить через вузол 3 (рис. 3).

Коефіцієнти довільної прямої знайдемо, розв'язавши систему, яка складається аналогічно системі для пошуку N_1. Ця система, на відміну від системи для N_1, має єдиний розв'язок.

Запишемо базисну функцію для вузла 2:

$$N_2 = -\frac{203}{800}(1-\xi^2)(1-\eta)(1-2\xi)\left(\frac{1600}{609}\xi + \eta + 1\right). \quad (3)$$



$|\xi| \le 1;$
$|\eta| \le 1.$

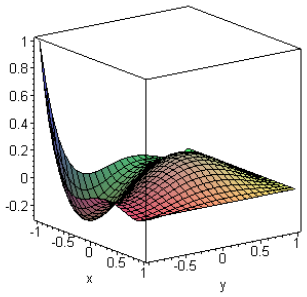


Рис. 1 До побудови N_1 *Q16*

Рис. 2 Графік функції N_1

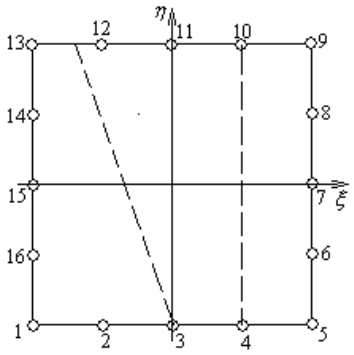


Рис. 3 До побудови N_2 *Q16*

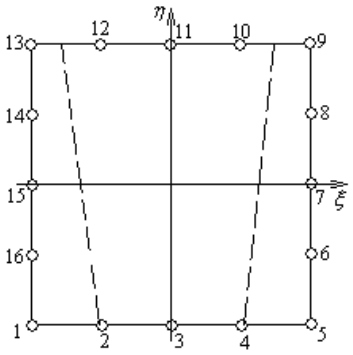


Рис. 4 До побудови N_3 *Q16*

Базисну функцію N_3 запишемо за допомогою рівнянь протилежних сторін квадрата ($\xi = \pm 1, \eta = 1$) та рівняння параболи, яка проходить через вузли 2 та 4 (рис. 4):

$$N_3 = K_3(1-\xi^2)(1-\eta)(A\xi^2 + B\eta + 1). \tag{4}$$

Невідомі коефіцієнти знаходимо з системи:

$$\begin{cases} \int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1} \frac{1}{4} N_3(\xi,\eta)d\xi d\eta = 0{,}098\,, \\ N_3(0;-1) = 2K_3(-B+1) = 1, \\ N_3\left(-\frac{1}{2};-1\right) = \frac{3}{2}K_3\left(\frac{1}{4}A - B + 1\right) = 0. \end{cases} \tag{5}$$

У правій частині першого рівняння системи (5) записане експериментальне значення відносної частоти поглинання в третьому вузлі частинок, які стартують у барицентрі Q16. Система (5) має єдиний розв'язок. Базисна функція для вузла 3 має вигляд:

$$N_3 = \frac{1141}{2000}(1-\xi^2)(1-\eta)\left(-\frac{4000}{1141}\xi^2 + \frac{141}{1141}\eta + 1\right) \tag{6}$$

Висновки. На Q16 побудовано базиси, які мають тільки позитивні значення в розподілі рівномірної масової сили. Наявність альтернативних базисів дозволяє оптимізувати базиси для отримання кращих інтерполяційних та обчислювальних якостей.

Література

[1] Zienkiewicz O. C., Taylor R. L. The Finite Element Method. V. 1. Butterworth-Heinemann, 2000. 689 p.

[2] Zienkiewicz O. C., Taylor R. L. The Finite Element Method. V. 2. Butterworth-Heinemann, 2000. 464 p.

[3] Астіоненко І.О., Литвиненко О.І. Когнітивно-графічний метод побудови ієрархічних форм базисів скінченних елементів // Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'2018: тези допов. X міжн. наук.-практ. конф. (Дніпро, 27–29 березня 2018 р.) / НМетАУ, ДНУ ім. О. Гончара, ДНУЗТ ім.В. Лазаряна та ін. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – С. 40.

[4] Хомченко А. Н., Литвиненко О.І., Астіоненко І.О. Фізично адекватна конденсація і мішані моделі серендипових елементів. *Прикладні питання математичного моделювання*. Т. 2, № 1. – 2019. С. 141–148. DOI: https://doi.org/10.32782/2618-0340-2019-3-12

[5] Хомченко А. Н., Тендітна Н.В., Литвиненко О.І., Дудченко О.М., Астіоненко І.О. Кусково-планарне моделювання базисів мішаних серендипових елементів. Прикладні питання математичного моделювання. 2020. Т. 3, № 2.2. С. 283–292. DOI: https://doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2020.3.2-2.28

Inverse task on the serendipity element Q16

Petro Guchek[1,2], Oleg Dudchenko[1], Svitlana Karpova[1], Olena Litvinenko[1]

[1]Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine;

[2]University of Economics and Human Sciences in Warsaw, Warsaw, Poland

Abstract. The most effective numerical method of engineering analysis, which allows the best assessment of the stress-strain state of a structure of any shape and size, is the finite element method. Elements of the serendipity family form a useful class of finite elements. They are common in practical calculations despite the fact that they are poorly formalized. This paper presents alternative bases of the serendipitous finite element with 16 nodes (Q16).

Keywords: finite element method, basis functions, serendipity finite elements.

УДК 005.8

КОНЦЕПЦІЯ “SMART CITY” ПРОЕКТУ В УПРАВЛІННІ МІСТОМ МИКОЛАЄВОМ

Запорожець І. М.
Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту
E-mail: iryna.zaporozhets@nuos.edu.ua
Трушлякова А. Б.
Кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту
E-mail: antonina.trushliakova@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна

Анотація. Актуальним питанням є післявоєнне відновлення інфраструктури, економіки, логістики, науки та інших елементів життєдіяльності міста Миколаєва. Місто має особливості, які історично сформовані: суднобудівний та судноремонтний центр України, міжнародний логістичний транспортний вузол, професіонали, які формують інтелектуальний потенціал країни. Запропоновано концепцію “Smart City” проект для відновлення інфраструктури міста. Визначено ролі і функції Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова як елемента кластерної системи для об’єднання зусиль для створення «smart стандарту».

Ключові слова: Миколаїв Smart City, кластер, логістичний хаб, міжнародний транспортний коридор, інфраструктура, університет.

В умовах протистояння російській агресії та необхідності відбудови інфраструктури м. Миколаєва ключовим питанням стає забезпечення розвитку та відновлення. Всі міста мають суттєві відмінності один від одного рівнем розвитку, проблемами, нормативною базою. Особливості м. Миколаїв, в Миколаївській міській територіальній громаді де проживає 469 545 мешканців наступні [3]:

– Розташування на відстані 490 км від Києва, 120 км від Одеси;
– 60 км від Чорного моря в місці злиття Бузького лиману;
– Логістичний хаб Півдня України: Через місто проходять три міжнародні транспортні коридори, три морські порти, один річковий та низка приватних терміналів: ДП «Миколаївський морський торговельний порт», ДП «Спеціалізований морський порт «Ольвія», ТОВ «Морський спеціалізований порт «НІКА-ТЕРА», «Миколаївський річковий порт» АСК «Укррічфлот».

Актуальним питанням у відновленні інфраструктури є концепція “Smart City” задля побудови «розумного міста». М. Миколаїв має стати містом знань, цифровим містом, кібермістом спрямованим на майбутнє. Smart City – місто, яке веде постійний моніторинг найважливіших об’єктів інфраструктури з оптимальним розподілом ресурсів і гарантій безпеки. В світі концепція Smart City реалізована в 2500 містах, в Україні практично реалізовано «Київ Smart City”, як сучасна модель міської трансформації, де інформаційні технології дозволяють якісно удосконалити систему управління містом [2].

Smart City визначається факторами, що його утворюють: інституційний, технологічний, людський, економічний [1]. Інституційний фактор включає систему спеціальних інституцій

міського простору, що забезпечує всі сфери життєдіяльності громади (освіта, наука, зайнятість, надання послуг, професійна спеціалізована допомога). Технологічний фактор відповідає за розвиток техніки і технологій, який дозволить автоматизувати, вдосконалити роботу комунальних служб і сервісів з мінімізацією ролі людини в надані послуг. Соціальний фактор є базою прогресивного розвитку, адже люди, їх інтелект, творчий потенціал, ідеї, досвід, професійні навички являються основою системних перетворень. Економічний фактор впливає і об'єднує інституційний, технологічний, людський і від нього залежить якість та швидкість перетворень.

Особливості розумних міст та пов'язаних з цим питанням нові знання і дослідження являють собою широке самостійне інформаційне поле. Експерти розглядають розумні міста як складно сконструйовані елементи системи, з великою кількістю недосліджених, переплетених зон та взаємозв'язків, які піддаються виявленню [5]. Враховуючи особливості м. Миколаїв, має функціонувати постійний моніторинг важливих об'єктів інфраструктури – автомобільних доріг, мостів, залізниць, морських портів, аеропорт, система зв'язку, водопостачання, енергопостачання, житлово-комунальне господарство. З метою оптимального розподілу ресурсів, забезпечення безперебійної роботи всіх служб, системи безпеки міста.

При реалізації проекту «Миколаїв Smart City" Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова може відігравати ключову роль [4, 6]. Для реалізації такої ініціативи слід створити проект кластеру з наступних учасників: Миколаївська міська територіальна громада, підприємства інфраструктури міста, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Мета проекту кластера об'єднати зусилля для створення "smart стандарту», який обґрунтує економічні і технічні можливості їх застосування в місті, а також закласти інформаційний і клієнт-орієнтовані підходи. Ці підходи є основою розробки та реалізації практичних рішень і стандарту розумного міста.

Роль Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова в кластері має полягати в розробці і реалізації технології інформаційного моделювання. Ця задача вирішується, наприклад, в питаннях побудови інтелектуальної транспортної системи, яка оптимізує рух транспорту шляхом відображення дорожньої ситуації на території міста і відображена в смартфонах користувачів, підказуючи оптимальний маршрут. Ще прикладом актуальної підсистеми є «Електронна освіта», що є актуальним модулем сьогодення, коли всі учні і студенти вже третій рік на дистанційному навчанні. Цей модуль дозволить студентам прослуховувати лекції без фактичної присутності в аудиторії. Всі навчально-методичні матеріали зберігаються на спеціальній платформі. Також програма дозволить студентам брати участь у навчанні в режимі он-лайн.

Висновок. Проект «Миколаїв Smart City" необхідно пропонувати застосовувати для відновлення та розвитку Миколаївської територіальної громади. «Миколаїв Smart City" – це система, яка дозволяє ефективно використовувати обмеженні ресурси і забезпечує безпеку життя. Об'єднуючи зусилля науковців Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, фахівців інфраструктурних підприємств міста, систему управління територіальної громади – дозволить у післявоєнний період побудувати цілісну органічну систему через впорядкування всіх необхідних і надважливих напрямків життєдіяльності міста.

Література

[1]. Project Management Standard and Guide to Project Management Body of Knowledge (Guide to PMBOK). (2021). *PMI press*.

[2]. Андрієнко А. О. Упровадження концепції “Smart City” в управління великими містами України : монографія / Андрієнко А. О. – Вінниця, Україна : ГО «Європейська наукова платформа», 2023. – 196 с.

[3]. Миколаївська міська територіальна громада / https://rebuildukraine.in.ua/mykolaivska-hromada

[4]. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова / https://nuos.edu.ua/

[5]. Концепція Київ Smart Citi 2020. URL: https://www. kyivsmartcity.com/concept.

[6]. Звіт ректора НУК за 2023р / https://nuos.edu.ua/wp-content/uploads/2024/01/Zvit-Rektora-NUK-za-2023-2.pdf

THE “SMART CITY” CONCEPT OF THE PROJECT IN THE MANAGEMENT OF THE CITY OF MYKOLAIV

Iryna M. Zaporozhets

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Antonina B. Trushliakova

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. Post-war restoration of infrastructure, economy, logistics, science and other elements of life in the city of Mykolaiv is an urgent issue. The city has historically formed features: a shipbuilding and ship repair center of Ukraine, an international logistics transport hub, professionals who shape the intellectual potential of the country. The “Smart City” concept, a project to restore the city’s infrastructure, is proposed. The roles and functions of Admiral Makarov National Shipbuilding University as an element of the cluster system for joining efforts to create a “smart standard” have been defined.

Keywords: Mykolaiv Smart City, cluster, logistics hub, international transport corridor, infrastructure, university.

УДК 519.68

ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ГРАФІКУ РОБІТ ІТ ПРОЄКТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАГАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ ЛІНЕАРИЗАЦІЇ

Чернова Лб.С.
доктор технічних наук, доцент
доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
19chls92@gmail.com
Титов С.Д.
доцент фізики та математики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
ss1-ss10@ukr.net
Чернова Лд.С.
доктор технічних наук, професор
професор кафедри інформаційних управляючих систем та технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
lyudmylachernova@gmail.com
Майстер І.В.
завідувач лабораторією кафедри управління проєктами
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
inna.maister@nuos.edu.ua

Анотація. Багато реальних ІТ проєктів включають складні взаємозалежності та обмеження, що можуть бути описані нелінійними моделями, ускладнюючи процес їх оптимізації. Використання загального алгоритму лінеаризації для нелінійних задач оптимізації пропонує інноваційний підхід до спрощення і розв'язання складних задач планування. Лінеаризація дозволяє перетворити нелінійні моделі на більш зручні для обчислення лінійні форми, що полегшує застосування методів лінійного програмування.

Ключові слова: лінеаризація, оптимізація, нелінійні задачі, проєкт, ресурси.

У сучасному світі, де конкурентний тиск і вимоги до ефективності зростають, управління проєктами стає критично важливим аспектом для успішного ведення бізнесу. Однією з ключових задач у проєктному менеджменті є ефективне планування ресурсів та оптимізація графіку робіт, що дозволяє мінімізувати витрати, дотримуватися термінів виконання та забезпечувати якість результатів. Полегшене застосування методів лінійного програмування важливо в умовах обмежених ресурсів та жорстких обмежень часу і бюджету ІТ проекту.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що вона розглядає ефективні методи застосування загального алгоритму лінеаризації для покращення управління проектами.

Метою роботи є дослідження та впровадження загального алгоритму лінеаризації для вирішення задач планування ресурсів та оптимізації графіку робіт у проектному менеджменті. Стаття спрямована на розробку методології, яка дозволяє перетворювати складні нелінійні моделі задач управління проектами на лінійні форми, придатні для застосування сучасних методів оптимізації. Це включає аналіз основних викликів, пов'язаних з нелінійністю задач, розробку та тестування лінеаризаційних технік, а також оцінку їхньої ефективності у реальних сценаріях.

В математичних моделях задач оптимізації мішаного управління проектами часто використовується нелінійні цільові функції вигляду:

$$\mathrm{W_I} == \frac{P_1(x_1, x_2, \ldots, x_n)}{Q_1(x_1, x_2, \ldots, x_n)} = \frac{\sum_{j=1}^{n} c_j x_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j x_j},$$

де

$$x_j \geq 0, \quad i = 1, 2, \ldots, m, \; j = 1, 2, \ldots, n,$$

$$c_j, d_j - \text{const}, \quad \sum_{j=1}^{n} d_j x_j \neq 0.$$

Також для математичних моделей економічного напрямку застосовують аналогічні нелінійні цільові функції:

- Цільова функція моделі оптимізації рентабельності витрат на виробництво продукції:

$$\mathrm{W_I} == \frac{\sum_{j=1}^{n} c_j x_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j x_j} \to \max,$$

де x_j – кількість, запланованої до випуску продукції,

c_j – прибуток, від реалізації одиниці продукції x_j,

d_j – собівартість, виробництва одиниці продукції x_j.

- Цільова функція моделі оптимізації рентабельності продажу продукції:

$$\mathrm{W_I} == \frac{\sum_{j=1}^{n} c_j x_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j x_j} \to \max,$$

де x_j – кількість, запланованої до продажу продукції,

c_j – прибуток, від реалізації одиниці продукції x_j,

d_j – ціна, одиниці продукції x_j.

- Цільова функція моделі оптимізації затрат з розрахунку на одну грошову одиницю товарної продукції:

$$W_I == \frac{\sum_{j=1}^{n} c_j x_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j x_j} \to \min,$$

де x_j – кількість, запланованої до продажу продукції,

c_j – собівартість виробництва одиниці продукції x_j,

d_j – ціна, одиниці продукції x_j.

- Цільова функція моделі оптимізації собівартості випуску продукції:

$$W_I == \frac{\sum_{j=1}^{n} d_j}{\sum_{j=1}^{n} x_j} \to \min,$$

де x_j – кількість, випущеної продукції,

d_j – ціна, одиниці продукції x_j.

З огляду на це, важливою задачею є лінеаризація цільових функцій моделей. Відомо, що дробово-лінійною задачею оптимізації називають таку задачу оптимізації, в якій цільова функція є дробово-лінійною функцією, а система обмежень відповідає умовам лінійності, тобто є лінійними рівняннями або нерівностями.

Загальна задача дробово – лінійної оптимізації має наступний вигляд:

$$W_I = \frac{P_1(x_1, x_2, \ldots, x_n)}{Q_1(x_1, x_2, \ldots, x_n)} = \frac{\sum_{j=1}^{n} c_j x_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j x_j} \to \text{opt}(\max, \min),$$

$$\Omega_I : \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n = b_2, \\ \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n = b_m, \end{cases} \tag{1}$$

$$x_j \geq 0, \quad i = 1, 2, \ldots, m, \; j = 1, 2, \ldots, n,$$

$$c_j, d_j \; b_i \; a_{ij} - \text{const}, \quad \sum_{j=1}^{n} d_j x_j \neq 0.$$

Задачу дробово – лінійної оптимізації (1) зведемо до розв'язку задачі лінійної оптимізації.

Позначимо $z_0 = \frac{1}{\sum_{j=1}^{n} d_j x_j}$, та введемо нові змінні: $z_j = z_0 x_j \quad j = 1, 2, \ldots, n$.

Задача (1) приймає вигляд:

$$W_{1z} = \sum_{j=1}^{n} c_j z_j \to \text{opt}(\max, \min),$$

$$\left[\Omega_{1z}: \begin{cases} a_{11}z_1 + a_{12}z_2 + \cdots + a_{1n}z_n - b_1 z_0 = 0, \\ a_{21}z_1 + a_{22}z_2 + \cdots + a_{2n}z_n - b_2 z_0 = 0, \\ \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \\ a_{m1}z_1 + a_{m2}z_2 + \cdots + a_{mn}z_n - b_m z_0 = 0, \\ d_1 z_1 + d_2 z_2 + \cdots + d_n z_n = 1, \\ z_j \geq 0,\ z_0 > 0, i = 1,2,\ldots,m,\ j = 1,2,\ldots,n. \end{cases} \right. \quad (2)$$

Додаткова задача (2) є сукупністю двох задач. Перша задача є задачею лінійної оптимізації, тому розв'язується симплекс-методом, а потім знаходять розв'язок вихідної задачі дробово-лінійної оптимізації. Друга задача, пов'язана з позначенням $z_0 = \dfrac{1}{\sum_{j=1}^{n} d_j x_j}$ для спрощення розв'язку задачі в цілому.

Цей сценарій ілюструє використання загального алгоритму лінеаризації для спрощення та вирішення складних нелінійних задач у проектному управлінні. Це підвищує ефективність планування, дозволяючи оптимально розподілити ресурси та скоротити витрати, забезпечуючи успішне завершення проекту.

Висновки. Застосування цього підходу може сприяти підвищенню точності планування, зниженню витрат та оптимізації використання ресурсів, що є критично важливим у багатьох галузях, включаючи будівництво, виробництво, інформаційні технології та інші сфери. Дослідження та висновки, представлені в статті, надають практичні рекомендації та інструменти для менеджерів проектів, які прагнуть підвищити ефективність своїх процесів та забезпечити успішне завершення проектів. Кінцева мета полягає в тому, щоб забезпечити менеджерів проектів ефективними інструментами та методами, які сприятимуть більш точному плануванню ресурсів, оптимізації використання ресурсів і зниженню витрат, забезпечуючи таким чином успішне виконання проектів у різних галузях. Ця модель може допомогти керівникам проектів приймати обґрунтовані рішення щодо ефективного розподілу ресурсів і оптимізації графіку робіт, враховуючи наявні обмеження і необхідність максимізації ефективності або мінімізації витрат.

Література

1. S. Chernov, S. Titov, Lub. Chernova, Lud. Chernova, A. Trushliakova, "The Behavior Antagonism in the IT Project Management", SIST 2023-2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies,Proceedings, 114–119 p. 2023.

2. T. Grigorian, S. Titov, A. Gayda, V. Koshkin, "A General Game-Theoretic Approach to Harmonization of the Values of Project Stakeholders", Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 689, Springer. 2018.

3. R. McKelvey, "Game Forms for Nash Implementation of General Social Choice Correspondences" // Social Choice and Welfare, No. 6, 139–156 p., 2009.

GENERAL LINEARIZATION ALGORITHM FOR RESOURCE PLANNING AND IT PROJECTS WORK SCHEDULE OPTIMIZATION

Chernova Lb.S.
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Associate Professor of the Department of Information Management Systems and Technologies
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Titov S.D.
Associate Professor of the Department of physics and mathematics
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Chernova Ld.S,
Doctor of Technical Sciences, Professor
Professor of the Department of Information Management Systems and Technologies
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Maister I.V.,
Head of the laboratory of the Department of Project Management
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. A large number of real IT projects include complex interdependencies and constraints that can be described by nonlinear models complicated with their optimization process. The use of a general linearization algorithm for nonlinear optimization problems offers an innovative complex of planning approaches to simplify and solve problems. Linearization makes it possible to transform non-linear models into linear forms that are more convenient for calculation and facilitates the application of linear programming methods. This is especially important in the conditions of strict limited resources, time and budget of the IT project. The article presentes effective methods of applying the general linearization algorithm to improve the project management.

Keywords: linearization, optimization, nonlinear problems, project, resources.

УДК514.18

АНАЛІЗ СПОСОБІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ГРАФІЧНІЙ СИСТЕМІ *AUTOCAD*

Бідніченко О.Г.
кандидат технічних наук доцент
професор кафедри комп'ютерно- інтегрованих технологій та інженерної графіки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
helenbidnichenko@gmail.com

Анотація. Дана робота присвячена аналізу декількох способів автоматизованого геометричного моделювання з використанням графічної системи *AutoCAD*. Розглянуто двовимірне моделювання комплексного кресленика машинобудівної деталі. Способом

твірдотільного моделювання сформовано тривимірну модель. Виконано геометричне моделювання плоского кресленика із тривимірної моделі.

Ключові слова: графічна система *AutoCAD*, геометричне моделювання, двовимірне моделювання, 3-D модель.

Вступна частина. Остаточним документом, за яким виготовляється будь-який виріб, є графічний документ цього виробу. До графічних документів відносяться кресленики загального вигляду; габаритні та збірні кресленики; специфікації; кресленики окремих вузлів і деталей тощо. Автоматизовані графічні системи дозволяють оптимізувати процес моделювання виробу, швидко отримати комплект графічної документації, покращити роботу конструкторів та скоротити час на виробництво графічної документації. Кожна з сучасних графічних систем передбачає декілька способів та варіантів геометричного моделювання об'єктів, що проектуються. Час, витрачений на створення геометричної моделі об'єкта, залежить від можливостей системи та від майстерності проектанта.

Мета роботи. Проаналізувати деякі можливості автоматизованого геометричного моделювання в графічній системі *AutoCAD*.

Основна частина. Розглянемо деякі способи формування креслеників машинобудівних деталей в графічній системі *AutoCAD*.

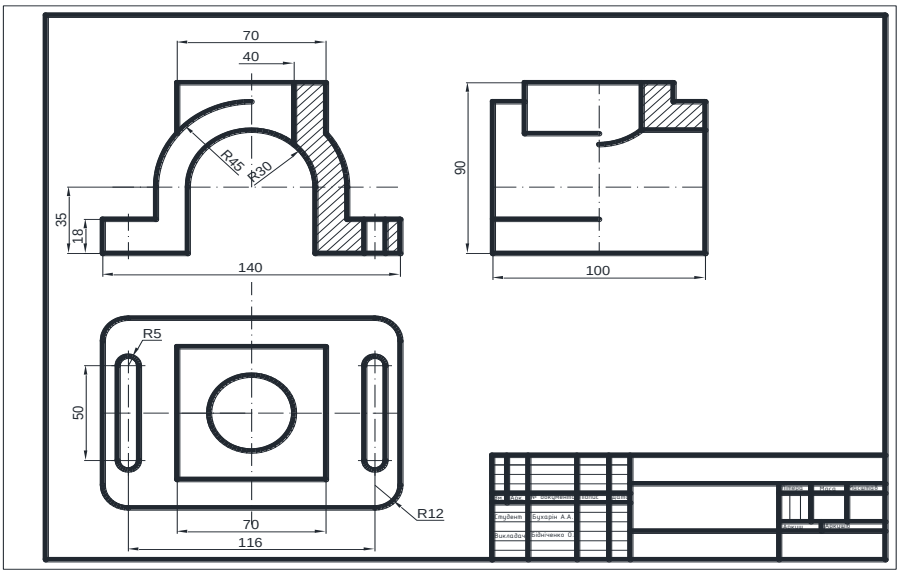


Рис. 1. Кресленик машинобудівної деталі

Першим покажемо спосіб геометричного моделювання у 2-D середовищі. З використанням команд створення та редагування графічних примітивів [3, с. 44–85] виконано комплексне креслення трьох проекцій машинобудівної деталі (рис. 1). Для того, щоб показати внутрішню будову моделі, виконано фронтальний розріз на головному виді та профільний розріз на виді зліва із штрихуванням. Останнім кроком налаштовано параметри розмірних елементів та поставлено необхідні для виготовлення деталі розміри.

Такий спосіб побудови двовимірних зображень є дуже простим та доцільним для нескладних деталей, він є поширеним на виробництвах різних напрямів при конструюванні та

зображенні будь-яких виробів та їх об’єднань й компоновок, створенні схем та планів, виконанні інших площинних зображень. Наприклад, для вузлів кріплення корпусних конструкцій суден, порівняно нескладних машинобудівних деталей з метою їх геометричного моделювання та отримання проекційних робочих креслеників для виготовлення деталей.

Інший спосіб отримання проекційних креслеників це компонування двовимірного кресленика із тривимірної моделі. Формування тривимірної моделі проведено способом твірдотільного моделювання [2, с. 89–98] в просторі «Модель» (рис. 2). В даному прикладі при створені каркасної моделі деталі використано стандартні тіла «Циліндр» та «Паралелепіпед», а також операції Булевої алгебри «Об’єднання» та «Віднімання»; для наочного уявлення деталі встановлено режим «Реалістичний».

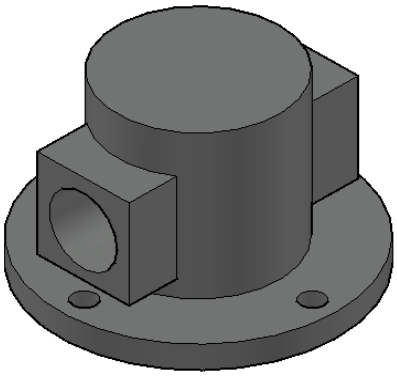


Рис. 2. Тривимірна модель деталі

Для формування проекційного двовимірного кресленика [1, с. 210–221] та його друкування потрібно працювати в просторі аркуша у вкладці «Лист», де відобразиться сформована модель (рис. 3). Для генерування трьох проекцій деталі використано плаваючі видові екрани, змодельовані в діалоговому режимі відповідаючи на запитання системи (рис. 4). Внутрішню будову деталі показано з використанням опції «Переріз», відредаговано штриховку та вирівняні види між собою (рис. 5).

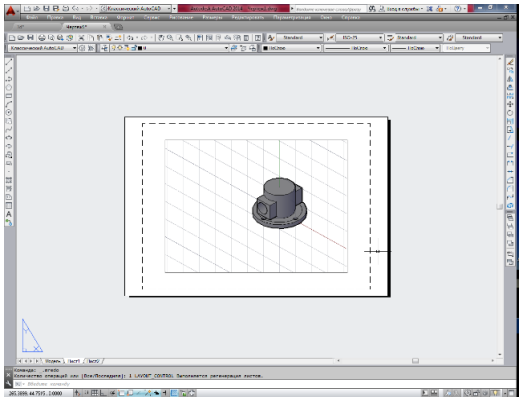


Рис. 3. Зображення деталі в просторі Аркуша

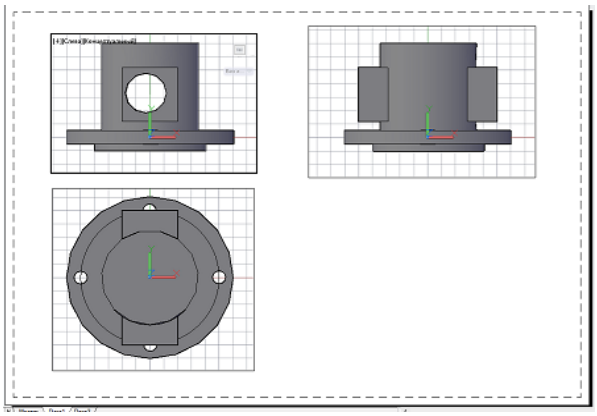


Рис. 4. Плаваючі видові екрани

Потрібно зазначити, що у процесі виконання зображення для кожного екрана система *AutoCAD* автоматично створює шари, завдяки яким можна керувати зображенням: змінювати типи та товщину ліній; заморожувати, розморожувати та вимикати шари в окремих екранах.

Тому, по завершенні компонування кресленика зредаговано необхідні шари та отримано файл з кресленником, який показаний на рис. 6.

Таким чином, в даній роботі описані два методи отримання двовимірних проекційних креслеників машинобудівних деталей: двовимірне моделювання комплексного кресленика деталі та компоновка плоского кресленика із сформованої тривимірної моделі. Обидва способи є життєздатними та використовуються на різноманітних виробництвах.

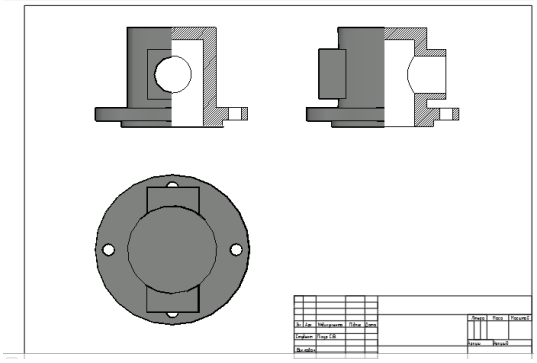


Рис. 5. Проекції деталі

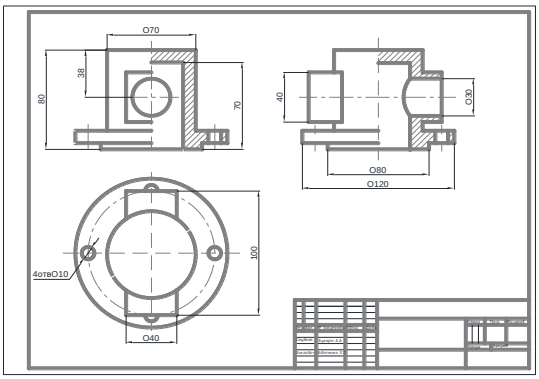


Рис. 6. Проекційний кресленик деталі

Метод двовимірного моделювання є схожим на звичний для конструктора процес роботи з олівцем та лінійкою або кульманом, у якості яких може бути використана система *AutoCAD* як новий інструмент 21 сторіччя. Для створення плоского зображення конструктору потрібно чітко уявляти собі те, що повинно бути накресленим, дуже добре володіти навичками формування проекцій реальних об'єктів, особливостей їх зображення та виконання розрізів та перетинів, що передбачені державними стандартами.

Сучасні комп'ютерні технології надали користувачу можливість більш досконалого способу спілкування – тривимірну модель, яка хоча й існує в пам'яті комп'ютера у вигляді ланцюжка бітів і байтів, проте має цілком реальні фізичні властивості: об'єм, густину, масу, центр ваги, моменти інерції і т.д. Тривимірну модель можна розглядати з різних боків, розбирати й збирати (якщо мова йдеться про складальну одиницю) і навіть заглянути всередину.

При створенні плоских об'єктів користувач виконує всі побудови у просторі «Модель». Для об'ємних зображень цього недостатньо, тому в системі створено простір «Лист», який є більш пристосованим для роботи щодо формування файлу для виведення на принтер, роботи з плаваючими видовими екранами, та навіть для можливості входу і виконання необхідних дій та змін у простір «Модель».

Потрібно відзначити, що об'ємне моделювання передбачає, що користувач впевнено працює з плоскими, двовимірними зображеннями. Воно вимагає терплячості для багаторазового виконання тих чи інших операцій, застосування спеціальних команд роботи в тривимірному просторі. Не дарма такий вид робіт називають «вищим пілотажем».

Висновки. Проведено аналіз способів генерування креслеників машинобудівних деталей в графічній системі *AutoCAD*. Подано способи двовимірного моделювання та формування плоского кресленика із тривимірної моделі деталі.

Література

1. Борисенко В.Д., Об'ємне моделювання в *AutoCAD* [Текст]: навч. посіб. / В.Д. Борисенко, О.Г. Бідніченко, І.В. Устенко. – Миколаїв: ФОП Швець В.Д., 2014. – 224 с.: іл. ISBN 978-617-7240-10-2.

2. Борисенко В.Д. Основи об'ємних зображень у середовищі проектування *AutoCAD*: навч. посіб. / В.Д. Борисенко, О.Г. Бідніченко, Д.В. Котляр. – Миколаїв: НУК, 2012. – 336 с.

3. Ванін В.В. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі *AutoCAD* [Текст]: навч. посіб. / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.О.Надкернична – К.: Каравела, 2005. – 336 с.

ANALYSIS OF AUTOMATED MODELING METHODS IN THE AutoCAD GRAPHICS SYSTEM

Bidnichenko OG, Cand. tech. Sciences, Assoc. pr.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. This work is devoted to the analysis of several methods of automated geometric modeling using the AutoCAD graphics system. Two-dimensional modeling of a complex drawing of a machine-building part is considered. A three-dimensional model was formed by the solid-body modeling method. Geometric modeling of a flat drawing from a three-dimensional model was performed.

Key words: graphic system AutoCAD, geometric modeling, two-dimensional modeling, 3-D model.

УДК 514.18

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РОБІТ

Бідніченко О.Г.

кандидат технічних наук доцент

професор кафедри комп'ютерно- інтегрованих технологій та інженерної графіки

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Миколаїв, Україна

helenbidnichenko@gmail.com

Анотація. Дана робота присвячена аналізу особливостей процесу автоматизації проєктних робіт різних напрямів. Розглянуто принципи створення систем автоматизованого проєктування конструкторських розробок, наведено ієрархічну модель для геометричного моделювання багатоступеневих відцентрових компресорів. Подано принципи проєктування автоматизованих виробництв завдяки засобам імітаційного моделювання та наявності інформаційних технологій управління.

Ключові слова: системи автоматизованого проєктування, геометричне моделювання, ієрархічна модель, інформаційні технології управління.

Вступна частина. У сучасному світі неможливо уявити собі будь-яку діяльність без використання комп'ютерних технологій. Інженерний процес проєктування виробів у сучасному виробництві також здійснюється за допомогою систем автоматизованого проєктування [1, с. 60], які дають змогу із багатьох варіантів рішень вибрати оптимальне шляхом геометричного моделювання об'єкту, що проєктується. Останнім часом все більш поширюється використання автоматизованих технологій у системах управління виробництвом. Тому уявляє інтерес розглянути принципи побудови та створення систем автоматизованого проєктування та перспективи їх розвитку.

Мета роботи. Проаналізувати структурні компоненти систем автоматизованого проєктування, технології проєктування та перспективи розвитку автоматизації проєктних робіт.

Основна частина. Основне призначення систем автоматизованого проєктування – це швидке отримання оптимальних проєктних рішень. Система автоматизації проєктних робіт (САПР) уявляє собою комплекс засобів автоматизації процесу геометричного моделювання, який зв'язаний з необхідними підрозділами проєктної організації або з колективом спеціалістів-фахівців користувачів системи.

САПР – це організаційно-технічна система, складовими частинами якої є окремі підсистеми, що мають властивості всієї системи, але які можуть працювати як самостійні програми. Підсистемою САПР називають виділену за певними ознаками частину системи, яка забезпечує визначене закінчене проєктне рішення поставленої задачі. Підсистеми складаються із компонентів, які пов'язані між собою загальною цільовою функцією та які забезпечують функціонування цієї підсистеми.

Розподіл видів робіт за групами проєктантів визначається блочно-ієрархічним підходом, який оснований на описі об'єкту з поділом на ієрархічні рівні. Формування ієрархічних рівнів може бути за степенем детальності відображення в них властивостей об'єкту та його частин (горизонтальні рівні) або за характером властивостей, що відображаються (вертикальними або аспектами). На рис. 1 у якості прикладу представлено п'яти рівневу ієрархічно-структурну модель для геометричного моделювання при проєктуванні багатоступеневого відцентрового компресора.

Система автоматизованого проєктування може бути реалізованою тільки при наявності семи видів забезпечення: організаційного, інформаційного, математичного, лінгвістичного, програмного, технічного та кадрового [3, с. 37]. Кожному виду забезпечення відповідає певний етап досліджень. В роботі [2, с. 417] побудовано граф відповідності видів забезпечень конкретним задачам, що розв'язуються при геометричному моделюванні відцентрових компресорів.

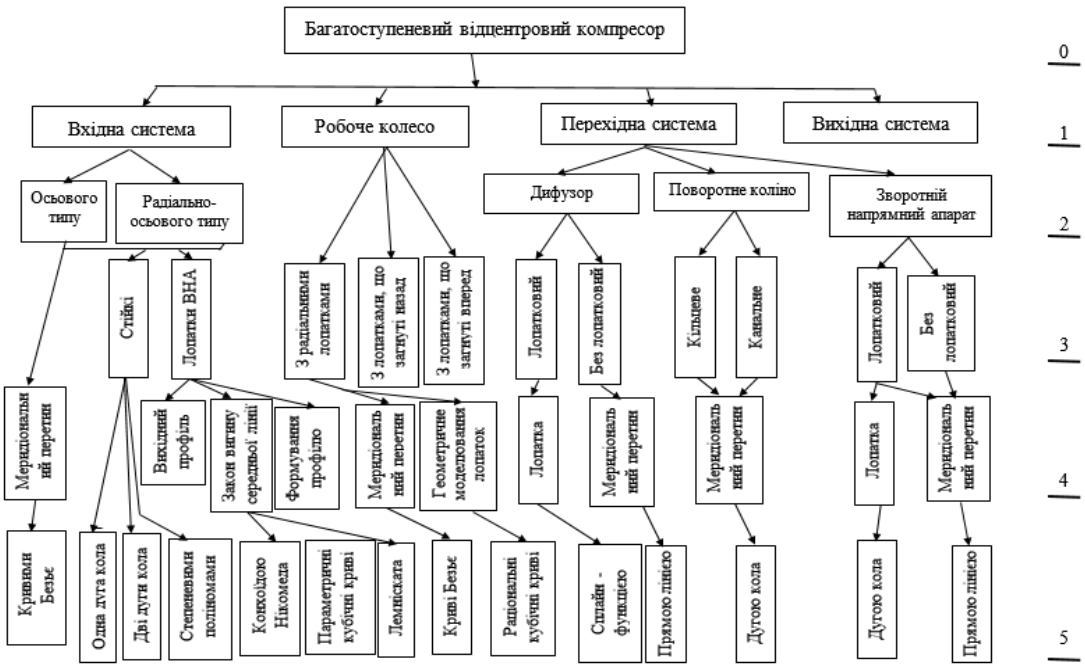


Рис. 1. Ієрархічно-структурна модель багатоступеневого відцентрового компресора

Розглянуті вище приклади стосуються автоматизації конструкторських розробок та технологічної підготовки виробництва. Однак роль САПР не обмежується тільки такими функціями. Не менш важлива задача САПР – це проєктування самих автоматизованих виробництв, які включають в себе проєктування робото технічних комплексів, технологічного обладнання, рішення задач їх компонування, розміщення тощо. Для цього системи повинні мати міцні засоби імітаційного моделювання для автоматизації роботи виробничих ліній, дільниць та цехів; мати засоби аналізу і синтезу об'єктів з фізично різнорідними елементами, до яких можна віднести технологічні апарати, роботи, маніпулятори тощо). Інструментальні засоби проєктування програмного забезпечення, засоби розробки обчислювальних мереж тощо дозволять здійснити автоматизоване проєктування використовуючи автоматизовані інформаційні технології управління. Створення таких технологій уявляє собою еволюційний процес, тому інформаційні технології розробляють та вводять в дію на виробництвах за окремими етапами, додаючи нові задачі та функції до тих, що виконано раніше. При цьому повинна зберігатися цілісність всієї системи та взаємозв'язок між окремими її компонентами та частинами, які вводяться до експлуатації в різні періоди часу. Інформаційні технології управління є зручними засобами та такими, що пришвидшують й спрощують процес управління виробництвами, тому вони є перспективними та стають все більш розповсюдженими у сучасному світі.

Висновки. В роботі розглянуто структурні компоненти систем автоматизованого проєктування та принципи їх утворення. Наведено приклад побудованої ієрархічної моделі для формування автоматизованої системи проєктування багатоступеневих відцентрових компресорів. Розглянуто види забезпечень автоматизованих систем. Показано, що перспективним напрямом є розвиток систем управління виробництвом.

Література

1. Біднiченко О.Г. Сучасні тенденції розвитку систем автоматизованого комп'ютерного моделювання/ Міжвідомчий науковий збірник «Управління розвитком складних систем». ISSN 2219-5300 (Print), 2419-9933 (Online) № 49. Київ: КНУБА, 2022. – С. 59–65.

2. Bidnichenko O.G. System approach to automation of geometric modeling of centrifugal compressors. / Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2022. – С. 415–418.

3. Системи автоматизованого проєктування. https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/178b106e-773e-4d58-a6ec-e031cdde998a/content

FEATURES OF AUTOMATION OF PROJECT WORKS

Bidnichenko OG, Cand. tech. Sciences, Assoc. pr.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. This work is devoted to the analysis of the features of the process of automation of design works of various directions. The principles of creating systems of automated design of design developments are considered, a hierarchical model for geometric modeling of multistage centrifugal compressors is given. The design principles of automated production are presented thanks to the means of simulation modeling and the availability of information management technologies.

Key words: automated design systems, geometric modeling, hierarchical model, management information technologies.

UDC 004.412

REGRESSION MODELS FOR ESTIMATING THE SIZE OF WEB APPLICATIONS CREATED USING THE REACT FRAMEWORK

Mikhailo V. Vorona
PhD, lecturer, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
mvl.vorona@gmail.com

Abstract. In this paper, one-factor and two-factor nonlinear regression models are built on the basis of the normalizing transformation in the form of a decimal logarithm to estimate the size of web applications created on the basis of the React framework, using the program code metrics of the number of classes and the number of methods per class. A corresponding analysis of the quality of the obtained models is carried out and approaches to improve the quality of the corresponding estimation are proposed.

Keywords: web applications, nonlinear regression model, logarithmic transformation, React framework.

Introduction. Web application development is one of the most relevant and popular areas of software engineering. It is worth noting that modern web development is inextricably linked to the use of various frameworks. The React framework is the most popular choice among startup founders and is used by developers to create software that works well on both Android and iOS. Entrepreneurs prefer React development because it helps to increase conversion rates, provides the ability to check backlinks, reduces development costs, and increases brand awareness.

Building a mathematical model for estimating the size of web applications is an important task in web development [1]. First of all, such a model makes it possible to predict the amount of work required for the successful implementation of a software project, helps to determine its resources, budget, and timing. Secondly, estimating the size of a web application correlates with the estimate of labor intensity and man-hours required for development.

There are various recognized mathematical models, such as COCOMO (Constructive Cost Model) and Function Point Analysis model. However, in today's web environment, with its challenges and technological trends, such models do not allow for all aspects and innovations, such as the use of modern frameworks [2]. Thus, the use of existing algorithmic models for evaluating web applications based on the React framework may lead to low reliability of such an evaluation. Therefore, building a regression model for estimating the size of web applications created on the basis of the React framework is an urgent task.

The aim of the work. To conduct a comparative analysis of nonlinear regression models for estimating the size of web applications created using the React framework based on program code metrics, namely the number of code lines, the number of classes, and the number of methods per class, and to determine the prospects for further research in this area to improve the accuracy of the corresponding estimation.

The main part. To build nonlinear regression models, the authors collected empirical data on the GitHub Internet resource from open source projects. The authors selected 50 web application development projects created using the JavaScript language and the React framework. For each of

the projects, program code metrics were defined, such as the number of lines of code in thousands of *Y*, (KLOC), the number of classes X_1 and the number of methods per class X_2 [3]. Parameters X_1 and X_2 were checked for multicollinearity using variance impact factors (VIFs), the values of which indicate the absence of multicollinearity.

Based on the obtained metrics, a single-factor regression model was built (1)

$$Y = \widehat{b_0} + \widehat{b_1}X_1 + \varepsilon \quad (1)$$

and a two-factor linear regression model (2)

$$Y = \widehat{b_0} + \widehat{b_1}X_1 + \widehat{b_2}X_2 + \varepsilon, \quad (2)$$

$\widehat{b_0}$, $\widehat{b_1}$, $\widehat{b_2}$, – parameter estimations, ε – a random variable with a normal distribution. After testing the null hypothesis of the normality of the ε distribution using the Pearson's test. At the significance level of 0.05, the hypothesis was rejected. Therefore, the distribution of ε is non-Gaussian, which indicates that there is no theoretical justification for using a linear regression model. Thus, it is recommended to build nonlinear regression models (3) and (4).

$$Y = 10^{\varepsilon+\widehat{b_0}}X_1^{\widehat{b_1}} \quad (3)$$

$$Y = 10^{\varepsilon+\widehat{b_0}}X_1^{\widehat{b_1}}X_2^{\widehat{b_2}} \quad (4)$$

As a normalizing transformation of the original data, the author used a one-dimensional normalizing transformation in the form of a decimal logarithm.

The estimates of the model parameters were obtained using the least squares method. Models (3) and (4) were built taking into account the presence of outliers in the data. Methods such as the Mahalanobis distance square, Pearson's criterion, and Fisher's criterion were used to identify outliers. Comparative results of the qualities of the one-factor and two-factor models by R^2, MMRE, and PRED(0.25) criteria are shown in Table 1.

Table 1. Indicators of model quality assessment

	R^2	**MMRE**	**PRED (0,25)**
single-factor nonlinear regression model	0,34	0,46	0,30
two-factor nonlinear regression model	0,83	0,20	0,68

Conclusion. Based on the results, we can conclude that the two-factor model has better quality indicators than the one-factor model. However, its quality is not satisfactory according to the PRED indicator (0.25). Therefore, the prospect of further research is to improve the multivariate nonlinear regression model for estimating the size of web applications created using the React framework by applying more complex Johnson normalizing transformations and developing a program that will allow users to get a prediction of the number of lines of code of a web application based on the metrics of the number of classes and the number of methods. This program can be used by developers and project managers to estimate the resources required to develop web applications.

References

[1]. Briand L.C. Property Based Software Engineering Measurement / L.C. Briand, S. Morasca, V.R. Basili // IEEE Transaction on Software Engineering. – 2009. – Vol. 22, no. 1. – p. 68–86.

[2]. Software development project management. URL: https://project.dovidnyk.info/index.php/home/upravlenieproektamiposozdaniyuprogrammnogoobespecheniya/130-modelocenkistoimostisosomo.

[3]. Software Engineering | Project size estimation techniques. URL: https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering-project-size-estimation-techniques.

УДК 004.056

СОЦІАЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ У КОНТЕКСТІ КІБЕРБЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

[1]Божаткін С.М.,[2]Гусєва-Божаткіна В.А., [3]Пасюк Б.Б.

[1]старший викладач кафедри КТІБ, [2]старший викладач кафедри ПЗАС, [3]PhD

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

М. Миколаїв, Україна

[1]sergii.bozhatkin@nuos.edu.ua, [2]gusevabozh@meta.ua, [3]bwolverine44@gmail.com

Анотація: З початку введення в Україні воєнного стану, кіберпростір став ареною інтенсивних атак, що вражають як корпоративну, так і персональну безпеку. Ідея та сприйняття належного рівня кібербезпеки залишаються на передньому рубежі стратегії та інвестицій у галузі інформаційних та комунікаційних технологій будь якої організації. Проаналізовано схеми впливу та методи протидії використанню методів соціальної інженерії. Запропоновано необхідність профілювання працівників групи ризику (включаючи нових працівників організацій) та розробку навчальних програм на кожному рівні ієрархії.

Ключові слова: інформаційна безпека, соціальна інженерія, фішинг, кібербезпека, кібератака.

Вступ. У сфері інформаційної безпеки для маніпулювання суспільством та інформацією, що має насправді неймовірний вплив на людські емоції в цілях зловмисників та третіх сторін, використовують термін «соціальна інженерія». Соціальна інженерія – метод психологічної маніпуляції, який використовують зловмисники з кінцевою метою отримати бажану критично важливу приватну (конфіденційну) інформацію про інформаційні мережі, об’єкти критичної інфраструктури, оборонні підприємства та інше. У середовищі шпигунів соціальна інженерія завжди була головною й найбільш ефективною зброєю. В епоху збройних конфліктів соціальна інженерія набуває особливої актуальності як інструмент кібервійни. В сучасних умовах соціальна інженерія є не лише загрозою, а й викликом, який вимагає комплексного підходу до кібербезпеки.

Метою роботи є визначення схем впливу та методів протидії використанню соціальної інженерії.

Основна частина. Україна сьогоденні стикається з посиленням кібератак, переважаючою більшістю яких за класифікацією використовується саме соціальна інженерія. Зловмисники націлені на те, щоб отримати необхідну критично важливу інформацію, таку як токени авторизації до різних критичних систем і баз даних, фінансових даних оборонних

підприємств або окремих співробітників, облікові дані (логіни та паролі) або ж має на меті отримати повний доступ до корпоративної мережі. Вони використовують людські слабкості, такі як страх, цікавість, неуважність, недосвідченість, надмірні хвастощі жертви та інформацію, розміщену в соціальних мережах, а також на інших платформах з відкритим публічним доступом. Всі атаки соціальної інженерії можна подати у вигляді простої схеми наведеної на рис. 1 [3].

Рисунок 1 – Схеми впливу в соціальній інженерії

Основним техніками соціальної інженерії можна вважати: Фішинг-атаки (Phishing); Претекстинг (Pretexting); Вішинг (Vishing); Фармінг (Farming); Загублені речі як «Троянський кінь»; Tailgating (слідування за жертвою, з метою проникнення до закритої території організації); Shoulder surfing (перегляд за плече, наприклад, з метою підглянути пароль входу до системи); Бейтинг (Baiting); Quid pro Quo; Збирання інформації з відкритих джерел (OSINT); Людська «відмова в обслуговуванні» (Human denial service HDoS); Технічний соціальний інжиніринг; Аналіз сміття (наприклад, пошук невдало роздрукованих документів).

Техніки соціальної інженерії використовують слабкості нетехнічних засобів та спрямовані на користувача, а не на його комп'ютерну техніку, тому необхідно застосовувати всі можливі заходи з метою запобігання атак на людський чинник. Відповідно до статистики Cisco Umbrella [1] та даних за попередні роки, фішинг залишається найпоширенішою формою кіберзлочинності. Світова статистика показує масштаби цієї загрози: за різними оцінками злочинці щодня надсилають понад 3,4 мільярда шкідливих листів, а Google блокує близько 100 мільйонів фішингових листів. Згідно зі статистичними даними, 46 % атак є фішинговими атаками, 96 % з яких спрямовані спеціально на корпоративні адреси електронної пошти [4]. Фішингові атаки можуть бути спрямовані на дискредитацію урядових ініціатив, викликання

паніки серед населення або викрадення інформації, пов’язаної з національною безпекою. Фішинг є засобом поширення дезінформації, збору конфіденційних даних супротивника і навіть змушення жертв до саботажу.

Таким чином, жертви таких атак можуть стати так званими “Insider threat” – тобто, зловмисник працює руками працівника компанії або організації, яка відноситься до критичної інфраструктури України і при цьому він може фізично перебувати навіть в іншій державі. Беручи до уваги аналіз фішингових атак Google за останні роки [2] можна зробити висновок про тенденцію до зростання з кожним роком. На сьогоднішній день найбільш розповсюджені такі схеми соціальної інженерії, як перепрофілювання троянів (Trojan Malware) та дропперів (Dropper) для нових форм доставки шкідливих програм та зростання числа складніших і багатоетапних атак. У цих атаках використовуються нові механізми доставки та техніки обходу антивірусного та EDR захисту.

Розроблення протидій соціальній інженерії необхідно починати з розроблення політик і процедур безпеки, що спрямовані на захист інформації. Розробка національних програм, зміцнення законодавчої бази, постійне оновлення технологій і культури безпеки є ключовими для захисту від цієї складної та небезпечної загрози.

Важливим елементом національної стратегії кібербезпеки є:

- Безперервна освіта для громадян та інформаційна кібергігієна: розробка освітніх програм з кібербезпеки, спрямованих на підвищення обізнаності громадян і державних службовців, працівників підприємств критичної інфраструктури (обов’язкова програма підготовки, навчання та тестування). Навчання з кібербезпеки дає можливость співробітникам розпізнавати спроби соціальної інженерії та правильно реагувати на них. Симуляція атак соціальної інженерії, таких як фішингові кампанії, може допомогти виявити слабкі місця та підготувати колег до реальних загроз.
- Розробка та реалізація політик кібербезпеки із залученням сертифікованих експертів: незалежні сертифіковані експерти проводять аудит безпеки, опитування персоналу, після чого надають звіти з рекомендаціями щодо підвищення рівня кібербезпеки. Допомагають розробити регламенти поведінки співробітників на випадок запиту конфіденційної інформації третіми сторонами.
- Технічні засоби: використання сучасних антивірусних рішень, багатофакторної автентифікації (MFA), а також шифрування для захисту даних. Впроваджені рішення PAM, SSO чи IAM значно ускладнюють несанкціонований доступ до систем з боку зловмисників.

Висновки. Боротьба проти соціальної інженерії в сучасних умовах потребує потужної культури безпеки від кожного громадянина. Це передбачає підтримку кожного в суспільстві, починаючи від особистої відповідальності і закінчуючи спільними зусиллями для захисту національної кіберінфраструктури.

Література

[1]. Austin McBride. Cisco Umbrella discovers evolving, complex cyberthreats in first half of 2020. URL: https://umbrella.cisco.com/blog/cisco-umbrella-discovers-evolving-cyberthreats-in-2020.

[2]. Пасюк Б. Фішинг допомагає маніпулювати людьми заради даних. Як захиститися від кіберзагроз URL: https://www.gen.tech/post/sho-take-socialna-ingeneria

[3]. Fog of War How the Ukraine Conflct Transformed the Cyber Threat Landscap. URL: https://services.google.com/fh/files/blogs/google_fog_of_war_research_report.pdf

[4]. Дослідження методики протидії соціальному інжинірингу для захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності. URL: http://www.dut.edu.ua/uploads/p_422_79548521.pdf.

SOCIAL ENGINEERING IN THE CONTEXT OF CYBER SECURITY OF UKRAINE

Bozhatkin S.M., Guseva-Bozhatkina V.A., Pasuk B.B.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Since the introduction of martial law in Ukraine, cyberspace has become the scene of intense attacks affecting both corporate and personal security. The idea and perception of adequate cybersecurity protection remains at the forefront of an organization's information security strategy. Influence schemes and methods of countering the use of social engineering methods are analyzed. The need for profiling employees of the risk group (including new employees of organizations) and the development of training programs at each level of the hierarchy is proposed.

Keywords: information security, social engineering, phishing, cyber security, cyber attack.

УДК 004.67:338.47

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ З КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ «РОЗУМНЕ МІСТО» ДЛЯ ПОДАЧІ ЕВАКОТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Буренко В. О.

магістр з комп'ютерних наук, PhD-студент
кафедри управління проєктами ННІКНУП
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
volodymyr.burenko22@gmail.com

Гусєва-Божаткіна В. А.

старший викладач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем ННІКНУП
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
gusevabozh@meta.ua

Анотація: В умовах воєнного стану особливої актуальності набувають методи визначення кількості людей, що потребують евакуації, для якнайшвидшої подачі транспорту у міста термінової евакуації. За такими умовами необхідно визначити найбільш раціональні та швидкісні рішення. Максимальну ефективність можливо досягнути від застосування енергонезалежних інформаційно-вимірювальних систем у складі комп'ютерної системи

«Розумне місто» (КСРМ). Для цього доцільно розробити алгоритми обробки зображень з IP-камер КСРМ на основі аналізу градієнту яскравості.

Ключові слова: комп'ютерна система, «Розумне місто», обробка зображень, градієнт яскравості, визначення кількості людей, подача евакуаційного транспорту.

Вступ. В умовах воєнного стану особливої актуальності набувають методи визначення кількості людей, що потребують евакуації, для якнайшвидшої подачі транспорту у міста термінової евакуації. За такими умовами необхідно визначити найбільш раціональні та швидкісні рішення. Максимальну ефективність можливо досягнути від застосування енергонезалежних інформаційно-вимірювальних систем у складі комп'ютерної системи «Розумне місто» (КСРМ).

Метою роботи є визначення найбільш раціональних та швидкісних рішень щодо подачі евакотранспорту шляхом отримання максимальної ефективності від застосування ресурсів комп'ютерних систем «Розумне місто», що набувають поширення у всіх країнах, у т. ч. і в Україні.

Основна частина. На теперішній час у якості складової інформаційно-вимірювальних мереж Smart City вже набули суттєвого поширення системи відеоспостереження з можливістю отримувати достатньо чіткі зображення в умовах поганого освітлення та у складних атмосферних умовах [1, с. 26]. У таких системах відеоспостереження використовуються IP-камери з високою роздільною здатністю, які спроможні розпізнавати обличчя людей та ідентифікувати їх. Але треба зазначити, що у переважній більшості європейських країн закони про захист персональних даних не дозволяють використовувати набори даних вуличного відеоспостереження у відкритому доступі без розмивання облич залучених людей [2, с. 8]. У такому разі комп'ютерна система «Розумного міста» (КСРМ) отримує зайве перенавантаження декілька разів: по-перше, на передачу щільного трафіку даних внаслідок високої роздільності IP-камер як хостів КСРМ, і по-друге, на виконання алгоритмів із розмиття облич.

Автори наголошують, що розроблювані методи моніторингу натовпу задля подачі евакотранспорту в умовах воєнного стану мають забезпечити більш раціональні та швидкісні рішення. Для цього з алгоритму обробки інформації зображень КСРМ необхідно виключити кроки щодо розпізнавання облич та замінити їх на виконання підрахунку кількості таких осіб у місцях скупчення/евакуації. Це може бути реалізовано шляхом обробки зображень з IP-камер, наприклад, на основі подальшого розвитку однопорогового (single-threshold) алгоритму Оцу з врахуванням перекриття (нашарування) об'єктів на зображенні (рис. 1).

В такому разі для знаходження оптимального порогу при бінаризації зображень з нашаруванням об'єктів доцільно застосувати вдосконалений багатопороговий алгоритм Otsu, за яким зображення буде розділене на кілька категорій, і кожна категорія може представляти різні об'єкти на зображенні. Якщо цільове зображення може бути розділене на *k* шарів (*layers*), дисперсія після сегментації зображення дорівнює σ^2. Тоді

$$\sigma^2(l_1, l_2, \dots, l_k) = \sum_{i=1}^{k} P_i\,(\mu_1 - \mu_G\,)^2;$$

де P_i – ймовірність;

μ_1 та μ_0 відповідно середнє значення сірого для переднього плану та для тла кожного об'єкту (шару).

Тоді для кожного шару l

$P_1 + P_0 = 1$;

$\mu_G = P_1 \mu_1 + P_0 \mu_0$.

а) *б)* *в)*

Рис. 1. RGB-зображення (а) та його бінарізація за single-threshold алгоритмом з різними значеннями порогу (б, в)

В такому разі для кожного шару може бути побудована окрема гістограма яскравості, за підрахунком пікселів на якої можна визначити кількість об’єктів на зображенні.

Висновки. Таким чином, шляхом подальшого розвитку методів бінаризації зображень, отриманих з IP-камер комп’ютерної системи «Розумне місто», можна достатньо швидко визначати орієнтовну кількість людей у натовпу. Це дозволить своєчасно подавати необхідну кількість евакотранспорту в умовах воєнного часу. Доведено доцільність використання алгоритму Otsu при розділенні GreyScale-зображення з перекриттям об’єктів на шари.

Література

[1]. Кунанець Н., Пасічник В., Химич Г. Досвід реалізації проектів класу «Розумне місто» на основі інформаційних і телекомунікаційних технологій. Вісник Львівського держ. ун-ту безпеки життєдіяльності. 2016. № 14. С. 17–37.

[2]. Garcia-Retuerta D., Chamoso P., Hernández G., Guzmán A. S. R., Yigitcanlar T., Corchado J. M. An efficient management platform for developing Smart Cities: Solution for real-time and future crowd detection. Electronics. 2021. Vol. 10, 765. 15 p. DOI: 10.3390/electronics10070765.

INFORMATION PROCESSING FROM A COMPUTER SYSTEM “SMART CITY” FOR THE SUBMISSION OF EVACUATION TRANSPORT UNDER THE CONDITIONS OF THE WAR STATE

Burenko V. O., Guseva-Bozhatkina V. A.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. In the conditions of war state, the methods of determining the number of people in need of evacuation, for the fastest possible supply of transport to the cities of urgent evacuation, become particularly relevant. Under such conditions, it is necessary to build the most rational and speedy solutions. The maximum efficiency can be achieved from the use of energy-independent information and measurement systems as part of the “Smart City” computer system (CSSC). For this purpose, it is advisable to develop image processing algorithms from IR cameras of the CSSC based on the analysis of the brightness gradient.

Keywords: computer system, Smart city, image processing, brightness gradient, determination of the number of people, submission of evacuation transport.

УДК 005.8

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ КІЛЬКІСНОГО АНАЛІЗУ РИЗИКІВ

Гайдаєнко О.В.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oksana.gaidaienko@nuos.edu.ua
Меліксетов О.І.
Здобувач PhD
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
bidleguk@gmail.com

Анотація. Розглянуто математичне забезпечення аналітичного методу кількісного аналізу ризиків який включає набір математичних і статистичних інструментів, які використовуються для кількісної оцінки ризиків. Ці інструменти дозволяють визначати ймовірності настання ризиків, оцінювати можливі наслідки та приймати рішення щодо управління ризиками**.**

Ключові слова: математичне забезпечення, аналіз, частота, кількісний аналіз.

Вступна частина. Математичне забезпечення аналітичного методу кількісного аналізу ризиків є важливим інструментом для підвищення ефективності та надійності управління в організації, що в свою чергу сприяє її довгостроковому успіху.

Мета роботи. Визначити ефективний метод для використання кількісної оцінки ризиків.

Основна частин. До основних елементів математичного забезпечення відносяться:

1. Ймовірнісний аналіз.

- Ймовірність *(P)* вимірює частоту настання певної події. Ймовірність настання ризику може бути оцінена на основі історичних даних, експертних оцінок або статистичних моделей, формула 1.

$$P(A) = \frac{n_A}{n}, \quad (1)$$

де *P(A)* – ймовірність настання події *A*, n_A – кількість сприятливих подій, *n* – загальна кількість спостережень**.**

- Розподіл ймовірностей це функція розподілу описує ймовірність того, що випадкова величина прийме певне значення або потрапить у певний інтервал.

2. Математичне сподівання (Expected Value).

- Використовується для оцінки середньої величини можливих втрат або вигоди від ризику**.**

$$E(X) = \sum_{i=1}^{n} x^i * P(x_i) \quad (2)$$

де *E(X)* – математичне сподівання випадкової величини *X,* x_i – можливі значення величини, $P(x_i)$ – ймовірність кожного з цих значень.

3. Квантильний аналіз та Value at Risk (VaR).

- Квантильний аналіз використовується для оцінки ризику на основі розподілу ймовірностей. Квантиль визначає значення, нижче якого лежить певний відсоток розподілу.

- Value at Risk (VaR) цінює максимально можливі втрати за певний період часу з певною ймовірністю.

$$VaR_\alpha = inf\{x \in R: F_X(x) \geq \alpha\} \quad (3)$$

де α – рівень довіри, $F_X(x)$– функція розподілу ймовірностей.

4. Моделювання Монте-Карло

- Симуляційний метод, дозволяє оцінити розподіл можливих результатів, генеруючи велику кількість випадкових значень змінних на основі їх розподілу ймовірностей. Використовується для оцінки ймовірності настання ризиків і визначення очікуваних втрат.

5. Метод дерева рішень

- Використовується для моделювання різних сценаріїв розвитку подій. Дерево рішень дозволяє оцінити ймовірності та наслідки кожного сценарію.

- Очікуваний прибуток або втрати, розраховується на кожному рівні дерева.

$$E = \sum_{i=1}^{n} P_i * C_i \quad (4)$$

де E – очікуваний результат, P_i – ймовірність сценарію, C_i – наслідки сценарію.

Висновки. Математичне забезпечення аналітичного методу кількісного аналізу ризиків надає інструменти для точного вимірювання ймовірності настання ризиків, оцінки можливих наслідків і прийняття оптимальних рішень щодо управління ризиками. Це дозволяє зменшити невизначеність та мінімізувати можливі втрати в умовах ризикованих ситуацій.

Література

[1]. Стешенко О. Д. Ризикологія: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 180 с.

[2]. **Економічні ризики та методи їх вимірювання:** рекомендації до вивчення дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. / – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 85 с.

MATHEMATICAL SUPPORT OF THE ANALYTICAL METHOD OF QUANTITATIVE ANALYSIS OF RISKS

Haidaienko Oksana, Meliksetov Oleh

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The mathematical support of the analytical method of quantitative risk analysis, which includes a set of mathematical and statistical tools used for quantitative risk assessment, is considered. These tools allow you to determine the probability of occurrence of risks, assess possible consequences and make decisions about risk management.

Keywords: mathematical support, analysis, frequency, quantitative analysis.

УДК 004.942:519.25

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ 2D ГРАФІЧНІ РУШІЇ

Камінський С.С.

магістрант кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна
191181@nuos.edu.ua

Макарова Л.М.

кандидат технічних наук
доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна
lidiia.makarova@nuos.edu.ua

Анотація. Ця робота присвячена розробці програмного забезпечення для оцінювання розміру застосунків, що використовують 2D графічні рушії. Для забезпечення прийнятної достовірності прогнозу, доцільно застосовувати багатофакторну нелінійну регресію в якості математичної моделі.

Ключові слова: розробка програмного забезпечення, оцінювання розміру, нелінійна регресійна модель, попередня обробка даних, 2D графічні рушії.

Вступ. У процесі розробки програмного забезпечення (ПЗ) оцінювання розміру грає ключову роль, оскільки воно напряму впливає на бюджетування, планування часу та ресурсів, необхідних для успішного завершення проекту.

Зокрема, для оцінювання розміру ПЗ використовується регресійний аналіз, який є класичним статистичним методом побудови оціночних моделей. У випадку 2D графічних рушіїв, використання нелінійної регресії дозволяє встановити більш точну залежність між метриками ПЗ, що важливо для мінімізації похибок і підвищення достовірності прогнозування.

Таким чином, фокусування на проєктах, розроблених однією мовою програмування, і застосування багатофакторної нелінійної регресії дозволить побудувати більш достовірну математичну модель для прогнозування розміру ПЗ, що використовує 2D графічні рушії.

Використання специфічного ПЗ дозволяє автоматизувати аналіз даних, що суттєво прискорює розрахунки, оптимізує роботу спеціалістів, підвищує достовірність прогнозування і забезпечує ефективне управління проектом.

Метою роботи є розробка ПЗ для оцінювання розміру застосунків, що використовують 2D графічні рушії.

Основна частина. Оцінювання розміру ПЗ на ранніх етапах розробки є важливим завданням, яке впливає на розподіл ресурсів, бюджетування та планування проекту. Особливо це важливо для невеликих проектів з обмеженими термінами виконання та ресурсами. Точні прогнози дозволяють уникнути перевищення бюджету і термінів, що критично для успіху проекту та задоволення вимог замовника.

Виходячи з того, що було описано вище, було розроблено ПЗ для аналізу і прогнозування розміру програмних проєктів на основі таких метрик для створення багатофакторної нелінійної регресійної моделі. Кількість строк коду у тисячах (KLOC) показує обсяг роботи, необхідної для завершення проекту, та є основою для планування ресурсів і часу [1]. Кількість класів (Classes) вказує на кількість об’єктів у програмному забезпеченні, що впливає на складність розробки і тестування [2]. Середня кількість методів на клас відображає складність і функціональне навантаження кожного класу, допомагаючи оцінити необхідні ресурси для розробки та підтримки [3]. Глибина дерева успадкування (DIT) визначає кількість рівнів успадкування, що впливає на складність архітектури та підтримуваність програмного забезпечення [4]. Модель дозволяє глибше зрозуміти взаємозв’язки між цими метриками та їхній вплив на результат.

Окремі форми розробленого ПЗ представлено на рисунках 1 та 2.

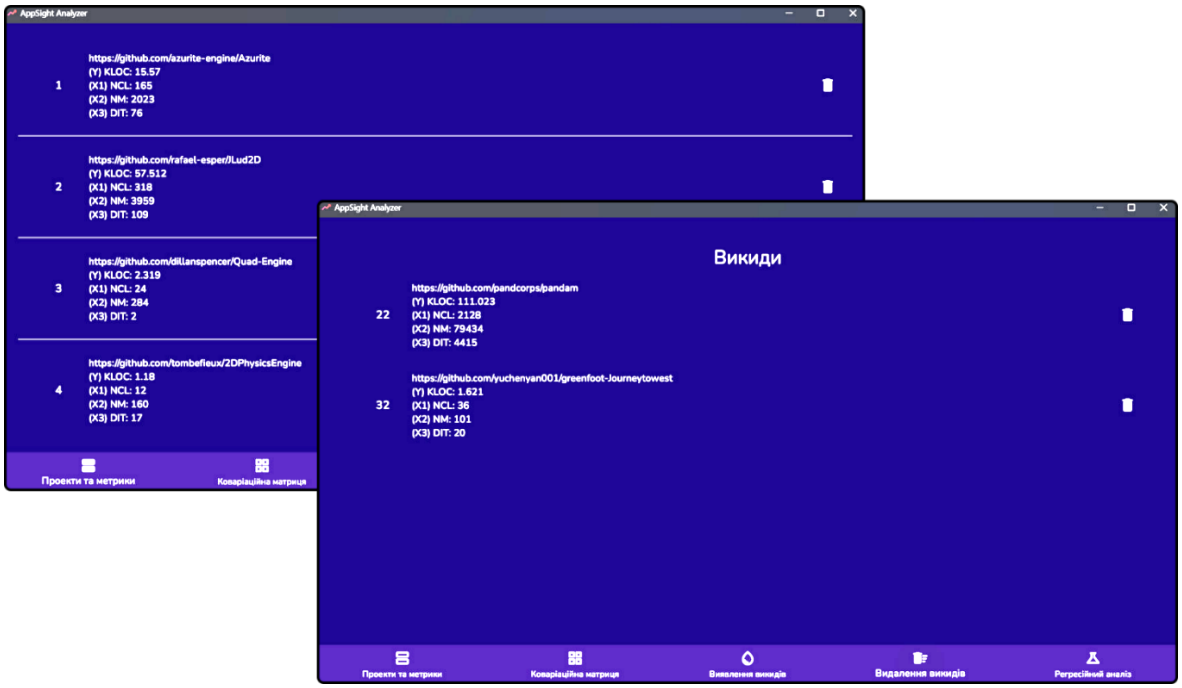


Рисунок 1 – Форма вводу емпіричних даних та форма знайдених викидів

Рисунок 2 – Форма з результатами прогнозування

Висновки. У результаті роботи було розроблено ПЗ, яке дозволяє автоматизувати оцінювання розміру застосунків, що використовують 2D графічні рушії. Завдяки попередній обробці даних та використанню багатофакторної нелінійної регресійної моделі вдалося підвищити достовірність прогнозування та скоротити час розрахунків, що, у свою чергу, сприяє кращому плануванню ресурсів та управлінню проектами.

Література

[1]Software Metrics: KLOC. URL: https://www.techtarget.com/whatis/definition/KLOC-thousands-of-lines-of-code.

[2]NCL. URL: https://www.cs.auckland.ac.nz/~ewan/essays/noc.html.

[3]Fenton N., Bieman J. (2014). Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach. CRC Press.

[4]DIT. URL: http://www.virtualmachinery.com/sidebar3.html.

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR ESTIMATING THE SIZE OF APPLICATIONS USING 2D GRAPHICS ENGINES

Kaminskyi S.S., Makarova L.M.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. This paper is devoted to the development of software to estimate the size of applications using 2D graphics engines. To ensure acceptable reliability of the prediction, it is advisable to use multifactor nonlinear regression as a mathematical model.

Keywords: software development, size estimation, nonlinear regression model, data preprocessing, 2D graphics engines.

УДК 004.412

АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ МЕТРИК ЧИДАМБЕРА І КЕМЕРЕРА З ПРОГРАМНИХ ПРОЕКТІВ, РЕАЛІЗОВАНИХ МОВОЮ JAVA

Макарова Л.М.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
lidiia.makarova@nuos.edu.ua
Татаренко М.А.
аспірант кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
multi3volume@gmail.com

Анотація. Метрики програмного забезпечення (ПЗ) використовують для вимірювання властивостей програмних проектів або розробки програмного забезпечення. Метрики Чідамбера та Кемерера (CK Metrics) – широко поширений набір метрик, призначений для вимірювання якості дизайну коду в об'єктно-орієнтованих програмних системах. У даній роботі надається аналіз деяких інструментів, які можна використовувати для їх отримання з програм, написаних із застосуванням мови Java.

Ключові слова: метрики програмного забезпечення, метрики Чідамбера та Кемерера, об'єктно-орієнтовані метрики, Java, IntelliJ.

Вступна частина. Кількісні показники, що використовуються для оцінки програмних проектів, називаються метриками ПЗ [1]. Правильно обрані метрики можуть допомогти керівництву, інженерам, розробникам зосередитись на своїх цілях.

Мова програмування Java – одна з популярних мов для створення як серверного ПЗ рівня підприємства (Java Enterprise Edition), так і для написання нативних мобільних застосунків для ОС Android. Ще однією мовою програмування для ОС Android є мова Kotlin. Та все ж Java і досі залишається популярною мовою, особливо для підтримки існуючих мобільних застосунків.

Метою роботи є аналіз інструментів, які дозволяють отримувати об'єктно-орієнтовані метрики Чідамбера та Кемерера з програмних проектів, написаних мовою програмування Java.

Основна частина. Якість об'єктно-орієнтованого проектування визначають за допомогою різних метрик. Одні з основних та найпоширеніших – метрики Чідамбера та Кемерера (Chidamber & Kemerer, CK metrics) [2], що розраховуються для кожного класу в програмному проекті: WMC (Weighted methods per class) – зважені методи на клас, DIT (Depth of Inheritance Tree) – глибина дерева успадкування, NOC (Number of Children) – кількість підкласів даного класу, CBO (Coupling Between Object classes) – зв'язаність між класами

об’єктів, RFC (Response for a Class) – відповідь для класу, LCOM (Lack of Cohesion in Methods) – відсутність зв’язності методів.

Слід зазначити, що деякі інструменти-аналізатори дозволяють розраховувати лише частину набору СК-метрик. Оскільки IDE IntelliJ IDEA для мови програмування Java та розробки нативних мобільних застосунків для ОС Android є де-факто стандартом, то наводяться також плагіни, які дозволяють отримати СК-метрики. Всі представлені інструменти – це проекти з відкритим вихідним кодом (Open source).

CK – популярний інструмент для отримання багатьох різних метрик із вихідного коду Java програм [3]. Цей інструмент у певному сенсі можна назвати еталонним, через те, що він часто використовується науковцями у своїх роботах. Інструмент є автономною консольною програмою, це означає що взаємодія з користувачем відбувається через інтерфейс командного рядка (Command Line Interface, CLI). Результати аналізу зберігаються у файли у CSV форматі. СК охоплює всі аспекти об’єктно-орієнтованого програмування. І головне, що цей інструмент дозволяє розраховувати всі метрики Чідамбера та Кемерера.

ckjm – програма для обчислення всіх СК-метрик з Java програм [4]. Інструмент є також автономною консольною програмою. Результати обчислень відображаються безпосередньо у стандартному виводі. Передбачена можливість генерувати вихідні дані у файли у форматі XML. Особливістю цієї програми, є те що в якості вхідних даних потрібно подавати не файли вихідного коду (.java), а файли Байт-коду (.class) у форматі JVM. ckjm – простий та аскетичний інструмент, який слідує традиції UNIX – добре робити щось одне.

MetricsTree – плагін для IDE IntelliJ, що дозволяє розраховувати безліч різних метрик для програм, написаних мовою програмування Java [5]. MetricsTree підтримує набори метрик на рівні проекту, пакета, класу та методу. Важливо, що цей інструмент дозволяє розраховувати значення всіх СК-метрик. Даний інструмент представляє результати роботи у вигляді таблиць, дерев та деревоподібних карт. Підтримує контроль значень метрик, що обчислюються. Відображає різні властивості метрики (розподіл, кореляція) на діаграмах.

Metrics Reloaded. Також плагін для IDE IntelliJ [6]. Дозволяє розраховувати метрики кількості рядків коду та файлів для багатьох мов програмування, а також багато різних метрик для програм, написаних мовою програмування Java. Плагін сумісний з багатьма продуктами IntelliJ Platform Community та Ultimate Edition.

Цей інструмент-аналізатор також дозволяє розраховувати значення всіх СК метрик. Metrics Reloaded дозволяє отримати метрики для всього проекту, конкретного модуля, поточного файлу або навіть для якоїсь частини проекту. Це робить його досить гнучким з огляду на те, що потрібно проаналізувати. Розраховані метрики відображаються у табличному вигляді у самій IDE. Передбачена можливість переглянути діаграму розподілу або гістограму значень, кругову діаграму (там де це можливо).

DR-Tools Code Health – це набір інструментів для аналізу та візуалізації метрик вихідного коду програм, написаних мовою програмування Java [7]. Одна з цілей DR-Tools Code Health – знизити когнітивне навантаження розробників при аналізі ПЗ та допомогти покращити його якість. DR-Tools Code Health складається з двох окремих програм: DR-Tools Metric – основного аналізатора; DR-Tools Metric Visualization – додаткового інструмента візуалізації метрик.

DR-Tools Metric працює у двох режимах: інтерфейсі командного рядка та в інтерактивному. Програма складається з таких модулів: модуль одержання метрик, модуль виявлення запахів (smells) у коді, модуль ранжирування та пріоритезації проблем у коді. Аналізатор підтримує розрахунок 48 метрик для різних контекстів програмного проекту. Підтримуються розрахунок чотирьох CK-метрик: WMC, DIT, NOC, LCOM3.

Крім того, однією з особливостей DR-Tools Metric є вбудований статистичний аналіз метрик: відображення середнього, медіани, і т.д.. Налаштування програми DR-Tools Metric можливе через написання додаткового коду та зміну параметрів у конфігураційному файлі.

Висновки. В роботі виконано аналіз інструментів для отримання метрик Чідамбера і Кемерера з програмних проектів, реалізованих мовою Java. Робота може бути корисна для розширення можливостей вибору інструментарію для тих дослідників та розробників, яким потрібно виконувати вимірювання шляхом отримання кількісних показників з коду, написаного мовою Java. Оскільки для розробки нативних мобільних Android застосунків використовується, окрім Java, також і мова програмування Kotlin, то в якості напрямку подальшого дослідження планується пошук інструментів-аналізаторів для отримання аналогічних метрик.

Література

[1]. ISO-IEC-TR-9126-3. Software engineering – Product quality – Part 3: Internal metrics. [Електронний ресурс] URL: https://cdn.standards.iteh.ai/samples/22891/f6738b89dfbd4ae5abb8582326b5b49e/ISO-IEC-TR-9126-3-2003.pdf

[2]. Chidamber & Kemerer Object-Oriented Metrics Suite. 2021. [Електронний ресурс] URL: https://www.aivosto.com/project/help/pm-oo-ck.html

[3]. Maurício Aniche. Ck – Code metrics for Java code by means of static analysis. 2024. [Електронний ресурс] URL: https://github.com/mauricioaniche/ck

[4]. Spinellis, D. Ckjm – A Tool for Calculating Chidamber and Kemerer Java Metrics. IEEE Software. 2011. [Електронний ресурс] URL: https://www.spinellis.gr/sw/ckjm/doc/indexw.html

[5]. MetricsTree is an IDE extension that helps to evaluate quantitative properties of java code. 2024. [Електронний ресурс] URL: https://plugins.jetbrains.com/plugin/13959-metricstree

[6]. MetricsReloaded. Automated Source Code Metrics for IntelliJ IDEA and IntelliJ Platform IDEs Plugin. 2024. [Електронний ресурс] URL: https://plugins.jetbrains.com/plugin/93-metricsreloaded

[7]. DR-Tools – A tool quality suite to help the developers to maintain health and code evolution. 2023. [Електронний ресурс] URL: https://guilhermeslacerda.github.io/drtools-site/

ANALYSIS OF TOOLS FOR OBTAINING CHIDAMBER AND KEMERER METRICS FROM SOFTWARE PROJECTS WRITTEN IN JAVA

Makarova L.M., Tatarenko M.A.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Abstract: Software metrics used to measure properties of software projects or software development. Chidamber and Kemerer metrics (CK Metrics) are a widely used set of metrics designed

to measure code quality in object-oriented software systems. This paper provides an analysis of some tools that can be used to obtain them from programs written using the Java language.

Keywords: software metrics, Chidamber and Kemerer metrics, object-oriented metrics, Java, IntelliJ.

УДК 378.147.081.31-058.1:37.091.21

АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ СТЕЙКХОЛДЕРІВ ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Маршак О.І.[1], Смикодуб Т.Г.[2], Ратушняк І.О.[3], Дончик Т.О.[4]

[1] старший викладач кафедри інформаційних систем та технологій,

[2] старший викладач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем,

[3] кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики

[4] провідний фахівець Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проектами

[1, 2, 3, 4]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

[1]olena.marshak@nuos.edu.ua, [2]tetiana.smykodub@nuos.edu.ua,, [3]igor.ratushnyak@nuos.edu.ua, [4]tetyana.donchyk@nuos.edu.ua

Анотація. На прикладі Відокремленого структурного підрозділу «Фаховий коледж корабелів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова» розглянуто інформаційні процеси взаємодії стейкхолдерів освітнього процесу підготовки фахових молодших бакалаврів. Ідентифіковані зацікавлені сторони освітньої діяльності. Розроблено інформаційну модель взаємодії стейкхолдерів освітнього процеса підготовки фахових молодших бакалаврів.

Ключові слова: інформаційна модель, взаємодія, стейкхолдер, інформаційний процес, освітній процес, фаховий молодший бакалавр.

Вступна частина. Невід'ємною складовою сучасної фахової передвищої освіти (ФПО) є проєктний підхід до управління освітнім процесом. Одним із компонентів цього підходу є управління зацікавленими сторонами (стейкхолдерами).

Метою роботи є аналіз інформаційних процесів взаємодії стейкхолдерів освітнього процеса підготовки фахового молодшого бакалавра та розробка інформаційної моделі їхньої взаємодії.

Основна частина. За теорією стейкхолдерів [1], при визначенні цілей будь-якого проєкту мають бути враховані інтереси різних сторін. Стейкхолдери можуть піддаватися впливу проєкту або можуть впливати на проект як позитивним, так і негативним чином [2].

У Відокремленому структурному підрозділі «Фаховий коледж корабелів національного університету імені адмірала Макарова» (ФКК) здійснюється підготовка фахових молодших бакалаврів (ФМБ) за освітньо-професійною програмою (ОПП) «Комп'ютерні науки» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Відповідно до організації освітнього процесу було проведно первинну ідентифікацію стейкхолдерів [3] та проаналізовано інформаційні потоки їхньої взаємодії (табл.1).

Таблиця 1 – Інформаційні процеси взаємодії стейкхолдерів

Стейкхолдер	**Інформаційні процеси**	
	Надає	**Отримує**
S1. Керівництво ФКК	Стратегії розвитку, затвердження ОПП	Звіти про реалізацію ОПП
S2. Співробітники ФКК	Технічна, організаційна підтримка	Підвищення продуктивності праці
S3. Здобувачі ФПО ФКК	Відгуки щодо реалізації ОПП	Компетентності, програмні результати навчання
S4. Викладачі, що забезпечують освітній процес	Навчальні матеріали освітніх компонентів, відгуки щодо реалізації ОПП	Ресурси для проведення занять, вимоги та рекомендації щодо викладання
S5. Роботодавці	Відгуки щодо реалізації ОПП, соціальне партнерство, дані про потребу у фахівцях	Висококваліфікованих випускників
S6. Випускники	Відгуки щодо реалізації ОПП, оплату за навчання	Компетентності, програмні результати навчання, диплом державного зразка
S7. Заклади вищої освіти	Відгуки щодо реалізації ОПП	Підготовлених вступників
S8. Держава (МОН, КМУ тощо)	Стандарти освіти, нормативні, регулюючі стандарти, фінансування	Звіти, кваліфікованих фахівців
S9. Батьки	Репутаційні відгуки, оплату за навчання	Якісну освіту дітей
S10. Регіональні органи державної влади	Дані про потребу у фахівцях	Заповнення вакансій
S11. Вступники	Репутаційні відгуки	Профорієнтованість
S12. Інші заклади ФПО	Удосконалення ОПП в умовах конкуренції	Удосконалення ОПП в умовах конкуренції

Відповідно до наведених у таблиці 1 інформаційних потоків та з метою підвищення ефективності управління освітнім процесом запропонована інформаційна модель взаємодії стейкхолдерів, яка наведена на рисунку 1.

З таблиці 1 видно, якою інформацією обмінюються між собою зацікавлені сторони освітнього процесу. Уся інформації вноситься до бази даних освітньо-професійних програм (D1).

Якість освітнього процесу підготовки здобувачів фахової передвищої освіти залежить від рівня організації залучення стейкходерів є предметом подальших досліджень.

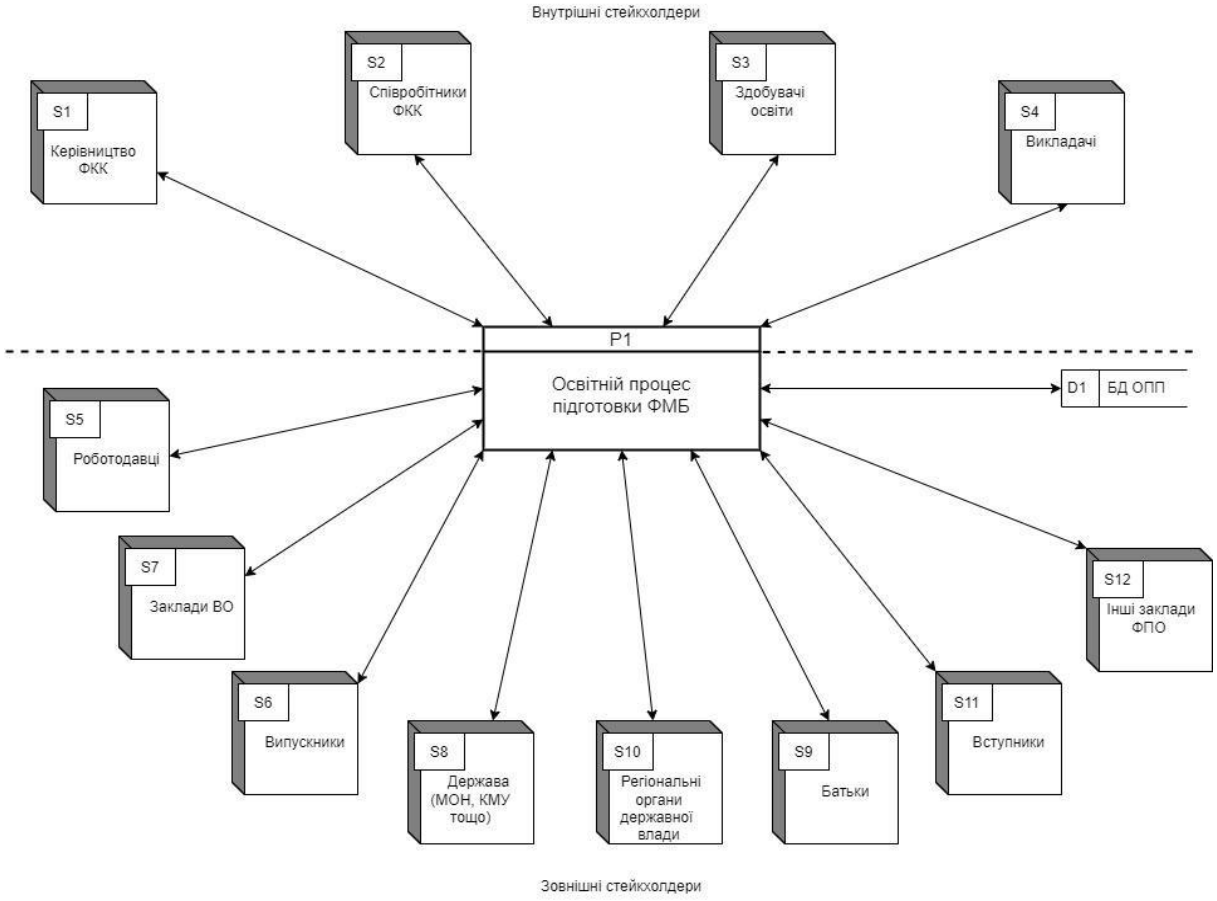


Рисунок 1 – Інформаційна модель взаємодії стейкхолдерів

Висновки.

1. Ідентифіковано зацікавлені сторони освітнього процесу підготовки фахових молодших бакалаврів у Відокремленому структурному підрозділі «Фаховий коледж корабелів національного університету імені адмірала Макарова.

2. Проаналізовано інформаційні процеси взаємодії стейкхолдерів освітнього процесу.

3. Розроблено інформаційну модель взаємодії стейкхолдерів освітнього процесу.

Література

[1] Freeman R.E. Stakeholder Theory: The State of the Art. Cambridge University Press, 2010. 300 p.

[2] Данченко О.Б., Сепеда Гуаман Д.Ф. Інформаційна модель взаємодії стейкхолдерів організаційних проектів у сфері обслуговування літаків. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2019. № 1 (1326). С. 24–29. DOI: 10.20998/2413-3000.2019.1326.4

[3] Гусєва Ю. Ю., Сидоренко М. В., Чумаченко І. В. Управління зацікавленими сторонами освітніх проектів. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія:

Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2016. № 2 (1174). С. 8-12. DOI: 10.20998/2413-3000.2016.1174.2.

ANALYSIS OF INFORMATION PROCESSES IN THE INTERACTION OF EDUCATIONAL ACTIVITY STAKEHOLDERS

Marshak Olena[1]; Smykodub Tetiana[2], Ratushniak Ihor[3], Donchyk Tetiana[4]

[1]Senior Lecturer of the Department of Information Control Systems and Technologies

[2]Senior Lecturer of the Department of Software of Automated systems

[3]Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department Operation of Ship Power Plants and Heat Power Engineering

[4] Leading specialist of the Educational and Scientific Institute of Computer Sciences and Project Management

[1, 2, 3, 4]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. On the example of the Separate Structural Subdivision ’Professional College of Shipbuilders of Admiral Makarov National University of Shipbuilding’ the information processes of stakeholder interaction in the educational process of preparing professional junior bachelor have been examined. The stakeholders of educational activities have been identified. An information model of stakeholder interaction in the educational process of preparing professional junior bachelor has been developed.

Keywords: information model, interaction, stakeholder, information process, educational process, professional junior bachelor.

УДК 629.05

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМИ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ БЕЗЕКІПАЖНОГО НАДВОДНОГО СУДНА

Надточій А.В.

кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та електроустаткування Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна. tasman.leh.85@gmail.com

Буруніна Ж.Ю.

кандидат технічних наук, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Роботизований морський транспорт набуває поширення. Основним джерелом енергії малорозмірних морських дронів в переважній більшості являються акумуляторні батареї. Не зважаючи на те, що акумулятори (Li-Ion) в своєму складі містять силові електронні блоки захисту і контролю (BMS), при їх застосуванні в складі бортової акумуляторно батареї виникають певні труднощі. В першу чергу, постають питання інформаційного обміну даними між батареєю\ і бортовою інформаційною системою і поганою керованістю. Це стосується

акумуляторів загально призначення, оскільки спеціалізованих, пристосованих для морського застосування в дронах зразків обмель.

Ключові слова: Безекіпажне надводне судно, Акумуляторна батарея, Бортова інформаційна система, Система автоматичного керування.

Аналіз технічних характеристик великої кількості акумуляторних батарей загально-промислового призначення показав їх погану пристосованість для використання в морських роботизованих системах в основному по можливості інтеграції з бортовими системами обміну даними і керування [1–4].

Для контролю і моніторингу параметрів бортової акумуляторної батареї доцільно передбачити спеціальний контролер у функції якого входить (рис. 1);

1) Контроль і моніторинг, напруги та струму на шинах акумуляторної секції. Контроль середньої температури, задимлення в об'ємі секції, вологості, виявлення течі. (Для кожної секції окремий контролер і набір сенсорів)

2) Обчислення поточних параметрів батареї (внутрішній опір), визначення терміну роботи при поточне споживанні енергії (залишкова ємність).

3) Вимірювання та розрахунок опору ізоляції на шинах секції (коли секція відключена від загальної шини живлення)

4) Передача даних до бортової системи керування вищого рівня. Даних отриманих за пунктами 1–3. Дані самодіагностики. Формування сигналів попередження та сигналізації, аварійних – команд.

5) Реалізація окремих алгоритмів захисту (вимикання аварійних секцій).

6) Накопичення і збереження інформації (витрата енергії, баланс енергії, помилки, збої).

7) Комутацію збірок і джерела зарядного струму у зарядно-ходовому режимі. Контроль процесу заряду.

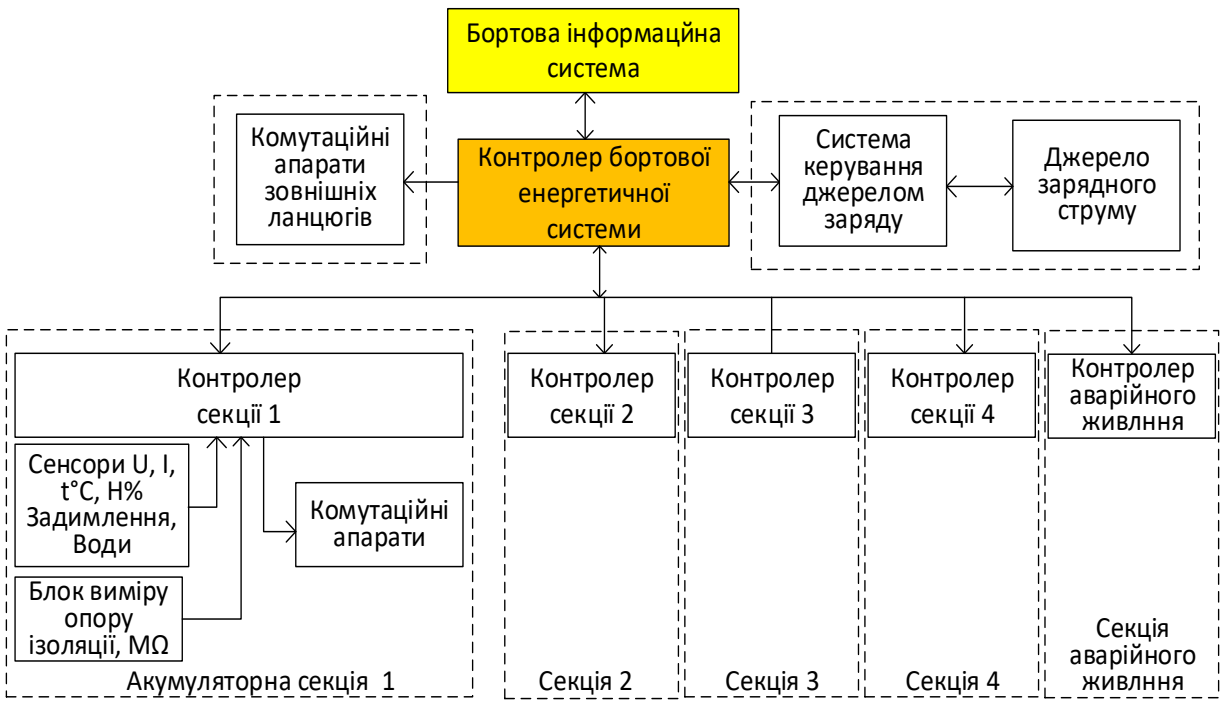


Рис. 1 – Узагальнена будова інформаційної системи бортової акумуляторної батареї

Висновки: Специфіка морського застосування акумуляторних батарей загально-промислового або іншого призначення робить їх малопридатними для використання в морських дронах. Адаптація таких акумуляторів для автономних морських транспортних систем крім іншого, полягає у вдосконаленні їх системи керування для можливості інтеграції в бортовий обчислювальний комплекс.

Література

[1] Lithium batteries : Status, prospects and future : [англ.] / // Journal of Power Sources. – 2010. – Vol. 195, no. 9 (May). – P. 2419–2430. – ISSN 0378-7753. – doi:10.1016/j.jpowsour. 2009.11.048

[2] Шембель, О. М. Основні характеристики сучасних хімічних джерел струму різних електрохімічних систем : [укр.] / О. М. Шембель, В. А. Білогуров // Сучасна спеціальна техніка. – 2009. – № 2 (17). – С. 66–86.

[3] Comparison Between Three Types of Lithium Ion Battery Cell – Cylindrical Cell, Prismatic Cell, Pouch Cell. www.linkedin.com (укр.).

[4] Слюсар, В.І. (2019). Пошук джерел сили. Проблемні аспекти енергетичного менеджменту транспортних платформ – з урахуванням основних трендів та підходів наукових структур НАТО (PDF). Defense Express. – 2019, № 8 (серпень). с. 38-41. Архів оригіналу (PDF) за 1 серпня 2019. Процитовано 2 серпня 2019.

INFORMATION SYSTEM OF THE ACCUMULATOR BATTERY OF THE UNMANNED SURFACE VESSEL

Nadtochyi A.

PhD, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine. Email: tasman.leh.85@gmail.com

Burunina Z.

PhD, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Robotic sea transport is becoming widespread. The main source of energy for small marine drones is mostly batteries. Even though batteries (Li-Ion) contain power electronic protection and control units (BMS), certain difficulties arise when using them as part of an onboard battery. First of all, these are problems with the exchange of information between the battery and the onboard information system and poor controllability. This applies to general-purpose batteries, as specialized ones adapted for marine use in drones are exclusive products.

Keywords: unmanned surface vessel, battery, onboard information system, automatic control system.

УДК 005.8:005.6

МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Гайдаєнко О.В.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oksana.gaidaienko@nuos.edu.ua
Серік О. А.
Здобувач PhD
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oleks.serik@gmail.com

Анотація. В роботі представлено порівняльний аналіз існуючих моделей управління якістю програмного забезпечення. Наведені основні фактори, які впливають на якість програмного забезпечення. Запропонована модель лінійної регресії для аналізу впливу кількості людських ресурсів на якість програмного забезпечення.

Ключові слова: розробка програмного забезпечення, якість програмного забезпечення, моделі управління якістю.

Вступ. Якість програмного забезпечення є важливим фактором при розробці програмних продуктів. Даний фактор має важливе значення при управлінні змістом IT проєктів, оскільки впливає на різні аспекти виконання проєкту. Оцінка якості програмного забезпечення і методи покращення даної оцінки є важливим етапом в процесі розробки програмного забезпечення. Проаналізовані моделі управління якістю програмного забезпечення підвищують ефективність при розробці програмного забезпечення.

Метою роботи. Визначити ефективну модель лінійної регресії для аналізу впливу кількості людських ресурсів на якість програмного забезпечення.

Основна частина. Визначення якості програмного забезпечення згідно з стандартом ISO 8402:1994 – це сукупність характеристик продукту, які відносяться до його здатності задовольняти вимоги та потреби користувачів, як наявні, так і ті, що можуть виникнути в майбутньому під час його використання. Включає не тільки первісні функціональні характеристики, але і здатність адаптуватися та масштабуватися відповідно до змінних умов та вимог [1].

На якість програмного забезпечення впливають наступні фактори:

- стандартизація процесів розробки;
- складність в тестуванні програмного комплексу (зовнішні сервіси, складні конфігурації);
- якість документації проєкту;

- відсутність невизначеностей у сформованих вимогах;
- професійний рівень учасників команди розробки;
- злагодженість команди у досягненні цілей підвищенні якості програмного продукту.

Найчастіше оцінка якості програмного забезпечення має суб'єктивний характер, через те що не використовуються моделі оцінки для управління якістю. Існуючи моделі (модель МакКолла, модель Боема, модель ISO/IEC 25010) пропонують стандарти та вибір певних метрик для управління якістю програмного забезпечення.

В дослідженні [2] розглянуті основні моделі оцінки для управління якістю програмного забезпечення, насамперед модель Маккола є першою широко відомою моделлю яка бере свій початок з 1977 року. Характеристики даної моделі поділяються на три групи: функціонування продукту, перегляд продукту, перехід продукту. Кожна група розділяється на підхарактеристики, що забезпечує детальну оцінку якості програмного забезпечення. Модель Маккола є простим та орієнтованим на користувача підходом до оцінки якості програмного забезпечення, але у випадку більш детальної оцінки якості можливе обмеження у його використанні, тому необхідна адаптація до сучасних практик розробки програмного забезпечення.

Авторами дослідження [3] розглянута модель Боема яка запропонована в 1978 році і представляє собою розширену модель Маккола. Дана модель виділяє 19 проміжних атрибутів якості які включають в себе 11 факторів якості за Макколом. Різниця між моделями Боема та Макколла полягає в тому, що модель якості Макколла в основному зосереджена на точному вимірюванні характеристик високого рівня, тоді як модель якості Боема базується на більш широкому діапазоні характеристик.

Дослідження [4] розглядає модель ISO 25010 як міжнародний стандарт програмного забезпечення та оцінка якості систем. Відповідно до ISO 25010 було розроблено на основі оновлення моделі ISO 9126. Згідно з ними, попередня модель ISO 9126 має шість факторів та двадцять один підфактор. Простим порівнянням дві моделі, «безпека» і «сумісність», були єдиними двома факторами, введені разом з їх субфакторами в ISO 25010. ISO 25010 містить такі фактори які є загальними для оцінки якості кожного типу системи та програмного забезпечення продуктів. Крім того, багато систем і програмних продуктів мають власні фактори чи особливості, які необхідно враховувати під час оцінки якості. Таким чином, для оцінки програмного забезпечення та системних продуктів, існуючі моделі якості програмного забезпечення повинні бути уважно підібрані.

В даному дослідженні була проаналізована частина існуючих моделей. Вибір необхідної моделі управління якості для проєкту залежить від ключових факторів які є пріоритетними і використовуються у певній моделі.

З постійним розвитком технологій моделі якості програмного забезпечення також продовжують розвиватися. Майбутні тенденції можуть включати впровадження штучного інтелекту і методів машинного навчання для оцінки та прогнозування якості, використання автоматизації та інтелектуального тестування, посилення заходів безпеки та конфіденційності.

Використання математичних моделей в процесі управління змістом є важливим етапом при аналізі чинників які впливають на якість програмного забезпечення. Модель лінійної регресії використовується для аналізу і передбаченню впливу незалежних змінних на залежну

змінну. Формула лінійної регресії дозволяє спрогнозувати зміни в якості програмного забезпечення враховуючі зміни в певних факторах.

Загальний вигляд моделі при використанні однієї незалежної змінної «розмір команди (x1)» для передбачення ефективності (Y) має наступний вираз:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \epsilon \quad (1)$$

де Y – ефективність проєкту, X_1 – розмір команди, β_0 і β_1 – коефіцієнти які необхідно знайти.

Використовуючи бібліотеку Scikit-Learn на Python і передаючи вхідні параметри ефективність проєкту і розміру команди, які були отримані в результаті роботи комерційної установи були виконані розрахунки для отримання моделі регресії.

Отже, отримана модель регресії для передбачення ефективності проєкту на основі розміру команди має наступний вираз:

$$Y = 65 + 2x_1 \quad (2)$$

Висновки. Отже, розглянувши в цьому дослідженні наукові праці, можна зробити висновок, що існує необхідність подальшої розробки та удосконалення моделей та методів для управління якістю при розробці програмного забезпечення. Запропонована регресійна модель для передбачення ефективності проєкту на основі розміру команди розробки.

Література

1. ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering – Product quality.

2. Паргаонкар С. Огляд моделей якості програмного забезпечення: комплексний аналіз. Journal of Science & Technology, № 1, 2020 р., С. 40–53 URL: https:// thesciencebrigade.com/jst/article/view/37

3. Панченко Т. Д., Тузова І. А., Тузов О. В., Чумак О. А., Стародум В. І. Аналіз моделей якості програмного забезпечення. URL: https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.03.2024.054

4. E. Peters, G. Aggrey. An ISO 25010 Based Quality Model for ERP Systems. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal Vol. 5, No. 2, p. 578–583, 2020. URL: https://www.astesj.com/publications/ASTESJ_050272.pdf

SOFTWARE QUALITY MANAGEMENT MODELS

Haidaienko Oksana, Serik Oleksandr

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The work presents a comparative analysis of existing software quality management models. The main risks that affect the quality of the software are given. A linear regression model is proposed for analyzing the influence of the number of human resources on software quality.

Keywords: software development, software quality, quality management models

УДК 005

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПОШТОВОГО ВІДДІЛЕННЯ

Гайдаєнко О. В.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oksana.gaidaienko@nuos.edu.ua
Сипалов М. Г.
бакалавр,
здобувач освіти групи 6145м
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
2001mihalik@gmail.com

Анотація. В роботі розглянуто проблематику функціонування поштових відділень. Наведено програмні інструменти та стадії розробки сучасної інформаційної системи. Представлено функціональні можливості операторів і керівників відділення в програмному додатку системи. Запропоновано нову систему керування персоналом та методи підвищення мотивації працівників. Визначено очікувані результати впровадження інформаційної системи.

Ключові слова: поштове відділення, інформаційна система, програмний застосунок, ефективність роботи, працівники, клієнти.

Робота поштових відділень в Україні є критично важливою для забезпечення стабільності, підтримки зв’язків між людьми, доступу до життєво необхідних послуг та сприяння розвитку країни. По-перше, вони залишаються важливою ланкою зв’язку, особливо для людей у віддалених та сільських районах, де доступ до інтернету та сучасних логістичних послуг обмежений. По-друге, у контексті війни та економічної нестабільності, поштові відділення відіграють ключову роль у забезпеченні доставки гуманітарної допомоги, ліків, продуктів та інших життєво важливих товарів [1, с. 3]. По-третє, вони сприяють підтримці економічної активності, допомагаючи малому та середньому бізнесу продавати й доставляти товари, зокрема за умов логістичних труднощів.

Функціонування поштових відділень в Україні стикається з низкою проблем, які суттєво впливають на якість обслуговування клієнтів. Головними проблемами є довгі терміни доставки, великі черги у відділеннях, некваліфікований або некомпетентний персонал і застаріле обладнання. Все це в комплексі створює значні перешкоди для ефективного функціонування поштових відділень, що вимагає негайного розв’язку.

Таким розв’язком може слугувати розробка та впровадження новітньої інформаційної системи, що полягатиме в застосуванні нових способів виконання виробничих операцій та удосконалення поточних. Ядром нової інформаційної системи стане програмний продукт, який дозволить автоматизувати процеси надання послуг поштових переказів клієнтам з боку

операторів, полегшити спосіб організації, зберігання та обробки даних, спростити операції складання документації в цифровому вигляді та її друку на папері, а також надасть інструменти для аналізу робочих показників підприємства, що допоможе керівництву в прийнятті управлінських рішень.

Мета роботи полягає в підвищенні ефективності роботи поштового відділення. Об'єктом дослідження є інформаційні процеси професійної діяльності працівника поштового відділення. Предметом дослідження є методології оптимізації надання послуг поштових переказів у відділенні.

У процесі розробки потрібно створити загальне середовище інформаційної системи, реалізувати читання, розкодування й обробку вхідних даних, модуля робочих даних, математичну модель для досягнення поставленої мети та відображення отриманих результатів.

Проєктування системи починається з формулювання вимог до проєкту. Технічне завдання складено відповідно до ЄСПД ГОСТ 19.201-78. Розробка програмного забезпечення здійснюється з використанням технології C#. Для написання програмного коду вибрано стандарт CamelCasing. Програму буде написано при застосуванні віконного інтерфейсу, дизайн якого відповідає стандартам Windows Forms C#. Роль середовища програмування виконуватиме Microsoft Visual Studio 2022. У якості системи керування базами даних буде використано Microsoft Access.

Програмне забезпечення інформаційної системи автоматизує виконання цілого ряду виробничих процесів кожному працівникові поштового відділення. Причому функціонал співробітника прямо залежить від його посади. Набір функцій оператора в програмному застосунку системи матиме такий вигляд:

1. реєстрація нових відправлень, автоматичне обчислення їх вартості доставки й терміну зберігання, надсилання вихідних відправлень до цеху, видача вхідних відправлень клієнтам, пошук і фільтрація відправлень;
2. оформлення замовлених додаткових послуг після реєстрації вихідних відправлень, які супроводжуються ними;
3. оформлення комунальних платежів, пошук і фільтрація платежів;
4. реєстрація замовлень, пошук і фільтрація замовлень, видача замовлених товарів клієнтам;
5. реєстрація нових клієнтів поштового відділення перед реєстрацією їхніх відправлень, пошук клієнта;
6. формування та друк оперативних документів – приватний касовий звіт, товаротранспортна накладна, чек, експрес-накладна, акт форми № 51.

Набір функцій керівника відділення в додатку буде таким:

1. перегляд інформації про кадровий склад відділення, наймання нових і звільнення поточних співробітників, ротація працівників між змінами, робочими столами й посадами;
2. перегляд інформації про повні переліки оброблених відправлень, комунальних платежів і замовлень, фільтрація даних за критеріями;
3. формування та перегляд аналітичних діаграм для оцінки результатів роботи відділення та прийняття управлінських рішень;

4. формування та друк довідкових документів – загальний касовий звіт, накладні реєстрованих вихідних і вхідних відправлень, звіт за складом, звіт за прибутками, звіт за комунальними платежами.

Вибір доцільної системи керування персоналом дозволить підвищити ефективність роботи всього відділення, задоволеність працівників, якість обслуговування клієнтів та загальний успіх організації. На підставі порівняльної оцінки моделей, визначено, що в даному випадку придатними моделями є бюрократична й патерналістська, тому задля ліпшого ефекту буде застосовано їх поєднання, яке представить переваги обох моделей [2, с. 87].

Значущою складовою розробки інформаційної системи стало вивчення методів, які сприятимуть покращенню роботи операторського підрозділу поштового відділення через підвищення мотивації. Для цього за допомогою опитування було визначено пріоритетні потреби працівників, що залишаються незадоволеними [3, с. 28]. На основі отриманих даних було обрано три методи мотивації операторів: впровадження системи управління кар'єрою, нарахування індивідуальних премій та формулювання правил взаємодії в колективі.

Отже, впровадження сучасної інформаційної системи в поштовому відділенні дозволить працівникам знизити кількість помилок і зосередитись на більш важливих завданнях, значно скоротити витрати часу клієнтів на отримання й відправлення посилок, зменшити ризики втрат і затримок відправлень, поліпшити умови праці та підвищити мотивацію персоналу, а також оптимізувати операційні витрати. Спроєктовану систему можна буде впровадити як повнофункціональний програмний комплекс для виконання професійних обов'язків операторами й керівником поштового відділення.

Література

[1] K. Delaney, L. S. Robinson, A. M. Spevacek, C. Backley. The U.S. Postal Service and Emergency Response: A History of Delivering for the American Public, 2020. – 22 p.

[2] Gyamerah, S., He, Z., Asante, D., Ampaw, E. M., & Gyamerah, E. E. D. Paternalistic leadership, employee creativity, and retention: The role of psychological empowerment. International Journal of Cross Cultural Management, 2022, Vol. 22 (1). – p. 83–104

[3] Розроблення методичних підходів до вибірки та анкети для опитування роботодавців щодо оцінки якості вищої освіти в Україні : навч. пос. / С. Л. Лондар та ін.; Київ : Інститут освітньої аналітики, 2020. – 39 с.

DEVELOPMENT OF THE POST OFFICE INFORMATION SYSTEM

Haydayenko Oxana Volodymyrivna

Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Information Management Systems and Technologies Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine

Sypalov Mykhailo Hennadiiovych

Bachelor, student of education group 6145m, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. The problem of the functioning of post offices is considered in the work. Software tools and stages of development of a modern information system are presented. Functional capabilities of operators and branch managers in the software application of the system are presented.

A new personnel management system and methods of increasing employee motivation are proposed. The expected results of the implementation of the information system have been determined.

Key words: post office, information system, software application, work efficiency, employees, customers.

УДК 005.3:004

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ НОВОСТВОРЕНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

Сімутєнков І. В.
кандидат технічних наук, докторант,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна
simutenkovivan@gmail.com
Гладченко Д. С.
магістр зварювання, головний зварювальник, ТОВ «ВК "Автострада"»
gladchenko304@gmail.com
Драган С. В.,
кандидат технічних наук, професор НУК, завідувач кафедри зварювального виробництва,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна
stanyslav.dragan@nuos.edu.ua

Анотація. Показано, що автоматизований збір та аналіз даних про стан новоствореного виробництва за відсутності інтегрованих рішень щодо комплексної автоматизації виробничої діяльності можливий шляхом використання безкоштовних програмних вебдодатків (БПВ). Наведено практичний досвід використання БПВ для автоматизації збору (введення) та попередньої обробки (систематизації) інформації необхідної для оперативного управління новоствореним виробництвом металоконструкцій на прикладі ТОВ «ВК «Автострада».

Ключові слова: новостворене виробництво, інформація, оперативне управління, автоматизація.

Вступна частина. Особливістю оперативного управління новоствореним видом виробництва промислового підприємства є прийняття рішень керівництвом в умовах відсутності або обмеженості статистичних даних про технологічні показники та ресурсне забезпечення нового виробництва. Разом з цим, застосування у новому виробництві сучасного технологічного обладнання з високими технічними характеристиками знижує цінність або взагалі унеможливлює використання існуючих стандартів на типові технологічні процеси. Крім того, у супроводжувальній документації до технологічного обладнання (наприклад, керівництвах з експлуатації та ін.) такі характеристики як продуктивність, витрати енергії, запасних частин тощо, необхідні для виконання технологічних операцій, зазвичай наведені не повній мірі.

Розв'язанню проблеми оперативного реагування (прийняття коригувальних дій) керівництвом підприємства на потреби нового виробництва сприяє автоматизація процесу отримання та обробки інформації на основі цифрових технологій.

Метою даної роботи є розробка системи автоматизованого збору (контролю) та обробки оперативної інформації з мінімальною дискретністю для оперативного управління новоствореним виробництвом.

Одним із перевірених та ефективних засобів автоматизації процесів отримання та попередньої обробки оперативної інформації, що надходить з виробництва за відсутністю інтегрованих рішень [1], є використання безкоштовних програмних вебдодатків (БПВ) для адміністрування опитування [2, 3]. Додатки дозволяють користувачам створювати та редагувати опитування в Інтернеті, співпрацюючи з іншими користувачами в режимі реального часу. Зібрана інформація автоматично вноситься в електронні таблиці та систематизується за допомогою вбудованих в них пакетів аналізу даних.

Основна частина. Для організації (адміністрування) збору даних за допомогою БПВ користувачеві залишається лише розробити зручні форми електронних анкет для щоденного опитування відповідального персоналу та визначити регламент обміну інформацією через термінали.

Робота розробленої системи автоматизованого збору та обробки інформації (рис. 1) здійснюється наступним чином. До керівного персоналу оперативного рівня через корпоративну мережу від технічного відділу підприємства надходить посилання на електрону анкету, яка щоденно заповнюється відповідальними особами стосовно прогресу виконання замовлення. Внесена інформація через інтернет-мережу практично миттєво стає доступною у БПВ та аналізується по заздалегідь заданих алгоритмах. Встановлені за результатами аналізу тенденції та факти використовуються при прийнятті оперативних управлінських рішень.

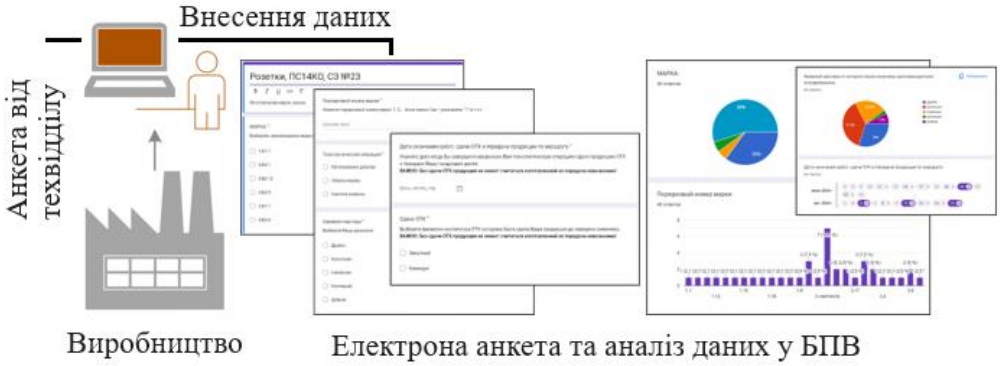


Рис. 1. Узагальнена схема системи автоматизованого збору та обробки інформації

Досвід впровадження даної системи на ТОВ «ВК «Автострада» показав можливість доступними засобами вирішувати основні завдання оперативного управління: організацію контролю якості виробів – металоконструкцій, аналіз поточного стану виробництва і, відповідно, його регулювання для забезпечення виконання планованого випуску продукції.

Ефективна робота системи базується на аналізі показників, за якими збирається інформація для обробки. Найбільш важливими показниками при виробництві металоконструкцій були вибрані: випуск виробів (виробнича програма), витрати основних

матеріалів (зварювального електродного дроту), кількість робітників певних професій [4]. Розроблена система автоматизованого збору та обробки інформації дозволяє вимірювати вказані показники с заданою періодичністю. Частота збору даних може змінюватися в широких межах від декількох протягом робочої зміни до місяців і років. Помісячні данні щодо вибраних показників, зібраних за допомогою розробленої системи (рис. 2) свідчать про їх взаємозв'язок та дозволили своєчасно прийняти відповідні управлінські рішення.

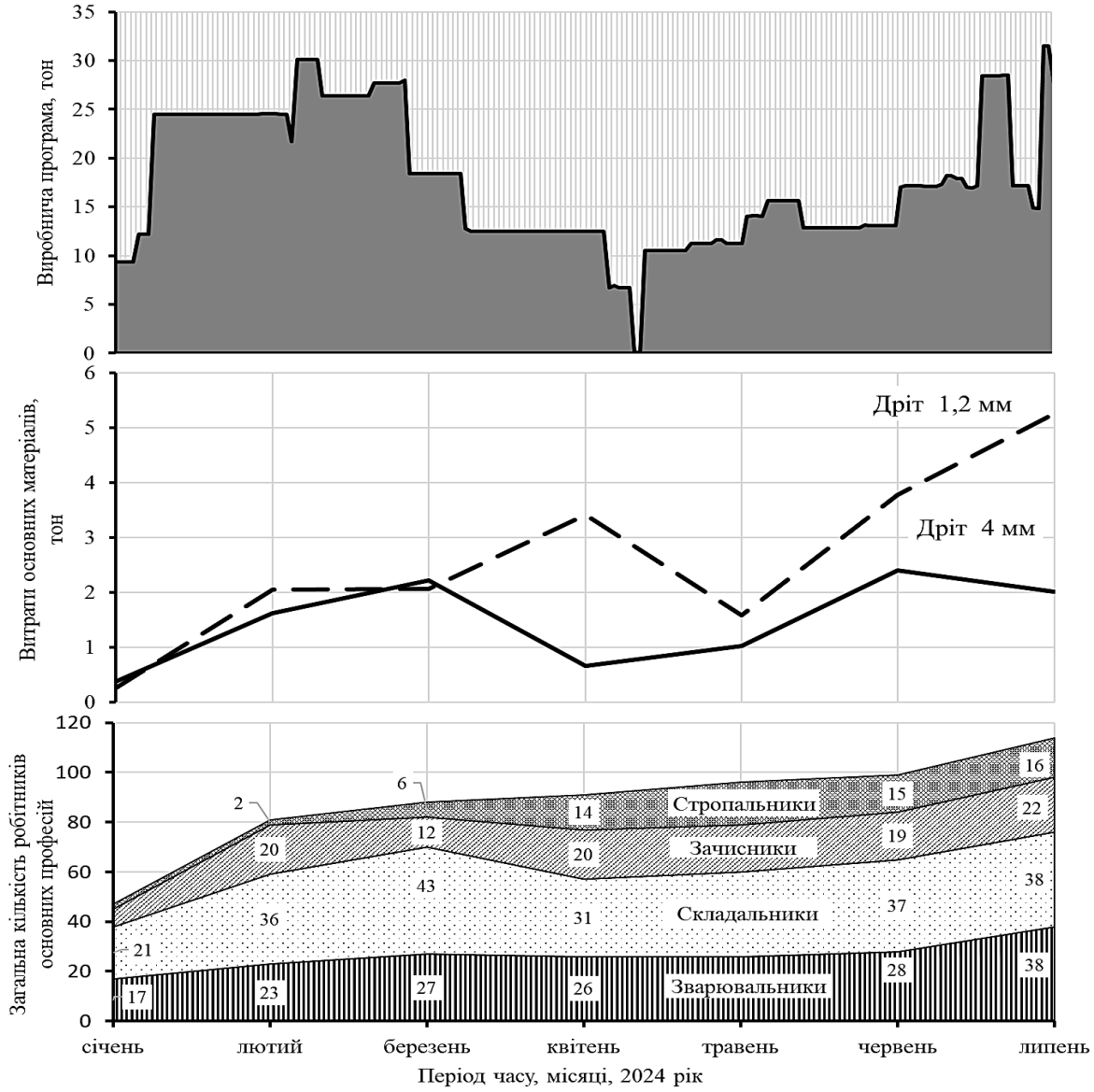


Рис. 2. Апробація роботи системи автоматизованого збору та обробки даних (числами у середині заштрихованих областей на нижній діаграмі вказана чисельність робітників даної професії у відповідному місяці)

Висновки

1. Розроблена система автоматизованого збору та обробки інформації дозволяє доступними засобами вирішувати основні завдання оперативного управління щодо організації контролю, аналізу поточної ситуації, і відповідного регулювання ходу виробництва для забезпечення запланованого випуску продукції;

2. Встановленні взаємозв'язки між виробничими показниками, отриманими за допомогою розробленої системи є складовими математичної моделі системи прийняття рішень для оперативного управління новоствореним виробництвом.

Література

[1] Hyundai Heavy Industries. World's largest shipbuilder creates first digital shipyard environment to improve productivity in Korea. Siemens Industry Software. URL: http://siemens.com/plm.

[2] Google Forms. URL: https://www.google.com/intl/ru/forms/about/

[3] Microsoft Forms. URL: https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/online-surveys-polls-quizzes

[4] Сімутєнков І. В. Концептуальні основи створення функціональної моделі комплексу корпусних видів виробництва суднобудівної верфі / І. В. Сімутєнков, С. В. Драган // Збірник наукових праць НУК – 2023. – № 4. – С. 135–144, URL: http://znp.nuos.mk.ua/4-2023.

FEATURES OF OPERATIONAL MANAGEMENT OF THE NEWLY CREATED PRODUCTION

Simutienkov Ivan Viktorovych

Candidate of technical sciences, Doctoral Candidate, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.**Hladchenko Dmitro Serhiyevich**

Master of Welding, Chief welder,

LLC "PC"Autostrada".**Dragan Stanislav Volodymyrovych**

Candidate of technical sciences, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Annotation. It is shown that the automated collection and analysis of data on the state of newly created production in the absence of integrated solutions for complex automation of production activities is possible through the use of free software web applications. The practical experience of using free software web applications for automating the collection (input) and pre-processing (systematization) of information necessary for the operational management of the newly created production of metal structures is presented using the example of LLC "VK "Avtostrada".

Keywords: newly created production, information, operational management, automation.

УДК 005.3:004

3D МОДЕЛЬ ВИРОБНИЦТВА ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ СТВОРЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Сімутєнков І. В.
кандидат технічних наук, докторант, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна
simutenkovivan@gmail.com

Анотація: Описано методологію розробки 3D моделі складально-зварювального виробництва для технологічного проєктування промислового підприємства згідно з концепцією індустрії 4.0. Наведені результати та показані можливості практичного застосування розробленої моделі для створення цифрового двійника виробництва як складової частини в управлінні проєктом створення промислового підприємства.

Ключові слова: 3D модель, технологічне проєктування, цифровий двійник, індустрія 4.0.

Вступна частина. Рівень технологічного інжинірингу визначає ефективність виробничої діяльності промислового підприємства. У рамках трансформації суднобудування під впливом концепції індустрії 4.0 [1] технологічне проєктування доцільно виконувати за допомогою 3D моделювання.

Як відомо, використання цифрових засобів моделювання виробництва дозволяє підвищити оперативність та точність технологічного проєктування [2]. При цьому важливе значення має наявність 3D моделі підприємства, яка може спростити прийняття рішень. Тому розробка моделі виробництва по виготовленню металоконструкцій для управління проєктом створення промислового підприємства є актуальним завданням.

Мета роботи полягає у розробці методології побудови 3D моделі виробництва як складової частини в управлінні проєктом створення промислового підприємства.

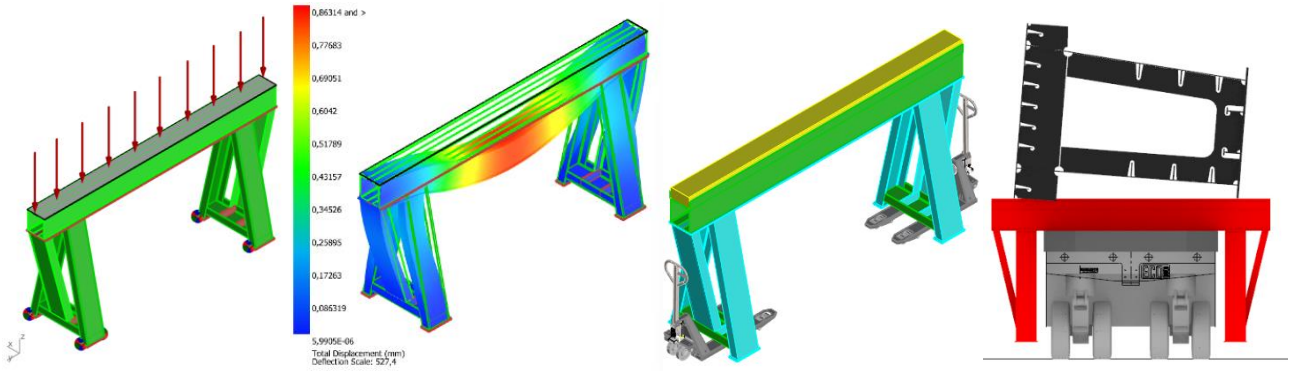
Основна частина. 3D модель має забезпечувати підтримку основних етапів (завдань) технологічного проєктування виробництва з виготовлення металоконструкцій:

- проєктування технології та організації виробництва продукції;
- визначення якісного складу та кількості потрібного технологічного обладнання, оснастки тощо;
- розрахунок параметрів робочих місць та спеціалізованих дільниць.

Нижче наведені результати створення 3D моделі новоствореного складально-зварювального виробництва на прикладі ТОВ «ВК «Автострада»

Створення архіву 3D моделей елементів промислового виробництва дає можливість демонструвати наочність результатів розробки компонувальних схем виробництва, кінематичних схем обладнання, конструкторських розрахунків, тощо.

На рис. 1 показаний характерний приклад розробки технологічного оснащення – опори для розміщення секції зварного виробу у процесі транспортування та зберігання готових металоконструкцій та напівфабрикатів.



а *б* *в* *г*

Рис. 1 Використання 3D моделювання для технологічного проєктування оснастки: а – компонування та визначення експлуатаційних навантажень; б – розрахунок (перевірка) несучої здатності; в – моделювання переміщення; г – експлуатація.

Розробка виконувалася з допомогою програмних модулів (плагінів), об'єднаних на платформі системи автоматизованого проектування Rhinoceros 3D [3]. Після опрацювання обмежень, що накладаються умовами майбутньої експлуатації оснащення, розробляється компонувальна схема. На базі компонування розробляється розрахункова схема, вибираються і проєктуються елементи, вузли та з'єднання.

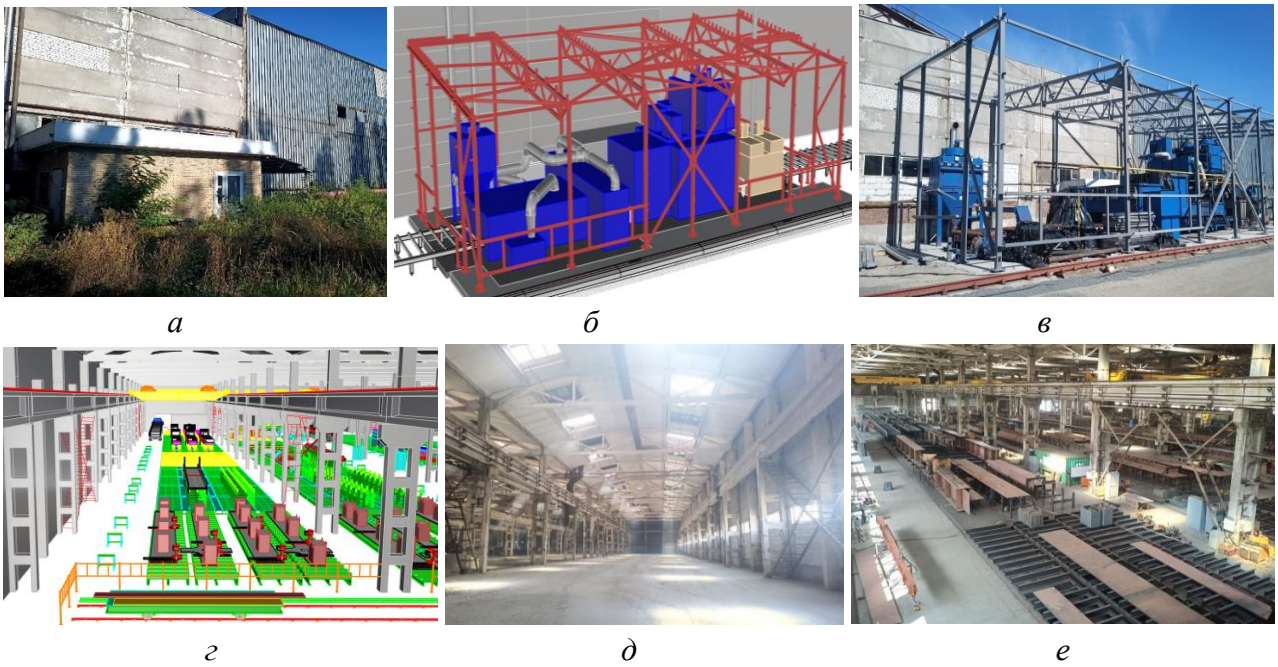
Особливість такого підходу полягає в тому, що модель розробляється у прив'язці до раніше створених моделей існуючого обладнання. Після виготовлення та впровадження у виробництво спроєктованого елемента (оснащення, пристроїв і т. п.) його модель також зберігається та використовується при подальшій розробці проєкту управління промисловим підприємством.

Аналогічний підхід можна використовувати при технологічному проєктуванні всього виробництва. На рис. 2 проілюстровано процес створення реальної виробництва з виготовлення металоконструкцій на підставі розробленої 3D моделі.

Модель геометрично подібна до новоствореного і в даний момент вже функціонуючого виробництва.

Ступінь деталізації моделі по кожному з елементів, що входять до неї, відповідає поточним потребам, за необхідності, з розвитком виробництва, рівень деталізації підвищується шляхом доопрацювання моделі аж до ідентичної реальному виробництву. Модель стає багатофункціональною, тому що вона є: місцем зберігання актуальної інформації про виробництво (несучі конструкції, трубопроводи, обладнання, тощо), єдиним середовищем, у якому розробляються засоби виробництва (див. рис. 1) та сценарії випуску продукції, спрощує подальше проєктування та прийняття рішень.

Модель розробляється технічним департаментом підприємства, але надає переваги користувачам інших служб. Користувачами моделі можуть бути: проєктувальники, конструктори, технологи, інженери з обслуговування та інші фахівці. Результати роботи користувачів схвалені та впроваджені зберігаються в моделі. Між елементами моделі згодом призначаються взаємозв'язки, а самим елементам надаються певні атрибути. Таким чином модель поступово трансформується з геометричного двійника в цифровий.



а *б* *в*

г *д* *е*

Рис. 2 Створене на основі розробленої 3D моделі виробництво металоконструкцій: ***а*** *– зовнішній вигляд об'єкту до початку робіт;* ***б*** *– 3D модель дільниці очищення та ґрунтування прокату;* ***в*** *– монтаж технологічного обладнання відповідно до 3D моделі;* ***г*** *– 3D модель складально-зварювального цеху;* ***д*** *– інтер'єр цеху перед розміщенням обладнання;* ***е*** *– поточний стан працюючого виробництва;*

На базі цифрового двійника виробництва, з урахуванням фактичних значень ресурсів, технологом розробляється кілька високо вірогідних варіантів стратегії виконання портфеля замовлень.

Модель може бути перетворена на інтерактивну при поєднанні її із зовнішнім середовищем шляхом доповнення блоками збору та аналізу даних.

Висновки

1. При вирішенні спектру завдань, передбачених концепцією 4.0 і пов'язаних з інжинірингoвою підтримкою виробничої діяльності, технологічне проектування можна виконувати за допомогою запропонованої методології створення 3D моделі виробництва.

2. Реальність побудованої 3D моделі складально-зварювального виробництва підтверджена при створенні нового виробництва на ТОВ «ВК «Автострада».

Література

[1] Torres A. Identifying Challenges and success factors towards Implementing Industry 4.0 technologies in the Shipbuilding Industry. Delft University of Technology. 2018. 156 p. URL: https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A958e592d-0316-4ca8-9029-3c0961f63843

[2] Marko Hadjina Shipbuilding production process design methodology using computer simulation / Marko Hadjina, Nikša Fafandjel, Tin Matulja // Brodogradnja/Shipbilding, Volume 66 Number 2, 2015, pp 77–91.URL: https://brodogradnja.fsb.hr/category/2015/vol-66-no-2/

[3] Robert McNeel&Associates. URL: https://www.rhino3d.com

3D MODEL OF PRODUCTION AS A COMPONENT PART OF PROJECT MANAGEMENT OF THE CREATION OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Simutienkov Ivan Viktorovych

Candidate of technical sciences, Doctoral Candidate, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.**Annotation.** The methodology for developing a 3D model of assembly and welding production for the technological design of an industrial enterprise according to the concept of Industry 4.0 is described. The results are presented and the possibilities of practical application of the developed model for creating a digital twin of production as a component in the management of the project of creating an industrial enterprise are shown.

Keywords: 3D model, technological design, digital twin, Industry 4.0.

УДК 004.9

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СФЕРІ АВТОСЕРВІСНОГО БІЗНЕСУ

Мошківський В. А.[1], Павленко А. Ю.[2]

студент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій,[1]

ст. викладач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій,[2] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна,

231254@nuos.edu.ua[1], pavlenko.a.yu@gmail.com[2]

Анотація: У статті розглядаються проблеми автосервісів, пов'язані з обліком робіт, клієнтів і кадрів, що можуть призводити до неефективної роботи. Запропоновано вирішення через інтеграцію спеціалізованих інформаційних систем, які автоматизують ці процеси. Описаний приклад демонструє, як додатковий діагностичний пункт зменшує черги та підвищує ефективність обслуговування автосервісу.

Ключові слова: інформаційні системи, підприємство, технології, автосервіс, обслуговування, інтеграція, ефективність обслуговування.

Вступна частина. В сучасному світі розвитку великих та малих підприємств дедалі більше набирає популярності автотранспорт, як швидкий та дешевий спосіб забезпечення зв'язку між підприємствами та світовим ринком. З ростом доступності автомобільного транспорту збільшується його кількість і з цього випливає збільшення попиту на автосервісні послуги, які мають бути оптимізованими та максимально доступними. Автосервісна індустрія може мати свої індивідуальні проблеми, які можуть негативно впливати на її виробничий процес.

Мета роботи. Дослідження проблем, з якими стикаються підприємства автосервісного обслуговування, та розробка пропозицій щодо їх вирішення шляхом інтеграції інформаційних

технологій для оптимізації робочих процесів, підвищення ефективності обслуговування та зменшення черг на діагностику.

Основна частина. В багатьох підприємствах автосервісного обслуговування можна виділити декілька загальних проблем, таких як: облік та аналіз виконаних робіт, облік клієнтів та автомобілів, які проходили обслуговування в автосервісі, облік кадрів та розрахунок заробітної плати, а також підготовка різноманітних документів.

Для вирішення цих задач підприємство може утримувати цілий штат працівників різного направлення та отримувати з цього погано оптимізований робочий процес та інші проблеми, в тому числі через людський фактор.

Більш ефективним методом вирішення таких проблем та оптимізації робочого процесу є інтеграція різного роду інформаційних технологій, а саме спеціалізованих інформаційних систем, які в своєму складі будуть нести весь необхідний для автосервісу функціонал, в тому числі наявність актуальних баз даних.

Також, якщо станція має малу пропускну здатність, то встановлення додаткового пункту реєстрації з використанням інформаційних технологій набагато прискорить виробничий процес, при цьому не потребуватиме великої кількості робітників для цього.

Розглянемо приклад, де присутня автостанція з наступними параметрами:

- число клієнтів, що надходять (інтенсивність потоку заявок): λ = 4 авт/год;
- кількість можливих клієнтів: n = 5 авт/год;
- кількість вікон автомайстерні (постів діагностики): S = 1.

Визначемо такі параметри функціонування автосервісу як:

1) Інтенсивність потоку обслуговування: $\psi = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{4}{5} = 0.8.$

2) Відносна пропускна спроможність автосервісу: $q = \mu \frac{1}{\mu+\lambda} = 0.55.$

3) Абсолютна пропускна спроможність: $A = \lambda \cdot q = 2.22.$

4) Фінальна ймовірність:

$$P_0 = \frac{1-\psi}{1-\psi^{n+1}} = \frac{0.2}{0.999936} = 0.20$$

$$P_1 = \psi \cdot P_0 = 0.8 \cdot 0.2 = 0.16.$$

5) Середня кількість автомобілів у черзі: $L_q = \frac{S \cdot \psi}{(S-\psi)^2} \cdot P_s = 3.2.$

6) Середня тривалість перебування автомобіля у черзі: $W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{3.2}{4} = 0.8.$

В результаті розрахунків можна зробити висновок, що пост діагностики завантажений максимально, тобто в середньому в черзі знаходиться 3 автомобілі.

З цього випливає, що всі автомобілі, які будуть стояти далі будуть отримувати відмову в діагностиці.

Щоб цього уникнути раціональним рішенням буде встановити додатковий пункт діагностики з такою самою пропускною здатністю, що призведе до зменшення часу очікування в черзі та до зменшення довжини самої черги.

Висновки. Багато автосервісних підприємств стикаються з проблемами в обліку робіт, клієнтів і кадрів, що веде до неефективності через людський фактор. Інтеграція спеціалізованих інформаційних систем для автоматизації процесів може суттєво підвищити

ефективність роботи. У випадках з малою пропускною здатністю станцій додавання додаткового діагностичного пункту зменшує черги та час очікування. Результати показують, що такі рішення допомагають покращити продуктивність та задоволеність клієнтів.

Література

[1] Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів: Навчальний посібник: Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 324 с.

[2] Павлиш В. А., Гліненко Л. К., Шаховська Н. Б. Основи інформаційних технологій і систем: Підручник: Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 619 с.

[3] Литвин В. В., Пасічник В. В., Шаховська Н. Б. Проектування інформаційних систем: Навчальний посібник: Видавництво «Магнолія 2006», 2021. – 380 с.

THE RELEVANCE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE MODERN SPHERE OF CAR SERVICE BUSINESS

Vladyslav Moshkivskyi, Alona Pavlenko

Admiral Makarov National Shipbuilding University

Abstract: The article discusses the issues faced by auto service centers related to the accounting of work, clients, and staff, which can lead to inefficiencies. A solution is proposed through the integration of specialized information systems that automate these processes. The example provided illustrates how an additional diagnostic station reduces queues and improves the efficiency of auto service operations.

Keywords: information systems, enterprise, technology, auto service, maintenance, integration, service efficiency.

СЕКЦІЯ 8. ЕКОНОМІКА НА ЗАХИСТІ НЕЗАЛЕЖНОСТІ ТА СВОБОДИ УКРАЇНИ

УДК 330. 338.4

ВИЗНАЧЕННЯ СУТНОСТІ МОРСЬКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Олена Жукова
кандидат економічних наук, доцент
доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
olena.zhukova@nuos.edu.ua
Володимир Парсяк
доктор економічних наук, професор
професор кафедри інтелектуальної цифрової економіки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
volodymyr.parsyak@nuos.edu.ua
Михайло Коба
ресурсний менеджер інжинірінгу
ТОВ «Марін Дизайн Інжиніринг Миколаїв»
м. Миколаїв, Україна,
maksym.koba@damen.com

Анотація. Аналіз перебіг подій, пов'язаних з протистоянням України агресії з боку її північного сусіда, призвів до потреби ґрунтовного перегляду ставлення політиків, військових, науковців до змісту та всебічної підтримки морської військової діяльності. З огляду на це, автори у цій доповіді пропонують власне бачення щодо неї.

Ключові слова: *економіка, види морської діяльності, морська військова діяльність, військово-морський флот.*

Вступна частина. Дедалі більше людство пов'язує перспективи життя на Землі зі Світовим океаном. І ось з якої причин: а) ресурси на суходільні продовжують вичерпуватися, б) зростає чисельність мешканців планети, разом з нею – потреби в товарах, здатних забезпечити бодай базові їх нестачі, в) глобалізація економіки призводить до ускладнення ланцюгів постачання виробів кінцевим споживачам з відповідними наслідками для морських вантажних та пасажирських перевезень. ООН проголошує: країни все більше прагнуть розвивати свою океанічну економіку, одночасно досягаючи взаємопов'язаних цілей сталого розвитку [1], та збереження біорізноманіття [2]. Разом з тим, як виявилося, морська господарська діяльність потребує захисту.

Мета дослідження полягала в тому, щоб окреслити сутність морської військової діяльності, яка має виконувати цю важливу місію.

Основна частина. З річною вартістю у 2,5 трлн дол., блакитна економіка посідає сьоме місце у світовому рейтингу. Вона має шанс подолати роз'єднані способи управління океанами, узбережжями, прісноводними екосистемами, перетворитися у фундаментальний компонент задоволення економічних, суспільних та екологічних потреб планети. Стала блакитна економіка: а) забезпечує суттєві переваги для теперішнього та, прийдешніх генерацій землян; б) відновлює, захищає та підтримує різноманітні, продуктивні та стійкі екосистеми; в) базується на чистих технологіях, відновлюваній енергії, циркулярних матеріальних потоках [3].

Blue economy (економіка моря або морська економічна діяльність [4]) перебуває у зв'язку та взаємодії з іншими: діяльністю з охорони морських кордонів держави, з забезпечення екологічної безпеки та сталого економічного розвитку та морською військовою діяльністю. Саме остання опинилася в центрі нашої уваги. З'ясуємо що є військово-морська діяльність. Розпочнемо з оновленої редакції «Морської доктрини України на період до 2035 р.». Читаємо: складник морської діяльності, спрямований на захист національних інтересів, реалізацію пріоритетів діяльності у сфері вивчення, освоєння та використання зони національних інтересів на морі з метою оборони та безпеки держави із застосуванням її військово-морського потенціалу [5]. Не ризикнули б ми з такою дефініцією завітати навіть до студентської аудиторії, оскільки й самим забракло сил зрозуміти, що хотіли сказати автори документа.

Адміністратори сайту North Atlantic Treaty Organization виглядають більш сприйнятливими: «Світовий океан об'єднує нас. Він важливий для глобальної торгівлі та нашого способу життя. Сьогодні судноплавство становить 90 % усієї міжнародної торгівлі сировиною та промисловими товарами, а танкери перевозять більш ніж половину нафти, що видобута. НАТО віддана зміцненню позиції Альянсу та обізнаності про ситуацію для стримування й захисту від усіх загроз у морській зоні. Це включає дотримання свободи судноплавства, безпеку морських торговельних шляхів, захист основних комунікаційних ліній й вузлових точок, а також забезпечення постачання та підкріплення вздовж трансатлантичних шляхів під час криз і конфліктів [6]. Як бачимо, усе розтлумачене з граничною ясністю. Єдина претензія – занадто довго для наукового, ба більше, – академічного застосування.

З огляду на ці та інші пропозиції, запропонуємо власну: морська військова діяльність полягає у застосуванні військово-морських сил та засобів для забезпечення безпеки господарської та інших різновидів морської діяльності, а також оборони держави на просторах, які перебувають під її юрисдикцією згідно з нормами Міжнародної конвенції з морського права.

Висновки. Морська військова діяльність є інструментом захисту життєво важливих інтересів приморських країн, безпосередньо пов'язаних з розвитком економіки моря. Вона має на меті використовувати ресурси Світового океану заради створення виробів та надання послуг, здатних задовольнити потреби мешканців планети, чисельність яких невпинно зростає. Ці ресурси є об'єктом зазіхання з боку інших країн, яким потрібно давати відсіч, керуючись нормами чинного міжнародного права.

Література

1. The Sustainable Development Goals (SDGs). United Nations Development Programme. URL: https://www.undp.org/sustainable-development-goals

2. The Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. Convention on Biological Diversity. URL: https://www.cbd.int/gbf

3. Sustainable Blue Economy. UN environment programme. URL: https:// www.unep.org/ topics/ocean-seas-and-coasts/ecosystem-based-approaches/sustainable-blue-economy

4. Парсяк В.Н. Економіка моря. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018, 390 с.

5. Морська доктрина України на період до 2035 р. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 7.10.2009 р. № 1307(у редакції від 18.12.2018 р. № 1108). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-%D0%BF#Text

6. NATO's maritime activities. 2023. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_ 70759.htm

DETERMINATION OF THE ESSENCE OF NAVAL MILITARY ACTIVITIES

Olena Zhukova
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Volodymyr Parsyak
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Maksym Koba
Marine Design Engineering Mykolaiv

Abstract. Analysis of the course of events related to Ukraine's resistance to aggression by its northern neighbor led to the need for a thorough review of the attitude of politicians, military personnel, and scientists to the content and comprehensive support of naval military activities. With this in mind, the authors in this report offer their own vision for it.

Key words: economy, types of maritime activity, maritime military activity, navy.

УДК 330.331

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ

Руснак А.В.
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Херсон, Україна
rusnak_av@meta.ua

Анотація. Розглянуто джерела фінансування інноваційної діяльності на різних етапах реалізації проєктів. Визначено заходи інноваційного проєкту, які потребують інвестування. Узагальнено особливості кожної категорії інвесторів у ланцюзі фінансового супроводу інновацій.

Ключові слова: інновації, інноваційна діяльність, інноваційний проєкт, інвестиції, фінансування.

Інвестиції є важливим елементом інноваційної діяльності суб'єктів господарювання. Інвестиційна діяльність у сучасних економічних умовах супроводжується проблематикою у сфері інновацій. Серед безлічі спільних проблем інноваційної та інвестиційної діяльності особливе значення має надаватися заходам щодо їх збалансованості.

Для реалізації стадій та етапів інноваційного проєкту потрібні всі види ресурсів, зокрема й інтелектуальні, трудові, тимчасові, матеріальні (сировина та енергія), фінансові. Найбільші витрати переважно припадають на етапи зародження та освоєння інновацій.

Джерела фінансування інноваційної діяльності поділяють на дві групи:

1) власний капітал у вигляді прибутку підприємства, що залишається у його розпорядженні після сплати податків та інших обов'язкових платежів;

2) залучений капітал у вигляді коштів державного та місцевого бюджетів; банківські кредити; позикові кошти інших організацій; кошти позабюджетних фондів; кошти від емісії акцій, кошти венчурних фондів тощо.

Виділяють також внутрішні та зовнішні джерела фінансування інноваційної діяльності [1]. Внутрішні джерела включають у себе частину прибутку, спрямовану на інноваційний розвиток, амортизаційні відрахування та реінвестовану шляхом продажу частину основних засобів. До зовнішніх джерел відносять державні та недержавні джерела. Державні джерела фінансування передбачають застосування бюджетних коштів, позабюджетних фондів та участь у державних конкурсах та замовленнях. Недержавні – венчурні фонди, кошти страхових та лізингових компаній, інвестиційні організації, венчурні фонди, хедж-фонди і кошти іноземних інвесторів [2, с. 135].

За формою власності джерела фінансування інноваційної діяльності поділяють на державні ресурси та ресурси підприємства [3; 4].

Наявність достатнього обсягу капіталу є необхідною умовою початку реалізації інноваційного проєкту. Для великих підприємств залучення інновацій для інноваційного проєкту не є складною проблемою: вони мають у своєму розпорядженні як власні ресурси, так і мають можливість залучення позикових коштів (банківський кредит, емісія цінних паперів, реалізація частки участі в капіталі тощо). Проте інноваційно активний малий бізнес та індивідуальні підприємці – стартапи, які мають найчастіше лише новаторську ідею та дослідні зразки продукції, відчувають щодо фінансування проєктів значні труднощі.

Фінансування ранніх етапів інноваційної діяльності відноситься до категорії «ризикового капіталу», що створює певні складнощі із залученням інвестицій. Велика частина інноваційних проєктів починає приносити прибуток відповідно до виникнення стійкого попиту на продукцію на ринку товарів та послуг, очікування якого може тривати кілька років. Для більшості інвесторів така ситуація є неприпустимою.

Проте, попри на високий ризик капіталу, інвестиції надходять до інноваційної сфери. Досвід зарубіжних та вітчизняних суб'єктів господарювання свідчить про наявність високого прибутку у випадку успішної реалізації інноваційного проєкту. Виключно з метою отримання прибутку інноваційні проєкти фінансують такі інвестори, як бізнес-ангели, венчурні фонди, фонди прямих інвестицій, держава, домогосподарства тощо.

Кожна категорія інвесторів фінансує зазвичай ту чи іншу стадію реалізації інноваційного проєкту. Сукупність інструментів фінансування інновацій, що застосовуються за категоріями інвесторів, забезпечує повний фінансовий супровід проєктів. Взаємодія інвесторів відбувається

в межах інноваційної екосистеми, елементи якої пов'язані між собою інформаційними та фінансовими потоками. Механізми контролю та просування капіталу від одного етапу проєкту до іншого забезпечуються посередниками, наближеними до інвесторів.

Пропонуємо таку типологію джерел фінансування інноваційної діяльності на різних етапах реалізації проєктів (табл. 1).

Таблиця 1 – Джерела фінансування інноваційної діяльності на різних етапах реалізації проєктів

Етап реалізації інноваційного проєкту	**Заходи інноваційного проєкту, які потребують інвестування**	**Категорії інвесторів**
Етап 1 «Зародження інновації»	- проведення фундаментальних досліджень; - розробка технічної концепції; - оформлення патентів та свідоцтв	- підприємці; - домогосподарства; - бізнес-ангели; - держава
Етап 2 «Освоєння інновації»	- створення проєктної організації; - розробка промислових зразків; - формування виробничої бази; - початок виробництва	- бізнес -ангели; - венчурний капітал; - банківське кредитування; - держава
Етап 3 «Дифузія інновацій»	- масове виробництво; - формування попиту; - реалізація інноваційної продукції	- венчурний капітал; - банківське кредитування; - інвестиційні фонди; - держава
Етап 4 «Рутинізація»	- розширення асортиментної групи; - нарощування продажів; - освоєння нових ринків збуту	- статутний капітал; - банківське кредитування; - інвестиційні фонди; - держава

На етапі реалізації проєкту «Зародження інновації» використовуються переважно такі фінансові інструменти, як капітал підприємців, населення або домогосподарств як економічною категорії, інвестиції бізнес-ангелів, бюджетні кошти. Етап «Освоєння інновації» характеризується залученням грантів, субсидій, кредитів, інвестицій венчурних фондів та інноваційних ваучерів. На етапі проекту «Дифузія інновацій» йдуть бізнес-ангели та доповнюються кошти інвестиційних фондів, зокрема у формі лізингу. На етапі «Рутинізація» можливо використання статутного капіталу (публічне розміщення акцій, придбання часток участі у капіталі). Універсальним інструментом фінансування інновацій, що використовується на всіх етапах реалізації проєкту, є бюджетні кошти (найчастіше у форматі державних субсидій).

Враховуючи вітчизняний та зарубіжний досвід, узагальнено особливості вищевказаних категорій інвесторів у ланцюзі фінансового супроводу інновацій.

Домогосподарства населення, підприємці – новатори беруть участь у економічних процесах на макро- та мікрорівні, і є постачальником фінансових ресурсів для економіки. Власники великих заощаджень (банківських вкладів, нерухомості, цінних паперів тощо) мають реальні можливості для інвестицій у інноваційні проєкти, зокрема й у власні дослідження та розробки.

Бізнес-ангели інвестують власні кошти у високотехнологічні проєкти на ранніх етапах розробки та впровадження інновацій. Венчурні фонди та інші фінансові інститути, як правило, не наважуються фінансувати ранні стадії інновацій через високу невизначеність. У розвинених державах бізнес-ангели є основним джерелом фінансування наукових досліджень та розробок на стадії зародження та освоєння інновацій.

Важливим джерелом фінансування інновацій є кредити банків та інших фінансових організацій. З метою розвитку банківських інвестицій в інноваційні проєкти держава застосовує різні інструменти зниження ризику невизначеності. Також держава дає пільги на податки кредитних організацій, які фінансують дослідження та розробки.

Венчурний капітал як джерело проєктів у високотехнологічній сфері відрізняється найбільшим ризиком. Венчурні компанії інвестують засоби в інноваційні підприємства на початковому етапі їх розвитку, а також у процесі розширення та модифікації. Венчурні інноваційні фонди вкладають кошти інвесторів у ризикованіші інноваційні проєкти, ніж це роблять кредитні організації.

Внесення об’єкта інтелектуальної власності до статутного капіталу підприємства є поширеною формою оплати акцій з боку правовласників та розробників інтелектуальної власності. Проте, подібний досвід свідчить про невеликі фінансові кошти у малих компаніях, яких недостатньо навіть на початковий етапі розвитку інновацій.

Державні субсидії можуть використовуватись як інструмент фінансування інновацій на всіх етапах інноваційного процесу. Переважна більшість непрямого стимулювання інноваційної активності з боку держави не скасовує прямої державної підтримки інновацій у формі грантів, субсидій, гарантованих позик. Ці види сприяння переважно актуальні для малих інноваційних підприємств, де є високий ризик та обмеженість всіх видів ресурсів.

Крім традиційних методів фінансування інноваційних проєктів, все більшої актуальності набуває крос-фінансування або використання фінансових ресурсів однієї компанії (одного проєкту) для підтримки та розвитку іншої компанії (іншого проєкту). В інноваційному підприємницькому середовищі одним із способів мінімізації ризиків може бути диверсифікація, паралельний розвиток кількох проєктів та їхнє крос-фінансування.

Отже, джерелами інноваційної діяльності у фінансовому аспекті у поточній економічній ситуації можуть бути зовнішні інвестори (домогосподарства, підприємці, бізнес-ангели, венчурні фонди, фінансово-кредитні організації, бюджетні кошти) та внутрішні ресурси організацій у формі статутного капіталу, прибутки від традиційної виробничої та інноваційної діяльності. У розвинених країнах набуває великої популярності перехресне фінансування інноваційних проєктів або крос-фінансування, що дозволяє при ефективному управлінні переходити на самофінансування інновацій у межах інноваційно-активних корпорацій чи спільних проєктів малого бізнесу.

Література

[1]. Кирик О.А. Джерела фінансування інноваційної діяльності авіакомпаній. *Сталий розвиток економіки*. 2015. № 1 (26). С. 269–274.

[2]. Харченко Т.О., Войналович Т.М., Фатюк А.В. Джерела фінансування інноваційної діяльності підприємств в умовах невизначеності. *Проблеми системного підходу в економіці.* 2019. Вип. № 5 (73). С. 133–139.

[3]. Про інноваційну діяльність: Закон України від 18 січня 2002 р. № 22940/2002. Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text (дата звернення: 15.07.2024).

[4]. Харченко Т.О. Інноваційний клімат промислових підприємств України в сучасних умовах економічного розвитку. *Ефективна економіка*. 2017. № 2. URL: http:// www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5437 (дата звернення: 18.07.2024)

THE SOURCES OF FINANCING INNOVATIVE ACTIVITIES AT DIFFERENT STAGES OF PROJECT IMPLEMENTATION

Rusnak Alla

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Sources of funding for innovative activities at various stages of project implementation are considered. Measures of the innovative project that require investment have been determined. The features of each category of investors in the chain of financial support for innovations are summarized.

Keywords: innovation, innovative activity, innovative project, investment, financing.

УДК УДК 33.338.32.378.145

ПРИЧИНИ ПОСИЛЕННЯ УВАГИ ДО ДУАЛЬНОЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Володимир Парсяк
доктор економічних наук, професор
професор кафедри інтелектуальної цифрової економіки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
volodymyr.parsyak@nuos.edu.ua

Анотація. Відновлення інтелектуального потенціалу України в повоєнний період вимагатиме пошуку нових, принаймні для вітчизняних ЗВО, інструментів та технологій організації навчального процесу. На наше переконання, найефективнішими серед них є дуальні форми набуття студентами відповідних фахових компетенцій.

Ключові слова: *Україна, економіка, освіта, вища освіта, дуальна вища освіта, чинники впливу*

Вступна частина. Ми не схильні до того, щоб займатися агітацією та пропагандою на користь застосування у вітчизняній вищій школі дуальних форм набуття фахових компетенцій отримувачами освітніх послуг. За нас цю роботу блискуче виконали економічно розвинені країни, які на практиці підтвердили: дуальна освіта допомагає їм продовжувати квітнути та рухатися вперед й в гору.

З цієї причини, мета цього дослідження полягає у висвітленні чинників, які актуалізують увагу до дуальної вищої освіти в Україні, з огляду на події, які на її теренах відбуваються тепер та будуть відбуватися в найближчій перспективі.

Основна частина. Ми відкрили для себе декілька причин, які обумовили підвищену увагу до теми цієї доповіді. Перша полягає у виникненні та стрімкому поширенні світовою економікою здобутків тепер вже п'ятої промислової революції. Її головні риси – панування кіберфізичних об'єктів, в підґрунтя яких закладені цифрові інформаційно-комунікаційні технології. Вони уможливлюють застосування бізнес-моделей з радикальним перетворенням виробничих процесів та модифікацією ролі людини впродовж створення вартості, з одночасним збереженням стійкості природних, природно-техногенних й техногенних екосистем. Особливість «Індустрії 5.0» є компонування інтегрованих ланцюжків у вертикальному та горизонтальному вимірах:

а) вертикальний означає технічне поєднання усіх сфер діяльності підприємства: науково-дослідних розробок – створення нового продукту – формування системи дистрибуції товару. Його призначення – забезпечити вільний доступ стейкхолдерів до актуальної інформації та налагодити комунікації між учасниками бізнес-процесів, полегшити прийняття менеджментом важливих рішень з огляду на зміни в найближчому оточенні та макросередовищі;

б) горизонтальна інтеграція забезпечує об'єднання корпоративних та кіберфізичних систем, задля забезпечення гідної автоматизації, операційної ефективності, гнучкості виробництва, зорієнтованого на індивідуальний, а не на масовий, як було раніше, попит споживачів.

Індустрія 5.0 стала реальністю. Програми (стратегії) державної виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, розробки науковців, проникнення цифрових технологій у виробничі та академічні процеси – показники інноватівності, престижу країни, запорука її розвитку в умовах технологічної трансформації світу. Нові реалії висувають особливі вимоги до найманого персоналу підприємств, налаштовуючи його на роботу в командах, творче розв'язання складних проблем, опанування міждисциплінарних навичок, безперервне навчання впродовж усього професійного життя для покращення фахових знань та вмінь.

Ще одна причина звернення до дуальної вищої освіти – наслідки військових дій в Україні. Йдеться про зруйновану соціальну, транспортну та виробничу інфраструктури, втрату будівель й майна домогосподарствами, а бізнесами – основного капіталу. Це – страшна біда, але не єдина. Ще більш суттєвими є втрати людського капіталу. За даними Міністерства закордонних справ України станом на червень 2023 р. за кордоном перебували 8 млн 177 тис. наших громадян [1]. З них більш ніж два мільйони – діти, які, за законодавством країн перебування зобов'язані навчаються в школах, університетах. Досвід свідчить: малеча швидше за дорослих долає мовні бар'єри, від того краще інтегруються у західне суспільство, сприймає його цінності та спосіб життя. Зважимо також на втрати особового складу українського війська та цивільного населення, яких, на жаль, не можливо уникнути.

Вважаємо, що наведених констатацій достатньо, для усвідомлення очевидної істини: повоєнне відновлення економіки нашої держави залежатиме, безумовно, від допомоги міжнародних фінансових організацій та урядів країн, які співчувають трагедії українців, від постачання обладнання, будівельних матеріалів, сучасних цифрових технологій продукування виробів та високоінтелектуальних послуг. Водночас хтось має компетентно та ефективно

розпорядитися цими активами. Саме у цьому вагоме слово має сказати вітчизняна система освіти. Але теж оновлена, озброєна новітніми знаннями та навичкам професури й адміністрації.

Висновки. Підбиваючи підсумки, окреслимо, як висновок задачі, які потребують розв'язання

1. Ґрунтовний перегляд «Концепції підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти». Вона має бути актуалізована з огляду на поточні обставини та ті, з якими Україна стикнеться після війни. До роботи над новою редакцією документа доцільно долучити експертів з академічного та бізнес-середовища з досвідом реалізації дуальних освітньо-професійних програм.

2. Створення міжвідомчої ради з запровадження дуальної освіти. Вона має складатися з підсекцій, які б узагальнювали та поширювали досвід ЗВО та бізнесу щодо співпраці з найскорішого поновлення людського капіталу країни.

3. Під опікою територіальних відділень Торгово-промислової палати України започаткування постійно діючих нарад з представників підприємств та ЗВО для узгодження дій щодо запровадження дуальної освіти, обговорення поточних проблем, які виникають та інструментів їх подолання.

4. Самим ЗВО, користуючись наданою їм академічною свободою, було б переосмислити освітньо-професійні програми для адаптації їх до нових викликів щодо інтелектуального капіталу організацій. У кожному з них має бути розроблений та підготовлений до впровадження план реінжинірингу освітнього процесу. Одним з найбільш продуктивних варіантів розв'язання цієї задачі є запровадження моделі дуальної освіти. Йдеться про такий спосіб здобуття освіти, який поєднує навчання з одночасним вишколом на робочих місцях для набуття певної кваліфікації.

Література

[1] Кількість українців та їх міграція за кордон через війну. Громадянська мережа ОПОРА. URL: https://www.oporaua.org/viyna/kilkist-ukrayintsiv-ta-yikh-migratsiia-za-kordon-cherez-viinu-doslidzhennia-gromadianskoyi-merezhi-opora-24791

REASONS FOR INCREASED ATTENTION TO DUAL HIGHER EDUCATION IN UKRAINE

Volodymyr Parsyak

Admiral Makarov National Shipbuilding University

Summary. The restoration of the intellectual potential of Ukraine in the post-war period will require the search for new, at least for domestic higher education institutions, tools and technologies for the organization of the educational process. In our opinion, the most effective among them are dual forms of acquisition of relevant professional competencies by students.

Keywords: Ukraine, economy, education, higher education, dual higher education, influencing factors.

УДК 338.246.8

ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ КРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Хмарська І.А.
кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіки, обліку та підприємництва
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
hmarska@ukr.net

Анотація. Досліджено і визначено питанням відновлення та модернізації України в післявоєнний період. Визначені основні аспекти наслідків війни в Україні. Сформовано основні завдання підтримки з боку держави в умовах військового стану.

Ключові слова: економіки, державний бюджет, наслідки війни, стратегія підтримки економіки, кошти.

Війна в Україні – це не просто регіональна криза, у неї є далекосяжні наслідки, які торкаються різних регіонів світу. Конфлікт завдав серйозного удару світовій економіці, призвівши до повільнішого зростання і швидшої інфляції [1].

Всупереч прогнозам, що наша економіка не витримає і кількох місяців масштабної війни, українці ось уже майже три роки протистоять ворогові на фронті, одночасно забезпечуючи відносно стабільне життя в тилу. Так, минулого року ВВП країни впав на третину, показник інфляції «розміняв третій десяток», було перервано логістичні ланцюжки, впали реальні доходи населення. Однак свій День народження Україна зустрічає в умовах посилення ділової активності та сповільнення інфляційних процесів, відновлює зруйновану інфраструктуру, будує плани на майбутнє. А вітчизняні експерти та міжнародні організації послідовно поліпшують прогнози економічного зростання. Безумовно, війна продовжує ставити виклики, проте країна навчилася жити в таких умовах.

Як відомо, левову частку видатків державного бюджету (понад 5 млрд грн на день!) Україна в умовах війни спрямовує на оборону та безпеку. А з грошима на соціальні видатки, зарплати бюджетникам та на деякі інші потреби держави допомагають міжнародні партнери. Зважаючи на це, цілком виправданими можуть видатися закиди на кшталт: «Хіба ж можна за таких обставин говорити про фінансову незалежність?”. Водночас маємо усвідомлювати: економіки, які спроможні самотужки «потягнути» видатки в умовах такої інтенсивної війни, можна перелічити на пальцях. І у світовій історії багато прикладів, коли ворога вдавалося подолати лише завдяки консолідації міжнародних зусиль – у тому числі, й у фінансовій площині [2].

Левова частка фінансового ресурсу надається партнерами України на безповоротній основі. Проте є й частина коштів, які ми отримуємо як позики – приміром, у межах співпраці з МВФ. Також країна змушена вдаватися до активних запозичень на зовнішніх та на внутрішньому ринках комерційних запозичень – передовсім, через розміщення військових облігацій [2].

Через агресію росії українська економіка зазнала найбільших втрат за часів своєї незалежності. За універсальним показником – ВВП – найгіршим в економічній історії України був 1994 рік, коли ВВП скоротився на 22,9 %, а інфляція складала 401 %.

За оцінкою Міністерства економіки, ВВП України у 2022 році скоротився на 32 % при відносно помірній інфляції, яка не перевищить 30 %.

Навіть з точки зору статистики, це гарний результат, адже масштаби агресії, руйнувань і шкоди, завданих росією, давали підстави для найпохмуріших прогнозів скорочення ВВП на 50 % і більше.

Та статистика не відображає справжнього здобутку цього року – адаптивності, гнучкості та некрихкості українського бізнесу. Завдяки енергії опору і виживання ми вистояли і впевнені, що наступного року матимемо зростання економіки.

Енергія взаємопідтримки допомагала вчасно і належно реагувати на всі виклики. Завдяки злагодженій роботі Президента, Прем'єр-міністра і всієї команди Уряду, а також завдяки допомозі західних партнерів вдалось швидко взяти економічну ситуацію під контроль і перелаштувати її відповідно до умов.

Аналізуючи багатосторонні наслідки війни в Україні, можна визначити три аспекти:

1. Зростання цін на біржові товари й тиску інфляції.
2. Порушення в торгівлі та ланцюгах постачання між сусідніми країнами.
3. Зменшення впевненості бізнесу та інвесторів.

В умовах війни важливим завданням Міністерства економіки стало бронювання працівників підприємств, які забезпечують роботу ключових галузей економіки, виконують мобілізаційні завдання, та забезпечують потреби населення, зокрема гуманітарні, ефективне використання обмежених ресурсів резервного фонду та матеріального резерву, а також створення зеленого коридору для постачання зброї та товарів подвійного призначення, який гарантує при цьому прозорість і підконтрольність цих постачань і дотримання міжнародних зобов'язань.

Але, крім належного виконання завдань воєнного часу, ми прагнули стабілізувати ситуацію в економіці. У перші тижні війни у це складно було повірити, адже кризові хвилі накочувалися одна за одною.

Економіка України продовжує повноцінно працювати, попри масштабні руйнування. Головне, що бізнес в Україні та світі вірить у перемогу і повоєнну відбудову.

Найголовнішим завданням економічної політики стане *інтеграція* ветеранів у трудове життя. Ми працюватимемо над тим, щоб ветерани мали усі можливості для гідного життя – відкрити свою справу, знайти роботу чи опанувати новий фах.

Безпосередньо пов'язане з цим завдання – трудова реформа, яка передбачає модернізацію трудового законодавства із урахуванням сучасних потреб працівників і роботодавців, але перш за все – створення ефективної інспекції праці.

Щодо плану відновлення економіки зазначено, прозорість публічних даних, перезапуск антикорупційних офісів, реформування правоохоронних органів, впровадження законодавства про корпоративне управління та синхронізацію антимонопольних практик з ЄС.

Найбільше фінансування виділено на відбудову житла та інфраструктури, і це природньо, адже масштаби руйнації житлових масивів вражають. Також великими є витрати на забезпечення енергетичної незалежності та переходу до «зеленої економіки». Адже Україна практично

повністю залежить від іноземних держав та компаній, імпортуючи основні види палива – природний газ, нафту, а останнім часом і вугілля. Більше того, близько 85 % вуглеводнів Україна закуповувала в росії, або ж транспортувала через російську територію. Тому енергетична незалежність, особливо від росії, є не менш важливою для України, а ніж незалежність територіальна. Ну і ще однією найбільш витратною статтею є розширення та інтеграція логістики з ЄС [3].

Щодо репарацій з росії, як ще одного джерела для відновлення після війни, то наразі кілька країн розглядають можливість використання заморожених російських активів для покриття збитків від агресії. Сюди входить і ЄС, який заморозив понад 300 мільярдів доларів активів, що належать Центральному банку Росії, і ще 30 мільярдів доларів, пов'язаних з олігархами, тісно пов'язаними путіним [4]. Спільна система, яка гарантувала б ефективне використання цих коштів, не лише компенсувала б втрати України, але й могла б допомогти реструктурувати українську економіку після війни.

Таким чином, завдяки правильному плануванню Україна може змінити фокус, перетворивши недоліки на можливості. Наші політики повинні наголошувати на зростанні продуктивності праці – і використовувати наслідки війни як один із шансів модернізувати економіку та державний апарат, підвищення енергоємності економіки та використання досягнень інформаційних технологій для покращення державних послуг. Основна мета налаштування полягає в тому, щоб за короткий проміжок часу досягти всіх структурних змін, через які інші європейські країни проходили роками.

Література

1. Себастіан Галіані. Як війна в Україні змінює економічний і бізнесовий ландшафти країн, регіонів та світу. https://forbes.ua/money/velika-ekonomichna-perebudova-25082023-15642 (дата звернення 05.07.2024)

2. Свириденко Юлія. Українська економіка пережила найважчий рік за часи Незалежності: як ми вистояли та що далі. / Економічна правда. 30 грудня 2022 року https://www.epravda.com.ua/columns/2022/12/30/695585/ (дата звернення 05.07.2024)

3. Булик О.Б. Стратегія відновлення економіки України після війни // Економіка та суспільство. Випуск #48/2023 https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-51 (дата звернення 05.07.2024)

4. Reconstruction of Ukraine: how will politicians shape the country after the war? URL: https://www.economicsobservatory.com/rebuilding-ukraine-how-will-policy-makers-shape-the-country-after-the-war (дата звернення: 04.07.2024).

PROBLEMS OF THE ECONOMIC GROWTH OF THE COUNTRY UNDER THE CONDITIONS OF THE MARTIAL STATE

Khmarska I.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding: Mykolaiv, UA

Annotation. The issue of recovery and modernization of Ukraine in the post-war period has been studied and determined. The main aspects of the consequences of the war in Ukraine are defined. The main tasks of support from the state in the conditions of martial law have been formed.

Key words: economy, state budget, consequences of the war, economy support strategy, funds.

УДК 656.7

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ У СУДОВО-БУХГАЛТЕРСЬКІЙ ЕКСПЕРТИЗІ

Баланенко О.Г.
старший викладач кафедри обліку і економічного аналізу
Погорєлова О.В.
професор, к.е.н.зав. кафедри обліку і економічного аналізу
Шаповалов Ю.О.
к.т.н., доцент кафедри ЕСЕУ та ТЕ
Національного університету кораблебудкування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
balanenkoelena@i.ua

Анотація. Розглянуто особливості судово-бухгалтерської експертизи. Проаналізовано основні методи та методичні прийоми судово-бухгалтерської експертизи. Визначено їх вплив на чітке та наочне відображення результатів експертизи.

Ключові слова: судово-бухгалтерська експертиза, облік, методи дослідження, системний підхід, фінансовий конфлікт.

Сучасне суспільство стикається з різноманітними викликами у сфері фінансів та бухгалтерського обліку, які часто вимагають втручання правової системи для врегулювання конфліктів та встановлення справедливості. У цьому контексті судово-бухгалтерська експертиза відіграє ключову роль, надаючи об’єктивні та кваліфіковані висновки щодо фінансових аспектів судових справ.

Судово-бухгалтерська експертиза – це складний процес, що передбачає використання різноманітних методів дослідження для аналізу фінансових даних та виявлення можливих недоліків чи злочинних дій [1]. Дослідження у цій області вимагає від експертів спеціалізованих знань та навичок, а також ретельного застосування наукових методів.

Методи судово-бухгалтерської експертизи включають в себе загальнонаукові і конкретно-наукові методичні прийоми і способи вивчення об’єктів дослідження [2]. Вибір методів експертного дослідження процесуальне законодавство залишає на розсуд експерта-бухгалтера, який при цьому враховує об’єктивні, суб’єктивні умови виробництва дослідження, специфіку виду економічної діяльності, поставлені на дозвіл питання, повноту представлених матеріалів і ін.

Виділяють загальнонаукові та власне наукові методи дослідження (Рисунок 1) [3, 4].

Загальнонаукові методи є сукупністю принципів і категорій матеріалістичної діалектики та загальнонаукової теорії пізнання. Вони базуються на використанні таких прийомів, як аналіз і синтез, індукція і дедукція, абстрагування і конкретизація, аналогія, моделювання, системний і функціонально-вартісний аналіз.

Рисунок 1. Схема методів та методичних прийомів судово-бухгалтерської експертизи

Власне наукові методи дослідження розроблені на основі досягнень економічних і юридичних наук, досвіду слідчої, контрольно-ревізійної і судово-експертної практики. До них належать такі прийоми: розрахунково-аналітичні, документальні, органолептичні, узагальнення, оцінювання та реалізація результатів експертизи.

Слідча і судова практики як докази в кримінальній справі використовують не всі матеріали економічного аналізу, а лише ті з них, які, виявляючи негативне відхилення, не мають задовільних економічних пояснень, але логічно розкривають свій зв'язок з розслідуваними злочинами.

Проте виявлення в ході економічного аналізу негативних тенденцій і відхилень від нормативного перебігу виробничих процесів за нормами самі по собі не є порушенням законодавства, а лише вказують напрямок проведення більш докладного подальшого дослідження. Докази ж скоєння протиправних дій у сфері економіки встановлюються документальними і органолептичними прийомами судово-бухгалтерської експертизи.

Методичні прийоми узагальнення, оцінювання і реалізації результатів експертного дослідження включають класифікацію і групування правопорушень за їхньою економічною однорідністю та хронологічною послідовністю, аналітичну систематизацію даних експертизи способом оформлення таблиць, складання експертного висновку і передачу його правоохоронним органам, оцінку його слідчим і судом, допит експерта і розробку на підставі експертних висновків профілактичних заходів, спрямованих на зміцнення законності і правопорядку [5].

Усі перераховані прийоми дослідження у судово-бухгалтерській експертизі сприяють наданню системного підходу та формулюванню об'єктивних висновків щодо кожного аспекту справи. Їх застосування дозволяє зробити чітке та наочне відображення результатів експертизи, що є ключовим для забезпечення справедливості та вирішення фінансових конфліктів у судовій практиці.

Крім того, ці методи дозволяють сформулювати рекомендації щодо профілактики правопорушень у майбутньому. Шляхом аналізу та виявлення потенційних ризиків та недоліків у фінансовій діяльності підприємств або осіб, експерти можуть розробити ефективні стратегії запобігання можливим правопорушенням та забезпечення фінансової дисципліни. Таким чином, методи судово-бухгалтерської експертизи відіграють важливу роль не лише у вирішенні конкретних справ, а й у запобіганні майбутніх фінансових порушень.

Література

1. Теоретичні основи судово-бухгалтерської експертизи. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%A7%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C/page3.html

2. Предмет, об'єкти, методи та організація судово-бухгалтерської експертизи. URL: https://arm.naiau.kiev.ua/books/sud_buh/files/Tema_17.pdf

3. Предмет, об'єкт та методи судово-економічної експертизи. URL: http://moodle.nati.org.ua/pluginfile.php/30182/mod_resource/content/1/%D0%9B%203.pdf

4. Методи і методика судово-бухгалтерської експертизи. URL: https://stud.com.ua/59893/audit_ta_buhoblik/metodichni_osnovi_sudovo_buhgalterskoyi_ekspertizi

5. Методичне забезпечення судово-бухгалтерської експертизи. URL: https://magazine.faaf.org.ua/metodichne-zabezpechennya-sudovo-buhgalterskoi-ekspertizi.html

RESEARCH METHODS IN FORENSIC ACCOUNTING EXAMINATION

Balanenko O.G.

Senior teacher of the department of accounting and economic analysis

Pogorelova O.V.

Professor, Candidate of Economic Sciences, Head department of accounting and economic analysis

Shapovalov.Y.O.

Ph.D., associate professor of the Operation of ship power plants and thermal power engineering department

National Shipbuilding University named after admiral Makarov

Mykolaiv, Ukraine

Annotation. Peculiarities of forensic accounting examination are considered. The main methods and methodical techniques of forensic accounting expertise are analyzed. Their influence on the clear and visual display of examination results is determined.

Keywords: forensic accounting, accounting, research methods, systematic approach, financial conflict.

УДК 332:65

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЛОГІСТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РЕГІОНУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Мігай Н.Б.
кандидат економічних наук
доцент кафедри економіки, обліку і підприємництва
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
nataliamihai@ukr.net

Анотація. В роботі здійснено оцінку розвитку логістичного потенціалу регіону та його складових. Розглянуто ключові елементи логістичного потенціалу, які вказують на важливість та наявність цих складових для оптимізації логістичних процесів на регіональному рівні. Окреслено основні проблеми, які виникли у розвитку та функціонуванні логістичного потенціалу в умовах війни.

Ключові слова. Логістичний потенціал, індекс ефективності логістики, складові логістичного потенціалу

Логістичний потенціал є важливим фактором розвитку регіону, адже формує можливості ефективної організації логістичних ланцюгів. Наявність інфраструктури, розвинених транспортних мереж логістичних центрів, складів та інших елементів, які сприяють швидкій, ефективній та результативній логістиці забезпечує розвиток багатьох супутніх галузей.

Наявність та якість транспортної інфраструктури є ключовим аспектом логістичного потенціалу. Добре розвинена автомобільна, залізнична, морська або повітряна інфраструктура, наявність кваліфікованої робочої сили, високорозвинені телекомунікаційні системи, цифрові технології та інноваційні методи управління логістикою в сукупності забезпечують швидкий доступ до ринків та джерел сировини. До того ж, ефективне розташування логістичних центрів і складів забезпечує оптимізацію зберігання, транспортування та розподілу товарів на рівні регіону.

Метою роботи є оцінка та виявлення проблем розвитку логістичного потенціалу Миколаївської області

Процеси формування нового змісту комунікації між сторонами логістичного процесу на різних рівнях економіки за допомогою інноваційних рішень та цифрових технологій вимагають постійного перегляду, вдосконалення категорії та її складових. Також, від формування та використання логістичного потенціалу залежить не тільки зростання показників розвитку регіону, а й посилення позицій нашої країни у світовому рейтингу [1]. На жаль, роки війни наклали свій відбиток на стан і можливості розвитку країни та змусили знизитися в рейтингах за багатьма позиціями в тому числі і в логістиці.

У цьому контексті Світовий банк має комплексний аналітичний інструмент для дослідження розвитку логістики у світі – Індекс ефективності логістики (Logistics Performance Index, LPI) – це інтерактивний інструмент порівняльного аналізу логістичних профілів країн,

який допомагає країнам зіставити виклики та можливості, з якими вони стикаються у сфері торговельної логістики, і визначити шляхи підвищення ефективності у логістичній діяльності. базується на всесвітньому опитуванні операторів на місцях (глобальних експедиторів та експресперевізників) та кількісних даних щодо ефективності ключових складових логістичного ланцюга» [2].

Таблиця 1 – Індекс ефективності логістики України у 2018–2023 роках

Роки	LPI	Рейтингова позиція України
2014	2,98	61
2016	2,74	80
2018	2,83	66
2023	2,70	79

Якщо розглядати LPI за структурою, то найнижчий рівень ефективності в українській мережі ланцюгів поставок мають митниця (значення індексу 2,40, місце в рейтингу 90) та інфраструктура (значення індексу 2,40, місце в рейтингу 89). Що стосується митниці, то така ситуація є цілком об'єктивною, адже, як у довоєнний період, так і після повномасштабного вторгнення РФ, держава не змогла підвищити ефективність роботи митних органів та пунктів пропуску, що послабило не лише логістику, а й безпеку держави, зважаючи на значний рівень контрабанди товарів та низьку пропускну спроможність пунктів пропуску на в'їзд в Україну [3].

Логістична інфраструктура як сукупність інфраструктур, що забезпечують логістичну діяльність (автомобільна, морська, авіаційна, залізнична, трубопровідна, інформаційна, складська) значно постраждала через військові дії і не здатна функціонувати на повну потужність.

Війна також внесла свої корективи в стан логістичного потенціалу Миколаївської області. На початку повномасштабного вторгнення росії область, особливо її південна частина опинилась в епіцентрі бойових дій. Значних втрат нанесено стану та потужностям транспортного потенціалу. Зокрема, було зруйновано термінали та заблоковано роботу морських портів «Херсон», ДП «Миколаївський морський порт», Морський порт «Ольвія», ТОВ «Порт Очаків», ДП «Миколаївський річковий порт», а також ТОВ «Миколаївський спеціалізований порт «НІКА-ТЕРА». За оцінками фахівців 212,7 млрд. грн необхідно для відновлення транспортної інфраструктури по всій країні та в Миколаївській області. Ці кошти будуть спрямовані на реалізацію першочергових заходів: відновлення ключових об'єктів транспортної інфраструктури, розвиток залізниць, автомобільних доріг та внутрішніх водних шляхів для створення пасажирської та вантажної логістики, відновлення експорту та забезпечення глобальної продовольчої безпеки.

Географічне розташування транспортного вузла Миколаївської області на шляху транспортування вантажів із заходу на схід обумовлює його роль, як інтермодального центру з економічно вигідними схемами пересування вантажних потоків.

До повномасштабного вторгнення в м. Миколаєві планували створити індустріальний парк, який мав стати потужною платформою для сортування та розподілу товарів і посилок в Україні та Європі. Індустріальний парк створив би логістичний кластер, до якого мали увійти розподільчі центри, поштові компанії та глобальні постачальники логістичних послуг

(наприклад, Alibaba Group, Amazon, EBay) [4]. Це дозволило б задовольнити товарні потреби не лише пересічних громадян, а й великих компаній різних галузей. Однак війна змусила відкласти ці проекти на невизначений термін. Крім того, багато складів та об'єктів було перенесено в безпечніші регіони, переважно на Захід України.

Під час війни сектор логістики зіткнувся зі значною нестачею кадрів, оскільки більшість чоловіків пішли захищати країну або були змушені переїхати в безпечніші райони. У логістичному секторі відчувається нестача професіоналів. Особливо це стосується вищого керівництва компаній, де не застосовуються новітні технології управління транспортно-логістичними процесами, гнучкий менеджмент та методи діджиталізації.

Інформаційний потенціал логістики характеризується наявністю ефективних IT-систем (штучний інтелект, кібербезпека, геоінформаційна інфраструктура, хмарні сервіси тощо), які впорядковують транспортні сполучення, знижують транзакційні витрати та зменшують негативний вплив на екосистему. Тенденції розвитку цифрових можливостей у регіональній логістиці проявляються в автоматизації складських процесів та операційних систем, електронному документообігу, виставленні рахунків клієнтам та перевізникам.

До проблем комплексного впровадження цифрових технологій у логістичну систему Миколаївської області можна віднести: недостатню координацію процесів комп'ютеризації та впровадження нових технологій у різних підрозділах, відділах та територіальних підрозділах управління логістичними процесами. Наразі приймаються програми, плани та проекти, які так чи інакше пов'язані з процесами інформатизації. Різні регіональні та місцеві цільові програми мають розділи, пов'язані з комп'ютеризацією або автоматизованими адміністративними системами чи системами обробки даних. Відсутність координації призводить до слабкої інтеграції існуючих систем управління логістикою в систему цифровізації, проблем з кібербезпекою та захистом цифрових даних, а також соціальної та територіальної нерівності в доступі до інформаційно-комунікаційних технологій.

Таким чином, логістичний потенціал регіону має важливе значення для розвитку його економіки та бізнесу. Він визначає можливості та ресурси, які можуть бути використані для ефективного управління та оптимізації логістичних процесів. Логістичний потенціал регіону включає наявність та якість інфраструктури, транспортних мереж, складів, технологічного обладнання, а також наявність кваліфікованої робочої сили та здатність до інновацій та цифровізації. Підвищення ефективності та розвиток логістичного потенціалу регіону сприятимуть вдосконаленню логістичних процесів як на мезо- так і макрорівні, а це матиме вирішальне значення для покращення динаміки експорту та імпорту країни.

Література

[1] Мігай Н.Б. Логістичний потенціал як рушійна сила інноваційного розвитку регіону. *Економіка та суспільство*. 2022. № 36. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1131

[2] Logistics Performance Index. The World Bank. URL: https://lpi.worldbank.org/international/global.

[3] Малюта Л., Рудан В., Балушевський К. Проблеми та перспективи розвитку транспортної логістики України в умовах воєнного стану. *Економічний аналіз*. 2023. № 3 (33). С. 153–164.

[4] Миколаїв може стати новим логістичним хабом країни. URL: https://news.pn/uk/messages/264015

[5] Когут М.В., Гринкевич С.С., Хилюк В.В. Поняття та значення логістичного потенціалу як чинника розвитку регіону. *Економіка та управління національним господарством*. 2023. № 2 (89). С. 16–22.

[6] Мороз С., Левченко С. Логістична галузь України: економічне значення галузі, втрати та перспективи розвитку в умовах війни. *Development service industry management*, 2023. № 3, С. 75–82. URL: https://doi.org/10.31891/dsim-2023-3 (11)

PROBLEMS OF DEVELOPING THE REGION'S LOGISTICS POTENTIAL UNDER MARTIAL LAW

Natalia Mihai

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The paper assesses the development of the region's logistics potential and its components. The key elements of the logistics potential are considered, which indicate the importance and availability of these components for optimizing logistics processes at the regional level. The main problems that have arisen in the development and functioning of the logistics potential in wartime are outlined.

Keywords. logistics potential, logistics efficiency index, components of logistics potential

УДК 005.33

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОРПОРАТИВНОГО НАВЧАННЯ ТА РОЗВИТКУ

Рогов В.Г.

кандидат економічних наук, доцент

доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки

Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

viacheslav1988rogov@gmail.com

Анотація. Розглянуто питання оцінки ефективності корпоративного навчання та розвитку в контексті досягнення стратегічних цілей підприємства. Проведено аналіз підходів до оцінювання ефективності навчання та розвитку: класичної моделі Кіркпатрика, моделі Філіпса, CIPP, CIRO, SCM та LTEM. Висвітлено основні виклики та обмеження кожної моделі, доведено необхідність комплексного підходу до оцінювання ефективності навчання та розвитку.

Ключові слова: навчання, розвиток, ефективність, оцінка, управління, інтелектуальний капітал.

Оцінювання ефективності корпоративного навчання та розвитку (Learning & Development, L&D) є важливим завданням, що дозволяє визначити, наскільки інвестиції в L&D сприяють досягненню стратегічних цілей підприємства.

Поширеним підходом до оцінювання ефективності L&D є модель Кіркпатрика, що містить чотири рівні: реакція, навчання, поведінка та бізнес-результати. На першому рівні HR-підрозділ оцінює, як учасники реагують на навчання: чи справили на них позитивні враження навчальні програми, матеріали та викладачі. Другий рівень передбачає визначення ефективності засвоєння нових знань та навичок з боку учасників L&D. Третій рівень дає змогу визначити, чи змінилася поведінка співробітників у результаті отриманих знань та навичок, а четвертий – оцінити вплив L&D на бізнес-показники. Зазначена модель є порівняно простою, проте містить низку суттєвих недоліків.

По-перше, модель Кіркпатрика передбачає, що рівні оцінювання є послідовними, але не пропонує зворотного зв'язку між ними. Це означає, що проблеми на одному рівні можуть не бути поміченими на інших рівнях, що призводить до недооцінки або переоцінки загальної ефективності навчання.

По-друге, вимірювання результатів може бути складним завданням. Наприклад, на останньому (четвертому) рівні здійснюється аналіз бізнес-результатів, як-от збільшення продуктивності або зростання прибутку. Однак, у реальності важко пов'язати ці результати безпосередньо з процесом L&D, оскільки на них можуть впливати численні інші фактори. Недарма, як демонструє практика, оцінка за моделлю Кіркпатрика часто здійснюється лише на перших двох рівнях [1].

По-третє, модель Кіркпатрика фокусується на короткострокових оцінках, особливо на перших двох рівнях. Він не забезпечує адекватного інструментарію для оцінки довгострокового впливу навчання на розвиток кар'єри або діяльність підприємства.

Окрім того, модель містить виключно якісні показники, а оцінка реакції учасників L&D часто базується на їхніх суб'єктивних враженнях, що іноді не відображає реальної ефективності навчання. Наприклад, працівники можуть позитивно оцінити програму, навіть якщо вони не здобули нових знань або навичок.

Удосконаленим підходом є модель Філіпса, яка додає п'ятий рівень до моделі Кіркпатріка – розрахунок рентабельності інвестицій (Return on Investment, ROI) у L&D. Показник ROI дає змогу визначити, чи перевищують економічні вигоди від навчання витрати на його проведення.

Модель CIPP (Context, Input, Process, Product) дозволяє оцінювати не тільки кінцеві результати навчання та розвитку, але й увесь процес його розробки та реалізації. Перший елемент моделі CIPP – Контекст – зосереджується на аналізі потреб та умов, у яких проводиться навчання. На цьому етапі оцінюються зовнішні фактори, які можуть вплинути на процес L&D, а також визначаються його цілі та завдання.

Другий компонент моделі CIPP – Ресурси – стосується оцінки ресурсів, які використовуються для реалізації програми навчання, та передбачає аналіз якості та кількості наявних матеріальних, фінансових та людських ресурсів, які виділяються на навчання.

На третьому етапі CIPP (Процес) аналізуються методи, що використовувалися під час L&D, а також організаційні аспекти, такі як планування, управління та контроль за виконанням програми. Оцінка Процесу дозволяє визначити, чи були всі етапи навчання

реалізовані ефективно, та виявити перешкоди, які виникли під час реалізації навчальних програм. Результати цього етапу використовуються для подальшого вдосконалення процесу L&D.

Останній елемент моделі CIPP – Продукт – зосереджується на оцінці кінцевих результатів L&D та його впливу на організацію. На цьому етапі аналізуються як короткострокові, так і довгострокові результати навчання, зокрема зміна знань, навичок та поведінки працівників, а також їхній вплив на загальну продуктивність організації.

Модель CIRO М. Берда (Context, Input, Reaction, Outcome) схожа на модель CIPP, проте більш зосереджена на практичних аспектах. Перший етап моделі – Контекст – передбачає глибокий аналіз зовнішніх та внутрішніх чинників, що впливають на L&D. На другому етапі – Ресурси – відбувається оцінювання підготовки та планування L&D. На третьому етапі (Реакція) HR-підрозділ аналізує реакцію на навчання його учасників, а на четвертому (Результат) оцінює як короткострокові, так і довгострокові результати L&D.

Метод SCM (Success Case Method) фокусується на вивченні успішних випадків застосування нових знань, навичок та компетенцій на практиці. Цей метод має на меті виявити фактори, що сприяють досягненню позитивних результатів L&D, для подальшого вдосконалення програм навчання.

Метод LTEM (Learning Transfer Evaluation Model) була розроблена для подолання недоліків традиційних методів оцінки навчання, зосереджуючись на тому, як навчання перетворюється на практичні результати на робочому місці, що підвищує ефективність роботи і досягнення бізнес-цілей. Відповідно до моделі, на рівні 0 визначається, чи відбулося навчання насправді, чи забезпечено учасникам доступ до L&D. На рівні 1 (Взаємодія) оцінюється взаємодія учасників з навчальним матеріалом, рівень їх залучення і участі в навчальному процесі. Рівень 2 (Відповідність) передбачає оцінку відповідності навчання стандартам або вимогам, перевірку того, чи були засвоєні учасниками базові знання та навички, необхідні для роботи. На рівні 3 (Ретенція знань) HR-підрозділ оцінює, наскільки добре учасники запам’ятали отриману інформацію, а на четвертому – визначає, чи змогли учасники застосувати отримані знання та навички в реальних умовах роботи. Рівень 5 (Продуктивність) спрямований на визначення, наскільки отримані знання та навички впливають на продуктивність роботи учасників L&D. На шостому рівні (Зміни в поведінці) оцінюється, чи призвело навчання до зміни поведінки учасників на робочому місці, а на сьомому (Результати для організації) – оцінюється, як зміни в поведінці впливають на кінцеві результати, зокрема підвищення продуктивності, зниження витрат, покращення якості послуг тощо.

Модель LTEM також має певні обмеження. Наприклад, процес оцінки за всіма рівнями може бути досить тривалим і потребує значних ресурсів. Окрім того, вимірювання результатів на більш високих рівнях (зміни в поведінці та результати для підприємства) може бути складним і вимагати додаткових інструментів та методів.

Висновок. Оцінювання ефективності корпоративного навчання та розвитку є важливим аспектом управління людськими ресурсами, що дозволяє визначити внесок L&D у досягнення стратегічних цілей підприємства. З цією метою часто використовується класична модель Кіркпатрика, проте вона має низку недоліків. Альтернативні моделі, зокрема модель Філіпса, CIPP, CIRO, SCM та LTEM, пропонують більш комплексний та гнучкий підхід до оцінювання,

враховуючи як економічні показники, так і контекст, процеси та довгострокові наслідки L&D. Для ефективного оцінювання L&D доцільно поєднувати декілька моделей, адаптуючи їх до потреб і реалій конкретного бізнесу, що сприяє досягненню стратегічних цілей підприємства.

Література

[1] https://novarobota.ua/ua/articles-jobseeker/novaya-model-kirkpatrika-ili-kak-izmerit-effektivnost-obucheniya-445

METHODS FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF CORPORATE LEARNING AND DEVELOPMENT

Viacheslav Rogov

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Intelligent Digital Economy Department Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The study examines the issue of evaluating the effectiveness of corporate learning and development in the context of achieving strategic business goals. Various approaches to assessing the effectiveness of learning and development are analysed, including the classic Kirkpatrick model, Phillips model, CIPP, CIRO, SCM and LTEM. The main challenges and limitations of each model are highlighted, proving the necessity of a comprehensive approach to evaluating the effectiveness of learning and development.

Key words: learning, development, effectiveness, evaluation, management, intellectual capital

УДК 005.33

ВПЛИВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ НА ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВ МОРЕГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ

Рогов В.Г.

кандидат економічних наук, доцент

доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки

Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

viacheslav1988rogov@gmail.com

Анотація. Досліджено вплив інтелектуального капіталу на інноваційний розвиток підприємств морегосподарського комплексу. Проведено аналіз основних складових інтелектуального капіталу та їхнього внеску в досягнення конкурентних переваг і забезпечення сталого розвитку підприємств. Встановлено, що взаємодія між різними компонентами інтелектуального капіталу створює умови для розробки та впровадження інноваційних рішень, що підвищує конкурентоспроможність підприємств морегосподарського комплексу в умовах глобалізації та цифрової трансформації.

Ключові слова: морегосподарський комплекс, підприємство, розвиток, інновації, інтелектуальний капітал

Інтелектуальний капітал є провідною рушійною силою розвитку сучасних підприємств, особливо в такій стратегічно важливій структурі, як морегосподарський комплекс. Уміння ефективно управляти інтелектуальними ресурсами безпосередньо впливає на здатність підприємств до інноваційного розвитку, їх конкурентоспроможність на світовому ринку та стійкість до викликів, що виникають у глобалізованому середовищі.

Основною складовою інтелектуального капіталу є людський капітал. У морегосподарському комплексі, де технології швидко розвиваються, і зростає потреба в нових підходах до управління та технічного обслуговування, кваліфіковані людські ресурси стають вирішальним фактором успіху. Корпоративне навчання та розвиток (L&D), обмін знаннями та залучення талановитих фахівців є необхідними умовами для підтримки інноваційної діяльності підприємств. Високий рівень компетенцій працівників сприяє швидкому впровадженню новітніх технологій та оптимізації операційних процесів.

Організаційний капітал, який об’єднує структуру управління, корпоративну культуру та внутрішні комунікації, також має значний вплив на інноваційний розвиток. Підприємства морегосподарського комплексу, які успішно інтегрують інновації у свою діяльність, мають ефективні організаційні структури, що сприяють гнучкості та швидкому прийняттю рішень. Це дозволяє швидко адаптуватися до змін у ринковому середовищі, ефективно використовувати нові можливості та мінімізувати ризики.

Ще однією складовою інтелектуального капіталу є клієнтський капітал, що являє собою сукупність відносин, які підприємство має зі своїми клієнтами, зокрема лояльність клієнтів, їх задоволеність, сприйняття бренду, а також дані та знання, які підприємство накопичує про своїх клієнтів. Клієнтський капітал забезпечує міцні та довготривалі відносини з клієнтами, що є основою для стабільного розвитку підприємства. Окрім того, знання потреб і очікувань клієнтів дозволяє підприємствам розробляти інноваційні продукти та послуги, які краще відповідають ринковому попиту.

З розвитком цифрових технологій значення клієнтського капіталу зростає, оскільки підприємства мають змогу збирати та аналізувати великі обсяги даних про своїх клієнтів, створюючи більш персоналізовані пропозиції та вдосконалюючи клієнтський досвід. Цифрові платформи, CRM-системи та аналітика великих даних дозволяють підприємствам морегосподарського комплексу ефективніше взаємодіяти з клієнтами, підвищувати рівень їхньої задоволеності та оптимізувати процеси продажу та обслуговування.

Інформаційно-технологічний капітал, концепцію якого запропонував О. О. Левіт [1], є важливим доповненням до традиційних складових інтелектуального капіталу, таких як людський, організаційний та клієнтський капітал. Цей тип капіталу охоплює знання, компетенції та дані, що пов’язані з інформаційними системами та технологіями (IT), які використовуються підприємством для управління, прийняття рішень та впровадження інновацій.

Інформаційно-технологічний капітал можна визначити як сукупність інструментів, методів, програмного забезпечення та даних, які забезпечують підприємствам можливість ефективно використовувати інформаційні технології для досягнення своїх стратегічних цілей.

Інформаційно-технологічний капітал забезпечує підприємствам морегосподарського комплексу можливість автоматизації рутинних процесів, оптимізації логістики, моніторингу стану суден та інших ключових активів у режимі реального часу. Використання сучасних

інформаційних систем дозволяє знизити витрати, мінімізувати людський фактор та підвищити загальну ефективність роботи підприємства.

Завдяки сучасним аналітичним інструментам та системам управління даними, підприємства мають змогу краще аналізувати ринкові тенденції, прогнозувати попит, ідентифікувати ризики та приймати обґрунтовані рішення. Це сприяє зниженню невизначеності та дозволяє підприємствам оперативно реагувати на зміни в ринковому середовищі.

Інформаційно-технологічний капітал відкриває можливості для розробки нових продуктів та послуг, як-от інтелектуальні логістичні рішення, системи управління флотом на основі штучного інтелекту, автономні судна та інші технологічні новинки. Використання сучасних ІТ-рішень дозволяє підприємствам адаптувати свої пропозиції до вимог сучасного ринку.

В умовах зростання кіберзагроз для морського транспорту, інформаційно-технологічний капітал відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки даних та систем. Впровадження надійних систем кібербезпеки та протоколів захисту інформації є необхідним для збереження довіри клієнтів та партнерів, а також для захисту критично важливої інфраструктури.

Окрім того, за допомогою інформаційно-технологічного капіталу підприємства мають змогу впроваджувати рішення для зниження екологічного впливу, як-от оптимізація витрат палива, зменшення викидів вуглекислого газу та управління екологічними ризиками. Це стає вагомим фактором для забезпечення відповідності сучасним екологічним стандартам та підвищення корпоративної відповідальності.

Таким чином, інформаційно-технологічний капітал відіграє вирішальну роль у інноваційному розвитку підприємств морегосподарського комплексу. Він не лише сприяє підвищенню ефективності та безпеки, але й забезпечує можливість адаптації до вимог сучасного ринку та підтримки сталого розвитку. У поєднанні з іншими складовими інтелектуального капіталу, інформаційно-технологічний капітал є важливим інструментом для створення конкурентних переваг та забезпечення довгострокового успіху підприємств у глобальному середовищі.

Взаємодія між цими компонентами інтелектуального капіталу визначає здатність підприємств до інновацій. Чим більше підприємство інвестує в розвиток свого людського та організаційного капіталу, тим ефективніше воно зможе використовувати свій інформаційно-технологічний капітал для створення інноваційних рішень. Це, зі свого боку, забезпечує стабільне зростання, підвищує конкурентоспроможність та сприяє виходу на нові ринки.

Висновок. Інтелектуальний капітал є важливим фактором для інноваційного розвитку підприємств морегосподарського комплексу. Ефективне управління інтелектуальними ресурсами дозволяє підприємствам морегосподарського комплексу залишатися конкурентоспроможними в умовах швидкозмінюваного ринку, забезпечувати сталий розвиток та успішно впроваджувати нові технології.

Інтелектуальний капітал впливає на інноваційний розвиток не тільки на рівні окремих підприємств, але й на рівні всього морегосподарського комплексу. Колективні знання та інноваційні здобутки окремих підприємств є основою для розвитку морегосподарського комплексу загалом, завдяки синергетичному ефекту.

Література

[1] Левіт О.О. Структура інтелектуального капіталу сучасних інжинірингових сервісів. Наукові праці Міжрегіональної академії управління персоналом. Економічні науки. № 2 (74), 2024. С. 53–59.

THE IMPACT OF INTELLECTUAL CAPITAL ON THE INNOVATIVE DEVELOPMENT OF MARITIME SECTOR ENTERPRISES

Viacheslav Rogov

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Intelligent Digital Economy Department Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The impact of intellectual capital on the innovative development of maritime industry enterprises has been studied. An analysis of the main components of intellectual capital and their contribution to achieving competitive advantages and ensuring sustainable development of enterprises has been conducted. It has been established that the interaction between various components of intellectual capital creates conditions for the development and implementation of innovative solutions, enhancing the competitiveness of maritime complex enterprises in the context of globalization and digital transformation.

Keywords: maritime complex, enterprise, development, innovation, intellectual capital.

УДК 005.33

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ HR-ФУНКЦІЙ

Рогов В.Г.

кандидат економічних наук, доцент
доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки
Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
viacheslav1988rogov@gmail.com

Анотація. Проаналізовано вплив цифрових інструментів на оптимізацію управління людським капіталом. Досліджено впровадження систем управління людськими ресурсами та інформаційних систем управління персоналом для централізації та оптимізації HR-функцій. Визначено роль аналітики даних у сфері управління людськими ресурсами. Обґрунтовано необхідність стратегічного підходу до цифрової трансформацій HR-функцій.

Ключові слова: цифрова трансформація, людський капітал, великі дані, аналітика, аналіз продуктивності, навчання та розвиток, управління

Цифрова трансформація управління людськими ресурсами (HR) є складним і багатогранним процесом. Це явище не обмежується лише автоматизацією рутинних завдань, а охоплює глибокі зміни у підходах до управління талантами, взаємодії з працівниками, а також аналізу і використання даних для прийняття більш обґрунтованих економічних рішень.

Один з важливих аспектів цифрової трансформації HR полягає у впровадженні систем управління людськими ресурсами (Human resource management systems, HRMS), інформаційних систем управління персоналом (Human resource information systems, HRIS) та систем управління людським капіталом (Human capital management, HCM).

HRMS, HRIS та HCM та є системами, що підтримують різні аспекти управління людськими ресурсами. Між цими системами є певні відмінності:

– HRIS зазвичай зосереджені на технічному аспекті управління інформацією про працівників, як-от особисті дані, дані про працю, зарплату, відсутності, компенсації тощо;

– HRMS – це більш комплексна система, що охоплює широкий спектр функцій управління людськими ресурсами, включаючи рекрутинг, онбординг, моніторинг продуктивності, L&D, визначення компенсацій та винагород (бенефітів);

– HCM акцентує увагу на стратегічному управлінні людськими ресурсами, зокрема на розвитку потенціалу працівників і їх внеску у загальний успіх організації, охоплює всі аспекти HR, зокрема стратегічне планування людського капіталу, управління талантами, розвиток кар'єри, залучення і утримання співробітників, а також аналіз їхньої продуктивності. HCM спрямований на максимізацію цінності людського капіталу для організації [1].

Отже, HRMS фокусується на інтеграції і автоматизації різних HR-процесів, HCM охоплює стратегію і управління людським капіталом в контексті загальної організаційної стратегії, а HRIS орієнтований на технічну частину управління інформацією про працівників. Ці системи дозволяють централізовано зберігати і обробляти дані про співробітників, їхні навички, продуктивність, кар'єрні цілі та інші важливі показники.

Централізація даних у системах управління людськими ресурсами дозволяє підприємствам мати повну та актуальну інформацію про своїх співробітників та забезпечує більш ефективне управління людським капіталом. Окрім того, централізоване зберігання даних дозволяє уникнути дублювання інформації та знижує ризик помилок.

Значну роль у цифровій трансформації HR відіграє також використання аналітики даних. Завдяки аналізу великих обсягів даних (Big data) про співробітників, підприємства можуть отримувати актуальну інформацію про тенденції продуктивності, задоволеність працівників (Well-being), причини плинності кадрів тощо. Це дозволяє HR-підрозділам приймати більш обґрунтовані рішення, розробляти ефективні стратегії залучення і утримання талантів, а також вчасно виявляти і вирішувати потенційні проблеми.

Аналітика даних в HR забезпечує можливість детального аналізу продуктивності співробітників (Performance appraisal). Збір та аналіз даних про виконання завдань, дотримання термінів, досягнення цілей та інші показники продуктивності дозволяють виявляти як успішних працівників, так і тих, хто потребує додаткової підтримки або навчання. Це сприяє розвитку індивідуальних планів розвитку (Personal development plans, PDP), що можуть передбачати тренінги, коучинг або інші заходи, спрямовані на підвищення ефективності праці.

Задоволеність працівників є ще одним важливим аспектом, що можна оцінити за допомогою аналітики даних. Регулярні опитування, оцінка залученості працівників, аналіз відгуків і коментарів дозволяють HR-відділам отримувати цінну інформацію про рівень задоволеності співробітників. Ці дані можуть бути використані для розробки програм з покращення умов праці, створення мотиваційних схем, поліпшення комунікації всередині

колективу тощо. Підвищення задоволеності працівників сприяє зниженню рівня плинності кадрів і підвищенню загальної продуктивності.

Причини плинності кадрів є метрикою, яку також можна аналізувати за допомогою HR-аналітики. Виявлення основних причин, через які співробітники залишають підприємство, дозволяє розробляти ефективні стратегії утримання талантів. Це може включати перегляд політики компенсацій, поліпшення умов праці, надання можливостей для кар'єрного росту, розвитку навичок і компетенцій. Завдяки цьому компанії можуть створювати більш привабливі робочі умови, що сприяють утриманню кваліфікованих фахівців.

Окрім того, HR-аналітика дозволяє виявляти потенційні проблеми на ранніх етапах і вчасно вживати заходів для їх вирішення. Наприклад, аналіз даних може показати, що в певному відділі спостерігається зниження продуктивності або підвищення рівня стресу серед працівників. Це може бути сигналом для HR-відділу про необхідність додаткової підтримки цього відділу, проведення тренінгів з управління стресом або інших заходів, спрямованих на поліпшення робочої атмосфери.

Отже, використання аналітики даних у HR дозволяє підприємствам отримувати цінну інформацію про співробітників, приймати обґрунтовані рішення і розробляти ефективні стратегії управління людським капіталом.

Цифрова трансформація HR-функцій є комплексним процесом, який вимагає ретельного планування та стратегічного підходу, інакше може призвести до фрагментарних змін, що не зможуть повністю розкрити потенціал цифрових технологій для управління людським капіталом.

Передусім цифрова трансформація HR має бути тісно пов'язана з загальною стратегією компанії, що сприяє досягненню бізнес-цілей, як-от підвищення продуктивності, збільшення ефективності роботи, залучення та утримання талантів.

По-друге, цифрова трансформація вимагає змін не лише технологій, але й організаційної культури. Стратегічний підхід допомагає поступово впроваджувати ці зміни, забезпечуючи готовність співробітників сприймати нові методи роботи і використовувати нові інструменти, та дозволяє охопити різні аспекти HR-функцій, що забезпечує комплексність і послідовність змін.

Важливою складовою стратегічного підходу до цифрової трансформації є управління змінами, що передбачає комунікацію з працівниками, навчання, підтримку та контроль за впровадженням, що допомагає уникнути опору змінам і забезпечити їхнє успішне сприйняття.

Успішна цифрова трансформація HR потребує постійної оцінки ефективності нових систем і процесів, а також їхньої адаптації до змінних умов бізнесу. Стратегічний підхід передбачає розробку механізмів для регулярної оцінки результатів та внесення необхідних коректив.

Стратегічний підхід також дозволяє виявити потенційні ризики на ранніх етапах та розробити плани для їхньої мінімізації. Окрім того, стратегічний підхід орієнтований на довгостроковий період, враховуючи не лише поточні потреби підприємства, але й майбутні тенденції та виклики, що дозволяє побудувати гнучкі і адаптивні HR-функції.

Висновок. Цифрова трансформація HR сприяє підвищенню ефективності роботи підприємства, якості управління людським капіталом і створенню більш гнучких і адаптивних організаційних структур. Важливим аспектом цифрової трансформації є автоматизація

рутинних HR-процесів, що дозволяє звільнити час для виконання стратегічних завдань. Вагому роль у цифровій трансформації HR-функцій відіграє аналітика великих даних. Стратегічний підхід до цифрової трансформації HR-функцій дозволяє створити підґрунтя для впровадження інновацій, забезпечити їхнє ефективне використання і досягнення довгострокових цілей підприємства.

Література

[1] https://itechcraft.com/blog/hris-vs-hrms-vs-hcm-what-is-the-difference

DIGITAL TRANSFORMATION OF HR FUNCTIONS

Viacheslav Rogov

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Intelligent Digital Economy Department Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The impact of digital tools on the human capital management optimization is analysed. The study outlines the implementation of Human resource management systems and Human resource information systems to centralize and streamline HR functions. The role of data analytics in the field of human resource management is researched. The necessity of a strategic approach to the digital transformation of HR functions is substantiated.

Key words: digital transformation, human capital, big data, performance appraisal, learning and development, management

UDC 332.146.2 332.133.44

ADAPTIVE MANAGEMENT OF BUSINESS ENTITIES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF THE ECONOMY

Zhuvahina Iryna

Dean of the Faculty of Engineering and Economics
Pervomaisk Educational and Scientific Institute of
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine
Iryna.zhuvahina@nuos.edu.ua

Annotation. The advanced development of the world's economies requires a detailed study of the adaptive management of business entities in the economy digitalization. It includes ensuring the economic growth of countries and promoting the use of information and communication technologies in the digital economy. Digitalization of the world's economies is secured by implementing relevant legislation and making political decisions to implement state policy and strategy in the digital economy sector for effective adaptive management of business entities. The aim of the research is to establish the regularity of the impact of digitalization in the world's economies on the adaptive management of business entities. This can be achieved by conducting a regression analysis to reflect

the dependence of the influence of factors on the level of digitalization in 25 economies of the world according to the IMD digital competitiveness ranking. This is aimed at checking the features of the use of various digital technologies at the enterprise level for 2024.

Keywords: management, business, context, digitalization, competitiveness ranking, economy.

Research methods: method of synthesis of information; regression analysis; systematization, generalization. At the beginning of the XXI century humanity was swept by a wave of serious global changes. This stage is characterized by intensive development of digital technologies, revolution in the information space and acceleration of globalization and digitalization of the economy. The spread of digital technologies in life is one of the characteristic features of modern society, therefore, the transition to digitalization is one of the key priorities in the development of the world economy [1].

As the countries of the world intend to carry out a comprehensive digital transformation of the economy, it is necessary to modernize the digital infrastructure, introduce digital practices in all spheres of economy and governance, develop legislation in this area, as well as organize training in the transformation period. Modern society perceives the world through the prism of the spread of digitalization phenomena, namely the Internet, digital communications, software, ICT, etc. Changes in the socio-economic spheres around the world are enhanced by the growing role of ICT, development and implementation of innovations that have caused structural changes in the economies of all countries. Today, under the influence of digitalization, the success of a company is measured not by the size of its capital, long-term existence, but by the level of its flexibility to respond to these changes and adapt the business to the new environment. Achieving these goals in the context of increased competition between enterprises leads to an increase in the volume and complexity of production processes, analysis, planning, management, internal and external relations with suppliers, intermediaries, etc. There is a transformation of existing business models in the areas of production, communications, settlements, interaction with partners, promotion of goods and improvement of the company’s image [2].

Digital technologies are becoming a solid basis for all new technological solutions. The process of adapting to the conditions of digitalization becomes flexible and sustainable, preserving the integrity, culture of life philosophy within the value orientations of the state functioning. However, this is difficult to do, as adaptation to digitalization takes place in conditions that are atypical for enterprises, industries and public institutions, which differ significantly from previous reforms, including industrial revolutions, etc. The importance of the practical use of the research results lies in the further analysis of the impact of factors on the adaptive management of business entities in the digitalization of the economy, to facilitate the implementation of digital policy and the economy of states [3].

Including the whole range of measures – from mobilizing all available competitive factors, financial, labor and other resources to retraining personnel, etc. Thus, further determination of the influence of factors on the level of digitalization of the world’s economies will contribute to the formation and implementation of effective policies that will increase the adaptive management of business entities in digitalization of the economy. In this article, having studied the adaptive management of business entities in the digitalization of the economy, it was found that digitalization serves an important purpose, namely the formation of economic and social benefits for societies and communities [4].

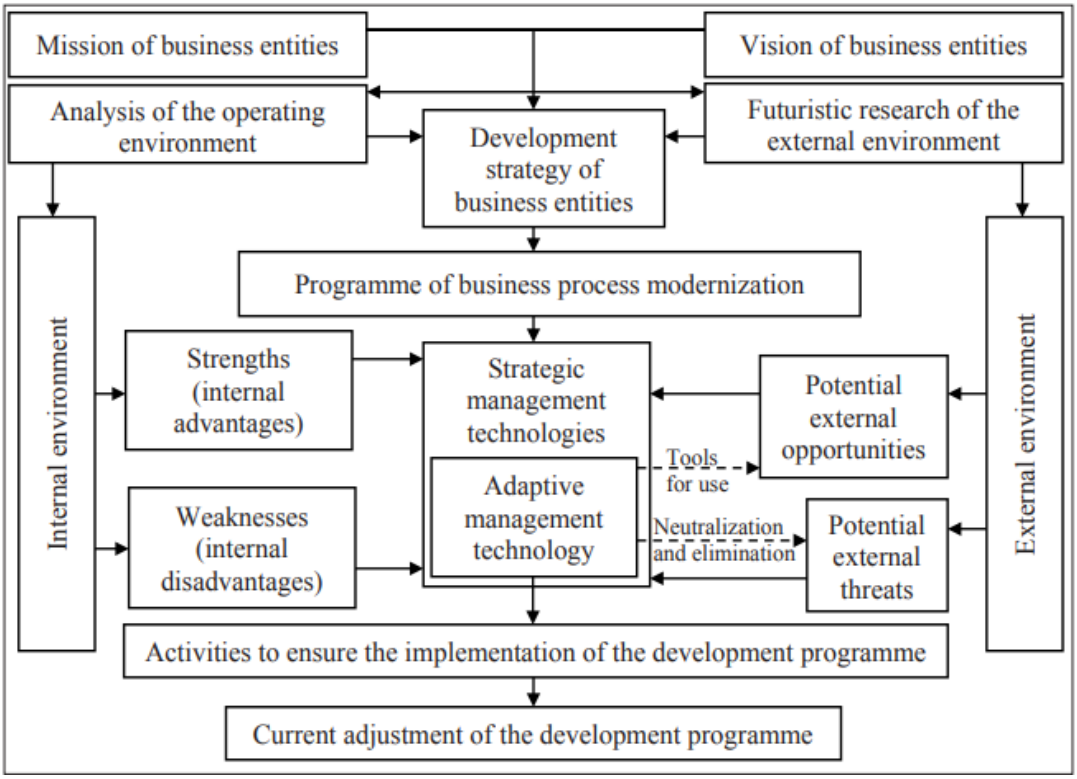


Fig. 1 The role and place of adaptive management technologies in the system of strategic management of business entities in the context of digitalization of the economy

First, the current scientific literature on adaptive management of business entities in the context of digitalization of the economy and the impact of factors on the level of digitalization of the world's economies often combines the driving forces of the formation of an effective economy with the factors underlying entrepreneurial activity (Grabovyy, 2019; Gnatyshina, Salamatov, 2017; Zaborovskaia et al. 2020; Sepashvili, 2020; Vasilev et al. 2020; Kumarasinghe, 2020). The findings of a significant number of researchers explain that a sufficient level of digitalization is achieved through the use of information technology resources, which helps sectors of the economy to digitize their processes. In addition, the relevant sectors of the economy affect the ability of enterprises to digitally transform, and positive beliefs and practices using information technology resources increase the ability to digitally transform (Shkarlet, Dubyna, 2020). [5]

High adaptability of enterprises of the real sector of the economy, based on the interests of business, society and government, can be achieved only if the state creates the conditions for this. The main conditions are: the formation of a national strategy for adaptation to digitalization; the adoption of basic regulatory documents governing the processes of adaptation to digitalization; the creation of various training programs for the active working population and society as a whole to constantly changing living conditions. In the context of regulation, the state should also determine the permissibility of using certain forms and methods of adaptive management of economic entities of the real sector of the economy to the conditions of digitalization (Ukolov et al. 2019). National governments should develop strategies and policies that will facilitate the digital transformation of their economic sectors and the adaptation of business entities given its promising role in driving business and economic growth. To increase international competitiveness, governments should invest in digital technologies and their components, as they have been proven to have a significant impact

on business performance and economic growth (Shkarlet, Dubyna, 2020). Digitalization has the potential to increase productivity, create new jobs and improve the quality of life of society as a whole (Ukolov et al. 2019). Due to globalization processes, economic sectors will have to function in a more complex information and technological environment. This is due to the fact that the world's economies will be integrated to a new level of digitalization, which is significantly different from the current state of information technology support. Consequently, the sectors of the economy will face new challenges, as the transition to a new level of digitalization of the world's economies will lead to increased attention to improving legislation in the information technology environment. Thus, the studies conducted by scientists do not provide relevant information on the adaptive management of business entities in the digitalization of the economy. Therefore, it is considered expedient to focus further research in this direction to analyze the adaptive management of business entities in the conditions of the digitalization of the economy [6].

Results. It is established that as a result of regression analysis, the value of the coefficient of determination indicates that the regression model explains 78 % of the relationship between the future readiness of countries to implement digital technologies and the use of information and communication technologies, but there are still a small number of other factors that are not included in the regression model. It is determined that large companies in the EU are more digitized than small and medium enterprises. It is confirmed that at least 80 % of SMEs in the Scandinavian countries (Sweden, Finland and Denmark) have reached at least a basic level of digital intensity according to the DII index, while in Romania and Bulgaria it is below 30 %. The study found that electronic information exchange through Enterprise Resource Planning (ERP) software is more widespread in large enterprises (81 %) than in SMEs (37 %); social media is used twice as much by large enterprises (61 %) than by SMEs (28 %); SMEs use e-commerce opportunities only to a limited extent: only 18 % sell online (vs. 38 % of large enterprises) and only 9 % sell abroad online (vs. 24 % of large enterprises). [7]

It is established that the system of support for adaptive management of business entities in the context of digitalization of the economy includes adequate organizational and economic adaptation measures.

References

[1] The Commonwealth, 2020. The State of the Digital Economy in the Commonwealth. Retrieved from: https://thecommonwealth.org/sites/default/files/inline/Digital%20Connectivity%20Report_low%20res_.pdf. UNCTAD, 2019.

[2] Taranenko, Iryna, et al. "Management of the Process of E-Commerce Development in Business on the Example of the European Union." *Studies of Applied Economics* 39.5 (2021).

[3] Жувагіна І. О. Інвестиції та економіка України //Україна наукова: матеріали IV всеукр. наук.–практ. інтерн.–конф. – 2016. – С. 24–26.

[4] Digital Economy Report: Value Creation and Capture: Implications for Developing Countries. UNCTAD, Geneva. Retrieved from: https:// unctad.org/ en/pages/PublicationWebflyer. aspx?publicationid=2466.

[5] Жувагіна, І. О. Диджиталізація економіки в контексті цифрової трансформації світових бізнес-процесів. *Головний редактор д. т. н., проф. Петренко ВО Науковий редактор д. т. н., проф. Молоканова ВМ Науковий редактор к. т. н., доц. Дорожко ГК* (2021): 81.

[6] Жувагіна І. О., Замарайкіна Т. С. Potenyial of the trade enterprise: general approaches to APPROACHES TO FORMATION AND REALIZATION //Научный взгляд в будущее. – 2019. – Т. 2. – №. 13. – С. 16–21.

[7] Zhuvahina I. Роль світової пандемії у становленні цифрової економіки як майбутнього технологічного прогресу //Modern engineering and innovative technologies. – 2022. – №. 21–02. – С. 30–35.

UDC 330.101.3

SUPPORTING UKRAINES PRIVATE SECTOR DURING WARTIME

Zhuvahina Iryna
Dean of the Faculty of Engineering and Economics
Pervomaisk Educational and Scientific Institute of
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine
Iryna.zhuvahina@nuos.edu.ua

Annotation. The private sector is playing a decisive role in Ukraine's economy. During wartime, companies are keeping the economy running by employing Ukrainians, transferring technology and know-how, and financing the government by paying taxes. Ukraine's allies and partners are also supporting the country by providing military aid, as well as humanitarian and budgetary assistance, thus helping the economy stay afloat. However, only a small part of this aid is being directly used to help current businesses and attract new investors. So far, the West has committed around $2 billion through the World Bank's Economic Resilience Action program, which aims to provide financial and advisory support for Ukraine's private sector. In comparison, government-to-government commitments to Ukraine between January 24, 2022, and January 15, 2023, totaled $154 billion, according to the Kiel Institute for the World Economy. Although it is risky to invest in the country due to the war, not all of Ukraine has seen damage or is in active combat; less than 20 percent of Ukraine's territory is currently illegally occupied.

Keywords: Ukraine, businesses, companies, risk-mitigation, risk-sharing, instruments, private sector.

Businesses in Ukraine are facing many obstacles. As the war drags on with no immediate prospect for a political settlement, this situation complicates the outlook for the private sector. There are many financing hurdles, including a lack of affordable credit, a dearth of equity investments, and a disrupted insurance market. Additionally, scant health and life insurance coverage in war zones, requirements for new construction to have bomb shelters, and expensive security details compound the costs that firms confront. Small and medium-sized enterprises (SMEs) are finding it particularly difficult to attract capital or get credit at reasonable rates. Most of the multilateral funding goes toward larger companies, ones that had been receiving money even before Russia's full-scale invasion. This,

in turn, affects the client pool for the banking sector. Companies are also unable to access medium- to long-term loans. There are some sources of more affordable capital for SMEs, such as the German-funded 5–7–9 interest-subsidy program through the Business Development Fund, yet these programs are still limited [1].

In addition, there is a major mismatch between the demand and supply of capital in Ukraine. The destruction of manufacturing facilities, logistical lines, and supply chains has forced some companies to rebuild their business models from scratch. While a few were able to adapt to the war, many businesses need new sources of capital. Companies operating in Ukraine and potential investors also voice unease over political uncertainty and the unavailability of political and war risk insurance mechanisms. Risk-mitigation and risk-sharing instruments are crucial in unleashing the private sector in Ukraine, especially as the war wages [2].

Risk-mitigation and risk-sharing instruments are crucial in unleashing the private sector in Ukraine, especially as the war wages. Beyond access to finance, there are other hurdles for the private sector. Even before the war, the conditions for doing business in Ukraine were not optimal. The country attracted little foreign direct investment (FDI) because of its difficult business climate. From 2011 to 2021, the net inflow of FDI in neighboring Poland and Romania averaged $16.9 billion and $5.4 billion per year, respectively. Meanwhile, during the same period, Ukraine saw an average FDI net inflow of $4.3 billion per year. [3]. The World Bank's Doing Business project ranked Ukraine at 64 out of 190 economies in 2020. Ukraine scored higher on indicators related to starting a business and dealing with construction permits, but electricity access and resolving insolvency weighed down the overall score. Ukraine also has a negative reputation in terms of corruption. For 2023, Ukraine ranked 104 out of 180 countries on Transparency International's Corruption Perceptions Index with a score of 36 out of 100.

Although the score is low, it is Ukraine's best result since 2012 because of various measures that Kyiv has instituted in the past two years to combat corruption. By gaining three points, Ukraine showed one of the best improvements of any country in 2023 despite the war. As a result of these efforts, the New Europe Center, along with several civil society and media organizations partners in Ukraine–the National Interests Advocacy Network, Anti-Corruption Action Center, Dejure Foundation, European Pravda, Centre of Policy and Legal Reform, Transparency International Ukraine, Ukrainian Center for Independent Political Research, and Detector Media–gave Ukraine an 8.1 out of 10 in its September 2023 joint assessment of Ukraine's implementation of recommendations for EU candidates. Ukraine scored the highest in media regulation reforms and weakest in constitutional court reform and fighting against money laundering [4].

The mass exodus of working-age talent also presents a challenge for the private sector. According to the United Nations, there were 6.5 million Ukrainian refugees as of January 2024 and 3.7 million internally displaced as of September 2023; approximately 14.6 million people in the country are projected to require humanitarian assistance in 2024. In addition, many internally displaced Ukrainians do not have the infrastructure and housing that would enable them to thrive professionally. Personnel shortages are a significant problem for labor-intensive sectors such as construction and metallurgy. A December 2022 survey by Deloitte and the American Chamber of Commerce found major concerns among business managers regarding how to attract, retain, and ensure the safety of talent during wartime. However, this brain drain is not new, since many Ukrainians were already leaving the country before the war. The difference, however, is that the

human capital shortage has significantly intensified and is affecting every sector of Ukraine's economy, including information technology (IT), which has been a catalyst for economic innovation and growth even during the current conflict. Companies in Ukraine are operating in a difficult war environment. The international community plays a crucial role in supporting these firms with tools adapted to wartime realities. DFIs and multilateral development banks (MDBs) need to be creative and further adapt their operations and capital-deployment mechanisms to support a country at war. How can they go about this task?

First, these institutions can consolidate their currently scattered efforts. For example, although there are multiple war insurance programs (see the appendix for a list), these are isolated and insufficient. Businesses are struggling to know where to look and whom to trust. A consolidation effort could ameliorate the problem, for example, by setting up a user-friendly and transparent portal. If an investor is willing to co-invest or share the risk of an investment with another party, this could have a powerful effect in catalyzing Ukraine's private sector. As such, it is essential that Ukraine's DFI and MDB partners coordinate and pool together resources, which will alleviate the risk burden for any one institution and scale both financing and insurance for Ukrainian companies.

Second, as mentioned earlier, many of these institutions are refinancing to reduce their risk exposure but not making new investments. To complicate matters, some institutions do not allow their staff to be on the ground in Ukraine to execute due diligence on local projects. There is a need to attract new investments in Ukraine rather than simply continue using grants to support existing projects, refinance clients, or fund only technical assistance and policy work. Multilateral institutions could establish new vehicles such as investment funds or enterprise funds that would provide targeted technical assistance in combination with their debt products and support for private equity. The impact that new capital can produce in this environment is enormous.

Third, there is a need for financial innovation. These institutions can provide capital to help jump-start creative financial initiatives in Ukraine that the private sector can then replicate at a much larger scale. [5] Risk sharing, including with commercial banks, can be highly beneficial. To unleash this money effectively, these institutions should experiment with various approaches before they "triple down" on those that work best. While ambitious multi-million- and billion-dollar projects are welcome, there is need for small-scale community pilot programs that can bolster Ukraine's resilience. For example, diversifying Ukraine's water and energy systems to smaller-scale sources would make its infrastructure less of an easy target for missile attacks. Furthermore, multilateral projects should prioritize businesses that have a rebounding effect: those that strengthen Ukraine's EU accession and internal absorption capacity, as well as reduce trade turnover bottlenecks such as border controls. There is an ongoing discussion regarding whether to allow multilateral institutions to use hybrid capital products to invest in start-ups but with capped returns in case the country's recovery happens more quickly than predicted. This could encourage a more level playing field within the business environment and help ensure that equity stays within the country and thus encourages faster recovery.

In this regard, targeting projects and companies that can create jobs for Ukrainians – and thus attract Ukrainian externally displaced people back home–is paramount. Finally, Ukraine's partners could also do more to improve governance and support the country's fight against corruption, including through technical assistance and training programs. This is an area in which the

international community can play a critical role, providing both advice and pressure for reforms. Ukrainian civil society and independent journalists are important allies in this fight. [6]

Ultimately, for DFIs and IFIs to be effective, they need to be more innovative and collaborative, willing to take more risk and to understand what specifically works in the Ukrainian market. By demonstrating a willingness to experiment and set up collaborative frameworks, they can catalyze the flow of more private capital into Ukraine. Much of this will require more effective coordination and pooling of resources among institutions, allowing them to co-invest in projects without repeating or overlapping efforts. Moreover, these institutions need to create concrete plans for execution and set specific performance indicators for measuring results and holding themselves accountable.

References

[1] Ukraine: Firms through the War The World Bank Group Finance, Competitiveness and Innovation Global Practice Europe and Central Asia. Retrieved from: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Ukraine.-Firms-through-the-War-Paper-Nov-2023.pdf

[2] Жувагіна, І. О., Флакей, М. Д. (2023, March) Економіка війни та повоєнний економічний розвиток України. In *The 6 th International scientific and practical conference "Progressive research in the modern world"(March 2–4, 2023) BoScience Publisher, Boston, USA. 2023. 663 p.* (p. 567).

[3] Iryna, Zhuvahina "War in Ukraine and its economic conseguences."*The 12 th International scientific and practical conference "International scientific innovations in human life" (June 8–10, 2022) Cognum Publishing House, Manchester, United Kingdom. 2022. 991 p.* 2022.

[4] Жувагіна, І.О. Диджиталізація економіки в контексті цифрової трансформації світових бізнес-процесів. *Головний редактор д. т. н., проф. Петренко ВО Науковий редактор д. т. н., проф. Молоканова ВМ Науковий редактор к. т. н., доц. Дорожко ГК*, 2021, 81.

[5] Zhuvahina I. et al. Accelerating the Development of the Digital Economy in Ukraine in the Framework of the Course of European Integration // *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala.* – 2023. – Т. 15. – №. 3. – С. 107–118.

[6] Жувагіна, І.О., Флакей М.Д. «Повоєнний розхвиток освіти в Україні у контексті європейської освітньої інтеграції» *The 7 th International scientific and practical conference "Modern research in science and education"(March 7–9, 2024) BoScience Publisher, Chicago, USA. 2024. 519 p.* 2024.

УДК 657

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ПІДПРИЄМСТВА ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Бурунсуз К.С.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри обліку і економічного аналізу
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
kateryna.burunsuz@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто вплив військових дій на енергетичну незалежність та економічну стабільність України. Запропоновано використовувати PEST–аналіз для ефективного управління організаціями та підприємствами енергетичної галузі. Розроблено таблицю PEST–аналізу тенденцій розвитку підприємств енергетичної галузі України в умовах військових дій.

Ключові слова: PEST–аналіз, стратегічний аналіз, енергетичний сектор.

Внаслідок військової агресії Російської Федерації проти України енергетика зазнала значних збитків і втрат. Окупація Кримського півострова та частини Донецької та Луганської областей призвела до втрати важливих природних ресурсів та енергетичних об'єктів, включаючи вугільні шахти, нафтові та газові родовища, а також теплоелектростанції та установки відновлюваної енергетики. Це суттєво вплинуло на енергетичну незалежність та економічну стабільність України. Через повномасштабне вторгнення, яке триває з 24 лютого 2022 року, було завдано руйнівних наслідків енергетичному сектору України, зокрема значної шкоди заподіяно енергетичній інфраструктурі та спричинено фінансові втрати для енергетичних компаній та економіки в цілому [1].

Метою дослідження є проведення PEST–аналізу розвитку підприємств енергетичного сектору України в умовах військових дій.

Збитки, завдані енергетичному сектору України внаслідок повномасштабного вторгнення Росії, оцінюються у понад 16 мільярдів доларів США [1,2]. Найбільших збитків завдано від руйнування об'єктів виробництва електроенергії, транспортних засобів, нафтогазової інфраструктури. Під час повномасштабної агресії Російської Федерації було окуповано приблизно понад 18 ГВт генеруючих потужностей [1], у тому числі найбільша в Європі атомна електростанція – Запорізька атомна електростанція. Пошкоджено приблизно половину високовольтних підстанцій для передачі електроенергії. Російські війська фактично знищили всі нафтопереробні заводи в Україні, а також значну частину інфраструктури для зберігання нафти та нафтопродуктів [1].

В умовах різкого погіршення обстановки безпеки відбувається трансформація всієї української економіки. У цих умовах стійкий розвиток будь-якої соціально-економічної системи відбувається під впливом політичних, економічних, технологічних та соціальних факторів, а саме функціонування соціально-економічної системи пов'язано з можливістю адаптації до тенденцій у зовнішньому середовищі. Одним із методичних підходів, що

оцінюють вплив зовнішнього середовища на соціально-економічну систему, є політичний, економічний, соціокультурний і технологічний (PEST) аналіз, який є маркетинговим інструментом для управління організаціями та підприємствами, у тому числі енергетичної галузі.

При проведенні стратегічного аналізу макрооточення підприємств частіше всього використовують метод PEST–аналізу. PEST–аналіз є корисним інструментом для розуміння зростання чи спаду ринку, а також для аналізу положення, потенціалу та напрямків розвитку бізнесу, ефективності галузі та різних видів стратегій.

Таблицю PEST–аналізу (табл. 1) розроблено з урахуванням даних [3,4], а також за оцінками експертів в галузі енергетики з метою узагальнення результатів основних тенденцій розвитку підприємств енергетичного сектору України в умовах військових дій.

Таблиця 1 – PEST–аналіз тенденцій розвитку підприємств енергетичної галузі України в умовах військових дій

Фактори	**Субфактори**
1	2
Політичні	Військові дії в Україні
	Підписання безпекової угоди із Європейським Союзом
	Отримання статусу кандидата на вступ до ЄС. Підписання економічної частини Угоди про асоціацію між ЄС та Україною, активізація співробітництва з країнами ЄС
	Прийняття Закону щодо відновлення та зеленої трансформації енергетичної системи України від 30 червня 2023 року № 3220-IX
	Ризик масованих обстрілів енергосистеми та енергетичної інфраструктури
	Залежність від міжнародної фінансової, військової та гуманітарної допомоги
	Можливість соціальних конфліктів
	Корупційні ризики
	Зростання зовнішнього боргу і нездатності обслуговувати зовнішній борг
Економічні	Різке зменшення економічних можливостей, пов’язане з військовими діями в Україні
	Низька платоспроможність на внутрішньому ринку
	Зростання залежності України від імпорту енергетичного вугілля внаслідок падіння видобутку вугілля
	Конкурентна ціна вітчизняної енергетичної продукції в порівнянні зі світовими цінами
	Тривалий дефіцит електроенергії протягом літа 2024 року та прогнозне погіршення ситуації під час зимового опалювального періоду 2024–2025 років
	Значне пошкодження нафтогазового комплексу України внаслідок цілеспрямованих ударів Російської Федерації та тривалих активних бойових дій на значній частині території країни
	Очікувані збитки, завдані електроенергетиці, становлять понад 11,4 мільярда доларів США з наступним розподілом: 8,5 мільярда доларів для об’єктів виробництва електроенергії, 2,1 мільярда доларів для інфраструктури передачі та 0,8 мільярда доларів для об’єктів розподілу [1]

Закінчення таблиці 1

1	2
	Тривале регулювання цін для населення в секторах електроенергії, природного газу, тепло- та водопостачання
	Значні витрати на розчищення завалів і демонтажні роботи на пошкоджених або зруйнованих об’єктах, а також витрати на ремонт у разі повторного пошкодження об’єктів
Соціальні	Скорочення чисельності працездатного населення
	Сильна технічна і технологічна освіта
	Трудова міграція
	Підвищення рівня знань іноземних мов серед населення
	Зростання соціальної напруги в країні, яке спричинено військовими діями
	Недостатній рівень оплати праці і мотивації праці в галузі
	Терміновий ремонт пошкодженої розподільчої інфраструктури потребує основного енергетичного обладнання та допоміжних інструментів (транспортних засобів та засобів індивідуального захисту) для ремонтних бригад
Технологічні	Значний потенціал національних технологічних досліджень
	Потреба промисловості в якісних джерелах енергії
	Значні можливості для вітроенергетики та потенціал у сфері сонячної енергії
	Значна кількість підприємств енергетичної галузі знищені або пошкоджені внаслідок воєнних дій
	Потреба об’єктів критичної інфраструктури у резервних джерелах живлення для підтримки надійності систем опалення, водопостачання, каналізації та надання соціальних послуг
	Можливість реалізації проєктів малої генерації, включаючи потужності з високою маневреністю (газотурбінні та газопоршневі електростанції), теплоелектростанції на відновлюваних джерелах палива та системи зберігання енергії
	Неефективне використання енергетичних ресурсів, суттєвий знос енергетичної інфраструктури, що призводить до значних втрат під час транспортування енергії
	Значний прогрес України у впровадженні Пакету інтеграції електроенергетики (Electricity Integration Package), незважаючи на тривалу війну

Енергетичний сектор України потребує значних фінансових інвестицій у різні підгалузі для відновлення та підвищення стійкості його інфраструктури, забезпечення надійності енергопостачання та підтримки економічного розвитку.

Література

[1]. Assessment of damages and losses to Ukraine’s energy sector due to Russia’s full-scale invasion. Kyiv School of Economics, May 2024. 36 p. https://kse.ua/about-the-school/news/damages-and-losses-to-ukraine-s-energy-sector-due-to-russia-s-full-scale-invasion-exceeded-56-billion-kse-institute-estimate-as-of-may-2024/ (дата звернення 18.08.2024).

[2]. From Insight to Implementation: Business Perspectives on Energy Efficiency Investments. Energy Efficiency Investment Survey 2024. http:www.energyefficiencymovement.com (дата звернення 20.08.2024).

[3]. Post War Development of the Renewable Energy Sector in Ukraine. Vienna, 12 April 2024. http://www.energy-community.org/ (дата звернення 19.08.2024).

[4]. Бурунсуз К.С. (2021). Особливості проведення стратегічного аналізу діяльності підприємств енергетичної галузі. *Збірник наукових праць НУК*, Вип. 1, С. 99–105.

Analysis of the impact of military actions on enterprises of the energy sector of Ukraine

Burunsuz Kateryna

Ph.D., Associate Professor of Department of Accounting and Economic Analysis

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The impact of military actions on the energy independence and economic stability of Ukraine is considered. PEST analysis for effective management of organizations and enterprises of the energy industry is proposed to use. A table of PEST-analysis of trends in the development of enterprises of the energy industry of Ukraine in the conditions of military operations has been developed.

Keywords: PEST analysis, strategic analysis, energy sector.

УДК 330.339

МІЖНАРОДНА ФІНАНСОВА ПІДТРИМКА, ЯК СКЛАДОВА ЗМІЦНЕННЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Гришина Л.О.

кандидат економічних наук, професор НУК, завідувачка кафедри економіки, обліку та підприємництва ПННІ Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

grishinappi@gmail.com

Карась П.М.

кандидат економічних наук, професор кафедри фінансів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

karas.nuos@gmail.com

м. Миколаїв, Україна

Аннотація. Досліджено тенденції міжнародної фінансової підтримки України в умовах повномасштабного вторгнення росії. Визначено потенційні джерела міжнародної фінансової підтримки України. Здійснено аналітичну характеристику особливостей такої підтримки та визначено основні аспекти її спрямування, як передумови відновлення та зміцнення економіки України.

Ключові слова: фінансова підтримка, міжнародні інституції, гранти, відновлення, економіка.

Одним із головних викликів для України в умовах повномасштабного вторгнення росії стало порушення стійкості вітчизняної економіки. При цьому саме проблема фінансового забезпечення функціонування промислових, сільськогосподарських та інфраструктурних об'єктів, суб'єктів малого і середнього бізнесу в умовах зниження прибутків або отримання збитків в умовах війни.

Метою представлених тез є дослідження особливостей міжнародної фінансової підтримки економіки України на шляху її зміцнення.

Як свідчать реалії, стрімке падіння ВВП, зростання бюджетного дефіциту, скорочення золотовалютних резервів, високий рівень інфляції заважатимуть відбудові усіх сфер вітчизняної економіки. Так, за оцінкою Національного банку внаслідок російської агресії у 2022 році ВВП України скоротився на 30,3 %, що є найбільшим його падінням за роки її незалежності [1]. Тому в таких умовах надто важливою виступатиме фінансова підтримка міжнародного співтовариства, його фінансових інституцій, серед яких Світовий банк, Європейський банк реконструкції та розвитку, Європейський інвестиційний банк, Міжнародний валютний фонд, тощо. Іноземна допомога у формі грантів, кредитів, гарантій, різних внесків приватних фондів та української діаспори може стати складовими великого інвестиційного проекту для повоєнного відновлення економіки України(рис. 1) [2].

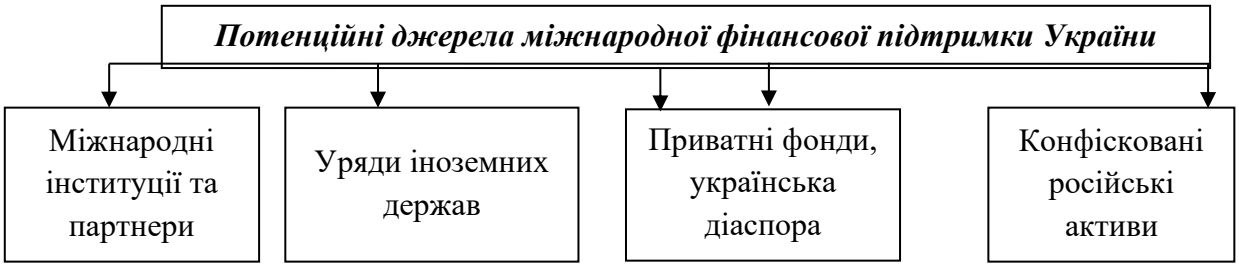


Рис. 1. Джерела міжнародної фінансової підтримки економіки України

Українська економіка ще раніше отримала підтримку від міжнародних партнерів, серед якої є важливий Проєкт USAID «Економічна підтримка України» (2018–2024рр.). Серед партнерів з реалізації цього проекту є Компанія "DAI Global", Данська Рада у справах біженців, Компанія «СДМ Інжиніринг Україна», міжнародна некомерційна організація FHI, які діють з метою покращити економіку України у відповідь на військову агресію росії. Реалізація такого Проєкту сприятиме отриманню технічної допомоги, активізації спільного інвестування малого і середнього бізнесу, підприємствам сфери фінансових послуг, навчальним закладам, відновленню потенціалу територіальних громад [3].

Варто відзначити, що Україна на шляху євроінтеграції приєдналася до Програми Європейського Союзу «Єдиний ринок», яка є важливим етапом фінансової підтримки ЄС з бюджетом 4,2 млрд. євро та розрахована на 7 років (з 2021 по 2027 роки). В результаті посилиться співпраця України з європейськими країнами, покращиться бізнес-середовище для відновлення багатьох секторів вітчизняної економіки, а спрощений доступ до ринків сприятиме інноваційній активності та підвищенню конкурентоспроможності українських виробників. Саме зміцнення конкурентоспроможності та стійкості малих і середніх підприємств є пріоритетом фінансування цієї Програми, що складає 24 % від загального її

бюджету – приблизно 1 млрд. євро, що забезпечить можливість надання різних форм підтримки підприємницької діяльності.

Слід відзначити, що вже від початку військової російської агресії міжнародні партнери, уряди іноземних держав, міжнародні фінансові організації виділили для України майже 170 млрд євро, які спрямовані на військову, фінансову та гуманітарну допомогу від урядів іноземних держав, а також міжнародних фінансових організацій. Зокрема, у липні 2023 р. Мінфін України залучив 5,3 млрд дол. США грантів та пільгового фінансування від міжнародних партнерів. При цьому грантові кошти, які надаються на безповоротних умовах, склали близько 25 % із загального обсягу фінансової допомоги [4] (табл. 1).

Таблиця1. Міжнародна фінансова допомога Україні у 2023 році (станом на 07.09.2023 р.)

Країна. Міжнародна організаіція	**Характерні особливості**	**Загальний обсяг фінансування, млн дол. США**
Європейський Союз	Кошти від ЄС – шостий транш у рамках масштабної макрофінансової допомоги (МФД) на 2023 р. Загальний обсяг фінансування за програмою МФД сягає 18 млрд.євро. Макрофінансова допомога надається на безпрецедентно пільгових умовах для України. Термін погашення кредиту складає 35 років. Водночас відсотки та інші платежі за обслуговування боргу замість України компенсуватимуть країни ЄС.	11428
США	Грант від США – частка п’ятого додаткового фінансування в рамках проєкту Світового банку «Підтримка державних видатків для забезпечення стійкого державного управління в Україні» (PEACE in Ukraine).	8500
Міжнародний валютний фонд	Кошти від МВФ Україна отримала за результатами успішного першого перегляду програми в рамках Механізму розширеного фінансування (EFF). Загальне фінансування EFF, передбачене чотирирічною програмою, складає 15,6 млрд дол. США (11,6 млрд СПЗ – спеціальні права запозичення).	3592
Японія	Пільгове фінансування під гарантію уряду Японії залучено через трастовий фонд Світового банку ADVANCE Ukraine.	1496
Світовий Банк	Кошти надала Міжнародна асоціація розвитку (IDA) на пільгових умовах, у рамках проєкту СБ «Підтримка державних видатків для забезпечення стійкого державного управління в Україні» (PEACE). Строк погашення кредиту становить 10 років, з чотирирічним пільговим періодом.	579

Джерело: власна розробка авторів на основі [2, 3, 4].

Як свідчать дані системи “Ukraine Support Tracker”, допомогу Україні надали близько 40 країн, а також європейські інституції, Міжнародний валютний фонд, Світовий банк. Європейський Союз виділив майже 62 млрд євро, допомога від США сягнула 71 млрд євро. Серед країн-донорів також Велика Британія, Канада, Австралія, Нова Зеландія, Китай, Японія, Норвегія, Південна Корея, Швейцарія, Туреччина Від них Україна додатково отримала 23 млрд євро міжнародної допомоги. Ще майже 13 млрд євро надали міжнародні фінансові організації. Майже половину з виділених коштів складає фінансова допомога, близько 40 % – військова допомога, решта – гуманітарна підтримка [3].

З метою мобілізації приватних інвестицій для відновлення та відбудови економіки України підписані відповідні угоди на суму понад 800 млн євро, що підтримано Європейським фондом сталого розвитку. Ці угоди виокремлено в новий Інструмент підтримки України, який має бути введено в дію у 2024 р. [3]. Серед важливих напрямів такої підтримки слід відзначити:

- впровадження механізму підтримки для малих і середніх підприємств у вигляді нових кредитів на суму 125 млн євро, що підтримується програмою розподілу ризиків та фінансується Комісією та впроваджується Групою Європейського інвестиційного банку;
- надання Групою Європейського інвестиційного банку 30 млн євро у вигляді гарантій, що розблокує кредити в обсязі 375 млн євро для малих та мікропідприємств;
- кредити для швидкого відновлення – ініціатива «ЄС для України» (EU4U) у сумі 100 млн євро, що виступає у вигляді суверенних кредитів для швидкого відновлення, включно з терміновим ремонтом муніципальної та енергетичної інфраструктури України;
- впровадження Програми гарантування малих кредитів на суму 200 млн євро для підтримки агробізнесу та підприємств, що належать жінкам, завдяки партнерству ЄС і Міжнародної фінансової корпорації та спрямовано на зниження інвестиційного ризику з боку приватного сектора, тощо.

Отже, в складних умовах повномасштабного війни, в Україні здійснюється величезна робота щодо фінансування відновлення інфраструктури, пошкодженого житла та соціальної підтримки населення. Незмінну підтримку на цьому шляху держава має від міжнародних фінансових інституцій, держав-членів ЄС та багатьох країн світу, які надають фінансову, військову, гуманітарну допомогу. Завдяки фінансовій допомозі іноземних партнерів українські пенсіонери отримали пенсії, вчителі та лікарі – заробітні плати, а уряд України зміг далі продовжувати свою роботу по захисту від військової агресії ворога, який є набагато сильнішим від неї. В наступному періоді значна увага має приділятися фінансуванню швидкої реконструкції та відновлення виробничого потенціалу підприємств, активізації їх інноваційної діяльності, що сприятиме у середньостроковому періоді Україні стати самодостатньою, конкурентоспроможною державою на шляху до членства в Європейському Союзі.

Література

1. Офіційний сайт Державного комітету статистики. URL:http://www.ukrstat.gov.ua

2. Допомога міжнародних фінансових інститутів Україні (червень 2023). https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/dopomoha-mizhnarodnykh-finansovykh-instytutiv-ukrayini-cherven-2023

3. Проєкт USAID «Економічна підтримка України». URL:.https://era-ukraine.org.ua

4. У липні 2023 року Мінфін залучив 5,3 млрд доларів США грантів та пільгового фінансування від міжнародних партнерів.URL: https://www.mof.gov.ua/uk/news/ministry_of_finance_attracted_usd_53_billion_in_grants_and_concessional_financing_from_international_partners_in_july_2023-4128

INTERNATIONAL FINANCIAL SUPPORT AS AN INGREDIENT OF STRENGTHENING THE ECONOMY OF UKRAINE

Karas P.
PhD Economics, professor
Gryshyna L.
PhD Economics, professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, UA

Abstract. The trends of international financial support of Ukraine in the conditions of a full-scale invasion of Russia are studied. Potential sources of international financial support for Ukraine have been identified. An analytical characterization of the features of such support was carried out and the main aspects of its direction were determined as prerequisites for the recovery and strengthening of the economy of Ukraine.

Key words: banking sector, financial resources, credit, martial law.

УДК 330.131

РОЗВИТОК ПОРТОВОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ В ПЕРІОД ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Кубатко В. М.
Здобувач третього (PhD) рівня освіти
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна. fushigi@meta.ua

Анатація. Україна, розташована на стику Східної Європи та Чорноморського регіону, історично відігравала важливу роль у світовій торгівлі завдяки своїй стратегічній позиції. Портова система України є ключовою складовою її економічної інфраструктури, забезпечуючи транспортування вантажів як всередині країни, так і на міжнародному рівні. В умовах воєнного стану, який охопив Україну з 2014 року і значно загострився в 2022 році, портова система зазнала серйозних викликів і потребує особливої уваги в контексті економічного розвитку та безпеки.

Ключові слова: безпека, порт, портова система, транспорт, військові дії.

Портова система є важливим елементом національної інфраструктури, яка забезпечує зв’язок країни з міжнародною економічною системою. Порти функціонують як логістичні хаби, де здійснюється прийом, обробка, зберігання та відправка вантажів. Порти

класифікуються за різними ознаками: за типом вантажу (суховантажні, нафтові, контейнерні тощо), за географічним розташуванням (морські, річкові, внутрішні) та за розміром і потужністю.

Ефективне функціонування портової системи залежить від її інфраструктурних можливостей, технічного забезпечення, а також від рівня організації та управління. Основними елементами портової системи є причали, термінали, склади, транспортні вузли та логістичні центри.

Розвиток портів є важливим фактором економічного зростання, оскільки вони сприяють збільшенню обсягів торгівлі, розширенню ринків збуту та залученню іноземних інвестицій. Теоретичні основи розвитку портів базуються на концепціях економічної географії, де ключовими чинниками є розташування, транспортна доступність, ринок праці та наявність природних ресурсів.

Інфраструктурні об’єкти, такі як порти, залізниці, автотранспортні коридори, мають значний вплив на регіональний розвиток. Вони забезпечують зв’язок між різними економічними зонами, сприяють розвитку торгівлі, туризму та інвестицій. В умовах війни важливим аспектом є забезпечення безпеки та стійкості інфраструктури, а також розвиток нових транспортних коридорів та шляхів для забезпечення безперервності економічних зв’язків.

На сьогоднішній день портова система України складається з кількох великих морських портів, таких як Одеса, Чорноморськ, Миколаїв, Херсон, Маріуполь, Бердянськ, та річкових портів на Дніпрі та Дунаї. Кожен з них має свої технічні характеристики, спеціалізацію та економічне значення.

Одеса, як найбільший морський порт, забезпечує близько 60 % всього вантажообігу країни, спеціалізуючись на контейнерних вантажах, нафтових продуктах та зернових. Чорноморськ є одним з провідних контейнерних хабів, а також важливим портом для обробки автомобільних вантажів. Миколаїв та Херсон спеціалізуються на сухих вантажах та зернових, забезпечуючи значний обсяг експортних операцій.

Кожен порт України має свої унікальні технічні характеристики, які визначають його економічну ефективність та спеціалізацію. Наприклад, Одеса має глибоководні причали, що дозволяють обробляти великі судна, тоді як Чорноморськ має добре розвинуту залізничну інфраструктуру, що забезпечує ефективне з’єднання з внутрішніми регіонами країни. Миколаїв та Херсон мають більш обмежену інфраструктуру, однак спеціалізуються на обробці зернових та інших сільськогосподарських продуктів, що робить їх важливими центрами експорту аграрної продукції.

Воєнний стан, введений в Україні з початку військової агресії в 2014 році та загострений в 2022 році, мав серйозні економічні та політичні наслідки. Він призвів до значних руйнувань інфраструктури, зокрема портової, зниження інвестиційної активності та загального погіршення економічного стану країни. Порти, розташовані на півдні та сході України, такі як Маріуполь та Бердянськ, зазнали особливого впливу через їхню близькість до зон активних бойових дій.

Військові дії призвели до значних втрат у портовій інфраструктурі. Руйнування причалів, терміналів, складських приміщень та транспортних коридорів ускладнило логістичні операції та знизило обсяги обробки вантажів. Зокрема, порт Маріуполь був частково зруйнований, що призвело до втрати значної частини його пропускної спроможності.

Блокада Чорного моря з боку Російської Федерації ускладнила доступ до портів, що додатково знизило обсяги міжнародної торгівлі. Втрати, завдані портовій інфраструктурі, є значними і мають довгострокові наслідки для економіки України. У таблиці 1 представлено дані про руйнування портів України під час воєнного стану. Найбільших втрат зазнали порти Маріуполь та Бердянськ, які втратили до 70 % своїх потужностей через руйнування та окупацію. Порти Одеси, Чорноморська, Миколаєва та Херсона також зазнали значних втрат, однак їхня інфраструктура залишилася функціональною.

Таблиця 1. Втрати портової інфраструктури України під час воєнного стану (2014–2024 рр.)

Порт	**Руйнування причалів (%)**	**Втрати вантажообігу (%)**	**Зниження доходів (%)**
Одеса	10	30	25
Чорноморськ	5	20	18
Миколаїв	15	35	30
Херсон	8	25	20
Маріуполь	50	70	65
Бердянськ	40	60	55

Основними викликами для розвитку портової системи України є забезпечення безпеки та відновлення інфраструктури. Блокада морських шляхів, ризики подальших руйнувань, а також недостатнє фінансування на відновлення інфраструктури створюють серйозні перешкоди для розвитку. Додатково, зниження обсягів міжнародної торгівлі та підвищення витрат на логістику значно ускладнюють економічний розвиток портової системи.

Для забезпечення безпеки портової інфраструктури під час воєнного стану необхідно розробити комплекс заходів, що включають зміцнення фізичної безпеки, розширення можливостей системи моніторингу та попередження загроз, а також розробку альтернативних маршрутів для перевезення вантажів. Інвестиції в технології та обладнання, що підвищують стійкість портів до військових загроз, є критично важливими (див. табл. 2).

Таблиця 2. Заходи з безпеки портової інфраструктури в Україні

Захід	**Опис**
Зміцнення фізичної безпеки	Будівництво додаткових укріплень, використання захисних технологій
Моніторинг та попередження загроз	Впровадження систем відеоспостереження, радарів, моніторингу повітря
Розробка альтернативних маршрутів	Розширення транспортних коридорів, зокрема сухопутних та річкових
Інвестиції в стійке обладнання	Закупівля обладнання, стійкого до військових дій та кібератак

Міжнародна підтримка є критично важливою для відновлення портової інфраструктури України. Це включає як фінансову допомогу, так і технічну підтримку в рамках міжнародних

програм та проектів. Співпраця з Європейським Союзом, США, країнами Азії та іншими партнерами допомагає забезпечити необхідні ресурси для модернізації портової системи та підвищення її конкурентоспроможності (див. табл. 3).

Таблиця 3. Міжнародні програми підтримки розвитку портової інфраструктури України

Програма	**Організація**	**Обсяг фінансування ($ млн)**	**Опис підтримки**
EU4Ports	ЄС	500	Модернізація інфраструктури, екологічні проекти
USAID Infrastructure Recovery	USAID	300	Відновлення критичної інфраструктури
Asia Development Port Program	Азійський банк розвитку	200	Технічна допомога, модернізація обладнання

Інноваційні технології, такі як автоматизація, цифровізація та використання штучного інтелекту, можуть значно підвищити ефективність управління портовими операціями. Впровадження нових управлінських підходів, включаючи гнучке планування, стратегії ризик-менеджменту та інтеграцію логістичних систем, дозволяють забезпечити адаптацію портової системи до нових викликів та умов.

Висновки. Проаналізовано розвиток портової системи України під час воєнного стану, виявила основні виклики та запропонувала стратегії адаптації та розвитку. Основними викликами залишаються відновлення інфраструктури, забезпечення безпеки та підвищення ефективності управління. Перспективи розвитку включають модернізацію портів, впровадження інноваційних технологій та інтеграцію з міжнародними транспортними мережами. Подальші дослідження мають зосередитись на детальному аналізі інвестиційних можливостей та оцінці довгострокових економічних наслідків.

Література

[1]. Асоціація портів України. (2024). Статистичний звіт про роботу портів України. Одеса: АПУ.

[2]. Міністерство інфраструктури України. (2024). Стратегія розвитку транспортної інфраструктури України на період до 2038 року. https://mtu.gov.ua/files/Dok_PROEKT

[4].Port Economics, Management, and Policy. (2024). Theo Notteboom, Athanasios Pallis, Jean-Paul Rodrigue. Routledge.

[5]. UNCTAD. (2024). Review of Maritime Transport. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development.

[6]. The Impact of War on Trade and Economic Development: A Case Study of Ukraine. (2023). Journal of Economic Perspectives.

DEVELOPMENT OF THE PORT SYSTEM OF UKRAINE DURING THE STATE OF MARTIAL

Kubatko V.M.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Abstract. Ukraine, located at the junction of Eastern Europe and the Black Sea region, has historically played an important role in world trade due to its strategic position. The port system of Ukraine is a key component of its economic infrastructure, ensuring cargo transportation both within the country and internationally. In the conditions of martial law, which has gripped Ukraine since 2014 and significantly worsened in 2022, the port system has experienced serious challenges and needs special attention in the context of economic development and security.

Key words: security, port, port system, transport, military operations.

УДК 339.138

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ, ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА УМОВИ РОЗВИТКУ РЕКЛАМНОЇ СФЕРИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Луц Д. М.
здобувач третього (PhD) рівня вищої освіти
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, luts.dmytro@nuos.edu.ua

Анотація. У сучасних умовах глобалізації та цифровізації рекламна діяльність стає критично важливою для промислових підприємств, які прагнуть забезпечити конкурентоспроможність на глобальному ринку. Реклама не тільки сприяє підвищенню обізнаності про бренд, але й допомагає у формуванні довгострокових партнерських відносин і залученні нових клієнтів.

Ключові слова: b2b платформи, професійні соціальні мережі, email маркетинг, контент-маркетинг, виставки та конференції, реклама в ділових журналах та газетах, телемаркетинг.

Регулювання рекламної діяльності в Україні для промислових підприємств стало важливим аспектом після здобуття незалежності. Основні законодавчі акти, такі як «Закон України про медіа» та «Закон України про рекламу», встановлюють стандарти для рекламних повідомлень. Інші нормативно-правові акти регулюють специфічні аспекти реклами, включаючи правила розміщення зовнішньої реклами. Професійні асоціації відіграють важливу роль у стандартизації рекламних практик та підвищенні якості рекламних послуг. Ментальне регулювання та культурні особливості впливають на створення рекламних матеріалів, що відповідають національним стандартам.

У сфері рекламної діяльності промислових підприємств важливими є b2b платформи, професійні соціальні мережі, email маркетинг, контент-маркетинг, виставки та конференції, реклама в ділових журналах та газетах, а також телемаркетинг. Кожен з цих каналів має свої переваги та недоліки, які варто враховувати при розробці рекламних стратегій.

Реклама для промислових підприємств має стратегічне значення, оскільки допомагає не лише у просуванні продуктів і послуг, але й у формуванні довгострокових ділових відносин. У b2b -секторі реклама часто спрямована на вузький сегмент цільової аудиторії, де основна мета – забезпечити обізнаність та довіру до бренду.

Розглядаючі класичні та сучасні підходи до реклами в контексті промислових підприємств, необхідно зауважити, що такі науковці як Філіп Котлер, особливо підкреслюють важливість інтегрованих маркетингових комунікацій для b2b -сектору.

В b2b -секторі прийняття рішень є багатоступеневим процесом, у якому беруть участь декілька зацікавлених сторін. Реклама допомагає на всіх етапах цього процесу, починаючи з визнання потреби і завершуючи підписанням контракту. Описується, як рекламні кампанії можуть впливати на різні стадії прийняття рішень і забезпечувати більш глибоке розуміння потреб клієнтів.

Для оцінки ефективності рекламних кампаній використовуються різні моделі, такі як AIDA, DAGMAR та інші. Ці моделі допомагають визначити ключові етапи, через які проходить потенційний клієнт, а також вимірюють успішність рекламних зусиль (див. табл. 1).

Таблиця 1. Порівняння моделей ефективності реклами

Модель	**Основні характеристики**	**Застосування в промислових підприємствах**
AIDA	Привернення уваги, інтересу, бажання, дія	Підвищення обізнаності та створення попиту
DAGMAR	Визначення цілей реклами для вимірювання результатів	Точне вимірювання ефективності реклами

Висновки: Рекламна сфера промислових підприємств постійно змінюється в умовах цифрових трансформацій. Для досягнення успіху важливо використовувати комбінацію різних рекламних каналів, враховувати їхні переваги та недоліки. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на аналіз ефективності рекламних каналів, розробку нових методів аналізу результатів рекламних кампаній та інноваційних стратегій просування.

Література

[1] Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2019). *Digital Marketing: Strategy, Implementation and Practice*. Pearson.

[2] Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management*. Pearson.

[3] Lovelock, C., & Wirtz, J. (2016). *Services Marketing: People, Technology, Strategy*. World Scientific.

[4] Fill, C., & Turnbull, S. (2016). *Marketing Communications: Discovery, Creation and Conversations*. Pearson.

MODERN TRENDS, REGULARITIES AND CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF THE ADVERTISING SPHERE OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Lutz Dmytro

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The scientific foundations of the development of the advertising sphere of industrial enterprises are revealed through the analysis of legislative acts and professional regulation, taking into account cultural characteristics, and emphasizes the role of digital platforms in conditions of instability. The key aspects of the development of the advertising sphere of industrial enterprises have been determined, including compliance with legislative norms, the role of professional associations, the influence of cultural features on advertising materials and adaptation to market conditions to effectively reach the target audience. It has been proven that effective advertising activity requires consideration of scientific principles and compliance with legislative norms, in particular, standards of advertising messages. Professional associations and cultural characteristics also play an important role in shaping effective advertising strategies.

Keywords: b2b platforms, professional social networks, email marketing, content marketing, exhibitions and conferences, advertising in business magazines and newspapers, telemarketing.

УДК 332.14: 658

ЕКОНОМІЧНА СТІЙКІСТЬ КРАЇНИ ЯК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ МАКРОРІВНЯ

Марущак С.М.
кандидат економічних наук,
доцент кафедри економічної політики та безпеки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв. Україна
svitlana.marushchak@nuos.edu.ua

Анотація. В умовах значних та несприятливих впливів зовнішнього середовища актуальними є питання забезпечення стійкості розвитку країни в усіх сферах як соціальна, економічна та екологічна. І в першу чергу важливо розуміти сутність категорій «стійкість» та «економічна стійкість». В продовження дослідження доцільно вибудувати систему забезпечення економічної стійкості країни, яка б забезпечувала адекватні реакції на зовнішні впливи та здатність країни в найкоротші періоди часу повертатися до оптимального процесу свого розвитку.

Ключові слова: країна, система, стійкість, економічна стійкість.

Вступна частина. Питання стійкості систем представляють невичерпний інтерес для багатьох дослідників, серед яких В. Арнольд, Д. Джозеф, Ж. Йоссі, М. Месарович, Н. Моїсеєв, М. Морішіма, В. Острейківський, Я. Такахара та ін. [1]. Ця властивість системи поєднує минулі й теперішні зусилля суб'єктів та відповідні їм наслідки стосовно її розвитку. В економіці поняття стійкості системи також відіграє важливу роль. Глобальні енергетичні кризи 1973–1979рр. призвели до загострення проблем обмеженості ресурсів. Тому по завершенню періоду кризових явищ, в наукових дослідженнях з'являється термін «економічна стійкість». На початку інтерес фокусувався на проблематиці стійкого розвитку соціально-

економічних систем на мікрорівні переважно з позицій екології. Сьогодні у фокусі переважно на фінансові аспекти.

Мета роботи. Ми вважаємо, що стійкість – це категорія, яка охоплює багато аспектів функціонування системи. В умовах різких несприятливих впливів стійкість соціально-економічної системи є передумовою забезпечення рівня життя населення. Тому в даному дослідженні маємо на меті встановити сутність категорії «економічна стійкість соціально-економічної системи макрорівні».

Основна частина. Стійкість – це характеристика стану досліджуваного об'єкта, яка описує його відповідь на зовнішні впливи: стійкішим є такий стан об'єкта, який, при рівних зовнішніх впливах і внутрішніх зрушеннях, схильний до менших змін, відхилень від попереднього [1]. Досягнути такої відповіді на зовнішні впливи об'єкт може, якщо він має в активі певні внутрішні властивості. Отже, стійкість об'єкта – це зовнішній прояв внутрішньої структури. Тобто, кожний об'єкт може власними силами сформувати такі свої властивості, які стануть оновою його стійкості до впливу різних зовнішніх чинників.

З огляду, що господарська діяльність суб'єктів є різносторонньою і складною, досліджувана категорія «економічна стійкість» – це комплексна характеристика об'єкта. Перебіг економічних процесів в різних економічних системах відбувається за єдиними законами. При цьому різні рівні стійкості, як правило, складають певну ієрархію подібну до ієрархії економічних об'єктів. Це уможливлює побудову системи стійкості на різних рівнях господарювання, де в якості об'єктів стійкості виступають підприємство (організація), галузь, економіка.

Узагальнюючи сказане, стійкість економічної системи – це її здатність повертатися до рівноважного стану після зрушень внаслідок впливу зовнішніх чинників за наявності та використання власних ресурсів.

Система підходів до визначення категорії «економічна стійкість соціально-економічної системи мікрорівня» складається з чотирьох підходів [1]:

1. Економічна стійкість як фінансова стійкість.
2. Економічна стійкість як стабільність діяльності й рівноважний стан.
3. Економічна стійкість як можливість або здатність.
4. Економічна стійкість як підтримка оптимальних характеристик.

Країна – це соціально-економічна система макрорівня, яка включає в себе системи мікрорівня як структурні складові. Отже, економічна стійкість соціально-економічної системи макрорівня складається з економічної стійкості соціально-економічних систем мікрорівня, тобто є більш складною категорією, яка вирізняється динамікою, комплексністю та багатограністю.

Розглянемо основні підходи до пояснення категорії «економічна стійкість»:

Підхід І. В дослідженнях прихильників цього підходу можна відмітити, що термін «стійкість» характеризує процес, пов'язаний з рівновагою системи, але не тотожний їй. Вони використовують термін "Steady state" – стійкий стан, стан стаціонарної стійкості.

Підхід ІІ. Ряд дослідників пояснюють стійкість соціально-економічної системи з позицій фінансової стійкості, конкурентоспроможності та уникнення банкрутства. Тобто, прихильники цього підходу ототожнюють економічну стійкість соціально-економічної системи з її фінансовим станом.

Підхід III. Популярним в багатьох дослідженнях є ототожнення поняття «стійкого розвитку» з поняттям «сталого розвитку» – “Suslainable development”. За даного підходу економічні, екологічні та соціальні цілі врівноважуються, основним показником вважається поліпшення якості життя.

Підхід IV. В основі даного підходу – концепція сталого економічного зростання – Sustained Positive Economic Growth. Звідси можна пояснити поняття динамічної рівноваги економічної системи і її ефективного розвитку. Економічну стійкість розуміють як максимальне значення зростання економіки системи при мінімальному відхиленні його від рівноваги.

Отже, стійкість соціально-економічної системи – це її здатність зберігати свої параметри в певному діапазоні, що дозволяє їй підтримувати якісну визначеність, в тому числі, структури, зв’язків, поведінки.

Є два основні прояви стійкості соціально-економічної системи:

1) «стійкість функціонування» як здатність соціально-економічної системи зберігати задані свої властивості й параметри за умови впливу зовнішніх чинників;

2) «стійкість розвитку» або збереження цілісності системи в ході її функціонування протягом багатьох циклів [1].

З теорії систем автоматизованого управління: «стан системи називається стійким, якщо відхилення від нього залишається як завгодно малим при будь-яких досить малих змінах вхідних сигналів» [2]. Отже, стійкість – це здатність системи до саморегулювання з урахуванням зворотних зв’язків. Цю характеристику можна назвати цільовою рівновагою системи. Вона випливає з мети її створення та функціонування.

Звідси «стійкість соціально-економічної системи» можна пояснити як «здатність системи компенсувати флуктуації зовнішнього та внутрішнього середовища, зберігаючи свою структурно-функціональну цілісність, та забезпечувати можливість змінювати свій стан у результаті само- або вимушеного розвитку та переходити у новий цільовий рівноважний стан» [2].

Тепер ми можемо уточнити, що 1) функціональна стійкість системи характеризує здатність системи повертатися до стану рівноваги за рахунок її властивостей гомеостазу та/або гомеорезу; 2) стійкість розвитку системи характеризує здатність системи до переходу на новий рівень рівноваги за рахунок формування нових властивостей і за умови сильних впливів зовнішнього середовища.

Висновки. Стійкість будь-якої системи, в тому числі і економічна, характеризується наявністю механізмів саморегуляції. Завдяки цьому система може пристосовуватися та забезпечувати собі стійкий розвиток. Самоорганізація та саморегулювання стосуються внутрішніх елементів та адаптаційних можливостей. Так система нейтралізує або ж пристосовується до несприятливої динаміки зовнішнього середовища не змінюючи своїх змістовних якостей, зберігає функціональні і структурні характеристик по відношенню до зовнішніх. Можна сказати, що причина порушення стійкості полягає у внутрішній недосконалості, порушенні рівноваги між елементами самої системи, співвідношення між її внутрішнім та зовнішнім середовищами. Стійкість системи як її властивість забезпечує такі характеристики розвитку, як самозбереження, здатність до самовідтворення, самоорганізації та якісного вдосконалення. Це стає можливим завдяки набутим можливостям системи

вирішувати протиріччя, знижувати негативний вплив дестабілізуючих внутрішніх і зовнішніх чинників, зберігаючи при цьому свою цілісність і основні властивості – гомеостаз.

Література

[1]. Савченко М. Розвиток категоріального базису «економічна стійкість». *Галицький економічний вісник*, 2019. Т. : ТНТУ. Том 57. № 2. С. 5–17.

[2]. Манойленко О.В., Сиром'ятникова О.В. Теоретичні аспекти визначення стійкості соціально-економічних систем. *Бізнес-інформ*, 2015. № 12. С. 8–14.

ECONOMIC STABILITY OF THE COUNTRY AS A MACRO-LEVEL SOCIO-ECONOMIC SYSTEM

Svitlana Marushchak

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. In the conditions of significant and adverse effects of the external environment, the issue of ensuring the sustainability of the country's development in all spheres, such as social, economic and environmental, is urgent. First of all, it is important to understand the essence of the categories "sustainability" and "economic stability". As a continuation of the research, it is advisable to build a system for ensuring the economic stability of the country, which would ensure adequate reactions to external influences and the ability of the country to return to the optimal process of its development in the shortest possible time.

Key words: country, system, stability, economic stability.

УДК 330.341.1

ФУНКЦІОНАЛ ІННОВАЦІЙНОГО БІЗНЕСУ ЯК ЕЛЕМЕНТ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА

Надточій І.І.

доктор економічних наук, професор,

професор кафедри економіки Херсонського навчально-наукового інституту

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Херсон, Україна

nira@ukr.net

Огорь Г.М.

викладач кафедри економіки Херсонського навчально-наукового інституту

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Херсон, Україна

anna.ogor@gmail.com

Анотація. Доведено, що сукупність функціоналів інноваційного бізнесу, що характеризують функціональні сфери управління та зв'язки між ними утворює функціональну структуру

інноваційного бізнесу. Виділено такі функціонали інноваційного бізнесу: інформаційного забезпечення, інтелекту, маркетингу, інноватики, обліку ризиків, загального обліку, виробництва. Сформульовано вимоги до цільової підсистеми та виходу кожного функціоналу інноваційного бізнесу як елементу управління інноваційної діяльністю підприємства.

Ключові слова: інновації, інноваційна діяльність, інноваційний проєкт, інноваційний бізнес, функціонал.

Інноваційну діяльність підприємства, як самостійної бізнес-одиниці, що має вхід у вигляді потоку ресурсів, вихід у вигляді готового продукту, внутрішню структуру перетворення ресурсів у готовий продукт, і яка взаємодіє із зовнішнім середовищем, можна вважати особливою сферою бізнесу, пов'язаною з розробкою, виробництвом та комерціалізацією нових чи вдосконалених продуктів (процесів) або заснованої на сучасних формах його здійснення.

Система управління інноваційною діяльністю підприємства – це сукупність елементів, що знаходяться у взаємозв'язку та впливають на процес інноваційної діяльності й спрямована на досягнення поставлених цілей, в межах певних принципів та методів управління цим процесом [1].

Система управління інноваційною діяльністю – це відкрита система, яка є сукупністю елементів та підсистем, які на основі ефективної взаємодії забезпечують реалізацію інноваційного процесу на підприємстві з метою отримання економічних, технологічних, соціальних та екологічних інновацій для розвитку суспільства [2, с. 57].

Система управління інноваційною діяльністю підприємства може бути представлена сукупністю підсистем, загальна дія яких спрямована на випуск інноваційного продукту (рис. 1).

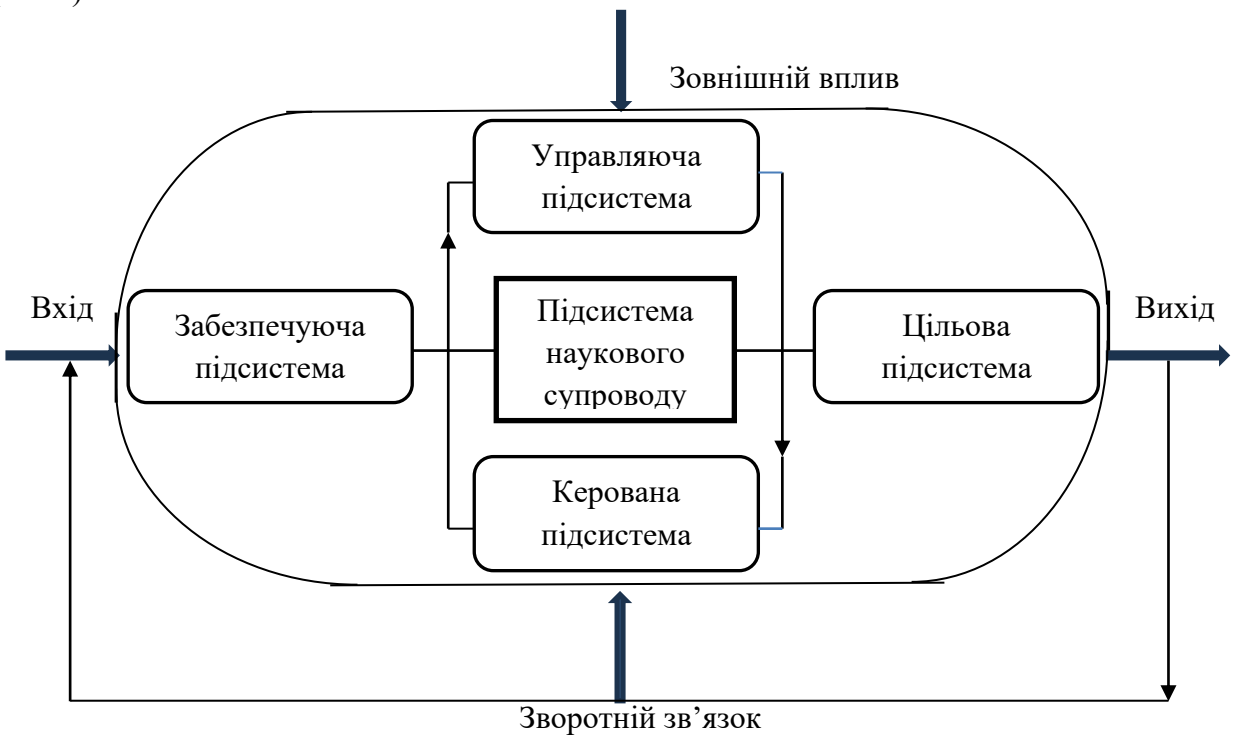


Рис. 1. Загальна структура системи управління інноваційною діяльністю підприємства

До «входу» в систему належать інноваційні можливості підприємства, що визначаються станом зовнішнього середовища. Насамперед, це можливості матеріально-технічного, технологічного, кадрового, інформаційного, фінансового забезпечення. Як компоненти забезпечуючої підсистеми виступають потенціали матеріально-технічного, технологічного, кадрового, інформаційного, фінансового забезпечення. Підсистема наукового супроводу використовується як для формування та підтримки в робочому стані всієї системи управління інноваційною діяльністю, так і її підсистем та включає функції, методи, принципи, організаційні структури, схеми управління, понятійний апарат. Цільова підсистема визначає вимоги до організації та планування інших підсистем. «Вихід» системи повинен відповідати основним вимогам цільової підсистеми – максимальному використанню та розвитку інноваційного потенціалу, що знаходить відображення у потоці ефективних інновацій. До компонентів «зворотного зв'язку» системи управління інноваційною діяльністю відносяться вимоги, рекламації, нова інформація від споживачів тощо. Зовнішній вплив може бути представлений чинниками прямого та непрямого впливу. До чинників прямого впливу можна віднести суперництво між конкурентами, вхідні та вихідні бар'єри ринку, вплив постачальників, вплив клієнтів тощо. До чинників непрямого впливу відносяться екологічні чинники, економічні, політико-правові, соціально-культурні тощо.

Вважаючи підприємство суб'єктом бізнесу, а бізнес багатофункціональною діяльністю, організованою для виконання певної місії підприємства, необхідно чітко сформулювати ці функції, відстежувати їх взаємозв'язок та хід реалізації.

Внутрішня природа будь-якого бізнесу однотипна та виходить з семи функціоналів – інформаційного забезпечення, інтелекту, інноватики, обліку ризику, загального обліку, маркетингу, виробництва.

Аналізуючи специфічні функції управління інноваційним бізнесом та агрегуючи їх за критерієм цільовий спрямованості можна виділити такі базові функції управління: інформаційного забезпечення, інтелекту, маркетингу, інноватики, обліку ризиків, загального обліку, виробництва.

Комплексність проблем, відображених у цих функціях, вимагає використання системного підходу до реалізації кожної базової функції управління, що дозволяє сформувати 7 відповідних систем, які мають однотипну структуру, що складається з п'яти підсистем: забезпечуючої (підсистеми ресурсного забезпечення), керуючої, керованої, цільової та підсистеми наукового супроводу. Для позначення системи, що сформована для реалізації базової функції управління та характеризує певну функціональну сферу управління, використовується термін «функціонал інноваційного бізнесу».

Сукупність функціоналів інноваційного бізнесу, що характеризують функціональні сфери управління та зв'язки між ними утворює функціональну структуру інноваційного бізнесу, яка на відміну від традиційного має свої особливості, пов'язані зі змістом функціоналів, їх взаємозв'язком та взаємозалежністю.

Оскільки цільова підсистема визначає вимоги до планування та організації інших підсистем функціоналу, а вихід характеризує необхідний результат його реалізації, сформулюємо вимоги до цільової підсистеми та виходу кожного функціоналу (табл. 1).

Таблиця 1. Характеристики базових функціоналів інноваційного бізнесу

Функціонали	**Вимоги до цільової підсистеми функціоналу**	**Вимоги до виходу функціоналу**
1	2	3
Функціонал інформаційного забезпечення	- сформувати агреговану інформацію про стан зовнішньої та внутрішнього середовища підприємства в єдиному для всіх учасників інноваційної діяльності форматі уявлення; - забезпечити можливість внутрішніх та зовнішніх комунікацій (технічні засоби, програмні продукти, бази даних)	Результат – інформаційна наповненість підсистем, що забезпечують, базові функціонали
Функціонал інтелекту	- підібрати персонал, який володіє необхідними цільовими компетенціями та динамічними здібностями; - сформувати команди-виконавців базових функціоналів; - сформувати та мотивувати інноваційну команду для конкретного проєкту; - керувати кросфункціональними взаємодіями; - збільшувати інтелектуальний потенціал підприємства	Результат – інноваційні команди-виконавці базових функціоналів
Функціонал маркетингу	- спрогнозувати загальні показники потенційного ринку; - забезпечити виконання об'ємних показників виробничої програми в умовах конкурентного ринку за рахунок 4Р складових маркетингового тиску	Результат – технічне завдання на проєктування інновації
Функціонал інноватики	- забезпечити готовність підприємства до випуску інновації, що відповідає очікуванням споживачів та інтересам виробника, за рахунок генерування інноваційних ідей щодо впровадження технологічних інновацій; - забезпечити інноваційний розвиток базових функціоналів нетехнологічними інноваціями (маркетинговими, організаційними)	Результат – промисловий зразок або документально оформлений результат НДДКР
Функціонал обліку ризиків	- здійснювати постійний моніторинг, якісну та кількісну оцінку ризиків інноваційної діяльності; - розробляти заходи попередження та компенсації ризиків по всім стадіям інноваційного процесу	Результат – перелік ризиків, їх оцінка та перелік розроблених заходів протидії
Функціонал обліку	- забезпечити реалізацію всіх форм обліку під час здійснення інноваційної діяльності на користь споживачів та виробника; - розробити показники оцінки ефективності інноваційної діяльності в цілому та для кожного базового функціоналу	Результат – облікова політика підприємства; розрахунок ефективності інноваційного проєкту
Функціонал виробництва	- забезпечити випуск інноваційного продукту та його конкурентоспроможність (забезпечити новий рівень задоволення потреб споживачів з вигодою для виробника)	Результат – інноваційний продукт або зміни показників господарської діяльності

Вихід системи кожного з функціоналів є одним з елементів забезпечуючої підсистеми наступних функціоналів та входить до підсистеми, що забезпечує функціонал виробництва, тобто функціонал виробництва, як результуючий, залежить від сукупного впливу всіх попередніх функціоналів, та кожен наступний функціонал залежить від попереднього. Зворотний зв'язок відображає необхідність коригування виходів кожного з функціоналів залежно від результату функціоналу виробництва, що здійснюється у паралельному режимі на підставі моніторингу зовнішнього та внутрішнього середовища підприємства.

Для розвитку наукових положень про функціональну структуру інноваційного бізнесу принципово важливим є уточнення структури системи управління інноваційною діяльністю підприємства, а також місця та ролі в ній інноваційного та маркетингового потенціалів, як чинників, що визначають можливість та ефективність здійснення інноваційної діяльності.

Література

1. Пєтухова О.М., Сілакова Г.В. Формування системи управління інноваційною діяльністю підприємств. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2012. № 43. С. 174–180.

2. Василик Н.М. Теоретичні аспекти формування системи управління інноваційною діяльністю підприємства. *Економічні науки. Серія «Економіка та менеджмент»: Збірник наукових праць. Луцький національний технічний університет*. Луцьк, 2014. Вип. 11 (42). С. 53–62.

INNOVATIVE BUSINESS FUNCTIONAL AS AN ELEMENT OF MANAGEMENT OF INNOVATIVE ACTIVITIES OF THE ENTERPRISE

Nadtochii Iryna, Ohor Hanna

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. It has been proven that the set of innovative business functions characterizing the functional spheres of management and the connections between them forms the functional structure of the innovative business. The following functions of innovative business are highlighted: information support, intelligence, marketing, innovation, risk accounting, general accounting, production. The requirements for the target subsystem and the output of each functional innovation business as an element of management of the innovative activity of the enterprise are formulated.

Keywords: innovations, innovative activity, innovative project, innovative business, functional.

УДК 330.131

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ LI-ION АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

Надточій І. І.
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Херсон, Україна. nira101001@gmail.com

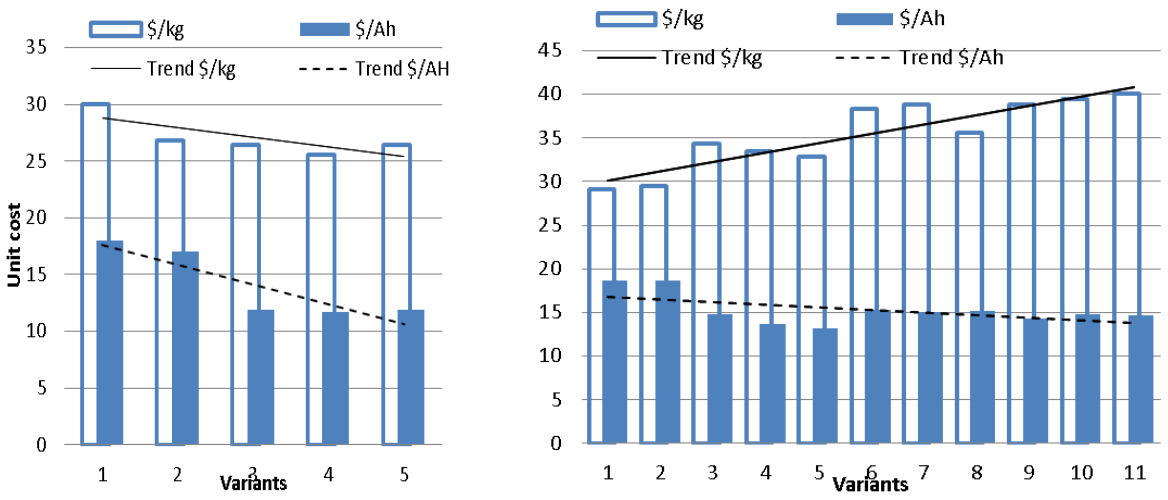
Анотація. При впровадженні інноваційних продуктів проводиться всебічний аналіз і оцінка майбутніх ринків збуту і самого продукту. Техніко-економічні показники несуть основну інформацію про фізичні властивості товару, його функціональність, ефективність і вартість. Численні сучасні девайси і гаджети, промислові установки, транспортні системи, об'єкти енергетики оснащуються вбудованими джерелами живлення. Значна доля акумуляторів виконана на основі Li-Ion технологій. Особливістю Li-Ion акумуляторів є наявність в них спеціальних електронних пристроїв – battery management system (BMS), що забезпечують їх правильну і безпечну експлуатацію. BMS здорожують кінцеву вартість готового продукту, тому важливо оцінити їх вплив на загальні економічні показники і собівартість.

Ключові слова: акумуляторна батарея, питомі вартісні показники, собівартість, техніко-економічні показники, battery management system.

Аналіз техніко-економічних показників представлених на ринку Li-Ion акумуляторів (переважно китайського виробництва) показує іноді суперечливі дані відносно питомої вартості ємності вираженої у доларах на одну ампер-годину (дол./А·г). Відомо що при збільшенні потужності електроустаткування питомі показників покращуються і навпаки, погіршуються при зменшенні потужності [1,2]. Наприклад ціна одного кВт потужності електричної машини зменшується для більш потужних зразків [3,4].

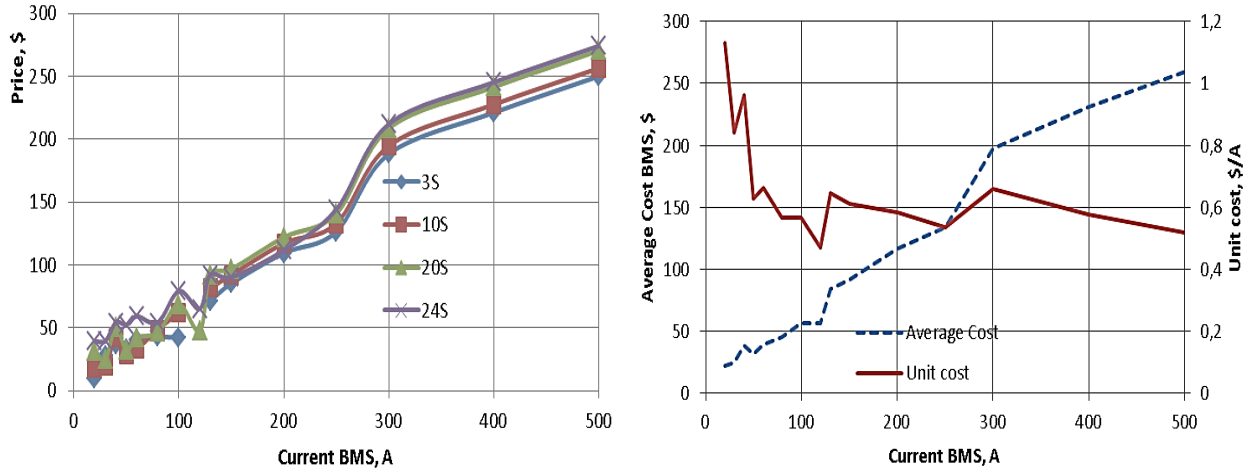
Для Li-Ion акумуляторів в діапазоні ємності від одиниць до сотень А·г і при послідовності з'єднань від 1S до 20S іноді мають місце протилежні результати. Для прикладу, на рис. 1 (а) показані питомі вартісні показники LiFePO4 акумуляторів типу YM бренду YMPEOEG ємністю від 50 до 200 А·г і бренду CERRNSS ємністю від 60 до 280 А·г на рис. 1 (б), всі напругою 48 В. На рис. 1, більший порядковий номер по горизонтальній осі відповідає акумуляторам більшої ємності. Зі збільшенням ємності акумуляторів вартість одиниці ємності ($/A·h) зменшується що відповідає загально відомій тенденції. Якщо розглядати питому вартість кількості речовини акумуляторів, тобто вартість одного кілограма ($/kg), то для бренду CERRNSS тенденція зворотна, зі збільшенням маси, один кілограм стає дорожчим. Це виглядає парадоксально. Для всіх вибірок що аналізувались, така тенденція спостерігається приблизно у треті.

Це може пояснюватись декількома факторами: навмисне завищення ціни більш потужних акумуляторів деякими виробниками, використання дорожчих комплектуючих (корпусів та BMS). На рис. 2 представлено результат аналізу пропозицій BMS (китайський ринок) як окремого товару, потужністю від 20 до 500 А і числом послідовних елементів від 3S до 24S.



а) *б)*

Рис. 1 – Питомі вартісні показники LiFePO4 акумуляторів напругою 48В брендів YMPEOEG (а) та CERRNSS (б)



а) *б)*

Рис. 2 – Узагальнені техніко-економічні показники BMS. а) характеристика залежність вартість–струм–послідовність з'єднань, б) середня вартість BMS і питома вартість одного ампера BMS.

Завищення ціни на потужні акумуляторні батареї окремими виробниками цілком можливе, наприклад для стабілізації кон'юнктури ринку, але вимагає окремих досліджень. Використання більш вартісних комплектуючих, наприклад герметичних корпусів також пояснює більш високу ціну потужніших акумуляторів деяких брендів, але їх аналіз утруднений. Вартість BMS практично лінійно зростає з ростом потужності але їх вага і питома вартість не повинні сильно впливати на кінцеву вартість акумуляторів і це вимагає додаткового дослідження.

Висновки: Li-Ion акумулятори без використання BMS потенційно небезпечні і можуть стати причиною нещасних випадків і матеріальних втрат. З технічної точки зору, BMS є невід'ємною частиною Li-Ion акумуляторів і в діапазоні струмів від 20 до 500А їх вартість збільшується практично лінійно, що відповідно впливає на кінцеву собівартість продукції.

Зростання вартості потужніших Li-Ion акумуляторних батарей, можливо також пов’язано з регуляторною діяльністю виробників і як результат використання дорожчих комплектуючих деталей.

Література

1. B. E. Layton, “A comparison of Energy Densities of Prevalent Energy Sources in Units of Joules Per Cubic Meter," Int. J. Green Energy, vol. 5, no. 6, pp. 438–455, Dec. 2008.

2. File:Lithium Ion Capacitor Chart.png – Wikimedia Commons”, Commons.wikimedia.org, 2018. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lithium_Ion_Capacitor_Chart.png. [Accessed: 13- Jul- 2018].

3. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей : навч. посіб. / М. Б. Шелест, П. І. Гайда ; М-во освіти і науки України, Сум. держ. ун-т. – Суми: Сум. держ. ун-т, 2014. – 210 с. : іл. – Бібліогр.: с. 183 (5 назв). – ISBN 978-966-657-530-5

4. Automotive Li-Ion Batteries: Current Status and Future Perspectives (Report). U.S. Department Of Energy. 1 January 2019. p. 26. Retrieved 15 March 202

TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF LI-ION ACCUMULATOR BATTERIES

Nadtochii I.

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Abstract. When introducing innovative products, a comprehensive analysis and assessment of future sales markets and the product itself is carried out. Technical and economic indicators carry basic information about the physical properties of the product, its functionality, efficiency, and cost. Modern devices, gadgets, industrial installations, transport systems, and energy facilities have built-in power sources. A significant share of batteries is made based on Li-Ion technologies. A feature of Li-Ion batteries is the presence of special electronic devices, such as battery management systems (BMS), which ensure their correct and safe operation. VMSs make the final cost of the finished product more expensive, so it is important to assess their impact on general economic indicators and the cost price.

Keywords: rechargeable battery, specific value indicators, cost price, technical and economic indicators, battery management system.

УДК 330.331

РОЛЬ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ В РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

Руснак А.В.
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Херсон, Україна
rusnak_av@meta.ua
Година О.В.
викладач кафедри економіки Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Херсон, Україна
godyna.olena.kbnuos@gmail.com

Анотація. Розглянуто сутність та функції інноваційних мереж. Обґрунтовано роль людського капіталу в розвитку інноваційних мереж. Наведено класифікацію інноваційних мереж щодо управління людським капіталом.

Ключові слова: інновації, інноваційні мережі, інноваційні процеси, інноваційна інфраструктура, людський капітал.

Переважання інтегрованих ланцюжків виробництва та реалізації продукції, перехід від масового виробництва до кастомізації ставить зумовлює необхідність розроблення та формування нових управлінських моделей. Оскільки в інноваційній економіці основний приріст валової доданої вартості, що формується, забезпечується за рахунок мобілізації людського потенціалу, а також його вищої форми організації у вигляді інтелектуального потенціалу, проблема управління людськими ресурсами з метою підвищення конкурентоспроможності ланцюгів поставок інноваційної продукції та знань є актуальною.

На ці процеси впливає розгортання четвертої промислової революції, що веде до ускладнення форм та способів отримання знань та компетенцій, які є ключовим елементом людського капіталу. Трансформується й характер отримання та використання знань, що зумовлено кардинальними змінами у способах їх отримання, накопичення та використання. Досягнення економічними системами стійкості через рух та розвиток зумовлює домінування ідеології постійного оновлення знань та інформації, навчання. Це зумовлює здійснення переходу від значущості фізичного капіталу для досягнення конкурентоспроможності ефективного використання людського капіталу.

Разом з тим, практичне застосування людського капіталу знаходить у процесі здійснення певного виду діяльності – науково-технічної, дослідницької, виробничої тощо, що обумовлює його інтеграцію в єдині ланцюжки створення кінцевої продукції. За умов домінування відкритих макроекономічних систем досягнення високої результативності інтеграції стає можливим з допомогою використання мережного принципу організації діяльності. Система формування та розвитку людського капіталу має бути інтегрована в мережеві структури

реального сектору економіки для підвищення рівня інноваційної активності. Одним із видів таких мережевих об'єднань можуть розглядатися інноваційні мережі, що включають науково-дослідні організації, промислові підприємства та інші суб'єкти інноваційної інфраструктури.

У інноваційній економіці, де велику додану вартість створюють високотехнологічні та наукомісткі виробництва, з метою забезпечення процесу дифузії інновацій, набуває поширення формування інноваційних мереж. Під інноваційною мережею ми розуміємо сукупність суб'єктів інноваційної діяльності: науково-освітніх організацій, проєктних інститутів, науково-дослідних центрів, центрів трансферу технологій, центрів комерціалізації інновацій та підприємств реального сектору економіки, об'єднаних для спільного проведення науково-дослідної та виробничо-комерційної діяльності.

Основною функцією інноваційної мережі є забезпечення мережевої взаємодії структурних елементів інноваційної інфраструктури та суб'єктів господарювання, що надають послуги за профілем мережі з метою поширення різноманітної інформації в різних формах, надання інформаційних, аналітичних та організаційних послуг учасникам інноваційної діяльності з бізнес-сектору, державного та науково-дослідного секторів завдяки налагодженню між ними сталих контактів та об'єднання ресурсними потоками [1, с. 61].

До основних напрямків діяльності інноваційних відносять: навчання підприємців практичних навичок, пов'язаних з розвитком інноваційного бізнесу; забезпечення зв'язків підприємців з ринками, капіталом, клієнтами, партнерами, експертами, інформацією та успішними; валідація комерційних ідей за допомогою стратегічного консультування та менторства, створення сприятливої атмосфери для експериментів у сфері розвитку бізнесу [2, с. 83]. Системотворчим чинником інноваційних мереж є людський капітал, як чинник виробництва в інноваційній економіці, тобто необхідний ресурс управління інноваційними процесами.

Стосовно управління людським капіталом в інноваційній мережі інтеграція між її учасниками формує відповідну мережеву модель, що забезпечує трансформацію знань у конкурентну перевагу окремих елементів та мережі в цілому. Отже, складається такий ланцюжок знань: 1) спеціалізоване знання, як специфічний актив мережі, отримані на основі використання специфічного активу технологічні рішення та винаходи; 2) інновація (у вигляді нового або модернізованого продукту чи послуги); 3) позитивний синергетичний ефект, що досягається всередині мережі. Синергетичний ефект в інноваційній мережі забезпечується додатковою вигодою за рахунок використання людського капіталу його учасників порівняно з тим, якби вони застосовували його в інноваційній діяльності самостійно.

Мережева модель управління людським капіталом у сучасних умовах модернізації економічних систем може бути реалізована на базі інтеграції науково-освітніх установ та промислового комплексу. У цьому можливі дві укрупнені схеми мережевого взаємодії: 1) створення мережі освітніх установ навколо ресурсного центру, що має найбільший кадровий та науково-дослідний потенціал – стисла модель мереживізації; 2) розширена модель, яка орієнтована на кооперацію всіх ступенів освіти з підприємствами промислового комплексу.

Щодо управління людським капіталом доцільно провести класифікацію виходячи зі специфіки створення та функціонування інноваційної мережі. У табл. 1 запропоновано класифікаційні групи інноваційних мереж.

Таблиця 1 – Класифікація інноваційних мереж

Класифікаційна ознака	**Види**	**Характеристика**
1	2	3
За типами інноваційних мереж	Науково-освітні мережі	Включають вибудовування єдиного ланцюжка безперервності знань усіх рівнів освіти
	Мережі у сфері здійснення НДДКР	Створюються для спільного проведення науково-дослідних робіт
	Мережі у сфері комерціалізації інновацій	Формуються для кооперацій зусиль реального сектора економіки та науки з питань дифузії нових знань у промисловість
	Мережі трансферу компетенцій	Забезпечують генерацію та трансляцію знань у науковій спільноті
За рівнем використання мережевих технологій	Віртуальні мережі	Сформовані у вигляді мережі як віртуальної організації, коли комунікації між учасниками мережі здійснюються здебільшого через інформаційно-комунікаційні технології
	Традиційні мережі	Засновані на комунікаціях між учасниками мережі без використання віртуальних
	Змішані мережі	Мають ознаки віртуальних та традиційних мереж
За рівнем інноваційності	Інноваційно активні	Впроваджують інноваційні технології в освітній процес та орієнтовані на підвищення рівня технологічності виробництва у промисловості
	Інноваційно неактивні	З переважанням традиційних технологій навчання у сфері освіти та методів виробництва у промисловості
За ступенем гнучкості	Гнучкі	З високим ступенем та швидкістю адаптації до змін кваліфікаційних вимог до професій, прогнозів ринку праці та рівня розвитку промислових та освітніх технологій
	Жорсткі	З низьким ступенем та швидкістю адаптації до змін кваліфікаційних вимог до професій, прогнозів ринку праці та рівнів розвитку промислових та освітніх технологій
За рівнем розвитку людського капіталу	Людський потенціал	Заснований на створенні системи знань, кваліфікації та компетенцій кадрів
	Людський капітал	Нарощування та використання людського потенціалу в інноваційній діяльності
	Специфічний актив	Найвищий рівень організації людського капіталу, що існує виключно у межах цієї системи
За рівнем технологічності виробництва	Людський капітал у високотехнологічній промисловості	Електроніка, виробництво лікарських матеріалів
	Людський капітал у середньотехнологічній промисловості високого рівня	Хімічне виробництво, виробництво електроустаткування

Закінчення таблиці 1

1	2	3
	Людський капітал у середньотехнологічній промисловості низького рівня	Виробництво нафтопродуктів, металургійне виробництво
	Людський капітал у низькотехнологічній промисловості	Поліграфічна діяльність, харчова промисловість
Стосовно економічної системи	Людський капітал, сформований виключно у межах даної економічної системи	
	Людський капітал, сформований як в межах даної економічної системи, так і запозичений з іншої системи	
За рівнем відкритості мережі	Відкриті	Спрямовані на взаємодію з іншими системами для розвитку людського капіталу з подальшим використанням у реальному секторі економіки для нарощування конкурентоспроможності та рівня технологічності виробництва
	Закриті	Орієнтовані на внутрішній простір системи без коопераційних зв'язків з іншими системами

Формування та розвиток мережевих структур в управлінні людським капіталом дозволить ефективно вирішувати такі питання, як фінансування науково-дослідних робіт, прискорення процесу дифузії інновацій, комерціалізація результатів інтелектуальної діяльності, працевлаштування випускників відповідно до підготовленої професії чи спеціальності, розвиток гнучких зв'язків науково-освітньої сфери та промисловості.

Література

[1]. Котельбан С. В. Інноваційна мережа як стимулююча ланка механізму державного регулювання інноваційного розвитку економіки України. *Агросвіт*. 2019. № 13–14. С. 60–66.

[2]. Вернидуб Н.О., Омельяненко В.А. Трансформаційні процеси економічної системи в умовах сучасних викликів: монографія / За заг. ред. В.І. Гринчуцького. Тернопіль: Крок, 2014. С. 82–90.

THE ROLE OF HUMAN CAPITAL IN THE DEVELOPMENT OF INNOVATION NETWORKS

Rusnak Alla, Godyna Olena

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The essence and functions of innovation networks are considered. The role of human capital in the development of innovative networks is substantiated. The classification of innovation networks in relation to human capital management is given.

Keywords: innovations, innovation networks, innovation processes, innovation infrastructure, human capital.

УДК 336.22

ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ КЛАСИФІКАЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ АКТИВІВ У КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОДАТКОВИХ РЕФОРМ

Шевчук С.В.
доцент кафедри обліку та економічного аналізу
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
sernat1979@gmail.com

Анотація. Розглянуто проблеми функціонування ринку віртуальних активів. Визначено вимоги до класифікації віртуальних активів з метою оподаткування.

Ключові слова: віртуальні активи, класифікація, оподаткування.

Удосконалення регулювання податкового адміністрування ринку віртуальних активів в Україні, гармонізація національного законодавства і законодавства ЄС є однією з основних рекомендацій Міжнародного валютного фонду. Чинна законодавча база щодо регулювання обігу і оподаткування віртуальних активів створює значні ризики для монетарної політики і цінової стабільності. До того ж недосконалість податкового законодавства у сфері обігу віртуальних активів призводить до значних втрат податкових надходжень дохідної частини бюджету, легалізації коштів, які отримані злочинним шляхом.

Відповідно до Закону України «Про віртуальні активи» віртуальні активи – нематеріальне благо, що є об'єктом цивільних прав, має вартість та виражене сукупністю даних в електронній формою [1]. Відповідно до статті 4 Закону України «Про віртуальні активи» віртуальні активи є нематеріальними благами, особливості обороту яких визначаються Цивільним кодексом України (далі ЦКУ) та цим Законом [1].

У самому ж ЦКУ поняття віртуальних активів як об'єкта цивільних прав не розкрито. У статті 179 ЦКУ визначено поняття цифрова річ та її складові. Цифровою річчю є віртуальні активи, цифровий контент та інші блага, щодо яких застосовуються положення частини першої цієї статті. Інших згадувань поняття віртуальні активи ЦКУ не містить [2].

Важливим аспектом розробки механізму ефективного оподаткування віртуальних активів є їх обґрунтована класифікація, яка дозволить уникнути втрат бюджету від заходів податкового планування фізичних і юридичних осіб.

Класифікація як елемент логічного поділу та систематизації інформації передбачає поділ усієї множини об'єкта дослідження на окремі одиниці поділу (види, підвиди, групи) за подібними ознаками. При цьому основними вимогами щодо науковообгрунтованої класифікації мають бути наступні:

повнота поділу – усі одиниці поділу мають у своїй сукупності складати об'єкт класифікації;

виключність – одиниці поділу мають бути унікальними, виключати одне одного;

послідовність поділу – полягає у неможливості включення до класифікації за певною підставою окремих членів різних рівнів.

Питання класифікації віртуальних активів з метою оподаткування не розглядаються у вітчизняній науковій літературі. Податковий кодекс України не надає визначення і види віртуальних активів, особливості оподаткування операцій з ними. Відповідно до ЦКУ віртуальні активи можуть бути незабезпеченими або забезпеченими [1]. Цього недостатньо, оскільки до кожної з груп відносяться різні за порядком оподаткування активи. Наприклад до незабезпечених активів відносяться як невзаємозамінні токени – NFT (non-fungible token), так і альткоіни (Bitcoin, Ethereum, BNB, Solana). Наявність різних підходів до оподаткування таких активів, може призвести до зловживань шляхом перенесення бази оподаткування у сфера нижчого рівня оподаткування.

Зважаючи на стратегію інтеграції України вважаємо за доцільне розробляти національне законодавство щодо віртуальних активів з урахуванням європейського досвіду. Регламент (ЄС) 2023/1114 Європейського парламенту та Ради від 31 травня 2023 року (далі MiCAR) про ринки криптоактивів встановлює види, правила розміщення, обігу, зберігання та адміністрування віртуальних активів у європейському просторі, запобігання і заборона ринкових зловживань із залученням криптоактивів.

Відповідно до MiCAR визначає наступні види віртуальних активів та особливості їх обігу: криптоактиви, користувацькі токени, токени електронних грошей і токени пов’язані з активом [3].

Загальна категорія криптоактивів – це цифрове представлення вартості або права, яке можна передавати та зберігати в електронному вигляді, з використанням технології розподіленої книги або подібної технології [3].

Користувацькі токени – криптоактиви, призначені для надання доступу виключно до товару чи послуги, що надаються їх емітентами [3].

Токени електронних грошей – криптоактиви, які мають на меті підтримувати стабільну вартість, посилаючись на вартість однієї офіційної валюти [3].

Токени пов’язані з активами – криптоактиви, які мають на меті підтримувати стабільну вартість, посилаючись на іншу вартість або право або їх комбінацію, включаючи одну або кілька офіційних валют [3].

При розробці та впровадженні національного законодавства та його гармонізації із законодавством ЄС доцільно використовувати підходи класифікації криптоактивів відповідно до європейських норм і стандартів. Детальний аналіз різних типів віртуальних активів потрібен для ефективного регулювання з урахуванням особливостей оподаткування та ризиків ухилення оподаткування. Україна потребує додаткових податкових надходжень, однак при встановленні основних елементів оподаткування віртуальних активів необхідно ураховувати як світові, так і європейські реалії оподаткування. Занадто жорсткі правила оподаткування можуть призвести до відтоку крипто капіталу до країн з більш ліберальними правилами оподаткування.

Література

[1]. Закон України «Про віртуальні активи». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20#Text

[2]. Цивільний кодекс України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text

[3]. Regulation (EU) 2023/1114 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on markets in crypto-assets, and amending Regulations (EU) No 1093/2010 and (EU) No 1095/2010 and Directives 2013/36/EU and (EU) 2019/1937 (Text with EEA relevance)

PRACTICAL ASPECT OF CLASSIFICATION OF VIRTUAL ASSETS IN THE CONTEXT OF IMPLEMENTATION OF TAX REFORM

Shevchuk S.V.
Associate Professor of the Department of Accounting and Economic Analysis
The Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The problems of functioning of the market of virtual assets are considered. It is indicated that it is possible to classify virtual assets using the method of substitution.

Keywords: classification, taxation, virtual assets

УДК 336.22

МОДЕЛЬ ОПОДАТКУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ АКТИВІВ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД

Шевчук С.В.
доцент кафедри обліку та економічного аналізу
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянуто міжнародний досвід оподаткування операцій з віртуальними активами. Визначено основні аспекти оподаткування віртуальних активів, які необхідно передбачити у національному законодавстві.

Ключові слова: віртуальні активи, оподаткування

В умовах збройної агресії та повоєнної відбудови країни важливу роль має відігравати використання внутрішніх фінансових резервів, а саме збільшення податкових надходжень до бюджетів різних рівнів. При цьому акцент при зростанні податкових надходжень має бути сфокусований на розширенні податкової бази, а не збільшенні податкових ставок і введенні нових податків.

Одним з об’єктів, який потребує особливої уваги в частині розробки податкових норм є віртуальні активи, ігнорувати які як частину глобальної фінансової системи неможливо. Обсяг капіталізації криптовалютного ринку, за даними інформаційного портала Coingecko, на 24.08.2024 р. складає 2,36 трлн доларів США, щоденний обсяг торгівлі цифровими активами понад 100 мільярдів доларів США [1]. У 2024 р. комісією з цінних паперів і бірж США було схвалено створення ETF (Exchange Traded Fund) на торгівлю двома основними крипто валютами – Bitcoin та Ethereum. Слід зазначити що перші заявки на створення фондів були подані ще у 2013 році. Це стало безпрецедентним кроком офіційного визнання криптовалют

як фінансових інструментів у США, сигналом для притоку інвестицій корпоративного капіталу у сферу цифрових активів.

Метою доповіді є огляд світової практики оподаткування віртуальних активів з метою впровадження їх прогресивних моделей у фінансову систему України. Світ цифрових активів швидко розвивається, і дуже важливо, щоб податкові спеціалісти мали обґрунтований набір правил щодо оподаткування таких активів, які визначали їх класифікацію, перелік операцій які є об'єктом оподаткування, особливості формування бази оподаткування, пільги та інші елементи податків.

Регламент (ЄС) 2023/1114 Європейського парламенту та Ради від 31 травня 2023 року (далі MiCAR) про ринки криптоактивів визначає наступні види віртуальних активів та особливості їх обігу: криптоактиви (цифрове представлення вартості або права, яке можна передавати та зберігати в електронному вигляді, з використанням технології розподіленого реєстру), користувацькі токени (призначені для надання доступу виключно до товару чи послуги, що надаються їх емітентами), токени електронних грошей і токени пов'язані з активом [2]. Слід зазначити що правил оподаткування віртуальних активів документ не передбачає.

Законодавство Великобританії виділяє три види віртуальних активів: інвестиційні токени (надають права та зобов'язання, подібні до традиційних інструментів, таких як акції, боргові зобов'язання); електронні гроші; нерегульовані віртуальні токени (які не емітуються та не підтримуються жодним центральним органом, розроблені та призначені для безпосереднього використання як засіб обміну) [3, с. 71–72].

Для фізичних осіб передбачено дві моделі оподаткування операцій з віртуальними активами: для активів, які утримуються як інвестиція оподатковується приріст капіталу при відчуженні активів; для активів, які використовуються з метою торгівлі застосовується податок на прибуток. Для юридичних осіб застосовується оподаткування приросту капіталу [3].

У Данії дохід, отриманий від продажу активів, як правило, не оподатковується, якщо він не вважається доходом від спекуляції або від активної торгівлі активами [3, с. 119].

Фізична особа, яка отримує дохід від віртуальних активів, має включати її в особистий дохід, що оподатковується за ставкою приблизно 52 %, збитки можуть бути вираховані, але за ставкою приблизно 26 %. Для юридичних осіб оподатковується чистий дохід від операцій з віртуальними активами за ставкою 22 % [3].

У Бразилії передбачена прогресивна модель оподаткування юридичних осіб податком на прибуток приросту капіталу від операцій з віртуальними активами. Ставка податку коливається від 15 до 22,5 %. Приріст капіталу фізичних осіб до 35000 реалів звільняється від оподаткування [3, с. 67].

У податковому законодавстві Канади віртуальні активи розглядаються як товар. Оподаткування податком на прибуток операцій визначається залежно від сутності операції як дохід або приріст капіталу. При оподаткуванні приростi капіталу може вираховуватися втрати капіталу. А втрати капіталу що перевищують приріст можуть вираховуватися за три попередні податкові періоди. Якщо операція розглядається як прибуток, отриманий прибуток оподатковується як звичайний дохід, а збитки, як правило, підлягають вирахуванню [3, с. 229].

У німецькому законодавстві віртуальні активи вважаються нематеріальними активами. Оподаткуванню підлягає прибуток як різниця між вартістю продажу та придбання [3].

У ОАЕ операції з віртуальними активами не оподатковуються податком на прибутку та податком на доходи фізичних осіб [3].

У США криптовалюти визнаються товаром. Законодавством США є доволі складним, і оподаткування тих чи інших операції здійснюється залежно від їх змісту. Віртуальні валюти отриманні від майнінгу, стейкінгу, децентралізованого розподілу розглядають і оподатковуються як дохід [3].

Загалом слід зазначити, що у більшості країн світу відсутнє спеціалізоване законодавство у частині оподаткування віртуальних активів, а оподаткування здійснюється переважно за загальними правилами. Відсутня єдність у розумінні природи віртуальних активів та оподаткування операцій з ними.

Зважаючи на міжнародний досвід вирішення цього питання, можна окреслити ряд аспектів, які необхідно врахувати при розробці національних положень щодо оподаткування віртуальних активів: економічна природа віртуальних активів; окремі правила оподаткування для юридичних і фізичних осіб (приватної і господарської діяльності); види операцій з віртуальними активами, які підлягають оподаткуванню (майнінг, стейкінг, продаж, ICO, децентралізований розподіл); види операцій, які не підлягають оподаткуванню; об’єкт оподаткування (прибуток, дохід, приріст капіталу) і порядок його обчислення; операції, які не підлягають оподаткуванню; правила оцінки операцій з віртуальними активами; порядок подання податкової звітності.

Література

[1]. URL: https://www.coingecko.com/

[2]. Regulation (EU) 2023/1114 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on markets in crypto-assets, and amending Regulations (EU) No 1093/2010 and (EU) No 1095/2010 and Directives 2013/36/EU and (EU) 2019/1937 (Text with EEA relevance)

[3]. Огляд законодавства щодо регулювання віртуальних активів. URL: https://fiu.gov.ua/assets/userfiles/310/%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B5/VirtualAssets.pdf

MODEL OF TAXATION OF VIRTUAL ASSETS: INTERNATIONAL EXPERIENCE

Shevchuk S.V.

Associate Professor of the Department of Accounting and Economic Analysis

The Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The international experience of taxation of operations with virtual assets is considered. The main aspects of taxation of virtual assets, which must be provided for in national legislation are determined.

Keywords: virtual assets, taxation

УДК 656

ЛОГІСТИЧНА СТРАТЕГІЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ СОРТУВАЛЬНОГО ДЕПО ТОВ «НОВА ПОШТА»

Грищенко О.В.
Кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіки, обліку та підприємництва ПННІ,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Первомайськ, Україна, olena.hryshenko@nuos.edu.ua

Анотація. Досліджується логістична стратегія оптимізації структури сортувального депо ТОВ «Нова пошта». Основна увага зосереджена на необхідності перегляду використовуваних розвізних і складальних маршрутів засобами автомобільного транспорту компанії. Зроблено висновки що скорочення процесу перевезення, вивільнить матеріальні та людські ресурси і сприятиме забезпеченню ефективності їх використання.

Ключові слова: військовий стан, логістичний цикл, логістичний маршрут, принципи логістики.

До повномасштабної війни, оголошеної Україні терористичною державою-сусідом, метою менеджменту найбільшого вітчизняного перевізника вантажів ТОВ «Нова пошта» було виведення компанії на етап сталого зростання, посилення лідерства на ринку послуг перевезення за рахунок найкращої швидкості доступності та якості. Для чого продовжували розширення в міжнародному напрямку та вдосконалення місцевої інфраструктури, щоб забезпечити швидкість та зручність доставки, водночас, не втративши якість [1].

В умовах оголошеного в країні військового стану, спричиненого воєнною агресією російської федерацій, проблема вдосконалення механізму управління логістичними потоками ТОВ «Нова пошта» стає однією з найважливіших. Адже в умовах постійної ракетної загрози та обстрілів і оголошень повітряних тривог можливість забезпечення розвантаження депо та відділень повсякчас втрачається зовсім чи частково.

Наразі, в умовах втрати значної кількості активів компанії та вантажів клієнтів, планування маршрутів з використанням логістичного підходу та орієнтуванням на збільшення обсягів перевезення вантажів і зменшення часу на розвантажувально-навантажувальні роботи в терміналах та депо зможе забезпечити збереження прибутковості компанії.

Використовуючи дослідження В. Габи, Т. Грушевської, М. Рудюк [2], вважаємо, що при аналізі ефективності організації перевезень, логістичними показниками можуть стати:

- витрати на логістику, швидкість обігу матеріалу;
- витрати на одиницю відвантажених вантажів, витрати на один тоно-кілометр перевезень;
- ступінь використання складських ємностей та площ;
- коефіцієнт використання транспортних засобів;
- величина ризику, пов’язаного з втратою чи пошкодженням вантажів клієнтів.

Найпростіше принципи логістики можуть використовуватися при перевезенні масових вантажів в умовах, коли сформовані стабільні і потужні вантажопотоки між відправниками та

одержувачами, як це було до лютого 2022 року у компанії. Наразі ТОВ «Нова пошта» забезпечує перевезення товарів, призначених для задоволення потреб бізнесу, гуманітарних організацій, тимчасово-переміщених осіб, військових та релокації бізнесу на безпечні території[1]. При доставці такого типу вантажів з'являється необхідність перегляду використовуваних розвізних і складальних маршрутів засобами автомобільного транспорту компанії. При цьому планування логістичних маршрутів може передбачати врахування значної кількості технологічних обмежень та опрацювання значного обсягу вихідної інформації. Разом з тим, зниження тривалості циклу процесу перевезення вантажів клієнтів можна досягнути за рахунок збільшення технічної швидкості руху рухомого складу компанії чи за рахунок скорочення тривалості виконання вантажно-розвантажувальних робіт, або за рахунок скорочення часу підготовки вантажу до перевезення.

Досліджуючи ступінь використання складських ємностей та площ в одному із регіональних депо Миколаївської області, дійшли висновку, що наявні площі можна розподілити таким чином, щоб забезпечити окрему зону для вивантаження великогабаритних вантажів та для сортування вантажів з метою подальшої доставки партнерами до клієнтів – мешканців найближчих сіл. Частину приміщення доцільно звільнити для забезпечення вивантаження дрібних вантажів, що продовжують рух на відділення міста.

Вказане вдосконалення місцевої інфраструктури депо сприятиме скороченню циклу процесу перевезення, вивільнить матеріальні та людські ресурси та забезпечить ефективне їх використання.

Література

[1]. Звіт про управління ТОВ «Нова пошта» за 2023 рік. URL: https://static.novaposhta.ua/sitecard/misc/doc/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%20%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F%202023.pdf

[2]. Габа В.В., Грушевська Т.М., Рудюк М.В. Транспортний сервіс: Курс лекцій. Київ: ДУІТ, 2019. 82 с.

[3]. Давідіч Ю.О. Конспект лекцій з дисципліни «Ефективність транспортних процесів» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.0701011 – Транспортні технології (за видами транспорту) / Ю. О. Давідіч, Г. І. Фалецька ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 36 с.

LOGISTICS STRATEGY OPTIMIZING THE STRUCTURE OF THE SORTING DEPOT OF "NOVA POSHTA" LLC

Hryshchenko O.V.

PhD in Economics Associate Professor of the Department of Economics, Accounting and Entrepreneurship Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Educational and scientific center in Pervomaisk)

Annotation. The logistics strategy of optimizing the structure of the sorting depot of Nova Poshta LLC is being studied. The main focus is on the need to revise the delivery and assembly routes used by the company's road transport. Conclusions were made that reducing the transportation process will free up material and human resources and contribute to ensuring the efficiency of their use.

Keywords: martial law, logistics cycle, logistics route, principles of logistics.

UDC 330.3

IMPLEMENTING ESG BY UKRAINIAN COMPANIES AND BANKS

Rohov H.
doctor of economics, professor, head of the department of finance,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine
georgii.rogov@nuos.edu.ua

Abstract. Based on the databases of leading ESG providers, the ratings of Ukrainian financial and non-financial corporations were analyzed. The characteristics of their ESG practices are defined. Ways to improve them are outlined.

Keywords: ESG, corporate sustainability, investments, management.

Introduction. The integration of Ukraine into the European economic space dictates the need for a conceptual change in business strategies. The achievement of economic goals has to be accompanied by balanced development in the social and environmental dimensions. In this way, the company's sustainability is achieved. The accepted approach to its assessment is ESG (environmental, social, and governance). In EU member states and other developed countries, ESG considerations are becoming the norm when choosing investment objects. The opportunities opening up for attracting responsible investments to restore the war-torn production capacities of Ukrainian enterprises is a serious argument in favor of ESG practices. It is also important that, since 2008, ESG reporting will be mandatory for Ukrainian companies holding significant operations within the European Union or placing securities on EU stock exchanges.

The study aims to analyze the ESG practices of Ukrainian financial and non-financial corporations based on data from leading rating agencies.

Main part. The research was based on data of ISS [1], Moody's Investors Service [2], MSCI [3], Refinitiv [4], S&P Global [5], Sustainalytics [6], and CSRHUB [7]. Analyzing rating agency data allows us to identify two main groups of domestic business entities that apply ESG practices. Firstly, these are companies registered abroad but have production facilities in Ukraine and are part of holding groups owned by Ukrainian businessmen (DTEK Renewables Ukraine BV, Interpipe Holdings PLC, Kernel Holding SA, Metinvest Holding, LLC, MHP SE, Ferrexpo PLC, etc.). Secondly, these are large state corporations and banks such as Naftogaz Group, PrivatBank, Savings Bank of Ukraine, and Ukreximbank. The sectoral structure includes pipes and steelmaking, farming, food production, renewables, telecommunications, utilities and banking.

It is worth noting that Ukrainian subsidiaries of multinationals are not represented in the databases of ESG providers. At the same time, the subsidiaries of these multinationals in some other countries are rated separately. This applies to subsidiaries of Credit Agricole in Egypt and Italy, Unilever in India and Indonesia, ArcelorMittal in South Africa, and so on. The low representativeness of Ukrainian companies in ESG ratings (in the MSCI rating they are not included at all) indicates their undeveloped ESG practices.

The rating agencies' assessments turned out to be quite contradictory. Sustainalytics evaluates the risks of Ukrainian companies as high or even severe (*). Moody's Investors Service assesses the impact of ESG considerations on the rating of Ukrainian banks and non-financial corporations as negative or highly negative. Ukrainian business looks significantly more attractive to socially responsible investors in the ratings of ESG providers such as Refinitiv and CSRHUB.

For example, the financially material ESG risk of Ferrexpo PLC is identified as high according to the methodology of the Sustainalytics rating agency, and the impact of every component of the company's ESG score (environmental, social, and governance) on its rating is evaluated highly negative by Moody's Investors Service. However, as reported by Refinitiv, Ferrexpo PLC has an ESG score that falls within the so-called B quartile, indicating "good relative ESG performance and above-average transparency in reporting" [8, p. 7]. Investing in Kernel Holding SA involves significant risk under the Sustainalytics assessment but as per Refinitiv data, the company's ESG score is just three percentage points lower than Ferrexpo PLC.

The discrepancies in ESG ratings are not specific to any features of Ukrainian business. They are determined by the data availability and quality, the number of indicators used, the methods of measuring their values and weighting factors [9; 10]. The development of ESG reporting regulation in the European Union will certainly contribute to diminishing the divergence in ESG ratings.

Considering that the ratings represent the leaders of Ukrainian businesses in the context of ESG, some generalizations can be made despite the low representativeness of the sample. The weakest point of non-financial companies' ESG practices is their environmental component. All Ukrainian firms in the Refinitiv ratings have worse environmental scores than ESG scores. The main reason is insufficient innovative activity, which negatively affects the ESG scores for all of them without exception.

In this regard, there are no discrepancies in the conclusions of the rating agencies Refinitiv and Moody's Investors Service. The latter assigned the worst environmental scores to all Ukrainian non-financial companies. Low environmental standards pose a significant challenge for Ukrainian businesses, hindering the country's progress in European integration. In light of the EU environmental policy (European Union Emission Trading Scheme, Carbon Border Adjustment Mechanism, etc.), this problem requires an immediate solution.

It should also be noted that Ukrainian state-owned banks have unsatisfactory ESG indicators, except for environmental ones. Moody's Investors Service assessed the social component of the activities of PrivatBank, Ukreximbank, and the Savings Bank of Ukraine as negative as possible. Institutional Shareholder Services (ISS) assigned the ESG corporate rating of the Savings Bank of Ukraine at level D (the worst possible rating is D-). In addition to the ESG corporate rating, ISS determines the SDG Impact Rating. This rating measures how well companies manage negative impacts and use opportunities in their operations to achieve the UN Sustainable Development Goals (SDGs). The only Ukrainian bank with an ISS SDG Impact Rating is The Savings Bank of Ukraine. However, its value of –1.5 (Limited Negative Impact) indicates serious problems in achieving sustainable development goals.

Conclusions. Currently, ESG practices are typical only for a few Ukrainian corporations, mainly those headquartered in EU member states and state-owned banks. In general, their ESG ratings are worse than the industry average. Non-financial companies' ESG practices are rated the worst in environmental terms because of insufficient innovative activity. The weak point of state-owned

banks' ESG practices is their social component. The corporate management system requires updating based on sustainability principles. In this regard, applying the reporting standards developed by the Global Reporting Initiative or the Sustainability Accounting Standards Board is quite important.

References

[1]. ISS (2023). *Access a range of high-level ISS ESG corporate ratings, scores, and fund ratings*. Retrieved from https://www.isscorporatesolutions.com/solutions/esg-solutions/iss-esg-gateway/

[2]. Moody's (2023). *Credit Ratings*. Retrieved from https://www.moodys. com/credit-ratings/

[3]. MSCI (2023). *ESG Ratings & Climate Search Tool*. Retrieved from https://www.msci.com/our-solutions/esg-investing/esg-ratings-climate-search-tool

[4]. Refinitiv (2023). *Environmental, Social, and Governance (ESG) Data'*. Retrieved from https://www.refinitiv.com/en/sustainable-finance/esg-scores?esg

[5]. S&P Global (2023). *S&P Global Sustainable*. Retrieved from https:// www.spglobal.com/esg/solutions/index

[6]. Sustainalytics (2023). *Company ESG Risk Ratings*. Retrieved from Company ESG Risk Ratings and scores – Sustainalytics

[7]. CSRHUB (2023). *Consensus ESG Ratings*. Retrieved from https://www.csrhub.com/

[8]. Refinitiv. *Environmental, Social and Governance Scores from Refinitive.* Retrieved from https://www.lseg.com/content/dam/marketing/en_us/documents/ methodology/refinitiv-esg-scores-methodology.pdf

[9]. Toplensky, R. (2023). Why ESG Ratings Are All Over the Map. *The Wall Street Journal, Aug. 17.* Retrieved from https://www.wsj.com/finance/investing/esg-ratings-f569f60e

[10]. Berg, F. (2022). Why Do ESG Ratings Vary So Widely–and How Can Investors Make Sense of Them? *The Wall Street Journal, Nov. 2.* Retrieved from https://www.wsj.com/articles/esg-ratings-investing-data-raters 11667229384?mod= article_inline

СКЕЦІЯ 9. ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИЩОЇ ШКОЛИ

УДК 378.147

ЦИФРОВЕ І ЗМІШАНЕ НАВЧАННЯ: ДО П'ЯТОЇ РІЧНИЦІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ І НЕОБХІДНОСТІ ПРОАНАЛІЗУВАТИ ВЛАСНИЙ ДОСВІД (2020–2024)

Бобіна О.В.
Кандидат історичних наук, доцент кафедри психології, філософії і соціально-гуманітарних дисциплін Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Науково-навчальний гуманітарний інститут
oleg.bobina@nuos.edu.ua

Анотація. Описано досвід цифрового і змішаного навчання в світі. Описані навички отримані в ході використання цифрового і змішаного навчання під час пандемії і війни 2022–2024 р. Зроблено висновок про необхідність вдосконалення набутих навичок компетентності і поширення інструментів цифрового і змішаного навчання.

Ключові слова: соціологія освіти, педагогічні технології, вища освіта, історія України, війна 2022–2024, пандемія.

12 березня 2020 р. в Україні запроваджено карантин пов'язаний з коронавірусною хворобою. Навчальні заклади почали пристосування до нових умов: таких як заборона аудиторних занять, припинення міжміського і міжобласного автомобільного і залізничного сполучення, обмеження переміщення громадян в містах громадським транспортом, масова вакцинація. В цілому, на нашу думку, українська освіта пристосувалася до ситуації і на весну 2022р. готувалася повернутися до звичайних форм і методів роботи.

В лютому 2022 р. почалася «Велика» війна, і замість «травневих шашликів», українські школяри і студенти, вчителі і викладачі тікали на Захід України, в Європу, йшли добровольцями і мобілізованими на фронт, і знову пристосувалися до нових, іноді смертельних умов життя.

З 2020 р. стали звичними такі нові форми і методи роботи, як "on-line навчання», «дистанційне навчання», «цифрове навчання», «синхронне і асинхронне навчання». В 2023–2024 р.р., дякуючи ЗСУ, миколаївські освітяни заговорили про «змішане навчання». А хоробрі романтики заговорили про навчання face-to-face. Та не замовкаючи сирени і регулярні «прильоти», необлаштовані укриття швидко повертають до реальності. А реальність, на нашу думку це «змішане навчання» або "Blending Learning (BL)". Для українського освітнього простору це нове поняття актуалізоване карантином і «Великою» війною.

В західному світі, особливо серед американських педагогів дискусії про технології навчання йдуть постійно, відповідно до появи нових можливостей. Змішане навчання це

черговий крок в поєднанні дистанційного навчання (а з годом і цифрового) та навчання традиційно-аудиторного (“face-to-face”, “fabric-learning”). Дистанційне навчання починає свою історію з к. XVIII – поч. XX ст. в США і Британії. Починаючи як звичайна поштова розсилка навчальних матеріалів, завдань і оцінки відповідей, «дистанційка» вже на початку XX ст. використовувала навчальні фільми, множильну техніку, а в 30-ті роки радіопередачі. В 20-ті рр. XX ст. окремі американські університети застосовують механічно-програмовані машини для перевірки знань студентів. З 50-х рр. використовуються слайд-проектори, починаються експеременти з мейнфреймом для навчання студентів. В середині 60-х рр. Стенфордський університет експерементує з комп’ютерами для навчання арифметиці і орфографії. Перша on-line школа в США була створена в 1982 р. В 1985 р. можна було отримати диплом магістра з журналістики закінчивши повний навчальний on-line курс. З к. 80-х поч. 90-х рр. супутникове телебачення транслювало навчальні програми в реальному часі. Навчальні матеріали на вінілових носіях (грамплатівки), магнітних стрічках (магнітофони і VHS) перейшли до використання CD-ROM. В 2022 р. MIT почав надавати послуги безоплатного навчання в on-line класах. З цього часу навчальні курси на цифрових платформах почали завойовувати світ.

Дистанційну освіту в СРСР і в Україні (щоб не копіювати «проклятих капіталістів») назвали заочною. А з дистанційних методів навчання автор пам’ятає діафільми і кінофільми, які було дуже складно використовувати, величезн проектори, та телевізори в аудиторіях, які використовувались, як декор.

В євроатлантичному світі з др.пол. XX ст. з’являються феномени «електронного» і «цифрового» навчання і поряд з «дистанційною освітою» з’являються “on-line навчання», «цифровий університет», «віртуальний університет», «електронне оцінювання», «електронне тестування», «електронна-віртуальна-віддалена-on-line-лабораторія», “web-конференція», «система управління навчанням – LMS”. На наших очах, в мить, з’явилась ситуація з використанням штучного інтелекту в навчанні (“artificial intelligence”, AI).

Українська освітня спільнота менше теоретизує в силу зрозумілих причин, зате відразу переходить до практики. Тому ми подаємо певні теоретичні аспекти Blending Learning (BL).

Популярні джерела визначають “BL”, як технологічно-посередницьке навчання, Web-розширене навчання; як поєднання on-line освітніх матеріалів, можливостей взаємодії в Інтернеті з фізичними методами роботи в класі / аудиторії. Визначення “BL” залежить від контексту. Змішане навчання має свої особливості реалізації в середній школі, у вищій школі, для підвищення професійного рівня, неформального та інформального навчання. Термінологія для опису “BL” з’являється в США наприкінці 90-х рр. XX ст.. В 2006 р. з’являється «Посібник із змішаних навчальних середовищ: Глобальні перспективи, локальні проекти» (Bonk, C.I. @ Graham, C.K.). В 2008 р. в Гонконзі відбулася конференція «Гібридне навчання та освіта: перша міжнародна конференція». Нагадаю, що в 2004–2005 рр. всі вища освіта України почала страждання через «Болонський процес» і «Індивідуальну траєкторію навчання».

В посібнику 2006 р. давалося просте визначення “BL”: змішана система навчання, це система, що поєднує особисте навчання з комп’ютерним навчанням. Ми віддаємо перевагу визначенню Норма Фрізена [Norm Friesen, 2012], який зазначає, що змішане навчання визначає ряд можливостей, які поєднують можливості Інтернету та цифрових медіа з усталеними формами класу, що вимагають фізичної присутності і спільної діяльності викладача і студента.

Стефан Храпінські [Stefan Khrapinski, 2019] пише, що останні визначення змішаного навчання вказують на те, що 30 %-50 % матеріалів курсу може бути on-line, а 70 %-50 % має відбуватися face-to-face.

В Україні дослідження BL фіксується з 2015 р. [Кривонос О., Коротун О., 2015]. Але вони поодинокі, що відповідає стану освіти в Україні. В 2023 р. Інститут педагогічної освіти і освіти для дорослих Національної академії педагогічних наук за кошти. НФДУ запустив проєкт «Максимізація ефективності ресурсів змішаного навчання в закладах вищої педагогічної освіти у воєнний час та повоєнного відновлення України». На нашу думку це поки що єдиний масштабний проєкт, який намагається подавити цілісну, багатовимірну і концентровану інформацію про BL. Зрозуміло, що поштовхом до активного використання і обговорення BL стала пандемія в Україні і «Велика» війна.

Набуті під час пандемії навички стали великим кроком в розвитку професійних компетенцій викладачів, студентів, управлінців. Так, в нашому випадку освоювали методи роботи з цифровими пристроями викладачі, яким давно за 50+. Ціж викладачі формували і освоювали методики навчання за допомогою цифрових пристроїв, розробили методи поширення навчальних матеріалів, методики поточної роботи, методики поточного і підсумкового оцінювання. Освоювали цифрові методи планування своєї роботи і звітності. Складовим елементом цифрової роботи стала робота дирекції з налаштуванням комунікації із студентами і викладачами, робота з цифровими інструментами для планування, контролю, звітності і поточної діяльності.

В лютому 2022 р. почалася «Велика» війна. Навички набуті під час пандемії стали у нагоді. використання цих навичок постійно актуалізувалася зовнішніми чинниками. Весна – літо 2022 – це втеча / евакуація з міста, і з України викладачів і студентів. За допомогою телефонів і месенджерів збирали розсіяних викладачів і студентів. Вже з квітня 2022 р., хто як міг проводив навчання, сесію і приймальну кампанію. З літа по листопад 2022 р. постійні обстріли Миколаєва і необхідність підлаштовуватися під цю ситуацію. З листопада 2022 до весни 2023 рр. відключення електроенергії і необхідність синхронізувати наявність світла на робочому місці викладача, з наявністю світла у студентів розкиданих по Україні і Світу, із розкладом. Активізувалась модель синхронного і асинхронного навчання. В лютому 2023 р. невелика частина студентів і викладачів НУК вийшли в аудиторії. Постало завдання забезпечити присутність і роботу в одній аудиторії живих студентів і on-line студентів, і щось робити із студентами, які не виходять на зв’язок. Протягом семестру була вирішена і ця проблема.

Найкращими зразками оволодіння новими інструментами і навичками стали такі моменти як е-звітність викладачів (щотижнева і річна) ZOOM та Meet-конференції, Google-класи, е-кабінети викладачів, е-відомості, е-оформлення індивідуальних графіків студентів, робота в телефонних застосунках-мессенджерах, е-опитування студентів. Вдалими і ефективними стали е-форми для формування студентських довідок, індивідуальних графіків, створення трьох TG-каналів для студентів.

Зрозуміло що BL має як свої переваги так і недоліки. Але на нашу думку, тільки поєднання класичних форм навчання з фізичного взаємодією викладача і студента в реальній аудиторії з цифровою освітою і цифровими можливостями дозволить досягти кращих результатів в навчанні і педагогічній діяльності.

DIGITAL AND BLENDED LEARNING: TOWARDS THE FIFTH ANNIVERSARY OF IMPLEMENTATION AND THE NEED TO ANALYZE OWN EXPERIENCE (2020–2024)

Oleg Bobina

Candidate of historical sciences, associate professor of the department of psychology, philosophy and social and humanitarian disciplines of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Scientific and Educational Humanitarian Institute.

Abstract: The experience of digital and blended learning in the world is described. The described skills were acquired during the use of digital and blended learning during the pandemic and war of 2022–2024. A conclusion was made about the need to improve the acquired skills of competence and spread the tools of digital and blended learning.

Keywords: sociology of education, pedagogical technologies, higher education, history, Ukraine, blended learning war, pandemic 2022–2024.

УДК 366.636:811.111:172.15

ВИКОРИСТАННЯ ЗАРУБІЖНИХ ЗМІ НА ЗАНЯТТЯХ З АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАВДАНЬ НАЦІОНАЛЬНО-ПАТРІОТИЧНОГО ВИХОВАННЯ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ПРОТИСТОЯННЯ УКРАЇНИ РОСІЙСЬКІЙ АГРЕСІЇ (2022–2024 Р.Р.)

Міняйлова А.В.

кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, alevtina.minyaylova@nuos.edu.ua

Шляхтіна О.С.

старший викладач кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, olena.shliakhtina@nuos.edu.ua

Анотація. Дисципліна «Іноземна мова» (разом з іншими дисциплінами соціально-гуманітарного циклу) надає найбільші можливості для реалізації завдань національно-патріотичного виховання студентів в умовах протистоянні України російській агресії (2022–2024 р.р.). Для цього необхідно в процесі формування і розвитку навичок говоріння, читання, аудіювання і письма обирати для опрацювання теми національно-патріотичного характеру. Особливого значення при цьому набуває робота студентів з англомовними статтями, аудіо- та відеоматеріалами, опублікованими у зарубіжних ЗМІ, які висвітлюють поточні події, пов'язані з воєнно-політичною ситуацією в країні, розкривають роль України на міжнародній політичній арені, і, таким чином, сприяють формуванню у студентів об'єктивної оцінки поточної ситуації, протистоянню маніпулятивному впливу з боку російської пропаганди та формуванню почуття гідності і гордості бути громадянином України.

Ключові слова: зарубіжні ЗМІ, навчання англійської мови, національно-патріотичне виховання студентів, теми національно-патріотичного характеру, повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну (2022–2024 р.р.).

У зв'язку з повномасштабним вторгненням російської федерації в Україну 24 лютого 2022 р. навчально-виховний процес кожного ЗВО має бути цілком спрямований на реалізацію завдань національно-патріотичного виховання студентів. Особливої значущості при цьому набувають навчальні дисципліни соціально-гуманітарного циклу, у тому числі «Іноземна мова» (англійська).

Ми ставили за мету дослідити способи використання зарубіжних (англомовних) ЗМІ на заняттях з англійської мови для реалізації завдань національно-патріотичного виховання студентів в умовах протистояння України російській агресії у 2022–2024 р.р.

На заняттях з англійської мови, на наш погляд, актуальним є використання таких провідних англомовних засобів масової інформації: британські телевізійні канали (BBC, Channel 4, ITV, Channel 5 та ін.) і вебсайти періодичних видань (The Times, The Daily Telegraph, The Guardian, The Financial Times, The Independent та ін.); американські новинні вебсайти (Yahoo! News, CNN, Google News, Fox News, NBC News, The Guardian), телеканали (NBC, CBS, ABC та ін.) і періодичні видання (The Wall Street Journal, The New York Times, The Washington Post, The Daily News та ін.).

На початку кожного заняття з англійської мови на етапі "Warm Up" доцільно запропонувати студентам до обговорення поточні воєнно-політичні новин країни і всього світу в цілому у контексті українського питання. Для цього під час підготовки до заняття студенти мають ознайомитись з актуальною інформацією у вітчизняних і зарубіжних ЗМІ (США і Великої Британії). Обговорення нагальних проблем та проведення порівняльного аналізу між способами подання та інтерпретування інформації в різних країнах, разом із розвитком навичок читання, аудіювання і говоріння англійською мовою, сприятимуть більш глибокому осмисленню воєнно-політичних подій у країні та на міжнародній арені, формуванню у студентів національно-патріотичної свідомості, почуття гідності, національної ідентичності.

Через високу актуальність українського питання, увага міжнародних ЗМІ наразі великою мірою прикута до нашої країни, що призводить до публікації значної кількості англомовних матеріалів з історії та сьогодення України. Для реалізації завдань національно-патріотичного виховання у процесі формування і розвитку навичок читання необхідно обирати для опрацювання статті, наприклад, присвячені незламності українського народу ("Ukraine's 1st medal of Paris Olympics won by fencer who refused to shake Russian opponent's hand" [1]), боротьбі за свою незалежність ("Battle for Kyiv: Ukrainian valor, Russian blunders combined to save the capital") [2]), висвітленню сучасних подій на російсько-українському фронті ("Ukraine thrown into war's bleak future as drones open new battlefront" [3]) і міжнародній політичній арені ("Zelensky visits Ireland as taoiseach vows Kyiv trip" [4]), дискредитації політики російської федерації ("Putin is lurching from one disaster to the next" [5]), тощо.

Для реалізації завдань національно-патріотичного виховання студентів у процесі формування і розвитку навичок аудіювання доцільно запропонувати студентам перегляд актуальних новин у відеоформаті у зазначених вище зарубіжних ЗМІ та інших джерелах інформації з подальшим обговоренням. Крім того, вкрай ефективним є перегляд англомовних подкастів на YouTube видатних зарубіжних політологів та істориків на теми, пов'язані з воєнно-політичною ситуацією в Україні, та інтерв'ю з відомими політиками і військовими. Наприклад, інтерв'ю з американським істориком, професором Т. Снайдером українському YouTube каналу «Європейська правда» про геноцид українського народу з боку російської

федерації [6]; інтерв'ю з генералом армії США у відставці В. Кларком американському політологу Е. Коену на каналі CSIS про причини російсько-української війни [7].

Таким чином, використання зарубіжних ЗМІ на заняттях з англійської мови є ефективним способом реалізації завдань національно-патріотичного виховання студентів в умовах протистояння України російській агресії у 2022–2024 р.р. за умови добору статей, які висвітлюють поточні воєнно-політичні події в Україні, розкривають роль України на міжнародній політичній арені, і, таким чином, сприяють формуванню у студентів об'єктивної оцінки поточної ситуації, протистоянню маніпулятивному впливу з боку агресора в умовах інформаційної війни; поглибленому вивченню української мови та історії України і, зрештою, формуванню національної ідентичності і патріотичної свідомості студентів.

Література

1. Thompson J. Ukraine's 1st medal of Paris Olympics won by fencer who refused to shake Russian opponent's hand : Fox News Channel. URL: https://www.foxnews.com/sports/ukraines-first-medal-paris-olympics-won-fencer-who-refused-shake-russian-opponents-hand (дата звернення: 08.08.2024).

2. Sonne P., Khurshudyan I., Morgunov S., Khudov K. Battle for Kyiv: Ukrainian valor, Russian blunders combined to save the capital : The Washington Post. URL: https:// www.washingtonpost.com/national-security/interactive/2022/kyiv-battle-ukraine-survival/?itid=sf_world_ukraine-russia_russia-gamble_p008_f001 (дата звернення: 08.08.2024).

3. Sommerville Q. Ukraine thrown into war's bleak future as drones open new battlefront : BBC. URL: https://www.bbc.com/news/articles/cne4vl9gy2wo (дата звернення: 08.08.2024).

4. Zelensky visits Ireland as taoiseach vows Kyiv trip : BBC. URL: https://www.bbc.com/news/articles/cd19j2j5k1ko (дата звернення: 08.08.2024).

5. Coughlin C. Putin is lurching from one disaster to the next: The Telegraph. URL: https://www.telegraph.co.uk/news/2024/08/07/putin-is-lurching-from-one-disaster-to-the-next/ (дата звернення: 08.08.2024).

6. Interview: Timothy Snyder in Ukraine about Russian war : Європейська правда. URL: https://www.youtube.com/watch?v=jXBJ8QHEPAI (дата звернення: 08.08.2024).

7. Reflections on the Ukraine War : Center for Strategic & International Studies. URL: https://www.youtube.com/watch?v=Vk8_UBmKu0U (дата звернення: 08.08.2024).

THE USE OF FOREIGN MEDIA IN ENGLISH CLASSROOM FOR THE IMPLEMENTATION OF THE TASKS OF NATIONAL-PATRIOTIC EDUCATION OF STUDENTS IN THE CONDITIONS OF UKRAINE'S RESISTANCE TO RUSSIAN AGGRESSION (2022–2024)

Miniailova Alevtyna

Associate Professor, Head of Modern Languages Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Shliakhtina Olena

Senior lecturer of Modern Languages Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The discipline “Foreign language” (together with other disciplines of the socio-humanitarian cycle) provides the greatest opportunities for realizing the tasks of national-patriotic education of students in the conditions of Ukraine’s resistance to russian aggression (2022–2024). In the process of formation and development of speaking, reading, listening and writing skills, it is necessary to choose a national and patriotic topic to study. Work of students with English texts, audio and video materials published in foreign mass media, which cover current events related to the military and political situation in the country, reveal the role of Ukraine in the international political arena has significant importance, and thus contribute to students’ formation of an objective assessment of the current situation, resistance to the manipulative influence of russian propaganda, and formation of a sense of dignity and pride of being a citizen of Ukraine.

Keywords: foreign mass media, teaching English, national-patriotic education of students, topics of a national-patriotic nature, full-scale invasion of the Russian Federation into Ukraine (2022–2024).

УДК 004.9:378

ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ВИЩОЇ ОСВІТИ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ

Матвієнко Л. В.,
кандидат історичних наук, доцент,
завідувач кафедри психології,
філософії та соціально-гуманітарних наук
Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
liudmyla.matviienko@nuos.edu.ua

Анотація. У роботі встановлено, що впровадження цифровізації в систему публічного управління вищою освітою в Україні є важливою складовою процесу її удосконалення. Розглянуто процес вдосконалення управлінських процесів у досліджуваній сфері за допомогою інструментів цифровізації та цифрових технологій. Надано основні характеристики провідних цифрових технологій, які активно використовуються у сучасній системі управління сферою вищої освіти в Україні. Визначено основні переваги цифровізації управлінських процесів у вищій освіті.

Ключові слова: інструменти цифрових технологій, публічне управління, система управління, сфера вищої освіти, управлінські процеси, цифрові технології, цифровізація.

Вступна частина. Упровадження цифровізації в систему публічного управління вищою освітою в Україні є важливою складовою процесу її удосконалення. Слід зазначити, що цифровізація публічного управління вищою освітою, як один із етапів побудови повноцінного цифрового уряду, за яким інформаційна взаємодія органів влади і суспільства відбувається із широким використанням цифрових технологій і ресурсів, відповідає мережевому етапові трансформації інформаційного суспільства у цілому [4, с. 47].

Мета роботи. Дослідити та проаналізувати рівень впливу цифровізації на сучасну систему управління сферою вищої освіти в Україні.

Основна частина. Цифровізація як процес потрактовується сучасними дослідниками як впровадження цифрових технологій в усі сфери життя. У цьому контексті цифровізація сприяє спрощенню освітнього процесу, роблячи його більш гнучким, пристосованим до реалій сучасного дня, що у свою чергу забезпечує формування конкурентоспроможних професіоналів [1].

В Україні відповідно до Закону України «Про вищу освіту» система забезпечення закладами вищої освіти якості освітньої діяльності та якості вищої освіти (система внутрішнього забезпечення якості) передбачає забезпечення наявності інформаційних систем для ефективного управління освітнім процесом. Інформація про процедури та результати прийняття рішень і провадження діяльності у сфері вищої освіти підлягає обов'язковому оприлюдненню на офіційних веб-сайтах та у засобах масової інформації, на інформаційних стендах та в будь-який інший спосіб [3].

Процес цифровізації управлінських процесів у вищій освіті, яка зумовлена значними технологічними досягненнями, суттєво впливає на ефективність управління. Так, для вдосконалення управлінських процесів у досліджуваній сфері широко використовують такі актуальні інноваційні системи:

– управління навчанням;
– керування навчальним контентом;
– управління навчальними завданнями та тайм-менеджмент;
– управління людськими ресурсами на різних рівнях (ЗВО, системи управління на рівні міста, регіону, держави);
– керування документообігом (внутрішніх, зовнішнім);
– системи адміністративного управління [2, с. 9].

Звичайно, велику роль відіграють також цифрові технології, які активно та широко використовуються у системі управління у вищій освіті. Йдеться про:

– аналітика даних;
– хмарні технології;
– технології штучного інтелекту.

У Табл. 1 відтворено основні характеристики трьох цифрових технологій, які активно використовуються у сучасній системі управління вищою освітою: мета використання, основні інструменти, дієві результати та бар'єри у процесі використання.

На основі запропонованої Табл. 1 можемо зазначити основні переваги цифровізації управлінських процесів у вищій освіті:

– ефективне адміністрування,
– покращення процесу прийняття рішень;
– удосконалення надання освітніх послуг;
– покращення викладання.

Висновки. Активізація процесів розвитку науково-технічного прогресу, основним результатом якого є цифровізація, а також чітка направленість сучасної України на курс євроінтеграції та долучення до європейської спільноти, європейських стандартів передбачає

глибоку інтеграцію вітчизняного освітянського простору загалом, і сферу вищої освіти – зокрема, до європейського та інноваційного світового освітнього просторів.

Табл. 1. Основні характеристики провідних цифрових технологій, які активно використовуються у сучасній системі управління сферою вищої освіти

Базові характеристики	**Назва цифрової технології**		
	Аналітика даних	**Хмарні технології**	**Технології ШІ**
Мета використання	Використовується для визначення проблем, створення інтерактивних звітів та інформаційних панелей	Використовується для покращення управління знаннями та впорядкування актуальної інформації	Використовується для вдосконалення управлінських процесів у вищій освіті
Інструменти	Microsoft Excel, Tableau, Power BI, QlikView, Qlik Sense	Інтернет, вебсервіси, хмарні платформи (Google Workspace, Apache Cloudstack, Proxmox VE)	ClickUp, Altair, Canvas LMS, Moodle, Blackboard, Smart Sparrow, Knewton.
Результати	допомагає ЗВО акумулювати численні набори даних; сприяє позитивним результатам у навчанні, управлінні закладом та прийнятті інституційних рішень	створює умови для оперативного й ефективного прийняття управлінського рішення; підвищує стійкість та ефективність досліджень, розробок, викладання та навчання	вдосконалення управлінських стратегій, покращення якості освітніх послуг, підвищення успішності студентів та загальної ефективності освіти
Перешкоди	висока вартість ПЗ; недостатній рівень інформаційної грамотності учасників освітньо-навчального процесу; конфіденційність і безпека даних	безпека, конфіденційність даних, приватність, дотримання нормативних вимог, правової юрисдикції, рівень надійності постачальників хмарних послуг	конфіденційність і безпека даних, етичні стандарти (визначення меж можливостей використання)

Джерело: [2]

Зазначений процес є, звичайно, кропітким, пролонгованим у часі та послідовним, перелічені детермінанти процесу удосконалення сучасної системи управління сферою вищою освіти в умовах цифровізації є важливими, тому що лише за таких умов можна гарантувати досягнення позитивних результатів.

Література

1. Карплюк С.О. Особливості цифровізації освітнього процесу у вищій школі. *Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку*. Матеріали методологічного семінару НАПН України. 4 квітня 2019 р. / За ред. В.Г. Кременя, О.І. Ляшенка; укл. А.В. Яцишин, О.М. Соколюк. К, 2019. 361 с. С. 188–197.

2. Осадчий В. Сучасні тенденції цифровізації управлінських процесів у вищій освіті: аналітика даних, хмарні технології, штучний інтелект. Освітологічний дискурс, № 1 (44), 2024. С. 8–17. URL: https://doi.org/10.28925/2312-5829.2024.11

3. Про вищу освіту : закон України від 1 липня 2014 р. № 1556-VII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text

4. Шеломовська, О. Цифровізація публічного управління вищою освітою в Україні на сучасному етапі державотворення. Аспекти публічного управління. № 9(SI (1). 2021. С. 47–51. URL: https://doi.org/10.15421/152161.

IMPACT OF DIGITALIZATION ON THE MANAGEMENT SYSTEM IN THE FIELD OF HIGHER EDUCATION IN MODERN UKRAINE

Matvienko L. V.

Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Psychology, Philosophy, and Social and Humanitarian Sciences, Educational Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. This work highlights the importance of implementing digitalization in the public administration system of higher education in Ukraine as a crucial component for its improvement. The study focuses on how management processes in the field can be enhanced through the use of digitalization tools and technologies. It also outlines the key characteristics of leading digital technologies being used in the modern management system of the higher education sector in Ukraine, and identifies the main advantages of digitalizing management processes in higher education.

Keywords: digital technology tools, public administration, management system, higher education sector, management processes, digital technologies, digitalization.

УДК378.178:811.111

BENEFITS OF COMMUNICATIVE APPROACH IN ESP COURSE

Shliakhtina O.S.

Senior lecturer of Modern Languages Department
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine, olena.shliakhtina@nuos.edu.ua

Miniailova A.V.

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Head of Modern Languages Department,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine, alevtina.minyaylova@nuos.edu.ua

Abstract. This article aims to highlight the benefits of communicative methods and approaches in teaching ESP to engineering students. It discusses different communicative strategies which can be successfully applied in the process of English language teaching and assist engineering students to improve their learning skills.

Key words: English for Specific Purposes (ESP), communicative approach, strategies, methods, engineering students.

A central concept of teaching English in ESP course is communicative competence: the learner's ability to understand and use language appropriately to communicate in authentic environments. Nowadays specialists shouldn't just read and translate professional or technical texts, but the communication in professional context is taken as a priority. Communicative Language Teaching (CLT) is a key term for a number of approaches that developed in the 1970s and soon spread around the world as older methods such as Audiolingualism and Situational Language Teaching failed to prepare learners for a productive use of the target language in the many different communicative situations of everyday life. The centrality of grammar in language teaching and learning was questioned since it was argued that language ability involved much more than grammatical competence.

The objectives of the article are to analyze problems associated with communicative competence for engineering students and suggest useful communicative methods and activities that are important in technical classroom.

Such scholars as K. Brandl [1, p. 7], C. J. Doughty and M. H. Long [2, p. 58], J. C. Richards and T. Rodgers [3, p. 105], and others define the aim of the communicative approach and give the following characteristics of CLT:

- Teaching is student-centred; it takes into account their language needs, interests and goals concerning a future profession. At the same time, language teaching is no longer a one-way transmission of knowledge from teachers to students, cooperation is the core of CLT.

- The teacher in the language classroom is a facilitator, who creates a climate stimulating studying with opportunities for students to practice English.

- Information exchange, choice-making and problems solving create interaction at the lesson which contributes to the target language (TL) acquisition. Moreover, the wider the variety of communicative activities, the greater the chance of involving all students and that is essential for the group activities' success.

- The four language skills – listening, reading, speaking, writing – are incorporated, creating a whole-language approach.

From the above mentioned features of CLT, its principles are the following:

1. Concentration on communication.

2. Learning by doing is promoted.

3. Reflecting a real communicating process.

4. Rich input. One of the biggest necessities in teaching is to utilize original multimedia resources. The English authentic materials expose students to the real language and produce a more creative approach to teaching [2, p. 13].

5. Input should be meaningful, comprehensible, and elaborated.

6. Co-operative and collaborative learning is promoted.

7. Focus on form. According to S. J. Savignon [5, 7], to develop communicative skills, an integration of form-focused exercises with meaning-focused experience should be present in the teaching process.

8. Provision of positive or negative mistakes.

Although, there are lots of benefits and advantages of the communicative approach, problems with its use still exist.

1. Less attention is paid to grammar and pronunciation mistakes. CLT does not focus on error correction. Attention is paid mostly on getting and comprehending information whether correct use of language.

2. The methods are not suitable for the learners-beginners or for short-term courses because repetition of communicative models and development of constant language skills are necessary.

3. Control and feedback should be provided efficiently and in time.

4. Student may not see the value in learning English through group work, games, and activities [4, p. 67].

In order to achieve positive results in teaching English to engineering students, certain recommendations of the proper CLT implementation should be followed:

1. Use the target language at the maximum. The more students hear the TL, the better, since the larger the studied language input, the greater the students' advances.

2. Motivate students, give multiple arguments for using the TL.

3. Give clear instructions.

4. Develop four traditional skills – listening, reading, speaking, and writing – in correlation [1, p. 14].

5. Organize maximum interaction between people who are studying English. Active academic work at the foreign language lessons affects positively on students [1, 257]. Cooperation "students–learning materials–other students–the teacher" is important for the ultimate result of the target language acquisition.

To sum up the information on the communicative approach in teaching English to engineering students it should be noted that advantages of the communicative approach are: 1) faster and more efficient results due to the use of communicative tasks; 2) bigger involvement of students in the studying process, and therefore their higher responsibility for the achievement of the lesson's goal; 3) connection between the real-life language and situations studied at the lessons, concerning everyday life, as well as students' professional field.

In spite of the fact that communicative competence tends to be one of the biggest and the most challenging teaching problems, it can be successfully solved by applying recommendations described above. Teachers' awareness of benefits and peculiarities of communicative methods can help them improve their teaching approach and avoid disadvantages in teaching English to engineering students.

Література

[1]. Brandl K. Communicative Language Teaching in Action: Putting Principles to Work / K. Brandle. – Pearson, 2008. – 472 p.

[2]. Doughty C. J. The Handbook of Second Language Acquisition / C. J. Doughty, M. H. Long. – Oxford: Blackwell, 2005 – 898 p.

[3]. Richards J. C. Approaches and Methods in Language Teaching / J. C. Richards, T. Rodgers. New York: Cambridge University Press, 2001 – 278 p.

[4]. Riemer M. English and Communication Skills for the Global Engineer / M. Riemer. – Global J. Of Engng. Educ., Vol. 6, No.1, Australia, 2002.

[5]. Savignon S. Interpreting Communicative Language Teaching: Contexts and Concerns in Teacher Education / S. Savignon. – Yale University Press, 2002 – 272 p.

УДК 81’373.48

МОВНІ КЛІШЕ ЯК НЕВІД’ЄМНА СКЛАДОВА НАУКОВОЇ МОВИ

Гарбар А.І.
старший викладач кафедри сучасних мов
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна
andrii.garbar@nuos.edu.ua

Анотація. Акцентовано увагу на мовних кліше, які доречно використовувати у наукових текстах. З’ясовано, що наявність стандартних висловів полегшує, скорочує процес написання текстів наукового стилю. Проілюстровано на конкретних прикладах типові помилки, які трапляються внаслідок буквального перекладу кліше, що структурують науковий текст.

Ключові слова: наукова мова, науковий текст, мовні кліше, стандартні вислови, комунікант.

Вступна частина. Науковці основну увагу приділяли вивченню термінології наукової мови, однак питання мовних кліше наукового стилю залишається малодослідженим. Невід’ємною складовою наукової мови є постійно вживані в певних сферах наукового життя мовні кліше, правильне вживання яких є важливим чинником формування культури усного та писемного спілкування. Клішованість виражальних засобів наукового стилю пояснюється тим, що наукова комунікація є колективною мовною діяльністю. Зокрема, науковий текст орієнтований на оптимальне сприйняття змісту повідомлення, саме цим він відрізняється від художнього твору, автор якого прагне привернути увагу не тільки до змісту, а й до форми.

Мета – з’ясувати практичну важливість використання мовних кліше у текстах наукової мови.

Основна частина. У мові є звороти з властивим постійним складом компонентів, які в певних мовленнєвих ситуаціях повторюються без змін як усталена словесна формула, їх називають мовні кліше. Вони виконують роль стандарту, забезпечують найповнішу інформацію, полегшують та скорочують процес укладання текстів, зокрема наукових. Н. Шарманова називає мовні кліше – регулярними (постійними) комбінаціями вербальних знаків, що є автономними лінгвістичними утвореннями із заданими за традицією значенням і формою [1, с. 114].

Наукові тексти не ґрунтується на образі, не активізують почуттєвий світ читача, а зорієнтовані на сферу раціонального мислення [2, с. 123]. Мовні кліше є основним будівельним матеріалом наукової мови, допомагають послідовно, логічно пов’язати між собою окремі елементи наукового тексту – структурують його і становлять схему, закріплену за відповідною ситуацією мовлення. Головними чинниками мовних кліше виступають стисліть, економія мовленнєвих зусиль, конкретизація та однозначність.

У науковому стилі мовні кліше – найкращі помічники для написання якісних текстів. Дослідниця І. Бровченко зауважує, що наукові кліше, які сприяють створенню цілісності і зв’язності наукового тексту, позначають взаємопов’язані поняття, що співіснують у межах цілісного понятійного простору [3, с. 8].

З’ясуємо, які мовні кліше доречно використовувати у наукових текстах. Для формулювання сучасного стану розробки питання можна вжити – *дослідженням цієї проблеми займалися, є думка, що; загальновідомо, що; згідно з точкою зору; на думку (кого?);* для наголошення на чомусь, приверненні уваги до важливих моментів – *важливо зауважити; заслуговує на увагу; цілком на часі*; для висловлення впевненості або сумніву – *очевидно; напевно; безперечно; автор переконливо доводить;* для доповнення, уточнення інформації – *втім; до речі; крім того; маємо на увазі;* для вказування часу, послідовності – *передусім; насамперед; по-перше; насамкінець з’ясуємо; передусім зазначимо;* для поєднання частин інформації – *вище йшлося про; у зв’язку з цим; відповідно до цього;* для цитування, наведення прикладів – *як стверджує; на думку; питанню приділили увагу*; для формулювання висновків, рекомендацій – *отже; на основі цього, можна дійти висновку; відтак можна впевнено стверджувати* тощо. Засвоєння мовних кліше є однією з умов долучення окремої особистості до колективних надбань у науковій сфері [2, с. 128].

Наявність стандартних висловів полегшує, скорочує процес написання текстів наукового стилю, однак досить часто спостерігаються неточності у вживанні кліше. Розглянемо приклади типових помилок, представлені буквальним перекладом мовних кліше, зокрема тих, що структурують науковий текст: *скоріше всього* (замість *імовірніше*)*; в більшості випадків* (замість *здебільшого*)*; вважати необхідним* (замість *вважати за потрібне*)*; в першу чергу* (замість *передусім, насамперед*)*; у той час як* (замість *тоді як*)*; в якійсь мірі* (замість *певною мірою*)*; в якості прикладу* (замість *як приклад*)*; іншими словами* (замість *інакше кажучи*)*; на даний час* (замість *на сьогодні, на цю пору, наразі*)*; в останні роки* (замість *останнім часом*)*; з того часу як* (замість *відтоді як*)*; перш ніж* (замість *перед тим як); як правило* (замість *зазвичай*) тощо.

Отже, є всі підстави зробити такі **висновки**: мовні кліше виконують роль стандарту, полегшують та скорочують процес укладання наукових текстів; допомагають автоматично сприймати зміст наукового тексту; сприяють ясності, логічності й послідовності викладу теоретичних положень.

Література

[1]. Шарманова Н. До питання про дискурс-аналіз кліше наукового тексту. Філологічний часопис. – 2020. – № 2. – С. 112.

[2]. Гарбар І.В. Гарбар А.І. Культура мовлення : навч. посіб. – Миколаїв : НУК, 2023. – 228 с.

[3]. Бровченко І.В. Концептуальна метафора у кліше англомовного наукового тексту. Автореф. дис. канд. філол. наук. Спец. 10.02.04 «Германські мови». – Харків. – 2011. – 22 с.

LANGUAGE CLICHE AS AN INTEGRAL COMPONENT OF SCIENTIFIC LANGUAGE

Garbar A.I.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation: Language clichés that are appropriate to use in scientific texts have been highlighted. It has been found that regular expressions facilitate and shorten the process of writing

scientific texts. The typical mistakes that occur as a result of the literal translation of clichés that structure a scientific text have been illustrated with some specific examples.

Keywords: scientific language, scientific text, language cliché, regular expressions, communicator.

УДК 81’367.627

ЧИСЛІВНИК У МОВЛЕННІ ПРОФЕСІЙНОГО КОМУНІКАНТА

Гарбар І.В.
старший викладач кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна
iryna.garbar@nuos.edu.ua

Анотація. У дослідженні проаналізовано анормативні відмінкові форми кількісних числівників на граматичному, фонетичному та акцентуаційному рівнях. Подано стислі рекомендації, які сприятимуть засвоєнню окремих граматичних категорій числівників. Акцентовано увагу на вживанні числівників на позначення часу.

Ключові слова: числівник, граматична форма, наголошування, вимова, типові помилки.

Вступна частина. У професійній сфері числівники використовують у цифрових та словесних засобах для найменування кількісно-цифрових даних. Помилкові граматичні форми та вимова призводять до спотворення важливих відомостей, що неприпустимо, так як ознаками чисел є точність, чіткість, конкретність. Однак під час виконання професійних обов’язків комунікант зчаста вживає анормативні відмінкові форми числівників, неправильно вимовляє та наголошує числівники. Науковиця І.А. Колеснікова зауважує, що ненормативне використання числівника призводить до викривлення інформації, створює когнітивний дисонанс, не забезпечує інтенції учасників спілкування [1, с. 61].

Мета – проаналізувати типові граматичні, фонетичні та акцентуаційні помилки при використанні числівників.

Основна частина. Сучасний рівень мовлення професійного комуніканта вказує на значну кількість проблем під час вживання кількісних числівників з іменниками в усіх відмінках, числівників на позначення часу, запису цифрової інформації. Числівники залишаються словами-пастками для учасників комунікації [1, с. 64].

Розглянемо детальніше числівникові анормативи на граматичному, фонетичному та акцентуаційному рівнях. Найбільша кількість помилок трапляється у відмінкових формах складених кількісних числівників, наприклад, в О.в. вживають *семи тисячами восьмистами п’ятидесятьма шістьма* замість нормативного варіанта *сьома тисячами восьмастами п’ятдесятьма шістьма* (*сімома тисячами вісьмомастами п’ятдесятьома шістьома*), або у Р.в. – *п’ятиста семидесяти вісьми* замість *п’ятисот сімдесяти восьми (п’ятисот сімдесятьох вісьмох).* Задля уникнення таких граматичних огріхів варто пам’ятати, по-перше,

питання: Н.в. *Скільки?*, Р.в. *Скількох?*, Д.в. *Скільком?*, З.в. *Скільки?*, *Скількох?*, О.в. *Скількома?*, М.в. *на Скількох?*. По-друге, числівники від *п'яти до тридцяти*, а також від *п'ятдесяти до вісімдесяти* становлять один тип відмінювання, причому в складних числівниках змінюється тільки друга частина: Р.в. *п'яти* (*п'ятьох*), *тринадцяти* (*тринадцятьом*); О.в. *вісімдесятьма* (*вісімдесятьома*), *шістдесятьма* (*шістдесятьома*). Складні числівники на позначення сотень *двісті, триста, … дев'ятсот* змінюються в обох частинах: О.в. *двомастами, дев'ятьмастами* (*дев'ятьомастами*); З.в. *шістсот* (*шестисот*). По-третє, числівники *сорок, дев'яносто, сто* у непрямих відмінках мають закінчення *-а*: Д.в. *сорока, дев'яноста, ста*.

Характер сполучуваності числівників з іменниками залежить від семантичного розряду самих числівників та поєднуваних з ними іменників [3, с. 192]. Помилки прослідковується в узгодженні іменників з числівниками *два, три, чотири, обидва.* Слід пам'ятати, що ці числівники сполучаються з іменником у Н.в. мн.: *два об'єкти, три комп'ютери, двадцять чотири студенти, обидва кандидати.* Анормативними є конструкції на зразок *два президента, двадцять три метра, двісті чотири депутата. Дробові числівники* сполучаються з іменником у формі Р.в. одн.: *дві третини часу, три четвертих площі*. *У мішаних дробах*, що включають у себе елемент з *половиною, з чвертю,* характер керування визначається числівником, який виражає цілу частину: *чотири з половиною кілометри, сім з половиною кілометрів*.

Щодо вживання числівників на позначення часу передусім зазначимо, що години завжди вказуємо порядковим числівником, який відповідає на питання *Котра?*: *шоста година, дванадцята година*, а хвилини вказуємо кількісним числівником, який відповідає на питання *Скільки?*: *п'ять хвилин, п'ятнадцять хвилин* (*чверть*), *тридцять хвилин* (*пів*). Отож, коли запитують: *О котрій годині?*, відповідаєте *– о двадцятій п'ятнадцять, об одинадцятій годині.*

Низка сумнівів та зауважень виникає при анормативному використанні числівникових сполук з прийменниками *без* і *після*: не *без десяти вісім*, а *за десять восьма*; не *п'ять після семи*, а *п'ять по сьомій*. Втім пам'ятаємо, що після *тридцяти хвилин* уживають прийменники *за* або *до*: *за п'ятнадцять хвилин восьма*; *за чверть восьма*; *чверть до восьмої*, а до *тридцяти хвилин* уживають прийменники *на* або *по* (рідше): *двадцять на сьому, п'ять по шостій*. На думку науковця П.П. Куляса, є дві причини безпорадності комуніканта у фрагментах з числівниками: низький рівень володіння нормами української мови та інтерферентний вплив російської мови [2, с. 111].

Ще одна похибка виникає в усному мовленні комунікантів під час вимови та наголошування числівників: замість нормативного твердого звука [т] у числівників *п'ятдесят*, *шістдесят*, *сімдесят*, *вісімдесят* з'являється пом'якшення останнього приголосного [т']. Щодо порушення акцентуаційної норми варто пам'ятати, що у числівників від *одинадцяти* до *дев'ятнадцяти* нормативним наголошеним є склад **на.** Незнання цих правил призводять до суттєвих помилок у багатьох сферах професійного спілкування.

Висновок. Отже, можна впевнено стверджувати, що нормативні граматичні форми числівників, вимова та наголошування гарантують правильну та точну передачу цифрової інформації як у повсякденному житті, так і у професійній діяльності.

Література

[1]. Колеснікова І.А. Числівник як елітний компонент комунікації у сучасному професійному інформаційному просторі. Наукові записки ХНПУ ім. Г.С. Сковороди. Літературознавство, 2022. – Вип. 1 (99). – С. 58–68.

[2]. Куляс П.П. Типологія помилок : підручник-монографія. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2015. – 464 с.

[3]. Мацюк З., Станкевич Н. Українська мова професійного спілкування : навч. посіб. – Київ : Каравела, 2006. – 352 с.

NUMERALS IN THE SPEECH OF A PROFESSIONAL COMMUNICATOR

Garbar I.V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. Abnormal case forms of cardinal numerals at the grammatical, phonetic and accentuation levels have been analyzed in the research. Some brief recommendations that facilitate the acquisition of several grammatical categories of numerals have been given. The research focuses on the use of the numerals for indicating time.

Key words: numeral, grammatical form, stress, pronunciation, common mistakes.

УДК 8.378.147

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО МЕТОДІВ НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

Задорожна Т.П.

старший викладач кафедри сучасних мов

Національного університету кораблебудування імені

адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

tetiana.zadorozhna@nuos.edu.ua

Анотація. Стаття присвячена проблемам застосування системного підходу до пошуку та використання методів навчання іноземної мови в умовах дистанційного навчання. Було з’ясовано загальні принципи системного підходу, з метою зосередження уваги на методах навчання як специфічних компонентах мовної системи. У статті розглянуто основні характеристики та компоненти навчальної системи іноземної мови, їх ієрархічність, взаємодія та взаємозалежність. Визначено основні критерії ефективного застосування методів навчання та розглянуто problem-solving method та case-study method, як методи що найбільш відповідають наведеним критеріям.

Ключові слова: система, компонент навчального процесу, методи навчання, інтерактивність, метод вирішення завдань, метод аналізу конкретних прикладів.

На сучасному етапі розвитку освіти модель дистанційного навчання іноземних мов є широко розподіленою і, як будь яка традиційна дидактична система, може існувати лише у поєднанні та ефективному функціонуванні усіх її компонентів. Саме тому, дослідження методів навчання, як невід'ємного компоненту дидактичної системи дистанційного навчання іноземних мов потребує ретельної уваги з боку науковців з метою ефективного формування мовленнєвих вмінь та навичок

Аналіз наукових досліджень з вищевикладеної проблеми дозволив виявити нестачу ретельного аналізу та адаптації характеристик системного підходу до використання традиційних та інноваційних методів викладання іноземної мови в умовах дистанційного навчання. Виходячи з вищевикладеного, **мета** даної статті полягає у з'ясуванні загальних принципів системного підходу у вивченні іноземної мови в дидактичній системі дистанційного навчання, з метою зосередження уваги на методах навчання як специфічних компонентах мовної системи та виявленні ефективних сучасних тенденцій розвитку методів викладання іноземних мов у системі дистанційного навчання, а також стратегій їх застосування

Розглядаючи поняття «система», Дж. О'Коннора та І. Макдермотта, визначають її як «… сутність, що підтримує своє існування та функціонує як єдине ціле через взаємодію її частин, будь-яка зміна елемента цілісної структури призводить до зміни системи в цілому» [1, с. 10]. До таких компонентів системи навчання іноземної мови можна віднести: підходи до навчання, цілі та завдання, зміст, принципи, процес, методи, засоби, організаційні форми навчання. Вищезгадані компоненти є системними оскільки:

• спрямовані на досягнення єдиної мети – навчання мови;

• тісно пов'язані між собою та виявляються у кожному конкретному акті навчальної діяльності;

• формується під впливом середовища, що диктує вимоги, чому і як треба навчати у зв'язку з потребами суспільства;

• поєднуються один з одним за допомогою навчання як системотворчого компонента.

Усі компоненти системи навчання знаходяться між собою у певній ієрархічній залежності. Організаційно-структурною одиницею цієї системи є практичне заняття, а формою реалізації – навчальні дії, виконання яких, веде до формування мовленнєвих умінь та навичок. Навчальні ж дії формуються за допомогою певних методів. У нашому дослідженні ми розглядаємо методи навчання як один з головних системоутворюючих компонентів, оскільки формування мовленнєвих умінь та навичок певною мірою залежать від правильного вибору методів навчання.

На основі аналізу багатьох визначень цього поняття ми прийшли до висновку, що під методами навчання можна розуміти один з основних компонентів навчального процесу, який являє собою сукупність низки прийомів, реалізація яких забезпечує мотивацію та рефлексію суб'єктів навчання, а також сприяє формуванню мовленнєвих вмінь та навичок. Методи, що використовуються, в системі дистатційного навчання повинні залежати від реальних ситуацій спілкування та відповідати наступним критеріям:

• методи, які спрямовані на студентів як на повноправних суб'єктів освітнього процесу, що є природнім в системі дистанційного навчання;

• методи, які спрямовані на розвиток вмінь та навичок володіння мовою, як результативний складник;

• методи, що мають інтерактиний характер;

У найбільш широкому значенні «інтерактивні методи навчання» являють собою особливу групу методів, які сприятимуть організації пізнавальної діяльності з прогнозованими цілями, та засновані на здатності до зворотного зв'язку між викладачем, або засобом навчання (наприклад, комп'ютер) та студентом. По суті навчання з використанням інтерактивних методів зводиться до того, щоб організувати навчальний процес таким чином, щоб всі його учасники (викладачі та студенти) були залучені до процесу пізнання.

Серед методів, що відповідають потребам сучасного дистанційного навчання, з нашої точки зору є метод вирішення завдань (problem-solving method) та метод аналізу конкретних прикладів (case-study method). Сутність першого, полягає в тому, що студентам пропонуються завдання проблемного характеру, способи виконання яких їм невідомі. Студенти повинні знайти свої шляхи вирішення завдань, спираючись на ті знання та вміння, якими вони вже володіють

Метод аналізу конкретних прикладів (case-study method) полягає у використанні в навчальному процесі описів конкретних проблемних ситуацій, що орієнтують студентів на формулювання проблеми і пошук варіантів її вирішення з подальшим розбором на навчальних заняттях.

Висновки. Системний підхід у використані методів навчання дає можливість виявити всі важливі параметри і взаємозв'язки, що дозволяє оптмізувати процеси пізнання та практичне застосування мови:

• при системному підході вивчення мови відбувається в дидактичній системі, яка має сукупність взаємопов'язаних дидактичних компонентів (підсистеми), що мають ієрархічну побудову;

• методи навчання, як один з головних компонентів системи забезпечують найбільш ефективну презентацію і відпрацювання матеріалу, при якому найбільш оптимально формуються мовленнєві вміння та навички, що необхідно для функціонування системи мови у комунікаційних цілях.

Література

1. O'Connor J., McDermott I. The Art of Systematics Thinking. Thorsons Pub, 1997. 288 p.

2. Філософський енциклопедичний словник / Шинкарук В.І. та ін. Київ: Абрис, 2002. 742 с.

3. Шапар В.Б. Сучасний тлумачний психологічний словник. Харків: Прапор, 2007. 640 с.

4. Горошкіна О.М., Караман С.О., Бакум З.П. Практикум із методики навчання мовознавчих дисцплін у вищій школі: навч. посіб. Київ, 2015. 250 с.

5. Кузьмінський А.І., Омеляненко В.Л. Педагогіка: Підручник. Вид. 3-тє, переробл. і допов. Київ: Знання Прес, 2008. 447 с

SYSTEMS APPROACH TO THE METHODS OF TEACHING A FOREIGN LANGUAGE IN DISTANCE EDUCATION CONDITIONS

Zadorozhna Tetiana

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The article is devoted to the problems of applying a systematic approach to the search and use of foreign language learning methods in the conditions of distance learning. The general principles of the systemic approach were clarified, with the aim of focusing attention on teaching methods as specific components of the language system. The article examines the main characteristics and components of the foreign language educational system, their hierarchy, interaction and interdependence. The main criteria for the effective application of teaching methods were determined and the problem-solving method and case-study method were considered as the methods that best meet the above criteria.

Key words: system, component of the learning process, teaching methods, interactivity, problem solving method, case-study method.

УДК 811.111:004(076)

ГЕЙМІФІКАЦІЯ У ВИКЛАДАННІ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

Кириченко С.В.
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
svitlana.kyrychenko@nuos.edu.ua

Анотація. В українській освітній системі одним із ключових навчальних завдань є вивчення іноземних мов. Зважаючи на це, необхідно переглянути процедури, зокрема методики, які використовуються для підвищення ефективності та якості викладання іноземних мов. У вивченні іноземних мов фундаментальне значення мов має англійська через те, що вона є мовою міжнародного спілкування, її знання підвищує конкурентноспроможність на ринку праці, сприяє ефективній взаємодії різних культурних і мовних середовищ. Верховною Радою України 4 червня 2024 року був схвалений законопроект № 9432, у якому в Україні офіційно закріплено статус англійської як мови міжнародного спілкування. Гейміфікація – це методологія, яка використовується десятиліттями, хоча останнім часом вона набула нових форм завдяки новітніми цифровим технологіям.

Ключові слова: гейміфікація, англійська мова, іноземна мова, технології навчання.

Вступ. Система освіти має бути центром постійного оновлення, тому необхідно досліджувати різні методології, інструменти та ресурси для організації якісного навчання іноземній мові. В наш час цифрової революції широко використовуються новітні технології освіти, такі як і гейміфікация – навчання через гру, що створює високу мотивацію для учнів. Застосування цієї методики до викладання іноземної мови, зокрема англійської, не була широко досліджена. Отже, порушена проблема є актуальною й потребує докладного вивчення.

Мета роботи є аналіз переваг та освітніх результатів гейміфікації у викладані та вивчені іноземної мови.

Основна частина. Використання цифрової гейміфікації є інноваційним для освітньої системи. Термін «гейміфікація» походить від англійського “gamification” («ігровізація», «гра») та означає використання ігрових практик та механізмів у неігровому контексті. В основі гейміфікації лежить система винагородження за виконані завдання: бали, рівні або віртуальні гроші. Найголовнішим елементом гейміфікації є конкуренція поміж учнями у вивченні іноземної мови. В освітньому процесі методи гейміфікації набули широкого поширення у XXI столітті. У 2012 році на освітній платформі Coursera стартував навчальний курс Кевіна Вербаха “Gamification”.

Пандемічна ситуація в 2020 році змусила суспільство прискорити впроваджння цифрових ресурсів у суспільство. Онлайн-освіта стала вимушеним заходом під час карантину та невдовзі почала набирати все більших обертів. Навчання стало більш гнучким та мобільним, не займало багато часу, але давало максимум результату.

Після початку вторгнення РФ декілька мільйонів українців покинули свої домівки та змушені були шукати свій прихисток в інших країнах. Українські біженці усвідомили, що володіння іноземною мовою є критично важливим фактором для пошуку роботи та існування закордоном. Мовні платформи та мобільні додатки, такі як Duolingo, Mondly, Coursera, Preply, Ling App, UTalk тощо стали надзвичайно популярними для тих, хто не мав можливості відвідувати мовні курси та школи. Ігровий процес, великий вибір мов, щоденні завдання та нагадування, короткі уроки зробили навчання цікавим та продуктивним. В 2022 році найбільшим трендом на Duolingo стала українська мова. Її почали вчити 1,3 млн. людей по всьому світі. Найпопулярнішою мовою для вивчення у додатку є англійська, а у першій «десятці» мов, які обирають для навчання, знаходяться іспанська, французька, німецька, японська, італійська, корейська, португальська та гінді.

Інтерактивні платформи Quizlet, Kahoot, Puzzlemaker, Blooket, Elllo, Mentimeter допомагають урізноманітнювати уроки іноземної мови та зацікавлюють студентів брати активну участь у завданнях. Впровадження ігор набагато ефективніше за нудне «зубріння» матеріалу. Під час гри досить легко запам’ятовуються нові слова, фрази та навіть граматичні конструкції.

Для стимуляції максимальної мотивації студента до навчальної діяльності використовуються інноваційні ресурси та матеріали. За допомогою такої методології, як гейміфікація, ігровий досвід переноситься у навчальний. З використанням цих технологій студенти можуть отримувати знання автономно в будь-який зручний для них час, а вчитель відіграє роль провідника, пропонуючи різноманітні стратегії та методології для ефективного доступу до знаннь – це те, що зараз називається «навчання вчитися». Студенти намагаються краще засвоїти матеріал, щоб мати змогу конкурувати у грі. Інтерес учнів до вивчення іноземних мов поза класом також збільшується. Отже, гейміфікація відбувається не тільки в класі. Попри інколи низькі бали та неуспіх, більшість студентів не втрачають ентузіазму, тому гейміфікація при викладанні мов має велике значення, адже за допомогою навчальних ігор у класі створюється жвава та позитивна атмосфера.

Слід зазначити, що вчителі, використовуючи метод гейміфікації, мають бути належним чином підготовлені як з теорії, так і з практики викладання. Ще одним моментом, який необхідно покращити, є можливість придбання ресурсів нових технологій самими освітніми центрами. Більшість студентів у нашій країні знайомі з віртуальною реальністю (VR), тому що

використовують її у дозвіллі, але мало хто знає про освітні можливості, які мають ці системи. Так, VR-програми, такі як Immerse, Language Lab, Engage VR та інші, пропонують віртуальне, але реалістичне спілкування з іншими людьми у різних життєвих ситуаціях, що робить процес вивчення захоплюючим та продуктивним. Таким чином гейміфікація та VR- програми є на сьогоднішній час найперспективнішим інструментом інформаційно-комунікаційних технологій для навчання як в очному, так і в онлайн-режимі.

Висновки. Традиційна методика викладання мови, що базувалася майже виключно на простій передачі змісту від учителя до вчителя, нині втрачає свою актуальність. Насьогодні освіта рухається в напрямку до таких методологій, як гейміфікація та віртуальна реальність, які є інноваційними у сучасному навчанні. Цифрова гейміфікація покращує як мотивацію студентів, так і їх власні лінгвістичні навички у вивченні іноземної мови. Кращі результати досягаються на рівні синтаксису, граматики та фонетики (учні значно покращують свою вимову). Використання цифрової гейміфікації та навчальних VR-програм є позитивною та перспективною методологією у сучасному викладанні іноземних мов.

Література

[1]. Luo, Z. (2023). The Effectiveness of Gamified Tools for Foreign Language Learning (FLL): A Systematic Review. *Behavioral sciences (Basel, Switzerland), 13* (4), 331. https://doi.org/10.3390/bs13040331

[2]. Trejo-González, H. (2020). Experiencia de gamificación para la enseñanza de un segundo idioma. *Educ.Educ, 23 (4),* 611–633. https://doi.org/10.5294/edu.2020.23.4.4

[3]. Слободюк, Ю. (2021). Імплементація гейміфікації при вивченні англійської мови. *Репрезентація освітніх досягнень, мас-медіа та роль філології у сучасній системі наук (2nd edition),* сс. 36–44. Publishing House "UKRLOGOS Group". https://doi.org/10.36074/ rodmmrfssn.ed-2.02

GAMIFICATION IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING

Kyrychenko Svitlana Volodymyrivna

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Modern Languages Department of Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine)

Abstract. In the Ukrainian educational system, one of the key educational tasks is the study of foreign languages. Considering this, it is necessary to review the procedures, in particular, the methods used to improve the efficiency and quality of foreign language teaching. In the study of foreign languages, English is of fundamental importance because it is the language of international communication, its knowledge increases competitiveness in the labor market, promotes effective interaction of different cultural and linguistic environments. On June 4, 2024, the Verkhovna Rada of Ukraine approved draft law No. 9432, which officially establishes the status of English as the language of international communication in Ukraine. Gamification is a methodology that has been used for decades, although recently it has taken on new forms thanks to the latest digital technologies.

Keywords: gamification, English, foreign language, learning technologies.

УДК 378.662.147:53

МОДЕЛЬ “LEARNING AND DEVELOPMENT” ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Літвінова М. Б.[1]
доктор пед. наук, кандидат фіз-мат наук, професор
maryna.litvinova@nuos.edu.ua
Штанько О.Д.[2]
кандидат фіз-мат наук, доцент
oleksandr.shtanko@nuos.edu.ua
Карпова С.О.[3]
старший викладач
[1,2,3] *кафедра інформаційних технологій та фіз-мат дисциплін ХННІ НУК,*
м. Миколаїв, Україна
svitlana.karpova@nuos.edu.ua

Анотація. Запропоновано використання моделі “Learning and Development”, що була сформована для забезпечення професійного розвитку в бізнес-структурах, в якості моделі застосування інформаційних технологій під час дистанційного навчання в технічному університеті. Наданий відповідний алгоритм дій, що має чотири складові. Зроблені висновки стосовно переваг використання даної моделі.

Ключові слова: дистанційне навчання, модель навчання, технічний університет

Пандемії, військовий стан та інші причини, що обмежують присутність студентів у закладах освіти, актуалізують задачу забезпечення якісного дистанційного навчання. Крім того, в майбутньому онлайн форма освіти розглядається як альтернатива сучасній офлайн формі [1]. Надзавданням дистанційного навчання в університетах є не просто збереження якості освіти, а й її підвищення порівняно з офлайн навчанням. Воно передбачає не тільки передачу навчальної інформації, але й вимагає спеціальних умов для онлайн взаємодії між викладачем і студентом, що надають можливість безпечно і ефективно реалізовувати інформацію через практичні дії. Тому ***метою роботи*** є розробка нової моделі дистанційного навчання, що базується на новітніх можливостях застосування інформаційних технологій.

Опис моделі. За основу загальної моделі використання інформаційних технологій під час дистанційного навчання була взята модель “Learning and Development” (скорочено “L&D”), яка раніше використовувалася в ХННІ НУК для інформаційного забезпечення навчання деяким дисциплінам [2]. Цю модель було трансформовано саме під умови дистанційного навчання.

Історично модель L&D була сформована в бізнес-структурах і визначала алгоритм дій для забезпечення будь-якого професійного розвитку, який бізнес забезпечує своїм співробітникам. Вона застосовувалася для розвитку кар’єри, безперервного навчання в корпоративних університетах, програмах розвитку лідерських якостей, для навчання навичкам і стратегіям управління талантами.

Стосовно застосування інформаційних технологій для дистанційного навчання модель L&D розглядається як спосіб організації навчального процесу, що за вивіреним алгоритмом створює умови для удосконалення онлайн занять, отримання необхідних знань і навичок для підвищення їх ефективності. Ця модель може реалізовуватися або централізовано, через загальний сервер університету, або незалежно, в межах певної групи студентів, або індивідуалізовано з кожним студентом окремо.

Запропонований алгоритм дій, що відповідає L&D моделі застосування інформаційних технологій під час дистанційного навчання відображено на рисунку 1.

Рис. 1. Алгоритм дій застосування інформаційних технологій під час дистанційного навчання

Розглянемо більш детально всі складові наведеного алгоритму дій.

1. Створення стратегії використання інформаційних технологій для ефективного дистанційного навчання.

Ця стратегія реалізується виходячи з наявних ресурсів закладу освіти. Передбачається проведення аудиту та аналізу придатності для використання всіх засобів для проведення онлайн занять, що є в університеті. Визначаються пріоритетна онлайн платформа, необхідне ПЗ для проведення занять на базі університету, можливість доступу до тренувальних програм через різні Інтернет-платформи, включаючи програми віртуальної реальності.

Виходячи з наявного ресурсу визначається оптимальна стратегія проведення онлайн занять і розробляються відповідні навчальні програми.

2. Забезпечення інформаційної компетентності студентів і викладачів для проведення онлайн занять.

Відбувається інтегрування навчальних всіх дисциплін програм з дисципліною «Інформатика» з метою отримання студентами компетенції користування ПЗ, що необхідне для проведення дистанційних занять з кожної дисципліни. Через навчання також забезпечується відповідна компетентність викладацького складу. Основною функцією викладача визначається функція тьютора, тобто педагога та персонального наставника, що допомагає студенту краще зрозуміти свої можливості й грамотна розставити пріоритети серед запропонованих викладачем видів діяльності та навчитися вчитися.

3. Створення умов для індивідуалізації дистанційного навчання.

Студенти розглядаються як індивідуальні споживачі певної освітньої послуги, що сприяє здоровому способу життя. Кожний з них має індивідуальні умови та можливості для проведення занять. Йдеться про наявність комп'ютерів, ноутбуків та інших гаджетів, відповідного програмного забезпечення, програм віртуальної реальності, тощо. Використовується технологія кастомізації, тобто адаптації та налаштування освітньої послуги під окрему групу студентів або окремого студента. Створюються умови для вибору індивідуалізованого тематичного блоку, що містить певні дисципліни. Вибір відбувається на основі персональних можливостей, цільових позицій і умов для проведення занять. За допомогою викладача-тьютора студенти з'ясовують, які саме дисципліни із запропонованого переліку відповідають їх потребам і перевагам. Це досягається шляхом проведення попередньої розсилки інформації, опитувань та особистих онлайн консультувань.

Під час проведення занять має місце розбивка студентів не за академічними групами, а за обраним блоком дисциплін та занять, тобто за можливістю реалізувати в певний час певний вид діяльності.

4. Забезпечення надійного і об'єктивності контролю дистанційних занять.

Контроль з дистанційного проведення занять складається з двох частин. Перша частина реалізується через ознайомлення студентів з методами самоконтролю. Студенти отримують компетенцію використання діагностичних програм і аналізу показань для оперативної оцінки рівня опанування навчального матеріалу. Друга частина полягає у отриманні викладачами об'єктивних даних про виконання завдань і нормативів для проведення оцінювання.

В результаті апробації запропонованої моделі в ХНМІ НУК за кожною складовою алгоритму дій були зроблені наступні висновки.

Висновки. Використання моделі L&D застосування інформаційних технологій забезпечує ефективну інформаційну та технологічну підтримку дистанційного освітнього процесу для якісного навчання студентів. Ця модель дозволяє наступне.

– Налаштувати освітню послугу під індивідуальні інтереси та потреби студентів з вибором умов проведення занять, посильного темпу засвоєння і опрацювання навчального матеріалу.

– Надати достатній час спілкування з викладачем для засвоєння навчального матеріалу.

– Надати можливість викладачу оперативна отримувати інформацію про активність та досягнення кожного студента, простежувати динаміку навчального процесу.

– Підвищити рівень задоволеності студентів дистанційним навчанням.

Подальший розвиток запропонованої моделі передбачає створення онлайн платформи для обміну між навчальними закладами практичною інформацією по досягненням і прогресивним розробками з реалізації різних методик дистанційного навчання.

Література

[1]. Толочко В.М. Проблемні аспекти дистанційної форми освіти та можливості її використання в Україні: URL: http://www.provisor.com.ua/archive/2009/N11/padfo_119.php

[2]. Літвінова М.Б., Штанько О. Д. Використання моделі L&D в інформаційному забезпеченні освітнього процесу в технічному університеті / М.Б. Літвінова, О.Д. Штанько // Інженерні та освітні технології. – 2020. – Т. 8. -№ 3. С. 45–57. URL: https://eetecs.kdu.edu.ua/arhiv.php

THE "LEARNING AND DEVELOPMENT" MODEL OF INFORMATION TECHNOLOGY APPLICATION FOR REMOTE TEACHING IN TECHNICAL UNIVERSITY

Maryna Litvinova, Oleksandr Shtanko, Svitlana Karpova

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The use of the "Learning and Development" model, which was formed to ensure professional development in business structures, as a model for the use of information technologies for remote teaching at a technical university is proposed. The corresponding algorithm of actions, which has four components, is presented. The conclusions about the advantages of using this model are made.

Keywords: remote teaching, learning model, technical university

УДК 629.12:004.92

РОЛЬ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ І 3D-МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕР'ЄРУ ЯХТ

Матійко Н.О.

кандидат економічних наук, викладач кафедри дизайну
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
natalya.matyjko@nuos.edu.ua

Анотація. Стаття присвячена впливу сучасних цифрових інструментів на процес проєктування інтер'єрів яхт. Розглядаються можливості застосування технологій 3D-моделювання, фотореалістичної візуалізації, віртуальної (VR) і доповненої (AR) реальності в яхтовому дизайні. Аналізуються ключові переваги використання даних інструментів, такі як поліпшення комунікації із замовниками, оптимізація виробничих процесів і підвищення якості підсумкового продукту. Виявляються основні аспекти підвищення ефективності проєктування інтер'єрів яхт із застосуванням передових технологій візуалізації. Представлено перспективні напрямки розвитку цифрових методів візуалізації для подальшого вдосконалення дизайну внутрішнього простору яхт.

Ключові слова: дизайн інтер'єру яхт, 3D-моделювання, фотореалістична візуалізація, віртуальна реальність, проєктування, доповнена реальність.

Проєктування інтер'єрів яхт, будь то невеликих моторних катерів або розкішних супер'яхт, являє собою унікальну і складну задачу. Специфіка даної області дизайну пов'язана з обмеженим простором, впливом морського середовища і високими вимогами до функціональності, безпеки і естетичним якостям. Для успішного вирішення цих завдань дизайнери все частіше звертаються до сучасних цифрових технологій візуалізації та 3D-моделювання.

Застосування інструментів об'ємно-просторового моделювання та фотореалістичної візуалізації дозволяє продемонструвати концептуальні рішення інтер'єрів яхт на ранніх етапах проєктування, коли можливі швидкі зміни та ітерації. Крім того, передові візуалізаційні технології, такі як віртуальна і доповнена реальність, дають можливість замовникам та іншим учасникам дизайн-проєкту оцінити концепцію в максимально реалістичних умовах ще до початку оздоблювальних робіт.

У свою чергу, впровадження інформаційного моделювання будівель (BIM-технологія) в процес розробки інтер'єрів яхт відкриває нові можливості для підвищення ефективності, координації та контролю над усім життєвим циклом дизайн-проєкту. Інформаційна модель судна дозволяє інтегрувати в єдиний цифровий простір архітектурно-конструктивні, інженерні та дизайнерські рішення, що особливо актуально в умовах обмеженого простору. Наприклад, програмні засоби Autodesk Revit і Graphisoft Archicad забезпечують узгодженість інженерних рішень, ергономічність розміщення обладнання та меблів, а також високу ступінь деталізації інтер'єрів. Комплексне інформаційне моделювання дозволяє оптимізувати планування, враховуючи вимоги до забезпечення пожежної безпеки, вентиляції, освітлення та інших інженерних систем.

3D-моделювання в Autodesk 3ds Max дає можливість детально опрацювати внутрішню обробку приміщень з урахуванням яхтової специфіки. Інструменти параметричного проєктування в 3ds Max дозволяють швидко генерувати альтернативні варіанти реалістичних тривимірних моделей внутрішнього простору. У програмі доступний широкий набір текстур, матеріалів і шейдерів, що імітують дорогі і рідкісні оздоблювальні покриття, таких як тикове дерево, шкіра, мармур та інші. Налаштування параметрів шорсткості, відбивної здатності, мікрорельєфу дозволяє домогтися високого ступеня візуальної достовірності.

Особлива увага в 3ds Max приділяється проєктуванню меблів, обладнання та аксесуарів. Тривимірні моделі можуть бути запозичені з великих бібліотек або створені з нуля. При цьому зберігається можливість гнучкого налаштування розмірів, форми і текстур відповідно до концепції інтер'єру.

Важливим аспектом 3D-моделювання інтер'єрів яхт є грамотна організація освітлення. В Autodesk 3ds Max передбачено безліч типів джерел світла – від сонячних променів до декоративних світильників[1]. Їх розстановка і налаштування параметрів грають ключову роль в створенні атмосфери і відчуття реалістичності.

Технології фотореалістичної візуалізації пов'язані з використанням рендер-двигунів, вбудованих в програмні комплекси для 3 D – моделювання. Інтегровані рішення, такі як V-Ray, Corona Renderer, Arnold і Unreal Engine відрізняються високим ступенем деталізації, реалістичністю освітлення, матеріалів і текстур, що дає можливість замовнику в повній мірі оцінити майбутній вигляд простору. На відміну від статичних схем і креслень, візуалізації передають об'ємність, фактуру і атмосферу інтер'єру. Крім того, висока якість фотореалістичних візуалізацій спрощує комунікацію між дизайнером і замовником. Наочні, максимально реалістичні зображення інтер'єрів служать ефективним інструментом презентації, обговорення та узгодження дизайн-рішень. Вони допомагають в режимі реального часу краще зрозуміти і відчути простір, виявити недоліки або внести необхідні коригування на ранніх стадіях проєктування.

Нові можливості для візуалізації яхтових інтер'єрів і вдосконалення взаємодії з замовниками відкривають технології віртуальної і доповненої реальності. Впровадження таких передових інструментів 3D-моделювання та візуалізації стає все більш затребуваним в

сфері дизайну інтер'єрів яхт преміум-класу. Використовуючи спеціальні VR-гарнітури, дизайнери і замовники можуть в режимі реального часу переміщатися всередині 3D-моделі, розглядати об'єкти під різними кутами, оцінювати масштаб, пропорції і атмосферу створюваного простору. Технологія віртуальної реальності дозволяє здійснювати інтерактивні зміни і модифікації 3D-моделі безпосередньо в VR-середовищі. Дизайнери можуть переміщати меблі, змінювати освітлення і спостерігати результат в режимі реального часу.

Доповнена реальність (AR) також знаходить застосування в розробці інтер'єрів яхт. За допомогою спеціальних мобільних додатків можна накладати тривимірні моделі меблів, аксесуарів та інших елементів на реальне оточення, візуалізуючи їх в натуральну величину [2]. Це дозволяє замовнику наочно оцінити, як обрані об'єкти будуть виглядати і взаємодіяти з простором.

Таким чином, комплексне застосування сучасних інструментів 3D-моделювання з використанням фотореалістичної, віртуальної і доповненої реальності в яхтовому інтер'єрі сприяє оптимізації проєктування, поліпшенню комунікації між зацікавленими сторонами і підвищенню якості кінцевого продукту. Постійний розвиток даних інструментів в напрямку фотореалістичної візуалізації з використанням технологій штучного інтелекту, а також вдосконалення VR та AR-рішень для специфіки морських об'єктів, сприятиме подальшому прогресу в області яхтового дизайн-інтер'єру.

Література

[1]. Fundamentals of 3D modeling in the graphics system 3ds Max: Training Manual. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/330213010_Fundamentals_of_3D_modeling_in_the_graphics_system_3ds_Max_Training_Manual_141p. Мова англ.

[2]. Augmented Reality in Interior Design – Use, Benefits & AR Interior App. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.plugxr.com/augmented-reality/augmented-reality-interior-design/ Мова англ.

THE ROLE OF MODERN VISUALIZATION TECHNOLOGIES AND 3d MODELING IN THE PROCESS YACHT INTERIOR DESIGN

Matiiko Natalia Oleksandrivna

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The article is devoted to the influence of modern digital tools on the yacht interior design process. The possibilities of using 3D modeling technologies, photorealistic visualization, virtual (VR) and augmented (AR) reality in yacht design are considered. The key advantages of using these tools are analyzed, such as improving communication with customers, optimizing production processes and improving the quality of the final product. The main aspects of improving the efficiency of yacht interior design using advanced visualization technologies are revealed. Promising directions for the development of digital visualization methods for further improvement of the interior design of yachts are presented.

Keywords: yacht interior design, 3D modeling, photorealistic visualization, virtual reality, design, augmented reality.

УДК 629.12:747.012

ПРИНЦИПИ ЕРГОНОМІЧНОГО ДИЗАЙНУ В ІНТЕР'ЄРІ САЛОНУ ХАУСБОТА

Матійко О. В.
Заслужений діяч мистецтв України, доцент кафедри дизайну
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oleksandr.matiiko@nuos.edu.ua

Анотація: Хаусботи стають все більш поширеним видом житла, що надає можливість комфортного проживання на воді. При проєктуванні інтер'єру салону хаусбота важливо враховувати ергономічні принципи, щоб забезпечити функціональність, безпеку і зручність використання простору. Дане дослідження розглядає ключові ергономічні рішення, застосовні в дизайні салону хаусбота.

Ключові слова: ергономіка, дизайн, функціональність, безпека, хаусбот, салон, інтер'єр.

Однією з фундаментальних вимог ергономіки при розробці інтер'єрів житлових приміщень хаусботів є забезпечення оптимальної відповідності між антропометричними характеристиками мішканців та предметно-просторовим середовищем, що підвищує зручність, безпеку та загальну експлуатаційну ефективність судна.

На прикладі схем ергономіки в дизайні житлового простору, планувальних і дизайнерських рішень салонів плавучих будинків були виділені ергономічні принципи, які доцільно враховувати при проєктуванні інтер'єру. Умова раціонального використання обмеженого простору, зважаючи на специфіку даного типу судна, де найчастіше приміщення є досить обмеженим, має на увазі ефективне планування і організацію внутрішнього середовища. Сукупність елементів в контексті вирішення даного завдання може включати:

1. Використання компактних, модульних меблів з можливістю гнучкої трансформації та адаптації до різних функціональних зон салону хаусбота. При цьому забезпечення комфортного переміщення може ґрунтуватися як на використанні компактних габаритів меблів з мінімальними виступаючими елементами, використанні рішень, що спрощують маневрування (наприклад, поворотні крісла), так і на продуманій ергономіці посадочних місць і робочих поверхонь. Підвищення безпеки, як додаткового фактора, визначає можливість установки меблевих елементів в проєкт, включає показники стійкості конструкцій до хитавиці і впливу води, застосування нековзних, вологостійких матеріалів, а також продуману систему кріплення і фіксації меблів.

2. Використання вбудованих (регульованих) систем зберігання з урахуванням доступності та розташування шаф, ящиків і полиць. Проєкт меблевих конструкцій повинен передбачати легкий доступ до найбільш часто використовуваних предметів з оптимальною висотою від 40 до 160 см. Також, враховується наявність внутрішнього освітлення в шафах, нішах та використання світлих відтінків всередині меблевих конструкцій для максимальної відбиття світла.

3. Оптимізація планування для вільного переміщення, як додатковий модуль в сукупності ергономічних принципів, має на увазі наступні ключові моменти:

–організація простору салону з чітким поділом на функціональні зони: кухня, їдальня, зона перегляду ТВ і зона відпочинку. При розміщенні зон повинні враховуватися потоки руху і частота використання, а також, забезпечуватися вільний прохід між основними зонами. Мінімальна ширина основних проходів – близько 70–80 см, для активного використання – не менше 90–100 см;

–облік простору, необхідного для відкриття дверцят меблів і проходження між ними;

–розрахунок комфортної висоти основних поверхонь (столи, робочі поверхні);

–забезпечення вільного підходу до вікон, дверей, технічних систем. Продумана організація траєкторій руху дозволяє створити безпечну і ефективну циркуляцію в салоні, що враховує ергономічні особливості мішканців плавбудинку.

4. Забезпечення комфортних умов перебування в салоні хаусбота з точки зору психологічного клімату враховує важливість естетичної привабливості та емоційного сприйняття простору. Створення візуально комфортної, затишної атмосфери за допомогою колірних рішень із застосуванням теплих, приглушених тонів (бежеві, коричневі, блакитні відтінки), а також, використання контрастних акцентних кольорів для візуального поділу зон несе грамотне психологічне навантаження і позитивні емоційні реакції людини, що перебуває в приміщенні салону.

Використання натуральних, фактурних матеріалів (дерево, камінь, тканини) створює відчуття домашньої атмосфери, а застосування м’яких, текстурованих покриттів (килими, оббивка, штори) покращують акустичні характеристики простору. Використання звукопоглинальних матеріалів і конструкцій для зниження рівня зовнішніх шумів передбачає наявність ізолюючих перегородок, підвісних стель, звукопоглинального облицювання.

5. Особливості річкової навігації при проєктуванні інтер’єру салону плавбудинка припускають облік факторів стійкості до хитавиці і хвилювання, захист від впливу води. Безпека і комфорт перебування в салоні можуть бути забезпечені:

–застосуванням плавних переходів і округлих форм для мінімізації травматичності при хитавиці;

–використанням м’яких меблів і амортизуючих систем для зниження впливу вібрацій;

–забезпеченням надійної фіксації предметів, що виключає їх переміщення під час руху;

–застосуванням антиблікових покриттів для забезпечення чіткої видимості;

–ефективною вентиляцією для підтримки комфортного мікроклімату;

–захистом від протягів, вологи та інших факторів, пов’язаних з річковою навігацією.

6. Безпека в салоні хаусбота є одним з головних складових ергономічної платформи в структурі дизайн-проєкту. Специфіка обмеженого простору в приміщеннях плавбудинку накладає додаткові вимоги до безпеки при організації функціональних зон і шляхів переміщення. Важливо дотримуватися вимог до безпечних зазорів, зон досяжності і ергономічним параметрам. Важливим моментом є використання нековзних, стійких підлогових покриттів, що виключають ризик падінь. Застосування комплексного підходу, що враховує антропометричні фактори, організацію простору, конструктивні особливості меблів і обладнання дозволяє мінімізувати ризики травматизму і створити безпечне середовище для користувачів.

Впровадження ергономічних рішень в дизайн інтер'єру салону хаусбота дозволяє створити комфортний, функціональний і безпечний простір для проживання. Даний підхід забезпечує раціональне використання обмежених площ, оптимальні умови для життєдіяльності і високу безпеку на борту плавучого будинку.

Література

[1]. The Ergonomics of Boat Design. DIY Wood Boat. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.diy-wood-boat.com/Ergonomics.html. Мова англ.

[2]. Ergonomics/Human Factors in boat design – of all types. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.boatdesign.net/threads/ergonomics-human-factors-in-boat-design-of-all-types.48748/ Мова англ.

PRINCIPLES OF ERGONOMIC DESIGN IN THE INTERIOR HOUSEBOAT SALON

Matiiko Oleksandr Vasylovych

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. Houseboats are becoming an increasingly common type of housing, which provides an opportunity for a comfortable stay on the water. When designing the interior of a houseboat, it is important to take into account ergonomic principles in order to ensure functionality, safety and ease of use of space. This study examines the key ergonomic solutions used in houseboat interior design.

Keywords: ergonomics, design, functionality, safety, houseboat, interior.

УДК 629.12:747

АВТОРСЬКІ КОЛАБОРАЦІЇ В ПРОЄКТУВАННІ ДИЗАЙН-ІНТЕР'ЄРУ ЯХТ

Матійко О. В.

Заслужений діяч мистецтв України, доцент кафедри дизайну
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oleksandr.matiiko@nuos.edu.ua

Матійко Н.О.

кандидат економічних наук, викладач кафедри дизайну
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
natalya.matyjko@nuos.edu.ua

Анотація: Стаття присвячена дослідженню ролі авторських колаборацій в сучасному проєктуванні дизайну інтер'єра яхт. Розглядаються передумови виникнення творчих спілок, їх ключові особливості та вплив на процес і результати проєктування. Аналізуються приклади успішних колаборацій дизайнерів інтер'єру з представниками суміжних областей (архітекторами, проєктувальниками, художниками, виробниками) і виявляються основні

мотиви, переваги та обмеження даного підходу. Визначаються перспективні напрямки розвитку авторських колаборацій в яхтовому дизайні інтер'єру.

Ключові слова: дизайн інтер'єру яхт, проєктування, колаборація, авторський підхід, творчий процес, міждисциплінарність.

Сучасна практика проєктування дизайну інтер'єра яхт характеризується все більш активним застосуванням принципів міждисциплінарності та авторських колаборацій. Даний підхід має на увазі об'єднання творчих зусиль фахівців з різних областей для досягнення синергетичного ефекту.

Необхідність в таких творчих спілках обумовлена низкою факторів, що включають зростаючу складність проєктних завдань, потреби в унікальних, індивідуалізованих рішеннях, а також прагнення яхтових дизайнерів до розширення можливостей самовираження. Проєктування в сфері суднового інтер'єру накладає певні обмеження і вимагає врахування конструктивних і технічних аспектів. З огляду на дану специфіку авторські колаборації в більшій мірі дозволяють інтегрувати в інтер'єрний простір елементи мистецтва, інновацій та високої майстерності, тим самим підвищуючи цінність і ексклюзивність кінцевого продукту.

Передумовами для авторських колаборацій є зростаюча складність і багатогранність проєктних завдань у сфері яхтового дизайн-інтер'єру. Даний фактор обумовлює необхідність розширення компетенцій проєктних команд: все частіше дизайнери інтер'єрів вдаються до залучення експертів суміжних областей – архітекторів, суднобудівників, конструкторів, художників, фахівців з інженерних систем.

Така міждисциплінарна кооперація дозволяє:

–комплексно вирішувати завдання проєктування з урахуванням функціональних, естетичних, технологічних аспектів;

–інтегрувати в яхтовий інтер'єр елементи мистецтва, унікальні авторські об'єкти, інноваційні матеріали і технології;

–розширювати творчі можливості та спектр художніх прийомів;

–підвищувати ексклюзивність, індивідуальність і цінність кінцевого дизайн-продукту.

Крім того, зростаюча конкуренція на ринку дизайн-послуг в сфері яхтового інтер'єру стимулює дизайнерів до пошуку нових підходів, що дозволяють виділити їх роботи на тлі масової пропозиції. Авторські колаборації в цьому контексті стають ефективним інструментом диференціації та підвищення конкурентоспроможності.

Авторські колаборації в проєктуванні дизайн-інтер'єру яхт характеризуються рядом ключових особливостей:

1. Творчий синтез. Об'єднання зусиль фахівців з різних областей (архітектура, суднобудування, мистецтво, дизайн) дозволяє досягти нової якості проєктного рішення за рахунок синергії компетенцій, ідей і творчих підходів.

2. Індивідуальний авторський стиль. Колаборація дизайнера суднового інтер'єру з іншими творчими особистостями (художниками, фотографами, декораторами, архітекторами) збагачує інтер'єрний простір унікальними, неповторними елементами, що підсилює його індивідуальність і художню цінність.

3. Експериментальний характер. Авторські колаборації часто носять експериментальний, інноваційний характер, припускаючи апробацію нових матеріалів, технологій, художніх прийомів.

4. Орієнтація на розкіш і ексклюзив. Часто, подібні творчі спілки націлені на створення інтер'єрних рішень високого статусу і володіють ознаками розкоші і унікальності.

5. Розвиток творчої особистості. Участь у колаборціях стає для дизайнерів та інших творчих фахівців можливістю для самореалізації, професійного та особистісного зростання.

Практика яхтового дизайн-інтер'єру демонструє безліч прикладів успішних авторських колаборацій, які суттєво вплинули на розвиток галузі. Такі творчі спілки в проєктуванні інтер'єрів яхт часто об'єднують зусилля відомих дизайнерів з різними стильовими підходами.

Результатом тісної співпраці модного американського художника Джеффа Кунса (Jeff Koons) і легендарного конструктора з Італії Івана Порфірі (Ivana Porfiri) стало оформлення інтер'єрів розкішної 40-метрової яхти "Guilty" в стилі поп-арт [2]. Під незвично розфарбованим корпусом яхти ховаються просторі приміщення з величезними вікнами. Прикрашений справжніми творами відомих художників і меблями в дусі італійського радикального дизайну, центральний салон яхти цілком заслуговує статусу музейного експоната. Намагаючись об'єднати функціональні якості і необхідну емоційну складову, спільна робота привела інженера і дизайнера до створення унікального дизайну інтер'єру.

Колаборація італійського будинку моди Trussardi і виробника яхт з Монако Dynamiq Yachts дозволила створити ексклюзивний дизайн інтер'єрів ряду суден, що поєднують італійську майстерність і новаторський дизайн. Для яхт модельного ряду серії D4 італійським модним будинком були розроблені меблі та аксесуари [1].

Дані приклади демонструють, що авторське співробітництво в яхтовому дизайні інтер'єру стає дієвим інструментом генерації інноваційних, художньо-насичених рішень, що підвищують цінність і привабливість кінцевого продукту.

Перспективи розвитку авторських колаборацій у сфері дизайн-інтер'єру яхт пов'язані з розширенням спектру творчих спілок, пошуком нових форм синтезу мистецтв, а також інтеграцією передових технологій і ремісничих практик. Такий міждисциплінарний підхід відкриває широкі можливості для інновацій, самореалізації творчих особистостей та підвищення конкурентоспроможності дизайн-продуктів на ринку.

Література

[1]. Trussardi for dynamiq. Contemporary Interiors for Cutting – Edge Yachts. [Електронний ресурс]. Режим доступу:https://www.bedynamiq.com/news/trussardi

-for-dynamiq-contemporary-interiors-for-cutting-edge-yachts. Мова англ.

[2]. Guilty by Ivana Porfiri for Dakis Joannou. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.yatzer.com/guilty-ivana-porfiri-dakis-joannou Мова англ.

AUTHOR'S COLLABORATIONS IN THE DESIGN OF YACHT INTERIOR

Matiiko Oleksandr Vasylovych, Matiiko Natalia Oleksandrivna

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The article is devoted to the study of the role of author's collaborations in the modern design of yacht interior design. The prerequisites for the emergence of such creative unions, their key features and impact on the design process and results are considered. The example and successful collaborations of interior designers with representatives of related fields (architects, designers, artists, manufacturers) are analyzed and the main motives, advantages and limitations of

this approach are identified. Promising directions for the development of author's collaborations in yacht interior design are determined.

Keywords: yacht interior design, project, collaboration, author's approach, creative process, interdisciplinarity.

UDC 371.33

ENGLISH SPEAKING DRILLS FOR QUALITY COMMUNICATION

Ponomarenko N. M.
senior lecturer of Applied Linguistics Department
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
the city of Mykolaiv, Ukraine
datsko3001@gmail.com
Smuhliakova M. K.
senior lecturer of Modern Languages Department
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
the city of Mykolaiv, Ukraine
marina124553@gmail.com

Abstract. This article provides a comprehensive review of quality speaking activities for advanced ESL learners, highlighting several effective approaches and activities. Speaking skills are an integral part of ESL teaching, and their development requires learners to focus on accuracy, fluency, appropriacy, and communicative competence. To achieve this, effective ESL speaking instruction should include a variety of teaching strategies that engage learners in authentic and meaningful communication, while also providing opportunities for explicit instruction on language structures and functions.

Keywords: speaking activities, advanced ESL students, speaking skills, teaching practice

Aim of the Article. This article aims to provide a comprehensive overview of quality speaking activities for advanced ESL students. The study will analyze recent research and publications on effective speaking activities for advanced ESL learners, explore different approaches and strategies in promoting learners' speaking skills, and provide practical suggestions for educators and language practitioners to develop engaging and challenging speaking activities.

The Main Material. Speaking skills are a fundamental component of foreign language learning, and their development is crucial for effective communication in social, academic, and professional contexts [1, p. 23]. In the context of English as a Second Language (ESL) teaching, speaking skills refer to learners' ability to express themselves fluently, accurately, and appropriately in English, using a variety of language functions, structures, and vocabulary.

The main features of speaking skills in ESL teaching include accuracy, fluency, appropriacy, and communicative competence. Accuracy refers to the correctness of learners' language use in terms

of grammar, vocabulary, and pronunciation. While accuracy is important, it should not be the only focus of ESL speaking instruction, as learners may become overly concerned with making mistakes and miss opportunities to develop their fluency and communicative competence.

Fluency, on the other hand, refers to learners' ability to speak smoothly and coherently, without unnecessary pauses or hesitations. Developing fluency requires learners to practice speaking regularly and to build confidence in expressing themselves in English. Fluency can also be enhanced through the use of speaking strategies, such as paraphrasing, self-correction, and chunking.

Appropriacy refers to the social and cultural conventions of language use, such as using formal or informal language depending on the situation or addressing people with the appropriate level of politeness. Learners must develop an awareness of appropriacy in different contexts and be able to adjust their language use accordingly.

Finally, communicative competence refers to university students' ability to use language effectively and appropriately to achieve communication goals. This includes using language to convey meaning, negotiate meaning, and express opinions, feelings, and ideas. Developing communicative competence requires learners to engage in authentic and meaningful communication, using language in real-life situations and contexts.

To promote the development of speaking skills in ESL teaching for advanced university students, a range of instructional strategies can be used, including task-based language teaching, communicative language teaching, and language-focused learning. Task-based language teaching involves learners in communicative tasks, such as role-plays, debates, or discussions, etc. that require the use of language to achieve a specific goal. Communicative language teaching focuses on using authentic and meaningful communication to promote language learning, while language-focused learning involves explicit instruction on language structures, functions, and vocabulary.

Debate activities have emerged as an effective approach for promoting advanced ESL learners' speaking skills. Debate is a structured form of argumentation that involves presenting arguments for or against a particular topic, with the aim of persuading an audience [2]. Debates provide learners with opportunities to engage in extended and complex discourse, which can help them develop their language proficiency and fluency. In addition, debates provide learners with opportunities to develop their critical thinking skills by analyzing arguments, identifying fallacies, and evaluating evidence.

A. Derakhshan et al. provide evidence of the effectiveness of debates in promoting advanced ESL learners' speaking skills. The study found that debate activities can significantly improve learners' speaking accuracy, fluency, and complexity [3, p. 183].

Drama activities, like role play, improvisation, simulation have started to be extensively employed in recent years as an innovative and effective approach to promoting advanced ESL learners' speaking skills. These activities involve the use of theatrical techniques to create scenarios where learners can practice using the target language in a contextually relevant and engaging way. This approach allows learners to engage in imaginative and creative communication, which can help them develop their language proficiency, as well as their confidence and creativity.

L. Rastelli's study provides evidence of the effectiveness of drama activities in promoting advanced ESL learners' speaking skills. The study found that drama activities can significantly enhance learners' speaking proficiency by providing opportunities for learners to practice using the target language in a fun and engaging way [4, p. 90].

Technology-mediated speaking activities provide learners with opportunities to engage in meaningful communication and develop their language skills in authentic contexts. H. Reinders and C. White suggest that incorporating technology-mediated speaking activities, such as video conferencing and online discussions, can be particularly effective for learners [5, P. 63].

Video conferencing tools, such as Skype or Zoom, allow learners to engage in real-time communication with native speakers or other learners from around the world. These activities provide learners with opportunities to practice their speaking skills in a naturalistic and authentic environment, where they can receive immediate feedback on their language use and interact with a variety of speakers.

According to Th. Oradee, **discussion-based** activities can promote learners' confidence in expressing themselves in English, as they allow students to practice their speaking skills without the pressure of performing in front of an audience [6, p. 532]. Additionally, learners have the opportunity to receive feedback and corrections from their peers and teachers, enabling them to improve their language proficiency.

In **conclusion**, the provision of high-quality speaking activities that are tailored to the specific needs of advanced ESL learners is crucial. An approach that works for one learner may not be as effective for another, so it is essential for educators to consider learners' individual abilities, interests, and language goals when designing speaking activities.

References

[1]. Бичок А. В. Говоріння як мета і засіб комунікативного навчання іноземній мові в процесі міжкультурного іншомовного спілкування майбутніх фахівців економічних та технічних спеціальностей. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Педагогіка, соціальна робота». Випуск 32. 2014. С. 22–24.

[2]. Johnson, R.H. (2000). *Manifest rationality: A pragmatic theory of argument*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

[3]. Derakhshan, Ali & Khalili, Atefeh & Beheshti, Fatima. (2016). Developing EFL Learner's Speaking Ability, Accuracy and Fluency. *English Language and Literature Studies*. 6. P. 177–186.

[4]. Rastelli, L. R. (2006). Drama in language learning. *Encuentro Journal of Research and Innovation in the Language Classroom*, 16. P. 82–94.

[5]. Reinders, H., & White, C. (2010). The theory and practice of technology in materials development and task design. *Materials in ELT: Theory and practice*/ N. Harwood (Ed.). Cambridge: Cambridge University Press. P. 58–80.

[6]. Oradee, Th. (2012). Developing speaking skills using three communicative activities (discussion, problem-solving, and role-play). *International Journal of Social Science and Humanity*, 2 (6). P. 532–533

РОЗМОВНІ ВПРАВИ З АНГЛІЙСЬКОЇ ДЛЯ ЯКІСНОЇ КОМУНІКАЦІЇ

Пономаренко Н. М.
старший викладач кафедри прикладної лінгвістики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Смуглякова М. К.
старший викладач кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Анотація. У цій статті представлено комплексний огляд якісних вправ з розвитку мовлення для студентів, які вивчають англійську мову професійного спрямування, з виокремленням кількох ефективних підходів та вправ. Навички говоріння є невід'ємною частиною викладання англійської мови професійного спрямування, і їхній розвиток вимагає від студентів зосередження на точності, плавності, доречності та комунікативній компетентності. Щоб досягти цього, ефективне навчання говоріння англійською мовою професійного спрямування має включати різноманітні стратегії викладання, які залучають студентів до автентичної та змістовної комунікації, а також надають можливості для чіткого викладання мовних структур та функцій.

Ключові слова: мовленнєва діяльність, студенти, які вивчають англійську мову професійного спрямування, навички говоріння, практика викладання.

UDC 004.8:378.147

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LANGUAGE LEARNING APPS IN LEARNING FOREIGN LANGUAGES

Smuhliakova M.K.
senior lecturer
Department of Modern Languages
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
the city of Mykolaiv, Ukraine
marina124553@gmail.com
Ponomarenko N.M.
senior lecturer
Department of Applied Linguistics
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
the city of Mykolaiv, Ukraine
datsko3001@gmail.com

Annotation: This research explores the impact of modern artificial intelligence technologies on the process of learning foreign languages through mobile applications and aims to analyze the use of artificial intelligence in the development and enhancement of language learning apps for foreign language learning.

Key words: artificial intelligence, language learning apps, language learning, motivation

The 21st century has brought remarkable changes in the education area, especially in learning processes and outcomes. Intelligent machines are playing a significant role in changing the place of schools, teachers and students. Teachers and students stick to use interactive machines to share educational experiences and achieve educational goals. These machines provide dynamic learning platforms that engage in discussions with students and respond to their questions and feedback. They address long-standing classroom challenges such as maintaining student attention, encouraging

motivation, accommodating individual learning differences, and supporting students with special needs. Through feedback mechanisms, they improve student performance levels and cultivate positive attitudes toward the teaching and learning process. These aspects experience direct and beneficial effects through the integration of AI applications into the teaching and learning process [14, p. 106].

The aim of the research is to explore and discuss the use of artificial intelligence and language learning applications. It provides an overview of the role of AI in education, particularly language learning, and discusses the features and effectiveness of prominent language learning apps like Babbel, Busuu, and Duolingo.

The fast development of media communication, especially the rise of mobile media as well as the growing digital literacy of newer generations, has created opportunities for integrating virtual and augmented realities into various mobile applications. Digital communication now plays a central role in our daily activities, and in an educational context, there is potential to employ this to promote healthy competition, as suggested by H. Leligou et al. [21, p. 3].

Duolingo, Babbel, and Busuu each have their strengths and weaknesses, but they collectively represent a diverse range of language learning options catering to various user preferences and needs. To remain competitive and relevant in this dynamic market, these apps need to continually adapt to changing user demands and explore opportunities for expansion and innovation.

Mobile learning, facilitated by smartphones and tablets, is a pivotal component of this educational transformation. Language learning apps like Babbel, Busuu, and Duolingo have harnessed the power of AI and mobile technology to provide effective language education. These language apps have undergone efficiency research, with Babbel and Busuu showing promise in providing accelerated language learning experiences. Duolingo, with its engaging and gamified interface, has experienced explosive growth, particularly during the pandemic.

In summary, the synergy of AI and language learning apps is reshaping how individuals acquire new languages. These apps offer accessible, efficient, and engaging language education experiences, democratizing language learning for people around the world.

References

1. Dickson B. How Artificial Intelligence is Shaping the Future of Education. PC Magazine, 2017. P. 105 −115.

2. Leligou H. C., Zacharioudakis E., Bouta L., & Niokos E. 5G Technologies boosting efficient mobile learning. *MATEC Web of Conferences*, 2017. P. 2–6.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ДОДАТКІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ МОВИ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ

Смуглякова М.К.

старший викладач кафедри сучасних мов

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Пономаренко Н.М.

старший викладач кафедри прикладної лінгвістики

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Анотація. Стаття розглядає вплив сучасних технологій штучного інтелекту на процес навчання іноземних мов у контексті мобільних додатків та спрямована на аналіз використання штучного інтелекту в розробці та вдосконаленні мовних додатків для ефективного вивчення іноземних мов.

Ключові слова: штучний інтелект, мовні додатки, вивчення іноземної мови, мотивація

УДК 81’37:355.01

СЕМАНТИКА КОНЦЕПТУ *ВІЙНА / WAR*: ЛІНГВОДИДАКТИЧНИЙ АСПЕКТ

Філіппова Н. М.
кандидат філологічних наук, доцент кафедри прикладнлї лінгвістики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
nina.filippova@nuos.edu.ua
Фомічова В. О.
кандидат філологічних наук, старший викладач кафедри прикладної лінгвістики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
fomichova.valeria@gmail.com

Анотація. *С*таття показує один із лінгводидактичних аспектів концептуального аналізу для розуміння місця універсального концепту ВІЙНА/WAR в українськомовній і англомовній картинах світу. На прикладі аналізу дефініційних, образних і аксіологічних складових було зроблено висновки щодо типологічних характеристик концепту.

Ключові слова: концепт ВІЙНА/WAR, концептуальний аналіз, лінгводидактика.

War is the father of all things, and of all things it is the king.
(Heraclitus)

Актуальність цієї розвідки пов’язана, в першу чергу, з поступовою зміною освітянської парадигми, формуванням навичок критичного мислення, орієнтацією на проєктну навчальну діяльність, а також із станом гібридної війни, зміною концептуалізації світу, можливостями впливу на свідомість.

Тому **метою** цього невеликого нарису є встановлення мовної репрезентації концепту ВІЙНА в українській і англійській мовах і демонстрація дидактичного використання концептуального аналізу для оцінювання фактичної інформації.

Теоретичною базою слугували дослідження одного із базових понять людської концептосфери сучасними українськими лінгвістами.

Матеріал дослідження – дані лексикографічних джерел.

Термін «концепт» у лінгвістиці сьогодні має декілька визначень, але всі дослідники визначають, що а) концепт – багатомірна структура, яка включає як фактичну, так і образну, оцінну інформацію; б) його аналіз дозволяє, до якоїсь міри, об’єктивно зрозуміти типологічні

особливості національного менталітету. Концепт ВІЙНА – це один з універсальних соціальних лінгвокультурних концептів, оскільки він присутній у всіх картинах світу.

Взагалі концепт ВІЙНА був предметом і об'єктом багатьох вітчизняних досліджень, напр., аналіз функціонування цього концепту у медійному [4], англомовному [6], суспільно-політичному [1], лінгвістичному [2] дискурсах або, наприклад, на типологію семантичної домінанти у споріднених мовах [7].

Оскільки лінгводидактична мета полягає у створенні фрейму на основі моделі семантичного поля, базою аналізу вибираємо три складові структури концепту: а) дефініційну, яка зафіксована у лексикографічних джерелах; б) образну, яку демонструють когнітивні метафори; в) аксіологічну, яку репрезентують актуальні вербалізатори оцінності.

Дефініційна складова концепту ВІЙНА/WAR. Аналіз лексикографічних джерел дозволив виділити семантичний центр *боротьба* як наївне прототипове уявлення про сукупність конкретних соціальних, особистісних ознак війни. Пор.:

Війна – 1. Організована збройна боротьба між державами, народами або ж збройними угрупованнями всередені країни. 2.пер. Стан ворожнечі між ким-небудь, суперечка, сварка з кимсь; боротьба [СУМ, 1, с. 669].

War – armed fighting between two or more countries or groups, or a particular example of this [CIDE, 1, с. 636].

Етимологія: походження слова *війна* пов'язують із псл. основою **vojь – воїн,* субстантивацією псл. прикметника ж.р. **voj-ьna* [ЕСУМ, 1, с. 431], а походження слова *war* – з і.є. **wers – хаос, беспорядок*, д.а. (1050) *wyrre, were* (древнєсканд.), фр. *guerre*. Цікаво, що в політологічному дослідженні "The war: concepts and evolutions" один із підрозділів так і називається "The new world (dis)order" [Baripedia].

Семантичне поле концепту можна представити таким чином: а) українськомовні лінгвокультурні вербалізатори – *збройна боротьба, ворожнеча, суперечка, брань; синоніми – кровопролиття; сутичка, конфлікт, змагання, суперництво*; *терористична операція, інтервенція, протистояння, окупація, злочин, напад, вторгнення, АТО* (номінативи сьогодення); б) англомовні лінгвокультурні вербалізатори – *fighting, hostilities, combat; clash, collision, conflict, controversy, opposition* [WNWT, с. 492]. Атрибутивні словосполучення актуалізують кваліфікативні характеристики війни: за місцем (*війна в Україні, Desert Storm, air, land, naval)*, за часом (*столітня)*, за кількістю учасників (*російсько-українська, громадянська, civil, world, global)*, за характеристикою стратегій (*антитерористична, визвольна, загарбницька, Iraqi Freedom Operation, preventive, offensive, defensive)*, за характеристикою методів ведення *(гібридна, інформаційна, ядерна, biological, chemical, psychological*).

Образна складова концепту реалізується у метафорах, які експлікують динаміку процесу розвитку мови, концептуалізації, розширення смислового об'єму і вербалізації. Напр., А. Худолій наводить цікавий висновок: серед груп концептуальних метафор, виявлених у мові американських публіцистичних текстів, ВІЙНА складає 10,25 % і входить до поняття «суспільно-політичне життя», тобто війну представлено метафоричними моделями: війна – політика, війна – економіка, війна – спорт, війна – інформаційні джерела. Для американців у проблемних ситуаціях всі ці аспекти їх існування нагадують битву, в яких одних чекає перемога, інших – поразка [5, с. 43]: боротьба або конкуренція асоціюється із безпосередньо

військовими діями (*global front, combat),* видами зброї (*globalization is a double sword*), засобами ведення війни (*trench warfare)*, результатами (*victims*).

Українськомовний концепт ВІЙНА є також національно маркованим, оскільки вся історія народу пов'язана з низькою війн і конфліктів, а тому мовна репрезентація цього концепту досить вражаюча, оскільки воєнні події відносяться і до фізичного світу (*зброя, руйнування)*, і до ментальних, оцінних морально-етичних сутностей (*перемога, поразка)* [7, с. 17].

Аксіологічна складова аналізу концепту ВІЙНА/WAR. У медіадискурсах можна зафіксувати емоціональні, морально-етичні вербалізатори негативної (*м'ясорубка, кровопролиття, агресія, вторгнення, злочин, ненависть, зрада; poverty, crime, drugs, terror)* і позитивної оцінки (*визвольна, справедлива, Desert Shield Operation, freedom, dignity*), які репрезентують, з одного боку, смерть, мародерство, дезертирство, а, з іншого, життя, гідність, волонтерство, героїзацію подій і учасників. Фразеосемантична група означує війну як *спор, суперечку, боротьбу* і виявляє «силу» метафоричної оцінки: *battle of words/nerves, hot/cold war, to fight to the lasr ditch.*

Висновок. Опорними концептами фрейму ВІЙНА виступають суб'єкти (дві або більше сторін: держав, компаній, соціальних груп, ідей), об'єкти (їх протиріччя), процес (сценарії: операції, угруповання, зброя, топоніміка тощо). Навчальні проєкти дозволяють використовувати його як матрицу (фреймінг) для виявлення маніпулятивного компоненту в актуальних текстах.

Література

[1] Васянович Є. Структурно-семантичне наповнення концепту «війна» у лінгвістичних дослідженнях // Гуманітарна освіта в технічних вищих навчальних закладах. N38, Київ, 2018. – С. 5–9. URL: http://jml.nau.edu.ua>article

[2] Зіневич Л.В., Красавіна В.В. Концепт «війна» у сучасному українському суспільно-політичному дискурсі //Одеський лінгвістичний вісник. ВД «Гельветика». – 2017. – Спецвип. – С. 70–72. URL: https://hdl.handle.net/11300/16827.

[3] Ковбасюк Л.А. Новітні студії концепту «війна» в сучасному мовознавстві // Науковий вісник ХДУ. Серія «Германістика та міжкультурна комунікація/ Секція 1 «Германські мови». 2023. – С. 16–21. URL: https://tsj.journal.kspu.edu.ua.>article

[4] Мельник С.М., Назаренко О.М., Сікорська В.Ю. Мовна репрезентацвя концепту ВІЙНА в сучасному українському медіадискурсі //Монографія. Publishing house "Baltija Publishing", 20 URL: http://baltijapublishing.lv>catalog

[5] Худолей А.О. Метафора у мові американських публіцистичних текстів. – Острог: Вид-во «НаУОА», 2005. – 128 с.

[6] Шевченко О.М. Репрезентація концепту WAR в англомовній лінгвокультурі // Наукові записки. – Кропивницький: Вид-во «КОД», 2021. – Вип. 193. – Серія: Філологічні науки. – С. 133–139.

[7] Яворська Г.М., Чмир О.Р. Семантика війни і миру в сучасних слов'янських мовах: історико-типологічний аспект/ Мовознавство. – 2018. N3. – С. 15–30.

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

ЕСУМ – Етимологічний словник української мови : В 7 т. / За ред. О.С. Мельничука. – К., 1982–2012. – Т. 1–6.

СУМ – Словник української мови : В 11 т. – К., 1970–1980.

CIDE – Cambridge International Dictionary of English. – L.: CUP, 2010.

WNWT – Webster's New World Thesaurus. – N.Y.: Fawcett Popular Library, 1999.

SEMANTICS OF THE CONCEPT *ВІЙНА/WAR*: LANGUAGE DIDACTIC ASPECT

Filippova Nina
Cand. Scs. (Phil), Associate Professor
Fomichova Valeria
Cand. Scs. (Phil)

Abstract. One of the language didactic aspects of the conceptual analysis for defining the universal concept ВІЙНА/WAR in Ukrainian and English worldviews is demonstrated. The analysis of the concept definitial, metaphorical and evaluative components enabled to reveal some of its typological characteristics.

Key words: concept ВІЙНА/WAR, conceptual analysis, language didactics.

УДК 378.147:811.111

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНИХ СХЕМ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ»

Шаманова Н. Є.
Старший викладач кафедри прикладної лінгвістики,
Навчально-наукового гуманітарного інституту,
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
Natali.shamanova@gmail.com

Анотація. *У* статті розглядаються аспекти застосування структурно-логічних схем у процесі вивчення дисципліни «Методика викладання англійської мови» на лекційних та практичних заняттях. Визначено актуальність та ефективність використання структурно-логічних схем та переваги такого візуального методу навчання в порівнянні з традиційним викладом начального матеріалу.

Ключові слова: структурно-логічна схема, наочність, зорове сприйняття, пізнавальна діяльність.

Постанова проблеми. Відомо, що в підвищенні ефективності процесу навчання та якості засвоєння знань важливим є оптимальний вибір освітніх технологій, націлений на

активізацію пізнавальної діяльності студентів, яка підпорядковується послідовності змісту теми, логіці дисципліни, що вивчається і має під собою викладання та отримання знань студентами в певному порядку, в системі. Засвоєння та запам'ятовування навчального матеріалу потребує складної розумової діяльності, як словесно-теоретичних узагальнень, так і висновків з різноманітних фактів та закономірностей. Встановлено, що в запам'ятовуванні, збережені та відтворенні навчального матеріалу беруть участь різні операції роботи пам'яті з переробки та перекодуванню інформації, в тому числі такі операції, як аналіз, систематизація, узагальнення, синтез та інші. Наочність, як один із провідних принципів навчання, активізує увагу, мислення й пам'ять. Так, за результатами психологічних досліджень установлено, що 83 % інформації людина сприймає зором, 12 % – слухом, 5 % – іншими рецепторами. Дослідження пам'яті свідчать, що людина запам'ятовує 20 % – від почутого, 30 % – від побаченого, 70 % – від одночасно побаченого й почутого, 80 % – від побаченого, почутого й обговореного, 90 % – від побаченого, почутого, обговореного й активно виконаного [3]. Саме структурно-логічні схеми грають велику роль в процесі осмисленого запам'ятовування та засвоєння навчального матеріалу, що передбачає, перш за все, встановлення логічних послідовностей, розділення матеріалу на тематичні блоки, збереження логіки аналізу лінійного тексту, результативну роботу з термінологічним апаратом.

Основна частина. Структурно-логічні схеми використовуються в навчальному процесі для систематизації та узагальнення навчального матеріалу, створення середовища для реалізації діяльнісного підходу до навчання, активізації розумової діяльності студентів, тобто кінцевою метою є свідоме активне сприйняття нових знань та їх практичне засвоєння. У теперішній час, не дивлячись на те, що вказана мета не змінилася, виникає певна кількість обставин, які роблять використання структурно-логічних схем вимушено-необхідним. До них відносяться:

— систематичне збільшення долі самостійної роботи студентів під час вивчення дисципліни, що є незрівнянним із долею спільної роботи над матеріалом під керівництвом викладача;

— загальна тенденція до скорочення аудиторних годин при збережені об'єму навчального матеріалу.

Виходячи з власного досвіду викладання методики навчання англійської мови, можна стверджувати, що дотримуватися навчальної програми з дисципліни можливо лише в тому випадку, якщо перенести більшу частину тем на самостійне опрацювання, або швидко, коротко та без особливих пояснень та прикладів пояснювати навчальний матеріал, що не є доцільним у викладанні методики навчання англійської мови. Тому складання структурно-логічних схем, як один з видів самостійної роботи, дозволяє структурувати блоки інформації, економити та раціонально розподіляти час, відведений на вивчення конкретної теми, формувати та розвивати навички компресії текстової інформації, інтенсифікувати процес засвоєння знань.

Власний досвід застосування структурно-логічних схем під час лекцій та практичних занять з методики викладання англійської мови показав, що вони сприяють активізації самостійної пізнавальної діяльності студентів, значно підвищує її ефективність: так, читання лекції з використанням самостійно складених структурно-логічних схем (у якості випереджувального домашнього завдання) дозволяє під час пояснення матеріалу вести діалог зі студентами, залучати їх до дискусії, спонукати до розмірковувань, спільним доказам та

висновкам. Така форма проведення занять підвищує рівень навченості студентів та сприймається ними краще, ніж традиційна монологічна лекція.

Актуальність структурно-логічних схем на заняттях беззаперечна. Це підтверджується ще й тим, що зараз до вищих навчальних закладів приходить покоління, яке має кліпове мислення і перевагу надає не текстовій, а наочно-образної інформації, тому має складнощі в сприйнятті тривалої лінійної однорідної та моностильної інформації, як лекційного матеріалу, так і книжного тексту. Тому технологія використання структурно-логічних схем має універсальні можливості:

— зорове сприйняття матеріалу є більш ефективним за рахунок чіткої структури змісту певної теми;

— подача навчального матеріалу відбувається з урахуванням законів логічного аналізу, синтезу, порівняння, судження;

— залучення самих студентів до пояснення бажаної інформації допомагає кращому розумінню та засвоєнню поданої інформації.

Висновки. Отже, вищевикладений аналіз використання структурно-логічних схем, а також власний досвід практичного застосування такого роду наочності під час роботи зі студентами дозволяє викладачу:

— реалізувати принцип крупноблочного представлення теоретичного матеріалу;

— активізуватися самостійну, пізнавальну діяльність студентів;

— встановити більш тісний контакт з аудиторією під час обговорення структурно-логічних схем;

— використовувати їх як засіб моніторингу якості знань.

Складання та використання структурно-логічних схем студентами під час вивчення дисципліни забезпечує:

— розвиток мислення, в тому числі творчого;

— ефективність самостійної пізнавальної діяльності;

— скорочення часу на засвоєння лекційного матеріалу;

— можливість індивідуальної самостійної роботи під час поглибленого опрацювання матеріалу для практичних завдань, які орієнтовані на майбутню професійну діяльність;

— можливість користуватися під час підготовки до заліків, іспитів, написанні курсової роботи та проведенні педагогічної практики.

Література

1. Кохан Л. В. Структурно-логічні схеми як засіб абстрактної наочності / Л. В. Кохан // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. – 2013. – Вип. 32. – С. 263–270.

2. Методика викладання іноземних мов у середніх навчальних закладах у структурно-логічних схемах і таблицях / Укладачі С.Ю. Ніколаєва, С.В. Гапонова: Навч. посібник. – К.: Ленвіт, 2004. – С. 10.

3. Структурно-логічні схеми. Таблиці. Опорні конспекти. Есе. Навчальні презентації: рекомендації до складання: метод. посіб. для студ. / уклад.: Л. Л. Бутенко, О. Г. Ігнатович, В. М. Швирка. – Старобільськ, 2015. – 112 с.

THE EFFECTIVENESS OF USING STRUCTURAL-LOGICAL SCHEMES IN THE PROCESS OF STUDYING THE DISCIPLINE "METHODS OF TEACHING ENGLISH"

Shamanova Nataliia
Senior lecturer
of the Department of Applied Linguistics

Abstract. The aspects of using the structural-logical schemes in the process of studying the discipline "Methods of Teaching English" in the lectures and practical training have been considered. The effectiveness and relevance of the structural-logical schemes application are analyzed. The advantages of this visual teaching method in comparison with the traditional lecturing are stated.

Key words: structural-logical scheme, visualization, visual perception, cognitive activity.

UDC 378.147:811.111

THE SIGNIFICANCE OF THE TEXT IN TEACHING ENGLISH READING

Bielousova S. M.
Associate Professor NUOS,
Department of Modern Languages,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Ukraine, Mykolaiv),
svitlana.bielousova@nuos.edu.ua

Annotation. The significance of text in teaching English reading has been discovered. Reading as means of teaching has been analyzed. The subject-matter and the content, the style and size of texts have been reviewed. The main requirements to text for increasing efficiency of teaching English reading have been defined. A sample of text for speciality "Law" have been given.

Key words: English, Law, teaching reading, kinds of reading, role of text in teaching, requirements to the text, the subject-matter and the content, the style and size of the text.

Statement of the problem. Ukraine's accession to the European and global space and the expansion of international relations have led to an increase in the role of foreign languages as a means of intercultural communication. Accordingly, higher education institutions are now faced with the task of training a new generation of specialists, including legal professionals, with a deep knowledge of a foreign language and an understanding of global socio-cultural transformations. This is emphasised in the Laws of Ukraine "On Education" and "On Higher Education" and the National Doctrine of Education Development in Ukraine in the 21st Century.

Knowledge of foreign languages provides access to international scientific information, Internet resources, and international professional publications. In this context, the ability to read a professional text in a foreign language, understand its essence and correctly interpret its content is of great importance.

The purpose of the article is to find out the role of the text in teaching reading in English to Law students. In accordance with the aim, the following tasks have been set: 1) to outline the main aspects

of teaching reading in English; 2) to determine the subject matter, content, style and volume of texts in teaching reading in English.

Presentation of the main material. According to the requirements of modern methodology, the text is one of the main materials for learning a language and, as a versatile and complex entity, has many characteristics that play a significant role in the methodology of teaching foreign languages and should be taken into account when compiling and selecting teaching material.

In real life, communicative attitudes to reading can be of a different nature: to determine what a particular book (magazine, article) is about; what range of issues it discusses; to find some facts of interest – names, dates, figures, quotes; to read a text quickly in order to establish its plot (for example, a detective story); to study the text carefully, trying not to miss a single detail. According to the communicative needs, the following types of real reading are distinguished: browsing, searching, familiarisation, and studying.

In teaching foreign languages, the most commonly used types of academic reading are essentially forms of work, namely: reading aloud or to yourself; prepared and unprepared; classroom and home; translation and without-translation.

When teaching reading in a foreign language, the problem of selecting texts is of great importance. When establishing requirements for the subject matter and content of texts, it is necessary to take into account the ultimate learning objectives and the specifics of the university.

The topics and content of the texts should be relevant to the interests of students, as well as their age, cultural and intellectual development. In the context of higher education, this requirement can be implemented in accordance with the topics and content of the texts of the students' future speciality.

The topics should be relevant and stable, i.e., it should be ensured that, while individual small topics vary, they are included in unifying thematic groups and that the information provided in the texts remains up-to-date for as long as possible. For example, the topic "Family Law" may include sub-topics: "Protection of children", "Wedding", "Marriage", "Divorce" [1].

The content of texts should be valuable and interesting in practical, educational and general educational contexts. For this purpose, it is necessary that the texts are full of information with a high degree of novelty. However, texts should not contain special information that is not accessible to students.

The content of individual texts can be united by a common theme (thematic group), which allows you to repeat the vocabulary and grammar material necessary for learning. The texts should be authentic in nature and their language should correspond to the norms of the language being studied. You should also take into account the peculiarities of the speciality.

Here is an example of a text selected in accordance with the requirements outlined above.

FAMILY LAW

Family law is divided into public and private law cases. Public law cases involve local government and other public authorities and include matters such as care of children, supervision and emergency protection orders. Private law cases involve divorce proceedings and access to children by the parents concerned.

When reaching a decision on cases concerning children, the court will make an order only if satisfied that this action is positively better for the child than making no order.

Everybody involved in the court proceedings has access to the relevant information before the case is heard and all are expected to reveal their arguments and evidence in advance. Parents have the legal right to immediate legal aid without a means test in all public law cases invoking applications for supervision, care, child assessment orders and emergency protection proceedings.

Most court cases involving children concern private disputes between parents – often after separation. There are a variety of orders open to the court. These include:

– a residence order saying where the child should live;

– a contact order, which may require the person with whom the child is living to let the child have contact with the person named in the order;

– a prohibited step order – if one partner objects to something that the other is doing concerning their child, he or she can apply for this order to stop the other parent from taking the action outlined in the order without getting the court's permission first.

– a specific issue order, which settles disputes between former partners about certain aspects of their child's upbringing.

If an unmarried father cannot reach a private agreement with the child's mother, he may apply to the court for an order giving him parental responsibility for his child to be shared with the mother.

Legislation entrusts local government authorities with the task of safeguarding and promoting the welfare of children in need in their area. If the authority feels that a child is in danger from the family situation, it is legally obliged to step in, even if the parents disagree. If it cannot get the parents' agreement for certain action that it wants to take, it must seek a court order before taking action. In all cases parents have the right to put their case in court and to be involved in decision-taking about the child's welfare if he or she is being looked after by the local authority. The welfare of the child is paramount in such cases.

Family law also includes divorce proceedings. A court can dissolve a marriage by issuing a decree divorce. This can happen only if the marriage has broken irretrievably. The procedure is for one party to petition for divorce. A court district judge considers the evidence and if the grounds for divorce are proven, the judge pronounces a "decree nisi" which is a provisional measure [1].

The style of presentation of educational texts should be professionally oriented, accurate, unambiguous, systematic, concise, using appropriate language to express concepts, and rich in a sufficient number of scientific terms.

Since the development of skills and abilities to read specialised literature is associated with the accumulation of a certain stock of professional terminology, it is necessary to include them in the educational dictionary.

The problem of determining the volume of texts to be read is an important part of modern foreign language teaching methods. It should depend on the complexity of the content and language, as well as on the purpose of studying it (review, familiarisation or study reading). A study text should be long enough to ensure that the language material is repeated. It is very difficult to implement the methodological requirements in a short text on a new topic. In such circumstances, the most optimal text length from the point of view of modern methodology is 1500–2000 printed signs.

Conclusions. The correct selection of texts plays a significant role in teaching reading in English. In the process of selecting texts, it is necessary to take into account their subject matter, content, style and length. When working on specialist texts, at the first stage students will: 1) receive new information of a special nature, which is available to them in terms of subject matter and content,

based on concepts understood in their native language; 2) accumulate new lexical and grammatical material necessary for reading specialist literature.

References

1. Kozimirskaya T. I., Belousova S. M., Shevchenko D. O. (2009) English for Legal Purposes. Mykolaiv: NUOS, 134 p.

2. Hahina N., Los O. Foreign Language Teaching in the Context of Implementing The Concept Of Lifelong Education In Ukraine. Collection of Research Papers Pedagogical sciences. 2021. No. 93. P. 70–75. URL: https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2020-93-10 (date of access: 13.08.2024).

3. On Higher Education : Law of Ukraine of 01.07.2014 no. 1556-VII : as of 28 May 2024. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18?lang=en#Text (date of access: 13.08.2024).

4. Nikolska N., Pershukova O. Development of multilingual Education in Ukraine. SHS Web of Conferences 75, 01004 (2020). URL: https://doi.org/10.1051/shsconf/20207501004 (date of access: 13.08.2024).

UDC 372.853:371.3:377.36

THE IMPACT OF MODERN TECHNOLOGIES ON THE FORMATION OF POSITIVE MOTIVATION FOR ONLINE LEARNING

Liubov Boiko
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Department of Public Management, Law and Humanities, Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson, Ukraine boikolmh@gmail.com
Iryna Smirnova
Senior Lecturer, Department of Social Sciences, Kherson Educational-Scientific Institute, Admiral Makarov National University of Shipbuilding IrSmirnova0702@gmail.com

Abstract. Improving the level of teaching disciplines in higher education through the introduction of new educational technologies contributes to improving the quality of the educational process and forming a positive motivation for students to learn. This task can be accomplished when students are motivated to learn while teachers use a variety of educational technologies, including innovative ones.

Keywords: modern technologies, positive motivation, students, educational process, online.

As the Law on Education states, the purpose of education is the comprehensive development of a person as an individual and the highest value of society, his or her talents, intellectual, creative and physical abilities, the formation of values and competencies necessary for successful self-realization, the education of responsible citizens capable of making conscious social choices and directing their activities for the benefit of other people and society, and enriching on this basis the intellectual, economic, creative and cultural potential of the Ukrainian people [1].

Under the war conditions, which have affected all spheres of people's lives, including higher education institutions, teachers and students find the potential to resist the cruel reality and continue teaching and learning because, in the near future, the country will need specialists for post-war reconstruction and development.

The purpose of this study is to determine the impact of innovative technologies on increasing students' motivation to study online.

The use of innovative technologies is meant to develop students' competencies, which are formed through modern teaching methods, when students are actively involved in the online learning process and interact with each other. It also ensures the modern organization of the educational process.

The term "innovation" is associated with the Internet and Internet technologies. Access to the global network resources provides teachers with the opportunity to use a significant amount of materials in various directions and forms (audio, video, interactive games, etc.) to improve teaching effectiveness.

Nowadays, students are inseparable from their gadgets, which break new ground for teachers to use this to their advantage in online learning. For example, listening to a podcast in a foreign language on a particular topic or reading news on world media sites involves a student and his or her device in the process of mastering a foreign language, which has a positive effect on their motivation to learn [2, 3]. Watching videos from sports competitions, training sessions, specialized websites for certain sports, and exercise techniques is useful in online physical education classes [4–6].

Watching videos from YouTube, where you can find many recordings in different languages and educational videos in various subjects is also used by teachers in online practical classes. The teacher can offer to rewatch a part of the movie/video clip, pause the video, discuss some difficult matters about the things they do not understand, ask questions about the video and get answers from students.

Lecturers also use the Internet for self-improvement and professional development. There are many courses that teachers can take remotely to improve their online teaching skills.

Therefore, the more interesting and rich the class in the distance format, the more motivated students will be to study the subject. Constant self-improvement, improvement of online skills, and the use of innovative teaching methods and tools lead to an improvement in students' attitudes toward learning in general and a particular discipline in particular, i.e., to an improvement in the quality of the educational process.

References

[1] Zakon pro osvitu. URL: https://urst.com.ua/act/pro_osvitu

[2] My Top 10 Tips for Better English Speaking. URL: https://www.youtube.com/watch?v=cJprHJ4mrPI

[3] Easy English Podcast || How To Use Present Simple & Present Continuous. URL:https://www.youtube.com/watch?v=RBXVa-Q-6GI&list=PL7H2UTMx-XTswyUE6NZa0rDjIQ1zh2L5x

[4] Kompleks vprav. Fizychna kultura. Dystantsiine navchannia.. URL: https://www.youtube.com/watch?v=qQFJcqKd_tQ

[5] Strybok v dovzhynu z rozbihu sposobom zihnuvshy nohy (dystantsiine navchannia). URL: https://www.youtube.com/watch?v=aFASZd38pM0

[6] Tsikavi vydy sportu krain svitu. URL: https://www.youtube.com/watch?v=R4agaAjIDfs

UDC 372.853:371.3:377.36

ACADEMIC INTEGRITY IN VIRTUAL CLASSROOM

Liubov Boiko

Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Department of Public Management, Law and Humanities, Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson, Ukraine boikolmh@gmail.com

Abstract. Academic integrity is crucial in modern higher education. Numerous international organizations have been established to address this issue. While the advancement of software systems has made it easier for dishonest students to cheat and plagiarize, it has also expanded the tools available to combat academic dishonesty. This paper focuses particularly on the challenges of cheating in online classrooms.

Keywords: academic integrity, online classroom, students, cheating, plagiarism.

While living in the combat zone, Kherson students and teachers are forced to teach and study remotely. This type of learning increases the tendency among some students to seek grades through academic dishonesty, such as cheating and plagiarism. The problem of failing to uphold academic integrity has become extremely acute in the era of online learning. Many foreign and domestic researchers have devoted their works to this issue. Among them D. Newton, G. Watson, L. Rowan, F. Murray, O. Nalyvayko, D. Poliakov, A. Minyailova and others.

There are different international associations and organizations that deal with academic integrity matters, among them International Center for Academic Integrity (ICAI), European Network for Academic Integrity (ENAI), Global Academic Integrity Network (GAIN), as well as centers for academic integrity at the Universities (almost each University has this center). Council of Europe even created the Best Practice Programme in Promoting Academic Integrity o identify, publicly recognise and disseminate relevant practices in promoting academic integrity throughout higher education institutions in Europe [1].

According to ICAI, they define academic integrity as a commitment, even in the face of adversity, to six fundamental values: honesty, trust, fairness, respect, responsibility, and courage. From these values flow principles of behavior that enable academic communities to translate ideals into action [2].

Article 42 of the Law on Education of Ukraine defines academic integrity as a set of ethical principles and rules established by law that should guide participants in the educational process during learning, teaching and research activities in order to ensure confidence in learning outcomes or scientific achievements [3].

Universities place significant emphasis on academic integrity issues. To uphold these principles, international organizations are developing measures, including methodological guidelines for higher education institutions, such as SAIUP (Strengthening Academic Integrity in Ukraine Project), implemented by the American Councils for International Education in 2016–2019, some other projects.

Measures to prevent cheating and plagiarism include the use of specialized software platforms like Turnitin, PapersOwl, and DupliChecker, which are designed to detect plagiarism in texts. However, the most pressing challenge arises during online practical classes, for example during classes of a foreign language. The issue is not limited to written assignments but extends to the use of software that enables students to translate text in real-time or instantly generate content that they would not be able to produce under normal circumstances.

Some researchers offer to conduct an online conversation or interview when "a student is unable to look for an answer in any other sources or get help from an outsider. He or she either answers the question or not" [4]. In such cases, students can use voice recognition and artificial intelligence (AI) tools to obtain direct answers, further bypassing the learning process. To prevent academic dishonesty, it's essential to motivate students, address their psychology and reasons for learning a foreign language, and emphasize that cheating and deception will ultimately result in long-term failure.

References

[1]. URL: https://www.coe.int/en/web/education/best-practice-programme-in-promoting-academic-integrity

[2]. URL: https://academicintegrity.org/resources/fundamental-values

[3]. Zakon Ukrainy "Pro Osvitu" URL: https://urst.com.ua/act/pro_osvitu

[4]. Міняйлова А.В. Запобігання академічній недоброчесності студентів під час перевірки знань з іноземної мови у немовних зво в умовах дистанційної форми навчання. Збірник наукових праць «Педагогічні науки». ХДУ, № 98 (2022). URL: https://www.ps.journal.kspu.edu/index.php/ps/article/view/4500/3972

УДК 304.2

ПОТЕНЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Патлайчук О. В.
кандидат філософських наук,
доцент кафедри психології, філософії та соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oksana.patlaichuk@nuos.edu.ua

Анотація. Проаналізований вплив систем штучного інтелекту на освітній процес, розглянуті можливості використання чат-ботів з генеративним штучним інтелектом у навчальному процесі та потенційні умови для зловживання ним.

Ключові слова: штучний інтелект; чат-боти; потенційні можливості; навчальний процес; освіта.

Незважаючи на те, що використання чат-ботів з генеративним штучним інтелектом (ChatGPT та ін.) в навчальному процесі пов’язане з кількома ризиками, зокрема плагіатом, шкідливим і упередженим вмістом, недостовірністю створеного штучним інтелектом контенту та невиправданою на даний момент надмірною довірою до цих інструментів, дослідники вважають, що найкращою позицією щодо них є не заборона на їх використання, а регульоване включення в освітній процес.

Як один із найдосконаліших інструментів для створення текстів на сьогоднішній день, чат-боти з генеративним штучним інтелектом можуть написати майже все, що попросить їх викладач або студент. **Для викладачів** чат-боти можуть робити наступне [1]:

1. Допомога у проведенні занять, включаючи написання програм курсу, планів занять, правил і політики в аудиторії, інструкцій для навчальної діяльності, підказок для обговорення, сценаріїв презентацій і порад щодо управління аудиторією.

2. Підтримка оцінювання знань студентів, наприклад, в написанні звітів про успішність студентів, складанні тестів, а також рубрик для виставлення оцінок. Чат-боти також можуть забезпечити автоматичне оцінювання та зворотний зв’язок зі студентами [2].

3. Допомога в підготовці навчальних матеріалів для студентів, зокрема в написанні навчальних посібників, текстових завдань, текстів для самостійної роботи студентів, методичних вказівок для проведення лабораторних робіт або для курсового чи дипломного проектування та подібних матеріалів.

4. Допомога у розробці пропозицій щодо покращення навчального процесу, наприклад, письмових порад щодо створення більш інклюзивних і доступних навчальних заходів, порад щодо урізноманітнення джерел для самостійної роботи, стратегій використання цифрових інструментів і програм для покращення викладання та навчання, прикладів того, як подавати навчальний матеріал студентам різного віку та ін.

5. Підтримання спілкування зі студентами, включаючи написання текстових повідомлень, електронних листів та надання іеформаційних повідомлень для веб-сайту або для сторінок в соціальних мережах.

Для студентів чат-боти з генеративним штучним інтелектом також можуть запропонувати дещо корисне, наприклад:

1. Персоналізована підтримка навчання, включаючи надання індивідуальних порад з будь-якого предмету, інформаційна підтримка дослідження, вказівки щодо виконання завдань, пояснення складних тем більш доступною мовою, примітки до введеного тексту, резюме та схеми тексту, підказки для авторського блоку, текст для полегшення написання (наприклад, початок речень, переходи), комп'ютерний код, переклади тексту кількома мовами, вказівки щодо вирішення проблем тощо. Чат-боти можуть навіть служити «агентом для навчання» [3], який заохочує студентів до навчання, навчаючи через текстову розмову.

2. Підтримка творчого мислення, наприклад, написання сценаріїв для мультимодальних проектів (наприклад, подкастів або відео); перелік місцевих, національних або глобальних проблем, які необхідно вирішити в рамках проекту; надання пропозицій щодо того, як написати чи перефразувати речення, щоб зробити його більш творчим; пропонувати ідеї для винаходів (наприклад, «Розробити винахід, щоб вирішити проблему дефіциту води в усьому світі»); а також надання підтримки в мозковому штурмі та формуванні ідей при написанні та редагуванні текстів.

3. Допомога в підготовці до оцінювання, як-от практичні запитання для написання тестів, щоб допомогти підготуватися до майбутнього оцінювання, надання студентам рубрик для оцінювання власної роботи та надання відгуків про текстові роботи та проекти.

4. Допомога при розумінні або написанні текстів, включаючи допомогу у вдосконаленні навичок розуміння прочитаного, підтримку стилістичних особливостей, мовних навичок і дослідницьких навичок студентів. Чат-боти також можуть допомогти учням на кожному із семи етапів процесу написання тексту: (а) вибір теми, (б) мозковий штурм, (в) планування, (г) написання, (д) отримання відгуків, (є) перегляд та (е) коректура [4].

На жаль, унікальні можливості чат-ботів з генеративним штучним інтелектом створюють різноманітні **потенційні умови для зловживання** ними (ghostwriting, плагіат, створення дезінформації, написання шкідливої чи упередженої інформації та ін.). Про це теж слід пам'ятати при їх використанні в освітньому процесі.

Як просунуті інструменти, що використовують велику мовну модель для створення людського тексту, чат-боти з генеративним штучним інтелектом можуть генерувати текст, який у багатьох випадках неможливо відрізнити від людського. Студенти швидко це зрозуміли. Під час опитування понад 4000 студентів Стенфордського університету 5 % респондентів повідомили, що надсилають матеріали безпосередньо з ChatGPT для виконання завдань без додаткового редагування. В іншому опитуванні, в якому взяли участь понад 1000 студентів старше 18 років (необхідний вік для використання ChatGPT), майже половина студентів повідомили, що використовують ChatGPT для виконання домашніх тестів, а 53 % повідомили, що використовують ChatGPT для написання есе та рефератів [5].

Педагоги вже ловили учнів, які використовували чат-боти типу ChatGPT для обману на іспитах і завданнях, що призвело до того, що кілька шкільних округів по всій США, наприклад державні школи Нью-Йорка, заборонили цю технологію на шкільних пристроях та інфраструктурі [6].

Проте студенти були не єдиними, кого спіймали за використанням чат-ботів з генеративним штучним інтелектом, щоб виконувати свою роботу за них. CNET, популярний

технологічний сайт, опублікував 77 статей, створених штучним інтелектом, не повідомляючи читачів, що ці статті були написані саме штучним інтелектом. Було виявлено, що в багатьох із цих статей є помилки, а CNET опублікував виправлення в 41-й з них [7].

Також почалися дебати щодо того, чи можуть науковці додавати чат-боти типу ChatGPT як співавторів до журнальних статей, в яких чат-бот створює текст як частину рукопису. Springer Nature, найбільший у світі академічний видавець, оприлюднив заяву, в якій зазначено, що ChatGPT не можна вважати автором, оскільки «будь-яке присвоєння авторства тягне за собою відповідальність за роботу, а інструменти штучного інтелекту не можуть нести таку відповідальність». Зрештою, багато користувачів – від студентів до журналістів – на жаль, вже знайшли способи зловживати цим інструментом, представляючи результати чат-ботів з генеративним штучним інтелектом як щось, написане ними самими.

Як висновок, слід зазначити те, що педагоги повинні активно навчати себе та своїх студентів тому, як використовувати подібні чат-боти етично. Вони також повинні розуміти обмеження використання інструментів штучного інтелекту та те, що, хоча кожна технологія створює певні можливості, вона також містить свої власні небезпеки та ризики.

Література

[1]. Trust T., Whalen J., Mouza C. Editorial: ChatGPT: Challenges, opportunities, and implications for teacher education. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education. 2023. Vol. 23 (1). P. 1–23.

[2]. Zhai X. ChatGPT for next generation science learning. SSRN Electronic Journal. 2023. URL: https://doi.org/10.2139/ssrn.4331313.

[3]. Tate T., Doroudi S., Ritchie D., Xu Y., Uci M. Educational research and AI-generated writing: Confronting the coming tsunami. EdArXiv. 2023. URL: https://doi.org/10.35542/osf.io/4mec3.

[4]. Anders B., Sahakyan S. Chat GPT and AI presentation and Q&A [Powerpoint slides]. American University of Armenia Center for Teaching and Learning. 2023. URL: https://ctl.aua.am/view/uploads/entry/26.

[5]. Cu M., Hochman S. Scores of Stanford students used ChatGPT on final exams. The Stanford Daily. 2023. URL: https://stanforddaily.com/2023/01/22/scores-of-stanford-students-used-chatgpt-on-final-exams-survey-suggests.

[6]. Goulding G. Students at cape coral high school accused of using artificial intelligence to cheat on essay. NBC2 News. 2023. URL: https://nbc-2.com/news/local/2023/02/15/students-at-cape-coral-high-school-accused-of-using-artificial-intelligence-to-cheat-on-essay/amp.

[7]. Sato M., Roth E. CNET found errors in more than half of its AI-written stories. The Verge. 2023. URL: https://www.theverge.com/ 2023/1/25/23571082/cnet-ai-written-stories-errors-corrections-red-venture.

POTENTIAL POSSIBILITIES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Patlaichuk O. V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The influence of artificial intelligence systems on the educational process is analyzed. The potential possibilities of using the chatbots in the educational process and the potential conditions for its abuse are considered.

Keywords: artificial intelligence; chatbots; potential opportunities; learning process; education.

УДК 304.2

ЧИ Є ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЗАГРОЗОЮ ДЛЯ ЛЮДСТВА?

Патлайчук О. В.
кандидат філософських наук,
доцент кафедри психології, філософії та соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oksana.patlaichuk@nuos.edu.ua

Анотація. Проаналізовані екзистенційні ризики розвитку штучного інтелекту для людства. Деталізовані технічні, соціальні та етичні ризики від його впровадження на життєдіяльність людей. Сформульовані ефективні механізми регулювання, які дозволять використовувати штучний інтелект на благо людства, мінімізуючи потенційні загрози.

Ключові слова: штучний інтелект; технічні ризики; соціальні ризики; етичні ризики; механізми регулювання.

Штучний інтелект (ШІ) вже зараз змінює наше життя. Він використовується в медицині для діагностики захворювань, в автомобілебудуванні для створення самокерованих автомобілів, у фінансах для аналізу ринків та багато іншого. У майбутньому ШІ зможе вирішити багато глобальних проблем, включаючи зміну клімату та подолання голоду.

Стрімкий розвиток штучного інтелекту в останні десятиліття відкриває перед людством неймовірні можливості. ШІ проникає у всі сфери нашого життя, підвищуючи його ефективність та відкриваючи нові горизонти. Однак, разом з цим виникає й низка серйозних питань: а чи не стане штучний інтелект загрозою для існування людей?

Ця проблема активно обговорювалася протягом 20 ст. та після запуску у листопаді 2022 року компанією OpenAI чат-бота з генеративним штучним інтелектом ChatGPT знову вийшла на пік актуальності.

Так, наприклад, у 2023 році австралійський депутат Джуліан Хілл повідомив національному парламенту, що зростання ШІ може спричинити «масове знищення». Під час своєї промови, він попередив, що це може призвести до обману, втрати роботи, дискримінації, дезінформації та неконтрольованих військових застосувань [1].

Ілон Маск написав: “ChatGPT – це страшно добре. Ми недалеко від небезпечно сильного ШІ» [2]. У 2022 році він призупинив доступ OpenAI до бази даних Twitter, очікуючи кращого

розуміння планів OpenAI, сказавши: “OpenAI був започаткований як некомерційна організація з відкритим кодом. Ні те, ні інше досі не відповідає дійсності» [3; 4].

Понад 20 000 підписантів, у тому числі провідні комп’ютерні науковці та засновники технологій Йошуа Бенгіо, Ілон Маск і співзасновник Apple Стів Возняк, підписали відкритий лист у березні 2023 року із закликом до негайного призупинення гігантських експериментів ШІ, таких як ChatGPT, посилаючись на «великі ризики для суспільства та людства» [5]. Джеффрі Хінтон, один із «батьків ШІ», висловив стурбованість тим, що майбутні системи ШІ можуть перевершити людський інтелект, і залишив Google у травні 2023 року [6]. У травні 2023 року в заяві сотень науковців зі штучного інтелекту, лідерів індустрії штучного інтелекту та інших громадських діячів вимагалося, щоб «зменшення ризику зникнення через штучний інтелект стало глобальним пріоритетом» [7].

Аналізуючи проблему екзистенційних ризиків розвитку ШІ для людства, сучасні дослідники виділяють у ній технічні, соціальні та етичні ризики.

До **технічних ризиків** відносяться помилки в алгоритмах, непередбачувана поведінка систем ШІ та втрата контролю над ними.

У свою чергу до помилок в алгоритмах відносять:

Упередженість даних. Якщо дані, на яких навчається модель ШІ, містять спотворення чи забобони, то й модель відтворюватиме їх у своїх рішеннях. Наприклад, алгоритми підбору персоналу можуть дискримінувати певні групи людей, якщо навчалися на даних, що відображають таку дискримінацію.

Помилки у програмуванні. Навіть незначна помилка коду може призвести до серйозних наслідків, особливо в системах з високим ступенем автоматизації. Наприклад, помилка в алгоритмі керування самокерованим автомобілем може призвести до аварії.

Неповні або неточні дані. Якщо модель ШІ навчається на неповних або неточних даних, її рішення можуть бути помилковими. Наприклад, система прогнозування погоди може давати невірні прогнози, якщо вона не має доступу до актуальних даних про стан атмосфери.

Під **непередбачуваною поведінкою систем ШІ** розуміють:

Появу у них емерджентних властивостей. Складні нейронні мережі можуть демонструвати так звані «емерджентні властивості» – несподівані та непередбачувані поведінки, що виникають у результаті взаємодії між безліччю компонентів системи.

Нерозуміння причинно-наслідкових зв’язків. ШІ може успішно виконувати завдання, але не завжди розуміє, чому він приймає ті чи інші рішення. Це ускладнює налагодження системи та робить її поведінку менш передбачуваною.

Втрата контролю над системою ШІ передбачає:

Автономний розвиток системи ШІ. Деякі дослідники побоюються, що ШІ може згодом стати настільки складним, що його поведінку буде неможливо передбачити та контролювати.

Зловживання технологією ШІ. ШІ може бути використаний сторонніми користувачами для створення автономної зброї, поширення дезінформації та інших шкідливих цілей.

До найбільш значимих із **соціальних ризиків**, пов’язаних з розвитком штучного інтелекту, належать:

Загроза зайнятості. Широке впровадження ШІ в різні сфери економіки може призвести до скорочення робочих місць, особливо в тих сферах, де завдання можуть бути автоматизовані. Це може спричинити зростання безробіття та соціальну напруженість.

Посилення соціально-економічної нерівності. Доступ до технологій штучного інтелекту та їх переваг може бути нерівномірним. Компанії, які першими запровадять ШІ, матимуть конкурентну перевагу, що може призвести до концентрації багатства в руках небагатьох. Крім того, автоматизація може призвести до втрати робочих місць переважно серед низькокваліфікованих працівників, що ще більше посилить соціальну нерівність.

Маніпуляція інформацією. ШІ може використовуватися для створення та розповсюдження фейкових новин, глибоких фейків та іншої дезінформації. Це може підірвати довіру до інститутів та спричинити соціальну нестабільність. Алгоритми соціальних мереж, засновані на ШІ, можуть створювати так звані «відлуння-камери», в яких користувачі стикаються тільки з інформацією, що підтверджує їх існуючі переконання, що ускладнює пошук компромісів і веде до поляризації суспільства.

Етичні ризики використання штучного інтелекту мають на увазі:

Питання відповідальності. Хто відповідає за дії штучного інтелекту? Якщо автономний автомобіль потрапив в аварію, хто винен: водій, виробник автомобіля чи сам алгоритм? Відповідь це питання дуже важлива для розвитку законодавчої бази в галузі ШІ.

Створення штучної свідомості. У міру ускладнення моделей ШІ виникає питання можливості створення штучної свідомості. Якщо така свідомість буде створена, то в неї мають бути свої права та обов'язки? Як ми взаємодіятимемо з такими істотами?

Створення автономної зброї. Розробка автономної зброї, здатної приймати рішення щодо застосування сили без участі людини, викликає серйозні побоювання. Така зброя може потрапити до рук терористів або використовуватись для ведення воєн без чіткого розуміння наслідків.

Сучасні дослідники сходяться на думці, що основна проблема полягає в тому, щоб знайти баланс між перевагами та ризиками, пов'язаними з використанням штучного інтелекту. Необхідно розробити ефективні механізми регулювання, які дозволять нам використовувати ШІ на благо людства, мінімізуючи потенційні загрози.

Ключові питання, на які необхідно відповісти людству:

– Як гарантувати безпечність та надійність систем штучного інтелекту?
– Як регулювати розвиток ШІ, щоб уникнути негативних наслідків?
– Як підготувати суспільство до змін, пов'язаних із розвитком ШІ?
– Якою є роль людини в епоху штучного інтелекту?

Відповіді на ці питання допоможуть нам сформувати чіткіше уявлення про майбутнє, в якому ми співіснуватимемо зі штучним інтелектом.

Література

[1]. Karp P. MP tells Australia's parliament AI could be used for "mass destruction" in speech part-written by ChatGPT. The Guardian. 2023. URL: https://shorturl.at/iiGv3.

[2]. Piper K. ChatGPT has given everyone a glimpse at AI's astounding progress. Vox. 2023. URL: https://shorturl.at/5KdvJ.

[3]. Siddharth K. Explainer: ChatGPT – what is Open AI's chatbot and what is it used for? Reuters. 2023. URL: https://shorturl.at/eKbYV.

[4]. Kay G. Elon Musk founded – and has since criticized – the company behind the buzzy new AI chatbot ChatGPT. Here's everything we know about OpenAI. Business Insider. 2022. URL: https://shorturl.at/gousd.

[5]. Hurst L. Profound risk to humanity. Tech leaders call for the ’pause’ on advanced AI development. Euronews. 2023. URL: https://shorturl.at/QP5tv.

[6]. Geoffrey Hinton tells us why he’s now scared of the tech he helped build. MIT Technology Review. 2023. URL: https://cutt.ly/lelEBhFG.

[7]. Roose K. A.I. poses ’risk of extinction’, industry leaders warn. The New York Times. 2023. URL: https://cutt.ly/QelEBFZ3.

IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE A THREAT TO HUMANITY?

Patlaichuk O. V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The existential risks of the development of AI for humanity are analyzed. The technical, social and ethical risks of its implementation on people’s daily life are detailed. Effective regulatory mechanisms that will allow the use of AI for the benefit of humanity, minimizing potential threats are formulated..

Keywords: artificial intelligence; technical risks; social risks; ethical risks; regulation mechanisms.

УДК 37.04:378

МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ЗВ’ЯЗОК ЯК КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ДИЗАЙН-ПРОЄКТУВАННЯ

Данильченко Н. В.

викладач кафедри дизайну,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Миколаїв, Україна

nataliia.danylchenko@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто зв’язок між фаховими навчальними дисциплінами ОП «Дизайн середовища». Проаналізовано важливість такого зв’язку в контексті якості підготовки фахівців-бакалаврів та комплексного підходу до проєктування. Запропоновано конкретні приклади застосування.

Ключові слова*:* навчальна дисципліна, міждисциплінарність, дизайн-проєктування, професійна діяльність.

Освітня програма «Дизайн середовища» поєднує різноманітні фахові дисципліни, зміст яких обумовлений певними програмними результатами навчання. Кожний освітній компонент важливий, кожний обумовлює формування фахової компетенції. Але, майбутньому фахівцю-дизайнеру важливо не тільки оволодіти цими компетентностями, а й вміти застосовувати на практиці, причому комплексно.

Цьому сприяє *міждисциплінарність,* яка у сучасній дизайн-освіті є базовим принципом навчання для здобувачів вищої освіти. Окрім комплексного підходу, міждисциплінарність має

за мету забезпечити також системність знань, сформувати у студентів навички самоосвіти та самовдосконалення, розкрити їх творчий потенціал [1]. Розуміння, навіщо потрібна та чи інша дисципліна і як вони зв'язані, допоможе в подальшій професійній діяльності розуміти підґрунтя поставленої задачі, вирішувати складні завдання в дизайні, створювати креативні дизайн-проєкти. В освітніх компонентах ОП «Дизайн середовища» кафедри дизайну НУК проявляються всі аспекти міждисциплінарного підходу, який має декілька видів [1].

Кросдисциплінарний (одна дисципліна вивчається через методологію іншої). Як приклад, можна навести вивчення психологічного впливу кольорів в дизайні при вивченні навчальної дисципліни «Кольорознавство». Своєю чергою, при виконанні завдань з кольорознавства студенти дізнаються про роль композиції (навчальна дисципліна «Композиція і формотворення»), і як її можна вирішити за допомогою кольору.

Мультидисциплінарний – підхід, який передбачає розв'язування окремої проблеми за допомогою декількох дисциплін, кожна – свою частину, без поєднання. Наприклад, якщо треба розробити дизайн інтер'єру в стилі «еко», то частину проблеми вирішують за допомогою дисциплін «Історія мистецтв», «Дизайн-проєктування» (загальний стиль, концепція), деякі компоненти – базуючись на знаннях з «Конструювання обладнання інтер'єру» (екологічні матеріали та меблі).

Плюридисциплінарний – порівнювання споріднених дисциплін. Наприклад, в ОП «Дизайн середовища» – такі освітні компоненти, як «Проєктна графіка» та «Основи перспективи» певним чином мають схожі змістовні модулі, і допомагають вирішити споріднені завдання.

Трансдисциплінарний підхід. Тут головним буде концентрація на певному завданні або проблемі, а не на окремих дисциплінах. Гарним прикладом може слугувати розробка дизайн-проєкту середовища (інтер'єру, суднового середовища). Таке завдання потребує інтеграції знань та навичок з багатьох дисциплін: дизайн-проєктування, історія мистецтв, рисунок і живопис, конструювання обладнання, комп'ютерна графіка тощо). Такий підхід спонукає майбутніх дизайнерів до набуття самостійних знань, застування нестандартних рішень, розвитку творчого потенціалу.

Важливо застосовувати міждисциплінарні зв'язки саме при постановці *практичних завдань і дизайн-проєктів*. Прикладом може слугувати завдання з курсового проєкту такої навчальної дисципліни, як «Дизайн-проєктування інтер'єру». Завданням є створити інтер'єр кафе (ресторану, кав'ярні). А вже наступного семестру, з дисципліни «Макетування» майбутні дизайнери виконують макет цього спроєктованого приміщення В процесі створення макета вони мають змогу відтворити ті рішення, які були запропоновані в проєкті, побачити, як це виглядає майже в реальності (хоч, звісно, меншого розміру), визначити якісь переваги та недоліки інтер'єру. Такі інтеграційні завдання реалізують комплексний підхід до дизайн-проєктування, дозволяють реалізувати та загальну концепцію, і її втілення в елементах інтер'єру. Своєю чергою, викладачі цих дисциплін, ставлячи завдання, пояснюють важливість та взаємозв'язок кожного елементу інтер'єру.

Ще один приклад – це дисципліни «Комп'ютерна графіка» та «Дизайн-проєктування інтер'єру». Завдання з курсу комп'ютерної графіки передбачає опановування певним програмним забезпеченням для створення предметів та проєктів інтер'єру. Такі навички студенти набувають, відтворюючи саме предмети інтер'єру, який вони спроєктували в якості

завдання, опановуючи іншу дисципліну. І знов же, в процесі такого 3-Д відтворення мають змогу вже чітко прослідити форму, конструкцію, пропорції елемента інтер'єра і зрозуміти, що треба вдосконалити.

Візуалізація інтер'єру, яку студенти виконують в ескізах та кінцевих варіантах дизайн-проєктів, взагалі, не можлива без навичок з дисциплін «Рисунок», «Живопис», або «Комп'ютерна графіка». Тобто, знання зі всіх перелічених дисциплін доповнюють інші та комплексно вирішують складне завдання.

Сучасні дизайнери використовують поняття «міждисциплінарний дизайн», який дозволяє набагато глибше розуміти свою діяльность, її потенціал, поставлене завдання [2]. Міждисциплінарний дизайн дозволяє створювати сучасні інноваційні речі, не тільки дизайнерські, а й технологічні, «штовхати» креативні ідеї, тренувати критичне мислення, і, взагалі, виходити за рамки традиційного дизайну. Це також допомогає створювати соціальні та інклюзивні проєкти, які підіймають актуальні соціальні, екологічні та економічні проблеми суспільства, особливо в умовах повномасштабної війни та її наслідків.

Таким чином, міждисциплінарність важлива як на етапі навчання майбутніх дизайнерів, так і в подальшій їх професійній діяльності, як комплексний підхід та шлях до розкриття особистого творчого потенціалу.

Література

1. Тригуб О. Модель реалізації міждисциплінарних зв'язків як домінанта формування готовності майбутніх дизайнерів одягу до самоосвіти у мистецьких закладах вищої освіти. Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. 2021. Том 3, № 39. С. 22–27. вебсайт: URL: http://www.aphn-journal.in.ua/archive/39_2021/part_3/6.pdf (дата звернення: 10.07.2024).

2. Навіщо вивчати міждисциплінарний дизайн? PROJECTOR MAG: вебсайт: URL: https://prjctr.com/mag/interdisciplinary_design (дата звернення: 25.07.2024).

INTERDISCIPLINARY COMMUNICATION AS A COMPLEX APPROACH TO DESIGN

Danylchenko N.V.

Instructor of the Department of Design,

Abstract. The relationship between the professional educational disciplines of the OP "Environmental Design" is considered. The importance of such a connection in the context of the quality of training of bachelor specialists and a comprehensive approach to design is analyzed. Specific application examples are offered.

Keywords: academic discipline, interdisciplinary, design, professional activity.

УДК378.4:766

ФІРМОВИЙ СТИЛЬ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЯК ЕЛЕМЕНТ КОРПОРАТИВНОЇ КУЛЬТУРИ

Данильченко Н.В.
викладач кафедри дизайну,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
nataliia.danylchenko@nuos.edu.ua

Анотація. Проаналізовано фірмові стилі ЗВО та їх складові з погляду впізнаваності та створення іміджу. На прикладі фірмового стилю ННГІ НУК показано основні принципи створення та питання використання. Запропоновано варіанти фірмового стилю підрозділів університету.

Ключові слова*:* фірмовий стиль, впізнаваність, університет, інститут.

Ринок освітніх послуг в сучасному світі досить різноманітній. Державні та приватні заклади вищої освіти постійно змагаються за абітурієнтів. Перманентні зміни та нововведення у вищій освіті України, динамічність життя примушують ЗВО вдосконалюватись та шукати нові рішення в конкурентній боротьбі. З одного боку ці рішення визначаються ситуацією на ринку праці та появою нових освітніх програм, які будуть мати попіт. Інший бік питання – це впізнаваність ЗВО та його відомість серед багатьох інших. Не останню роль в цьому відіграє *фірмовий стиль* закладу – сукупність візуальних складових (графічних, шрифтових, кольорових), які створені для того, щоб підвищити впізнаваність, престиж і сформувати образ ЗВО в очах споживачів освітньої послуги. Часто також для закладів освіти використовується поняття «корпоративний стиль».

Найбільш розповсюджена цікавість до такої символіки на заході. Багато вчених, видатних політичних діячів та бізнесменів додають до своїх речей різні елементи з символікою закладу освіти, який вони колись закінчили – краватки з кольорами університету, значки, запонки з гербом свого закладу освіти та багато іншого. Найвідомішою є символіка Оксфордського університету. Гербу цього університету вже понад п’ятсот років, і він досі залишається незмінним. Кожен випускник Гарвардського університету США протягом життя користується речами із символікою університету: спортивна форма з кольорами та символами свого університету, перстні випускників медичного факультету. У Гарварді розвинена ціла індустрія з виробництва різних пам’ятних сувенірів із символікою університету та його факультетів [1].

Фірмовий стиль університету та його підрозділів є дуже важливим для корпоративної культури в цілому, сприяє формуванню єдності, гордості, відданості, як у студентів, так і викладачів та працівників закладу. Він створює єдиний цілісний візуальний образ університету (або підрозділу), привертає увагу та запам’ятовується. Це те, що може заставити абітурієнта, побачивши рекламу з фірмовим стилем, звернутись саме до такого закладу вищої освіти.

Фірмовий стиль містить такі компоненти, як логотип, фірмові кольори та шрифт, візитівки, бланки, грамоти-сертифікати тощо. Центральним елементом є, звісно, логотип. Він

має бути таким, що запам'ятовується, відображати цінності та якість освіти, і при цьому бути сучасним. До того ж до логотипа пред'являються суто дизайнерські вимоги: оригінальність, неповторність, читабельність, можливість відтворення різними засобами та інші. Фірмові кольори та шрифти мають бути співзвучні логотипу. Інші складові фірмового стилю повинні містить і логотип, і шрифти, і кольори, тоді все разом буде сприйматись цілісно і гармонійно.

Застосування логотипа та інших елементів фірмового стилю привітається, по-перше, на офіційних бланках та сайтах ЗВО, по-друге, на будь-якій друкованій продукції рекламного характеру: банери, флаєри, рекламні буклети для абітурієнтів, інформаційні проспекти для міжнародного співробітництва. Не варто не дооцінювати сувенірну продукцію: ручки, блокноти, кружки із символікою, календарики, сумки тощо. Така продукція використовується неодноразово, такі речі часто тримають «під рукою», тому вона буде нагадувати про конкретний ЗВО.

У багатьох вітчизняних ЗВО як символіка виступає емблема або герб, часто пов'язані з історією університету. Наш університет теж має герб, який відображає історичні аспекти та направленість ЗВО. Навчально-науковий гуманітарний інститут багато років мав свою емблему, розроблену ще на початку його народження. Вона поєднувала логотипи 4 спеціальностей, які були на момент його створення. Але поява нових спеціальностей, сучасна мінлива реальність привела до нагоди розробити новий логотип, який не був би прив'язаний до кожної спеціальності і відображав основні задачі інституту, асоціювався з цінностями ННГІ, сучасною освітою, молоддю. Також виникла потреба розробити інші елементи фірмового стилю, які будуть гармонійно поєднані між собою, для більшої впізнаваності ННГІ, можливого представлення в рекламних кампаніях на ринку освітніх послуг. Було поставлено завдання перед студентами з метою залучення їх до спільної праці, розкриття їх творчого потенціалу, укріплення духу корпоративної та академічної єдності та активної громадянської позиції. Конкурс на розробку фірмового стилю ННГ тривав з лютого по травень 2024. Розробити елементи фірмового стилю пропонувалось всім студентам, але, в силу своєї спеціальності, в ньому взяли участь студенти кафедри дизайну. Для них це було також важливо з погляду формування своїх професійних навичок на практиці. Студенті гідно справились із завданням, представили на конкурс свої проєкти. В результаті, журі обрало логотип, який поєднує символи сови, якоря та книги та символізує цінності нашого ННГІ: мудрість, інтелект, стабільність, відкритість, знання, і, що важливо, асоціюється з морською тематикою. Було також розроблено макети рекламного буклета, візитівки, сертифікату, бланку, які часто застосовується інститутом у своєї діяльності. Хочеться відмітити, що було розроблено також наліпки в рамках фірмового стилю, які можна застосовувати для друку на сувенірній продукції, а також безпосередньо (і вже застосовується) в соціальних мережах.

Наступним кроком було б доречно оновити емблеми та логотипи кафедр ННГІ, використовуючи стилістику, фірмові кольори та шрифти. Можна двигатись і далі в такому напрямку, окрім фірмового стилю, розробити і інші елементи айдентики, створити єдиний корпоративний стиль. Це може бути загальний стиль оформлення інтер'єру: дизайнерська концепція, конструкція і розташування меблів, колірне вирішення, оздоблення, які виконані в одній стилістиці [1].

Інститути та факультети НУК мають свою символіку. Безумовно, вона відображає історичні аспекти та характер діяльності. Але на часі – питання розробки сучасної айдентики

як університету в цілому, так і базових його підрозділів в єдиному стилі, яка б поєднувала історію ЗВО та новітні тенденції. Наявність такої айдентики в ЗВО буде тільки сприяти росту іміджу та популярності та зможе донести його цінності та філософію.

Література

1. Пискун О.М. Функції та елементи корпоративного стилю закладу вищої освіти. Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка. Чернігів: НУЧК, 2019. Вип. 4 (160). С. 30–34: вебсайт: URL: https://epub.chnpu.edu.ua/jspui/handle/123456789/1633 (дата звернення: 02.08.2024).

COMPANY STYLE OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS AS AN ELEMENT OF CORPORATE CULTURE.

Danylchenko N.V.

Instructor of the Department of Design,

Abstract. The corporate styles of ZVO and their components are analyzed from the point of view of recognition and image creation. The main principles of creation and issues of use are shown on the example of the corporate style of NNGI NUK. Variants of corporate style of university units are offered.

Key words: corporate style, recognition, university, institute

УДК 378.147.3

ЦИФРОВЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В ТЕХНІЧНИХ ЗВО

Кисельова Т. В.

старший викладач кафедри сучасних мов,

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

tetiana.kiseliova@nuos.edu.ua

Анотація. У статті проаналізовано особливості викладання навчальних дисциплін в технічному університеті в умовах цифрового освітнього середовища. Проаналізовано цифрові інструменти, які використовуються у процесі викладання навчальних дисциплін у технічних закладах вищої освіти, сервіси відеоконференцій, програми: для візуалізації контенту та інші інструменти, які дозволяє створювати інтерактивні вправи.

Ключові слова: цифрове освітнє середовище, інформаційно-комунікаційні технології, цифрові технології, онлайн сервіси, відеоконференції.

Постановка проблеми. Сьогодні українське суспільство постало перед серйозними викликами, які обумовлені пандемією COVID-19 та розв'язаною Росією війни на території

України. У зв'язку з цим, потребувало створення безпечного цифрового освітнього середовища у вітчизняних закладах вищої освіти, що надає можливість кожному здобувачеві освіти мати доступ до навчання у зручний для нього час та будувати індивідуальну траєкторію навчання. Такий підхід буде відповідати студентоцентрованому підходу.

Закон України «Про вищу освіту», визначає, що ключовою метою наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності є набуття нових продуктивних знань за допомогою реалізації наукових досліджень і на основі них розроблення і впровадження нових цифрових технологій, різних видів техніки, матеріалів з метою забезпечення інноваційного розвитку суспільства, професійна підготовки конкурентоспроможних фахівців.

Тому використання в процесі викладання дисциплін засобів ІКТ і цифровізації відіграє важливе значення в підготовці фахівців технічних закладів вищої освіти, що сприяє розвитку інформаційно-цифрових компетентностей.

***Мета статті*:** проаналізувати особливості викладання навчальних дисциплін в технічному закладі вищої освіти в умовах цифрового освітнього середовища.

Викладання основного матеріалу: В процесі викладання навчальних дисциплін в технічному ЗВО виникає необхідність перетворення системи професійної підготовки майбутніх фахівців, стає потреба в нових підходах, які пов'язані з міждисциплінарністю навчання та використанням сучасних цифрових технологій. Такий рівень підготовки майбутніх фахівців в технічних ЗВО забезпечується в умовах цифрового освітнього середовища.

Забезпечення модернізації освітнього процесу у технічних ЗВО, змістове наповнення освітнього простору, надання рівного доступу суб'єктам навчання, незалежно від місця їх проживання та форми навчання, до якісних навчально-методичних інформаційних матеріалів, які розроблені на основі цифрових технологій є основним завданням цифрового освітнього середовища [3, с. 60].

За своєю сутністю цифрове середовище включає в себе не тільки веб-сторінки, платформи чи портали, а й електронні документи, файли, в тому числі оцифровані об'єкти інтелектуальної власності, які застосовуються на відповідних пристроях: комп'ютерах, смартфонах, планшетах [4, с. 142].

Отже, «цифрове освітнє середовище» – це інтегрована колекція цифрових сервісів і програм, що забезпечують спілкування, взаємодію, навчальний процес, участь у віртуальних навчальних спільнотах з метою формування в майбутніх фахівців цифрової компетентності.

Використання цифрових технологій в процесі викладання навчальних дисциплін у технічних ЗВО, допомагає реалізувати наступні завдання: зробити заняття більш наочними і оригінальними; активізація навчально-пізнавальної діяльності; швидкого отримання зворотного зв'язку; формування емоційно-ціннісного відношення до навчання; підвищити рівень інтелекту; формувати вміння і практичні навички для розвитку інформаційно-цифрової компетентності; врахування індивідуально-психологічних особливостей студентів; направляти їх до виконання самостійної роботи з цифровими ресурсами та засобами. Крім того, саме за рахунок застосування цифрових технологій можна побудувати нову модель викладання дисциплін у технічних ЗВО, основою якої виступає надання інформаційного матеріалу та навчання самостійно набувати знання, удосконалити свої цифрові вміння та практичні навички.

Проаналізуємо деякі цифрові інструменти, які використовуються у процесі викладання навчальних дисциплін у технічних закладах вищої освіти.

Для безпечного зберігання файлів та роботи з ними на будь-якому пристрої використовують онлайн середовище – Google Диск. Файли, які зберігаються на ньому доступні з будь-якого пристрою на якому є підключення до мережі Інтернет, а всі зміни, які вносяться в процесі роботи автоматично зберігаються.

З метою обміну повідомленнями та передачею контенту в режимі реального часу використовується програма Zoom для організації відео зв'язку. Для студентів ця програма дає можливість без перешкод під'єднатися до онлайн-занять, підходить для соціальної взаємодії з іншими студентами; дозволяє навчатися у власному темпі та оцінювати власні практичні навички, переглядаючи заняття, які були записані [1, с. 74].

Також набули популярності такі сервіси відеоконференцій, як: Zoom, Skype, Facebook Messenger, WebEx, Microsoft Teams, Google Hangouts Meet, Cisco Webex Meetings тощо.

Для візуалізації контенту застосовують такі комп'ютерні програми: Google Slides, Prezi, Google Presentations, Keynote, Padlet, Canva, які дозволяють створювати засоби демонстраційного супроводу інформації й використовувати їх на лекційних і практичних заняттях у технічних вищих закладах освіти.

Для забезпечення зворотного зв'язку застосовують онлайн програму MindMeister (інструмент для розробки інтелект-карт, створення діаграм та схем). Крім того, викладачі активно використовують он-лайнові редактори тестів та опитувальників, такі як Google Forms, Online Test Pad, Kahoot! Poll Service. Використовують інструменти, які дозволяє створювати інтерактивні вправи, серед яких: Learningapps (конструктор для створення різної складності завдань), Classtime (інструмент для оцінювання знань студентів), Cacoo (інструмент для побудови колективом діаграм та схем в онлайні), Wordwall (інструмент для створення як інтерактивних, так і друкованих матеріалів).

Для створення інформаційно-освітнього середовища вищого закладу освіти використовується платформа MOODLE, що орієнтована на забезпечення інтерактивної взаємодії між учасниками навчального процесу.

Для перетворення усної інформації у візуальну форму технічними засобами навчання, застосовують такі програми, як КОМПАС-3D, AutoCAD, VariCAD, LibreCAD, Graphite, PatternsCAD, САПР GRAFIS для створення креслень та проведення технічних розрахунків.

Отже, на даний час відмічається активна фаза цифрової трансформації української освіти, яка потребує наукового та методичного супроводу на належному рівні, а також відповідного технологічного та фінансового забезпечення.

Висновки: На основі проведеного аналізу, можемо зробити висновки, що застосування цифрових технологій у процесі викладання навчальних дисциплін у технічних закладах вищої освіти збагачують традиційні методики навчання новими формами надання інформаційного матеріалу і способами налагодження конструктивної взаємодії, що характеризуються динамізмом та мобільністю.

Застосування цифрових технологій робить навчання гнучким, доступним і персоналізованим, що відповідає сучасного викликам на суспільному рівні. Тому для модернізації вітчизняної системи освіти необхідно активно впроваджувати в освіту цифрові технології.

Література

1. Бацуровська І.В. Підготовка магістрів технічних спеціальностей на основі використання електронних освітніх ресурсів. Науковий журнал «Інноваційна педагогіка», 2018. Випуск 3. С. 72-75.

2. Куйбіда В.С., Карпенко О.В., Наместнік В.В. Цифрове врядування в Україні: базові дефініції понятійно-категоріального апарату. Вісник НАДУ при Президентові України (Серія «Державне управління»). 2018. No 1. С. 6-10.

3. Любарець В. М. Створення електронної освітньої платформи ACCENT–шлях до якісної освіти. Вища освіта України. 2016. № 3. С. 58–63.

4. Crittenden W.F., I.K. Biel & W.A. Lovely, “Embracing Digitalization: Student Learning and New Technologies”. Journal of Marketing Education. 2018. [Online]. URL: https://doi.org/10.1177/0273475318820895.

5. Закон України «Про освіту»: від 5 вересня 2017 р. № 2145-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text (дата звернення: 25.05.2023).

DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT AS AN INTEGRAL PART OF THE EDUCATIONAL PROCESS AT TECHNICAL UNIVERSITIES

Kyselova Tetiana

Senior Lecturer at the Department of Modern Languages, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The article analyses the peculiarities of teaching academic disciplines at a technical university in the digital educational environment. Digital tools used in the process of teaching academic disciplines in technical higher education institutions, video conferencing services, software for content visualisation and other tools that allow creating interactive exercises are analysed.

Keywords: digital educational environment, information and communication technologies, digital technologies, online services, video conferencing.

УДК 027.7:001.89

ІНСТИТУЦІЙНИЙ РЕПОЗИТАРІЙ. РОЛЬ НАУКОВОЇ БІБЛІОТЕКИ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА В УПРАВЛІННІ ДОСЛІДНИЦЬКИМИ ДАНИМИ

Костирко Т. М.

кандидат наук із соціальних комунікацій, директор Наукової бібліотеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, Миколаїв

tamara.kostyrko@nuos.edu.ua

Білоножко К.С.

бібліотекар першої категорії Наукової бібліотеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, Миколаїв

kateryna.bilonozhko@nuos.edu.ua

Бондар О. А.
провідний бібліотекар Наукової бібліотеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, Миколаїв
olga.bondar@nuos.edu.ua
Диндеренко К. С.
провідний бібліограф Наукової бібліотеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, Миколаїв
kateryna.dynderenko@nuos.edu.ua

Анотація. У доповіді розглядається питання ролі академічної бібліотеки щодо надання послуг з управління даними досліджень та проведення навчання для науковців, аспірантів, дослідників та викладачів. Представлені результати моніторингу публікацій наявних в Інституційному репозитарії Національного університету кораблебудування за період
2019–2024 рр.

Ключові слова: управління дослідницькими даними, інституційний репозитарій, публікаційна активність, відкрита наука, відкритий доступ.

Вступна частина. Відкрита наука як особливий підхід до проведення наукової та науково-технічної діяльності почала формуватися на теренах Європейського Союзу на початку двотисячних років і передбачає застосування принципів відкритості на всіх етапах циклу дослідження. До відкритої науки належить чимало практик, у тім числі відкритий доступ, відкриті публікації, відкриті дослідницькі дані, відкриті освітні ресурси, відкрите програмне забезпечення тощо. Роль наукових бібліотек у відкритій науці визнано професійною спільнотою та зафіксовано у документах Європейської комісії, Організації економічної співпраці та розвитку, ІФЛА, ЮНЕСКО та ін. [2]. У 2021 році ЮНЕСКО опублікувала Рекомендації щодо відкритої науки [6]. Україна також зробила певні кроки на шляху до інтеграції до Європейського дослідницького простору, зокрема у минулому році було затверджено Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 892-р Національний план щодо відкритої науки. Розрахований на реалізацію протягом 2023–2030 років, план містить завдання забезпечення відкритого доступу до наукових результатів і науково-технічної інформації, до дослідницької інфраструктури та методичне забезпечення [2].

Відкриті дослідницькі дані (ДД) – це дані, що можуть бути вільно використані, перероблені та поширені ким завгодно, без обмежень авторських чи патентних прав, чи інших форм власності. Відкриті дані часто надаються у вигляді машинозчитуваних файлів, що завдяки автоматизації процесу пришвидшує їх обробку і аналіз. Відкриті дані зазвичай збирають та оприлюднюють різні установи, в тім числі наукові, з метою забезпечення прозорості, підвищення ефективності та створення додаткових можливостей для повторного використання даних для створення інновацій.

Тема управління даними досліджень перетинається з темою академічної доброчесності та дослідницької етики та існує у контексті Відкритої Науки [3].

Розвиток інформаційної екосистеми і впровадження практик відкритої науки відкрило нові перспективи – Бібліотека займається підтримкою науковців у роботі з відкритими дослідницькими даними (далі – ДД), це новий напрям у роботі [2].

Постановка проблеми. Є багато причин, чому керування даними є важливим. По-перше, це полегшує тривале збереження наборів даних і доступ до них. По-друге, зростаюча кількість фінансових агенцій, видавців журналів і дослідницьких установ вимагає цього, бо це дає змогу іншим дослідникам відкривати, інтерпретувати та повторно використовувати дані, що також допомагає підтримувати цінність даних, даючи можливість іншим перевіряти опубліковані результати та розвивати їх. Тобто відкриті дані сприяють повторному використанню результатів досліджень, збільшуючи цінність вкладених коштів. Крім того, аргументами на користь відкриття та обміну даними для первинних досліджень є підвищення цитованості цитованих наборів даних та результатів досліджень [2].

Університети й академічні бібліотеки мають зайняти ключову роль у просуванні принципів та ідей відкритої науки, у презентації та навчанні дослідників користуватися численними застосунками, створювати відповідні інфраструктури та сервіси [5].

Основна частина. Одним із напрямів діяльності з управління дослідницькими даними (УДД) сучасної Наукової бібліотеки є створення та підтримка інституційного репозитарію даних.

В Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова 01.11.2023 було видано Наказ НУК № 219 «Про підвищення публікаційної активності та впорядкування авторських профілів науковців НУК», який наголошує,: в обов’язковому порядку та на постійній основі у термін протягом одного місяця після публікацій своїх наукових та навчально-методичних робіт (статті, монографії, книги, навчальні, навчально-методичні посібники) надавати електронні версії до Наукової бібліотеки для розміщення їх в Інституційному репозитарії НУК.

Автор може передати твір до Наукової бібліотеки НУК для розміщення в репозитарій за дорученням. При цьому він погоджується з умовами Авторського договору про передачу невиключних прав на використання твору, який підписує в паперовому вигляді, та передає до НБ НУК разом з остаточними електронними версіями документів.

Інший спосіб це самоархівування. Для того щоб науковці НУК змогли самостійно розміщувати свої публікації їм необхідно зареєструвати особистий профіль автора в інституційному репозитарії.

Наукові публікації на сьогоднішній день є критеріями оцінки кваліфікації співробітників, інноваційного потенціалу та науково-дослідницької діяльності університетів в цілому. Наявність статей у міжнародних журналах важлива для формування серйозної репутації в науковій спільноті. В першу чергу враховується публікаційна активність у наукових фахових виданнях та журналах, що індексуються в базах даних (БД) Scopus та Web of Science (WoS).

Згідно розпорядження керівництва університету з метою підвищення публікаційної активності професорсько-викладацького складу університету Наукова бібліотека НУК провела моніторинг публікацій викладачів внесених в Інституційний репозитарій НУК, БД Scopus та WoS за період з 2019 по 2024 рр.

Під час моніторингу було проведено:

- перевірку поточного стану розміщення наукових публікацій в Інституційному репозитарії та наявності публікацій в наукометричних базах данних Scopus, Web of Science;
- консультації науковцям щодо розміщення публікацій в репозитарії НУК (створення авторського профілю для самоархівування);
- знайомство з вимогами розміщення академічних публікацій в Інституційному репозитарії НУК;
- здійснення пошуку оригіналів повнотекстових електронних версій в мережі Інтернет за їх відсутністю у автора;
- перевірку активності електронного посилання на публікацію в мережі Інтернет (достовірність активного ідентифікатора DOI публікації, і т. ін.).

Формування відкритого наукового архіву університету також здійснюється способом поповнення електронними копіями навчально-методичних видань безпосередньо редакційно-видавничим відділом університету НУК.

Моніторинг виявив, що електронні копії творів, які пройшли редакційно-видавниче опрацювання з 2020 року, були передані не в повному обсязі з поважних причин, через відсутність комунікації під час активних воєнних дій внаслідок російської агресії.

Результати моніторингу публікацій за період 2019–2024 рр. наведені в Табл. 1.

Таблиця 1.

Зміст	**Кількість публікацій**
Загальна кількість наукових публікацій зі списків праць, з них:	5855
- в БД Web of Science та Scopus	761
- всього перевірених в репозитарії:	5094
- розміщено в репозитарії	3311
- додано під час перевірки в репозитарій, з них:	1019
- самоархівування	527
- за дорученням автора	492
Не внесено в репозитарій	764

Фахівцями НБ НУК під час моніторингу опрацьовано 254 списки публікацій науковців.

З табл. 1 видно, що загальна кількість публікацій складає 5855 праць.

Всього в інституційному репозитарії наявно 5094 публікацій, без урахування публікацій проіндексованих в БД Scopus та WoS (що складає 761 працю).

Виявлено, що 3311 публікацій вже були розміщені в репозитарії, що склало 65 % від загальної кількості (5094 публікацій) перевірених в репозитарії.

Під час перевірки було додано відсутні публікації до репозитарію, що склало 1019 праць (20 % від 5094 публікацій).

З них: за самоархівацією – 527 публікацій, а за дорученням автора – 492.

Не внесено в репозитарій 764 публікації за відсутності електронних версій (15 % від 5094 публікацій).

За період моніторингу для самоархівування в інституційному репозитарії зареєстровано 60 нових профілів науковців НУК.

Окрім традиційних наукових робіт, викладачі кафедри «Дизайну» подавали нетипові праці (нестандартні проєкти), такі як ілюстрації для книг, марок, логотипів тощо.

Також були перевірені публікації та авторські профілі, що входять до наукометричних баз даних Web of Science та Scopus.

Статистичні дані проведених консультацій в ході перевірки наведені в Табл.2.

Таблиця 2.

Зміст	**Загальна кількість авторських профілів**	**Відсоток від загальної кількості авторських профілів**
БД Web of Science та Scopus		
Консультації з коригування профілів вчених НУК у БД Web of Science та Scopus:	200	
- об'єднання профілів одного автора	48	24 %
- виявлено профілі з різними транслітераціями прізвища	28	14 %
- не верифіковані профілі (WoS)	41	20 %
- профілі авторів, що не увійшли до профілю університету	16	8 %
Без зауважень	67	34 %

Фахівці бібліотеки надавали консультації з коригування профілів науковців НУК у базах даних Web of Science та Scopus. Проте, варто зазначити, що лише сам автор має можливість вносити зміни та редагувати свій профіль у цих системах.

Висновки. Практика організації роботи з дослідницькими даними в університетських бібліотеках України є новим пріоритетом у роботі та потребує системного підходу до підготовки бібліотечних фахівців, вирішення управлінських та технологічних питань керування даними. Сучасні бібліотекарі повинні просувати ідеї відкритої науки, розумітися на принципах управління дослідницькими даними, знайомити з ними користувачів за допомогою різних форм роботи, інструментів та інформаційних каналів; консультувати щодо того, як зробити дані відкритими; надавати допомогу дослідникам під час розробки планів управління даними. Таким способом університетські бібліотекарі підтвердять свою роль провідників у відкритому середовищі та сприятимуть інтеграції вітчизняних дослідників у європейську та світову наукову спільноту [2].

Отже, управління даними досліджень – це не лише бібліотечна практика, а й частина transferable skills сучасного науковця. Проте, повноцінний супровід даних наразі важко уявити без IT-супроводу та без втручання бібліотечних фахівців, особливо, коли мова йде про опис метаданих до пакетів даних досліджень [4].

Для налагодження процесу розміщення наукових публікацій в Інституційному репозитарії НУК науковцям та авторам необхідно:

– своєчасно розміщувати свої публікації;
– правильно оформлювати метадані документа;

– вказувати активне електронне посилання на наукові статті, що розміщені на офіційних сайтах журналів, прямим посиланням, або посиланням, на каталоги електронних наукових бібліотек в мережі Інтернет (можливо декілька);

– самоархівуватись, що дає зручний та швидкий спосіб для розміщення публікацій в репозитарії НУК.

Бібліотечним фахівцям необхідно:

- періодично інформувати про необхідність розміщення своїх публікацій в інституційному репозитарії НУК.

У системах баз даних Scopus та WoS науковцям потрібно регулярно оновлювати та коригувати свої профілі. Це включає забезпечення правильного відображення персональних даних у публікаціях, зокрема транслітерації прізвища, обов'язкове зазначення ORCID, а також позначення назви установи відповідно до статуту університету. Такі дії сприятимуть більш ефективному пошуку та ідентифікації наукових робіт.

Література

1. Бруй, О. Відкрита наука сьогодні: виклики та перспективи [Електронний ресурс] / О. Бруй. – Електрон. дані. – 2021. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45503

2. Петруновська, С. Роль бібліотеки університету в організації управління дослідницькими даними [Електронний ресурс] / С. Петруновська // Вісн. Львівського університету. Сер. мист-во. – 2022. – Вип. 23. – С. 143–152. – Режим доступу: http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/artstudies/article/view/12203/12570

3. Чуканова, С. О. Огляд он-лайн платформ для самоосвіти фахівців інформаційної, бібліотечної та архівної справи з управління даними досліджень (Research Data Management) [Електронний ресурс] / С. О. Чуканова // Матеріали VII наук.-практ. online конф. «Бібліотечна справа у сучасних інформаційно-комунікативних процесах: тенденції та перспективи». – Острог, 2021. – Режим доступу: https://conf.oa.edu.ua/index.php/libconf/libcon202104/paper/view/297

4. Чуканова, С. О. Роль бібліотеки в навчанні управлінню даними досліджень в контексті трансформації наукових комунікацій [Електронний ресурс] / С. О. Чуканова // Матеріали міжнар. наук. конф. «Бібліотека. Наука. Комунікація. Від управління ресурсами – до управління знаннями». – Київ : НБУВ, 2021. – С. 143–147. – Режим доступу : https://irbis-nbuv.gov.ua/E_LIB/PDF/er%2D0004116.pdf

5. Ярошенко, Т. Відкрита наука: роль університетів та бібліотек у сучасних змінах наукової комунікації [Електронний ресурс] / Т. Ярошенко, О. Сербін, О. Ярошенко // Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. – 2022. – № 2. – Т. 5. – С. 277–292. – Режим доступу : http://infotech-soccult.knukim.edu.ua/article/view/270132/265643

6. Recommendation on Open Science. UNESCO [Electronic resource] / UNESCO. – Electronic data. – Regime of access: https://www.unesco.org/en/open-science/about

INSTITUTIONAL REPOSITORY. THE ROLE OF THE SCIENTIFIC LIBRARY OF THE ADMIRAL MAKAROV NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDING IN RESEARCH DATA MANAGEMENT

Kostyrko T. M., Bilonozko K. S., Bondar O. A., Dynderenko K. S.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Scientific Library

Abstract. The report discusses the role of the academic library in providing research data management services and training for scientists, postgraduate students, researchers and teachers. The results of monitoring of publications available in the Institutional Repository of the National University of Shipbuilding for the period 2019–2024 are presented.

Keywords: research data management, institutional repository, publication activity, open science, open access.

УДК 001.891

ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ ВИНИКНЕННЯ АЛГОРИТМІЧНОЇ УПЕРЕДЖЕНОСТІ У ШТУЧНОМУ ІНТЕЛЕКТІ

Мельникова О. Є.
група 3341, Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
dvas1848@gmail.com
Ступак О. П.
старший викладач кафедри соціально-гуманітарних дисциплін,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
stupako428@gmail.com

Анотація. У статті аналізуються причини та наслідки алгоритмічної упередженості в штучному інтелекті, зокрема вплив людських стереотипів на рішення нейронних мереж. Наголошено на необхідності пошуку шляхів вирішення соціальних, філософських та етичних аспектів, пов’язаних із використанням інтелектуальних систем.

Ключові слова: штучний інтелект, алгоритмічна упередженість, дискримінація, соціальна нерівність, етика, безпека.

Вступна частина. Питання впливу штучного інтелекту на суспільство, зокрема алгоритмічної упередженості, наразі залишається гостро дискусійним. Хоча штучний інтелект розглядається як нейтральний інструмент для підвищення ефективності та точності рішень, дослідження показують, що алгоритмічна упередженість у таких системах може сприяти соціальній нерівності та дискримінації. Загострення ризиків, пов’язаних з перенесенням логічних алгоритмів прийняття рішень з технічної сфери в область соціальних наук і суспільних взаємодій, підкреслює необхідність глибокого аналізу та пошуку шляхів вирішення соціальних і гуманітарних проблем, які постають в контексті взаємодії людини з сучасними технологіями, адже вплив штучного інтелекту має значні етичні, філософські та соціальні наслідки.

Мета статті: метою статті є дослідження проблеми алгоритмічної упередженості в штучному інтелекті, аналіз її причин та наслідків, а також оцінка соціальних ризиків, які ця проблема викликає та посилює.

Основна частина. Останнім часом використання штучного інтелекту (ШІ) набирає дедалі більшої популярності, охоплюючи різні сфери життя. Сучасні мовні моделі (large language model, LLM) мають доступ до файлів на комп'ютері, можуть відкрити будь-яку програму чи сайт, відповісти на питання або дати пораду. Повсякденне використання ШІ призводить до того, що суспільство починає сприймати його як помічника, якому немає чого дорікнути, адже він не має людських рис. Переконання в «безгрішності» мовних моделей створює думку, що штучний інтелект не має упередженого ставлення до людей різних національностей, релігій, статей і переконань. Однак дослідження показують, що це твердження помилкове.

Алгоритмічна упередженість була виявлена ще в 1970–80-х роках під час використання комп'ютерної програми для первинного відбору абітурієнтів у Медичній школі Св. Георгія у Великій Британії. Програма, що імітувала вибір приймальної комісії, відмовила у співбесіді шістдесяти кандидатам через їхню стать або наявність неєвропейських імен. Рішення ґрунтувалися на даних про попередні вердикти комісії. У 1988 році Комісія Великобританії з расової рівності визнала школу винною у расовій та статевій дискримінації [4, с. 111–117]. Це був один з перших випадків, який показав, що некритичний імпорт логічних алгоритмів оптимізації процесу управління і прийняття рішень з технічної сфери в область соціальних наук породжує алгоритмічну упередженість у значних масштабах. Але з часом ця проблема не була вирішена і лише загострилась.

Аби пояснити причини виникнення дискримінацій в інтелектуальних системах, дослідимо принципи мислення людей і штучних когнітивних систем, а також їх взаємний вплив.

Людська упередженість і стереотипи виникають як наслідок емоційних реакцій, що виникають при взаємодії з об'єктами чи групами [7, с. 474–476]. Емоції мають вирішальне значення у формуванні ставлення до людей та речей, зокрема через позитивний або негативний досвід взаємодії з представниками певних груп. Цей досвід і супутні емоції зберігаються в пам'яті та формують шаблон поведінки для подальшої взаємодії. Наявність такого шаблону спрощує процес оцінки ситуації та прийняття рішень, але також формує упередженість, що в подальшому стає стереотипом і вкоріняє нерівність.

Нейронні мережі, навпаки, не мають емоцій, тіла і розуму, на їх рішення не впливають хімічні реакції організму, викликані пережитою ситуацією. Вони лише імітують процес мислення, оперуючи числовими масивами і даними. Підтвердженням цього є те, що ШІ не використовує смислові показники, вони замінені на різного роду алгоритми обробки інформації. Внаслідок цього аналітичні моделі не здатні оперувати абстрактними поняттями [9, с. 417–424], що означає їхню неспроможність осмислити концепцію дискримінації. Це призводить до виникнення цілого ряду випадків сегрегації і порушення прав людини, що стає часом небезпечним для суспільства, при використанні штучних систем у критично важливих сферах, таких як медицина, освіта та інші.

Неможливість осмислення абстрактних понять призводить до того, що модель не охоплює всі нюанси світобудови та не розуміє тонку межу між добром та злом. Нейронна

мережа має спрощене розуміння ситуації, упускаючи деякі деталі. В певних випадках це некритично, і алгоритм може працювати коректно. Наприклад, при запиті побудови маршруту в Google Maps програма моделює світ як набір вулиць, доріг, тунелів і мостів, але при цьому не враховує наявність світлофорів, пішохідних переходів та інших дорожніх знаків, адже ці атрибути водій побачить під час руху по прокладеному маршруту [1, с. 27–35].

Але іноді ці упущення відображають судження та пріоритети розробників. У випадку Google Maps вибір об'єктів для моделювання є очевидним, проте при розв'язанні складніших завдань виникають труднощі. У 2019 році була досліджена нейронна мережа, що використовувалася у сфері охорони здоров'я, яка оцінювала потребу в додатковій допомозі пацієнтам на основі даних про медичні витрати минулих років [3, с. 447–453]. Це призводило до недооцінки потреб афроамериканців, оскільки витрати у білих пацієнтів були вищими. Модель ігнорувала такі важливі фактори, як платоспроможність людини, рівень доходу і можливість оплатити необхідне лікування, соціальний статус, стан здоров'я, вік і наявність супутніх захворювань. Також використані для навчання ШІ дані були недостатніми та упередженими: інформація про витрати різних меншин була неповною в порівнянні з даними про білих пацієнтів. Хоча розробники вважали модель ефективною, насправді вона лише посилювала дискримінацію. Цей випадок ілюструє, те як математичні алгоритми відображають ідеї, цілі і часом навіть ідеологію інженерів. Це відбувається не завжди навмисно, оскільки власні цінності та бажання творців впливають на вибір, починаючи з даних, які вони вважають за краще збирати до питань, які ставлять і вирішують [1, с. 27–35].

Виникнення упередженості в інтелектуальних системах зумовлене не лише переконаннями розробників, а й користувачів, які взаємодіють з технологією. LLM навчається на основі інформації з переписок, фотографій і файлів, надісланих користувачами, що надалі впливає на когнітивну систему. Оскільки у чат-боти закладено функцію підтримки бесіди, алгоритм не завжди здатен запобігти зловживанням або завершити обговорення неприйнятних тем, особливо на ранніх етапах релізу. Це призводить до включення неправильної інформації у вибірку для навчання, що формує кореляції без причинно-наслідкових зав'язків і породжує упереджені відповіді [11, с. 5–6]. Наприклад, чат-бот Tay від Microsoft, призначений для дослідження розмовної мови, був вимкнений після того, як певна підгрупа користувачів навчила його робити провокаційні та неприйнятні висловлювання, включаючи пропаганду нацизму [6].

Ще однією причиною дискримінації в інтелектуальних системах є спотворення даних при їх перенесенні, що часто проявляється при перенавчанні моделі для нових типів даних. У 1998 році професор Джон МакКормік розробив систему для відстеження положення голови в реальному часі, використовуючи технологію виділення кольору шкіри [8]. Модель була натренована на зображеннях працівників компанії, які були білими, що обмежувало її точність для людей з темнішою шкірою. Хоча новіші методи, такі як виявлення ключових точок обличчя, зменшують помилки, дискримінація все ще залишається проблемою. Так, Роберт Джуліан-Борчак Уільямс був несправедливо звинувачений у крадіжці, яку не скоював через помилкове розпізнавання обличчя системою компанії DataWorks Plus [5]. На відеозаписі, використаному ШІ для ідентифікації порушника, було очевидно, що цей чоловік не є Робертом Уільямсом. Однак, незважаючи на це, Уільямса затримали і передали справу до суду. Щоб

досягти справедливості і зняти обвинувачення, сім'ї постраждалого довелося вкласти значні кошти і час, перш ніж його виправдали і справу було закрито.

Проблема дискримінації призводить не лише до ущемлення прав меншин, але й може стати непрямою причиною летального випадку. Роберт Макденіел – один з тих, хто став жертвою алгоритмічної упередженості [10]. Через проживання в бідному районі Чикаго та наявності дрібних правопорушень він потрапив під вплив системи прогнозування злочинів PredPol. Вона внесла його до «гарячого списку», що призвело до постійного спостереження за ним з боку правоохоронних органів. Це викликало підозри у злочинних груп, які сприйняли його як можливого інформатора, що призвело до кількох нападів, внаслідок одного з яких він помер. Цей приклад ілюструє ключову причину упередженості в ШІ, яка поєднує технічні та філософсько-етичні аспекти. Традиційні підходи до машинного навчання, що широко використовуються, приховують механізми прийняття рішень, що ускладнює прозорість і контроль. Це породжує феномен «чорної скриньки», коли навіть розробники не можуть пояснити, як система досягла конкретного висновку [2, с. 14–19]. Через відсутність самоаналізу і рефлексії система не може оцінювати свої рішення, що знижує її ефективність і ставить під питання безпеку застосування таких технологій.

Висновки. Штучний інтелект не є абсолютно нейтральним і може відображати упередження, які існують у реальному світі, що сприяє ще більшому вкоріненню соціальної нерівності та дискримінації. Використання сучасних інтелектуальних систем у критично важливих сферах, таких як охорона здоров'я, кримінологія, освіта та інших, створює значні ризики для суспільства. Тому необхідно розробляти міждисциплінарні підходи, що об'єднують інженерів, філософів, соціологів, етиків і правознавців для створення методологічних і етичних принципів та нормативних рамок, які забезпечать справедливе, безпечне і гуманістичне застосування штучного інтелекту.

Література

[1]. О'Ніл К. Вбивчі великі дані. Як математика перетворилася на зброю масового ураження. / пер. з англ. В. А. Дегтярева. Київ: AST Publishers, 2018. 320 с.

[2]. Carrasco Ramírez J. G. Crafting explainable artificial intelligence through active inference: a model for transparent introspection and decision-making. *Journal of Artificial Intelligence General Science (JAIGS).* 2024. Vol. 4, No. 1. P. 13–26.

[3]. Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations / Z. Obermeyer et al. Science. 2019. Vol. 366. P. 447–453.

[4]. Garcia M. Racist in the Machine: The Disturbing Implications of Algorithmic Bias. *World Policy Journal.* 2016. Vol. 33, No 4. P. 111–117.

[5]. Hill K. Wrongfully Accused by an Algorithm. *The New York Times*. URL: https://www.nytimes.com/2020/06/24/technology/facial-recognition-arrest.html (дата звернення: 14.08.2024).

[6]. Lee P. Learning from Tay's introduction. Official *Microsoft Blog*. URL: https://blogs.microsoft.com/blog/2016/03/25/learning-tays-introduction/ (дата звернення: 14.08.2024).

[7]. Lerner J. S. Keltner D. Beyond valence: Toward a model of emotion-specific influences on judgement and choice. *Cognition and emotion*. 2010. Vol. 14, Iss. 4. P. 473–493.

[8]. MacCormick J. What tech companies can learn from a creator's AI algorithm from 25 years ago. *World Economic Forum*. URL: https://www.weforum.org/agenda/2023/05/unintentional-biased-ai-algorithm-years-ago/ (дата звернення: 14.08.2024).

[9]. Searle J. R. Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*. 1980. Vol. 3, No. 3. P. 417–424.

[10]. Stroud M. Chicago's predictive policing program told a man he would be involved with a shooting. *The Verge*. URL: https://www.theverge.com/c/22444020/chicago-pd-predictive-policing-heat-list (дата звернення: 14.08.2024).

[11]. The Ethics of algorithms: Mapping the Debate / B. D. Mittelstadt et al. *Big data & society*. 2016. Vol. 3 (2). P. 1–21.

CAUSES AND CONSEQUENCES OF ALGORITHMIC BIAS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Melnikova O. Y.

Student, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Stupak O. P.

Senior lecturer of the Department at the Department of social-humanites studies, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The article analyzes the causes and consequences of algorithmic bias in artificial intelligence, in particular the influence of human stereotypes on the decisions of neural networks. The need to find ways to solve social, philosophical and ethical aspects related to the use of intelligent systems is emphasized.

Keywords: artificial intelligence, algorithmic bias, discrimination, "black box", machine learning, social inequality, ethics, security.

UDC 378.147:811.111

THE IMPORTANCE OF LISTENING SKILLS FOR STUDENTS OF HIGHER EDUCATIONAL NON-LINGUISTIC INSTITUTIONS

Ovsyanko G. V.

Senior Lecturer at the Modern Languages Department
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine
hanna.ovsyanko@nuos.edu.ua

Annotation. Theses are devoted to the study of the role of listening in the process of learning a foreign language by students of higher educational non-linguistic institutions. The example of Admiral Makarov National Shipbuilding University is used. It is emphasized the need for the teacher to understand the role of listening, to be able to choose the right materials for the intensification of

the learning process. Resources for listening and an algorithm for their use to encourage students to learn a foreign language are presented.

Keywords: speech activity, listening, audio materials, speech, communicative competence

Introduction. In the conditions of the globalization of society, the ability to conduct full-fledged professional communication in a foreign language is one of the main competencies of a specialist in any branch of the economy. A professional should not only communicate in writing with foreign partners and read specialized literature, but also communicate online, speak and participate in conferences and meetings. To conduct activities of this kind, a specialist must have a well-developed ability to perceive a foreign language by ear, that is, listening skills.

The goal of the work. Psychological and methodical aspects of listening have been studied in the works of many scientists, but there are not enough studies on the peculiarities of the formation, learning and development of foreign language listening skills among students of non-linguistic majors. The methodological basis of teaching a foreign language to such students and the development of professionally oriented listening skills require further research. After all, such listening is considered by some researchers to be one of the main means of obtaining, deepening and improving professional knowledge.

Main part. Listening training for students of non-linguistic majors is based on general didactic and general methodical principles. Listening should be one of the main goals of learning a foreign language along with reading, speaking, and writing. In addition, listening can be used as a means of learning, for example, as a way of introducing new language material or a speech message of useful information, but at the same time, it should act as an independent learning goal.

Listening should be systematic and regular. Methods, textbooks, programs, manuals, technical means must be connected with each other and have a systemic nature. Listening should be taught in conjunction with speaking, reading and writing. In addition, the received information should be used later in the process of speaking and writing.

Work with audio material should include 3 stages: before text, text, after text. [3; 1] At each stage, tasks are performed and different types of exercises are used. Before listening at any level of formation of listening skills and abilities, you should anticipate difficulties that students will not be able to overcome on their own, explain new words and expressions.

The process of teaching listening should also involve independent work of students. For independent training of this skill, special tasks should be developed and access to audio files should be provided. The wide use of technical means and Internet technologies provides the opportunity to create various communicative situations and allows you to bring the learning process closer to real communication.

Listening training should be based on authentic materials by profession and take into account the psychological and personal characteristics of students. Knowledge already acquired by students, their professional terminology dictionary, knowledge of grammar and syntax of a foreign language are also of great importance. At Admiral Makarov National Technical University, students are offered the following activities to develop their listening skills during practical classes:

– listening to podcasts and performing tasks based on them;
– work with sites dedicated to listening training:

http://www.esl-lab.com/

https://waywordradio.org/
https://listeninenglish.com/
http://www.dailyesl.com/
http://www.ezslang.com/
http://www.trainyouraccent.com/
http://www.elllo.org/
http://www.5minuteenglish.com/listening.htm/
http://www.gistguide.com/guide/listenings/listenings.php/
http://www.engvid.com /
http://www.ted.com/
https://www.talkenglish.com/listening/listen.aspx
http://www.focusenglish.com/dialogues/conversation.html/

– use of audio books and video films;
– use of audio for specialty textbooks;
– listening to audio and songs in a foreign language.

Initially, students tend to be more interested in studying audio materials presented in a popular science style. As they gradually acquire professional vocabulary in their native language, their interest shifts toward unadapted, authentic materials in a scientific style. These materials become essential for students as they prepare to write abstracts, reports, and scientific papers in their field of study.

Conclusions. The selection of audio materials takes a lot of the teacher's time and effort, but the use of these materials in non-language higher education institutions increases the quality of teaching, activates skills in all linguistic aspects. The use of audio and video materials also provides an opportunity to immerse oneself in a foreign language communicative environment stimulates the development of the creative component of the student's personality and promotes independent learning of a foreign language in free time.

Thus, the formation of the ability to listen to a foreign language is one of the priority tasks in the training of non-language higher education specialists. This skill contributes to full-fledged communication in a foreign language, both in professional and in further academic activities.

References

1. Abad, M. (2023). EFL Teachers' Beliefs about Listening and Their Actual Listening Instructional Practices. Profile: Issues in Teachers' Professional Development, 25 (1), 113–127. https://doi.org/10.15446/profile.v25n1.98510

2. Hardiyanto, A., Tanjung, M., & Suharjono, S. (2021). Listening comprehension difficulties; a case study of EFL students in listening class. Eternal (English, Teaching, Learning, and Research Journal).

3. Houston H. The three stages of listening activity. The magazine for English language teachers. URL: https://www.eflmagazine.com/the-three-stages-of-a-listening-activity

4. Wu, Chia-Pei (2020). Implementing TED Talks as Authentic Videos to Improve Taiwanese Students' Listening Comprehension in English Language Learning. Arab World English Journal (AWEJ) Special Issue on CALL (6). 24–37.

ВАЖЛИВІСТЬ НАВИЧОК АУДІЮВАННЯ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НЕМОВНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Овсянко Г. В.

Старший викладач кафедри сучасних мов

Анотація. Тези присвячено дослідженню ролі аудіювання при вивченні іноземної мови студентами вищих немовних закладів на прикладі Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Наголошено на необхідності розуміння викладачем ролі аудіювання, умінні правильно обирати матеріали для інтенсифікації учбового процесу. Наведено ресурси для аудіювання та алгоритм їх використання для заохочення студентів до вивчення іноземної мови.

Ключові слова: мовленнєва діяльність, аудіювання, аудіо матеріали, мовлення, комунікативна компетенція.

УДК 7.04

ФОРМИ ТА МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН «РИСУНОК» ТА «ЖИВОПИС» В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Портнов Д.В.

старший викладач кафедри дизайну

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

член Національної спілки художників України, м. Миколаїв, Україна

Email: dmitrijportnov33@gmail.com

Анотація: дослідження адаптації методів викладання дисциплін «Рисунок» та «Живопис» у контексті дистанційного навчання, яке стало особливо актуальним у період пандемії 2019–2021 років. Зміни в освітньому процесі вимагали впровадження інноваційних підходів та організаційних рішень для забезпечення ефективного навчання. Розглянуто використання онлайн платформ, таких як Moodle, Google Classroom, Zoom та Microsoft Teams, які стали ключовими інструментами для організації курсів, завдань та зворотного зв'язку. Особлива увага приділена відеоурокам, які демонструють практичні прийоми роботи з натурними постановками, висвітлюючи всі етапи створення художньої роботи. Ці методи сприяють створенню стимулюючого навчального середовища для студентів-дизайнерів.

Ключові слова: Форма, метод, інструмент, дизайн, живопис, композиція.

Більшість громадських інституцій, зокрема, освітніх, під час пандемії 2019–2021 використовували у своїй діяльності дистанційну форму комунікації. Перехід навчання на електронні носії у системі освіти відзначився зміною існуючих норм викладання учбових дисциплін, сприяв появі інноваційних методів викладання, неординарних організаційних рішень ведення учбового процесу. Нові інструменти, методики, засоби контролю, що з'явились на інтернет платформах в цей період, забезпечили виконання освітніх програм в умовах ізоляції.

Дистанційна робота, базуючись на нових формах та методах викладання, охопила всі навчальні спеціальності, зокрема й спеціальності художнього напрямку (кафедра «Дизайн»). Виконання учбових завдань відбувалося на основі онлайн платформ, які стали базовою складовою в навчальній роботі. Найбільш поширеними у використанні стали наступні платформи: Це Moodle (яка дозволяла організовувати курси, завдання, тести, форуми для обговорення); Google Classroom (зручний варіант для організації завдань та зворотнього зв'язку); Zoom, Microsoft Teams: (для проведення онлайн-лекцій та практичних занять).

Для створення ефективного та стимулюючого навчального середовища для студентів-дизайнерів були широко використані наступні форми та методи дистанційного навчання:

– відеоуроки для роботи з постановкою (натюрмортом, інтер'єром, живою натурою) виконаний та наданий викладачем в якості візуального зразка для послідуючого використання студентами під час натурної роботи. Під час уроку послідовно висвітлюються всі етапи виконання роботи з завданням, починаючи з підготовчого ескізу до стадії завершення роботи. Також приділяється увага графічним технікам та прийомам роботи з аквареллю.

– прямі трансляції, де група студентів разом з викладачем виконує навчальне завдання (графічну або живописну постановку) у прямому ефірі. Під час трансляції, викладач за допомогою веб-камер контролює процес роботи студентів, надає необхідні консультації, обговорює організаційні питання, тощо.

– запис екрану відображає роботу з рисунком та композицією за допомогою онлайн програм Zoom, Microsoft Teams, Google Meet та програм для візуального зображення Photoshop, Studio Paint, яка виконується викладачем разом зі студентами на графічних планшетах. Даний формат роботи найбільш зручний для ознайомлення студентів з технічними прийомами моделювання об'єму у рисунку, використання технік штриху та вирішення пластичних задач з композиції.

Інтерактивні інструменти є важливою складовою в учбовій підготовці з базових дисциплін студентів-дизайнерів. Це віртуальні платформи, спеціалізовані програми та додатки для рисунку, роботи з кольором, які дозволяють студентам працювати у різних техніках без фізичного використання спеціальних матеріалів. Такий формат роботи відкриває нові можливості у виконанні учбових завдань, допомагає активніше втілювати у реальність композиційні рішення, а також дозволяє експериментувати. Застосування інструментів для 3D моделювання сприяє формуванню у студентів навичок конструктивного мислення, поглибленого розуміння просторової структури об'єктів та законів перспективи. Інтерактивні дошки дозволяють викладачам демонструвати техніки рисунку, роботу з кольором та одночасно коментувати роботи студентів у реальному часі. Також, можливим є використання ресурсів для колективного навчання, які пропонують роботу на форумах та у онлайн спільнотах для обміну роботами, набуття необхідного досвіду, проведенню фахових дискусій, які допомагають студентам отримувати зворотній зв'язок та вдосконалювати свої навички у взаємодії з спеціалістами. Зручність платформ для онлайн навчання полягає в тому, що вони надають доступ до інформації: лекцій, майстер-класів, відео уроків, які дозволяють набувати знань та навичок у відомих професіоналів будь яких країн світу. Віртуальні художні галереї та виставки дозволяють студентам експонувати свої учбові та творчі роботи в онлайн форматі. Використання всіх цих інструментів дозволяє студентам розвивати свій потенціал, розширювати технічний арсенал своїх можливостей. (Для застосування інтерактивних

інструментів потрібні спеціалізовані програми: – Procreate, Adobe Photoshop, Corel Painter: для цифрового виконання візуальних завдань (малювання).- Google Jamboard: для колективної роботи над проектами (дизайн)).

Основними інструментами для контролю та оцінювання учбових завдань в режимі дистанційної роботи були фото та відео матеріали. Студенти для завантаження фотографій використовували спеціальні онлайн платформи, такі як LMS (Learning Management System), електронну пошту, месенджери. Надіслані рисунки (етюди) ретельно переглядались викладачем, аналізувався технічний та художній аспекти всіх виконаних робіт: загальна композиція, конструктивно-просторова побудова форм, робота тоном та кольором, техніка виконання, тощо. Додатково, для оцінки теоретичних моментів, які, також, надавались в процесі підготовки, використовувалось онлайн тестування, з представленою системою тестів для перевірки фахових теоретичних знань та питань з історії мистецтва. Процес оцінювання відбувається на основі визначених критеріїв контролю. Оцінюючи роботу студента, викладач повинен враховувати особисту відповідальність студента: відвідування їм занять, чітке виконання наданих інструкцій, регулярність зворотнього зв'язку, участь в загальних обговореннях, тощо. Ефективне оцінювання не завершує процес навчання, але є важливим його етапом, в якому викладачу важливо забезпечити чіткі критерії контролю, прозорість та зрозумілість своїх дій для отримання потрібного результату у роботі зі студентами.

Спираючись на отриманий досвід, можна констатувати, що найбільш продуктивним та успішним засобом виконання учбового завдання онлайн, став варіант персональної натурної постановки, сформованої кожним студентом окремо у своїх приватних приміщеннях під наглядом викладача. Такий формат роботи виявився зручним у плані організації процесу виконання учбового завдання, та ефективним, завдяки прямому контакту студента з натурою.

В умовах дистанційного навчання, пов'язаного з пандемією та воєнним станом, тільки завдяки своєчасній адаптації освітніх програм до нових форм та методів викладання можливе забезпечення необхідного рівня підготовки майбутніх спеціалістів.

FORMS AND METHODS OF TEACHING THE DISCIPLINES "DRAWING" AND "PAINTING" IN THE CONDITIONS OF DISTANCE EDUCATION

Dmytro Volodymyrovych Portnov

Senior lecturer at the Design Department of Admiral Makarov National Shipbuilding University, member of the National Union of Artists of Ukraine., Ukraine, Mykolaiv.

Abstract. Research on the adaptation of methods of teaching the disciplines "Drawing" and "Painting" in the context of distance learning, which became especially relevant during the pandemic period of 2019–2021. Changes in the educational process required the introduction of innovative approaches and organizational solutions to ensure effective learning. The use of online platforms such as Moodle, Google Classroom, Zoom and Microsoft Teams, which have become key tools for organizing courses, assignments and feedback, is considered.

Special attention is paid to video lessons that demonstrate practical techniques for working with stage productions, highlighting all stages of creating an artistic work. These methods helped create a stimulating learning environment for design students.

Key words: form, method, tool, design, painting, composition.

УДК 316.46:373.2.034:378

АКТУАЛЬНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧАСНИКІВ ОСВІТНЬОГО В УМОВАХ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ

Щедролосєв О. В.[1], Коновалова Г. В.[2]

[1]доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
Суднобудування та ремонту суден
oleksandr.shchedrolosiev@nuos.edu.ua
[2]кандидат наук, доцент кафедри Суднобудування та ремонту суден
konovalovaiiianna@gmail.com
[1,2] Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Представлено визначення поняття інформаційна безпека й розглянуті питання інформаційної безпеки на стадії сучасного розвитку інформаційного суспільства та інформатизації, в тому числі в умовах збройної агресії рф. Зроблено акцент на важливості обізнаності всіх учасників освітнього процесу в питаннях інформаційної безпеки як частини національної безпеки, зокрема, через зміст освітніх компонентів циклу загальної підготовки (нормативна та/або вибіркова дисципліна).

Ключові слова: агресивна політика, інформаційна безпека держави і особи; інформація; компетентності; національні інтереси; незалежність і державний суверенітет; права і свободи громадян; ризики інформаційної безпеки; суспільство.

Вступ. У сучасному постіндустріальному світі інформація та доступ до неї набули величезного значення як для окремих осіб, так і для держави в цілому. В той же час разом зі швидким розвитком сфери інформаційних технологій виникають нові та вдосконалюються уже відомі інформаційні ризики, які постають як перед державою й українським національним суспільством, так і перед кожним окремим громадянином.

Основна частина. Інформаційна безпека суспільства, держави визначається ступенем їх захищеності й стійкістю основних сфер життєдіяльності по відношенню до небезпечних, деструктивних, дестабілізуючих, що зачіпають інтереси країни, інформаційних впливів як на рівні впровадження, так і вилучення інформації.

Держава визнає визначальний статус інформаційної безпеки для суспільства, тобто захист інформаційної безпеки визнано однією з головних функцій держави: «захист суверенітету і територіальної цілісності України, забезпечення її економічної та інформаційної безпеки є найважливішими функціями держави, справою всього Українського народу» **(Конституція України, Стаття 17).**

Закон України «Про основи національної безпеки» стосовно загроз національній безпеці зазначає що на сучасному етапі найбільш важливими потенційними та реальними ризиками стабільності в суспільстві та національній безпеці України в інформаційній сфері є:

1) розголошення конфіденційної інформації, що є власністю держави та спрямована на забезпечення національних інтересів та потреб держави та суспільства;

2) прояви обмеження доступу громадян до інформації та свободи слова;

3) поширення через засоби масової інформації культу та ідеології насильства, жорстокості тощо;

4) комп'ютерна злочинність та комп'ютерний тероризм;

5) розголошення інформації, що становить як державну, так і іншу таємницю, що передбачена Законом;

6) намагання маніпулювання суспільною свідомістю, зокрема, шляхом поширення упередженої, неповної чи недостовірної інформації.

Варто відзначити, що інформаційну безпеку можна розглядати у двох аспектах, а саме інформаційна безпека держави (регіону, суспільства, області тощо) та інформаційна безпека особи.

Для уніфікації, у сфері безпеки життєдіяльності, пропонується визначати інформаційну безпеку як стан захищеності інтересів держави, суспільства та окремих осіб, за якого мінімізовано ризики для держави, суспільства та окремих осіб шляхом поширення або приховування інформації.

Розвиток України як суверенної, демократичної, правової та економічно стабільної держави можливий тільки за умови забезпечення належного рівня її інформаційної безпеки. Людський, особистісний фактор в цьому процесі є вкрай важливим.

З 2014 року наша країна зазнає жорсткої агресії з боку рф й не тільки у вигляді збройної агресії. Адже сучасні інформаційні технології надають можливість державі-агресору без застосування «класичної» військової сили, послабити або завдати значної шкоди безпеці державі.

В закладах освіти, в тому числі у вищій школі після початку повномасштабного вторгнення росії та поширення збройної агресії на території Україні, виділились наступні категорії здобувачів освіти, які можуть бути під впливом дезінформації з боку ворога, а саме: здобувачі з окупованих територій; − здобувачі, які евакуювались в інші країни світу; здобувачі, які є переміщеними в межах України; − здобувачі з території активних бойових дій.

В інформаційній сфері, яка дотична як індивідууму та/або соціуму, суспільству, так і Українській державі загалом виділяємо критично актуальні загрози, які зі сфери інформаційної безпеки переходять в загальнонаціональні інтереси та національну безпеку України й на які необхідно акцентувати увагу під час викладання нормативних/вибіркових навчальних дисциплін загальної/професійної підготовки, проведення позааудиторних заходів, індивідуальну/колективну роботу (спілкування) зі здобувачами освіти, всіма учасниками освітнього процесу:

− здійснення спеціальних інформаційних операцій, спрямованих на підрив обороноздатності, деморалізацію особового складу Збройних сил України та інших військових формувань, провокування екстремістських проявів, підживлення панічних настроїв, загострення і дестабілізацію суспільно-політичної та соціально-економічної ситуації, розпалювання міжетнічних і міжконфесійних конфліктів в Україні;

− проведення державою-агресором спеціальних інформаційних операцій в інших державах з метою створення негативного іміджу України у світі;

− інформаційна експансія держави-агресора та контрольованих нею структур, зокрема шляхом розширення власної інформаційної інфраструктури на території України та в інших державах;

− інформаційне домінування держави-агресора на тимчасово окупованих територіях;

− недостатня розвиненість національної інформаційної інфраструктури, що обмежує можливості України ефективно протидіяти інформаційній агресії та проактивно діяти в інформаційній сфері для реалізації власних національних інтересів;

− неефективність державної інформаційної політики, недосконаліть законодавства стосовно регулювання суспільних відносин в інформаційній сфері, невизначеність стратегічного наративу, недостатній рівень медіа-культури суспільства;

− поширення закликів до радикальних дій, пропаганда ізоляціоністських та автономістських концепцій співіснування регіонів в Україні.

Враховуючи вище зазначене, наприклад, доцільно було б у робочу навчальну програму дисципліни «Охорона праці та безпека життєдіяльності» ввести розгляд тем «Інформаційна безпека», «Кібербезпека», «Громадська безпека». В процесі опанування студентами таких освітніх компонентів як «Історія України та української культури», «Правознавство», «Політологія», «Соціологія», «Психологія» та ін. включати тематики, які б сприяли протидії поширення ІПСО (інформаційно-психологічних спеціальних операцій) через прихованих агентів та соціальні мережі. Розуміючи характер негативних впливів і методів проведення, наприклад, ІПСО, дозволяє сформувати у здобувачів освіти компетенції правильного реагування на ворожі впливи, а це реалізується в закладах освіти шляхом цілеспрямованої системної роботи.

Обов’язково зазначаємо, що загрози інформаційної безпеки в сфері безпеки життєдіяльності мають значно ширший характер та охоплюють не лише національний рівень, а й особистий, при цьому номенклатура і рівень загроз змінюється досить швидко, а тому повний перелік таких загроз сформувати й представити майже неможливо.

Висновки. У сучасних умовах інформаційна складова індивідуальної та національної безпеки держави відіграє надзвичайно важливу роль через наявні в ній ризики та загрози, до яких доцільно відносити агресивну пропаганду, кіберзлочинність, кібертероризм, обмеження доступу населення до публічної інформації, поширення антиконституційних та антидержавних гасел, тощо.

В українській вищій школі є можливість сформувати у здобувачів освіти ті компетенції, які дозволять рішуче протистояти гуманітарній агресії, розвивати українську культуру як основу консолідації української нації та зміцнення її ідентичності на основі дотримання пріоритетних національних інтересів України та забезпечення національної безпеки: відстоювання незалежності і державного суверенітету; відновлення територіальної цілісності у межах міжнародно визнаного державного кордону України; суспільний розвиток, насамперед розвиток людського капіталу; захист прав, свобод і законних інтересів громадян України; європейська і євроатлантична інтеграція.

Література

[1]. Безпека життєдіяльності та охорона праці: підручник / В. В. Сокуренко, О. М. Бандурка, С. М. Бортник та ін.; за заг. ред. В. В. Сокуренка; Харків. нац. ун-т внутр. справ. – Харків: ХНУВС, 2021. – 308 с.

[2]. Бурячок В. Л. Основи формування державної системи кібернетичної безпеки: монографія / В. Л. Бурячок. – Київ: НАУ, 2013. – 432 с.

[3]. Золотар О. О. Інформаційна безпека людини: теорія і практика: монографія / О. О. Золотар. – Київ: АртЕк, 2018 – 446 с.

[5]. Панченко О. Інформаційна складова національної безпеки // Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України. № 3 (2019). https://periodica.nadpsu.edu.ua/index.php/governance/article/view/296 (дата звернення 19.08.2024).

[6]. Про Концепцію Національної програми інформатизації: Закон України від 04.02.1998 № 75/98-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/75/98-вр. (дата звернення 23.08.2024).

[7]. Стратегія національної безпеки України «Безпека людини – безпека країни»: затв. Указом Президента України від 14.09.2020 № 392/2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020 (дата звернення 15.08.2024).

[8]. Формування навичок інформаційної безпеки у здобувачів вищої освіти в сучасних реаліях / С. М. Ліпунович, І. С. Лапшина // Науковий журнал Хортицької національної академії. Scientific Journal of Khortytsia National Academy (Серія: Педагогіка. Соціальна робота). 2023. № 2 (9). С. 65–71.

[9]. Шатун В. Т. Інформаційна безпека – невід'ємна складова національної безпеки України // Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». 2016. Т. 267. Вип. 255. С. 174–180.

THE RELEVANCE OF INFORMATION SECURITY AND THE FORMATION OF INFORMATION COMPETENCE OF EDUCATIONAL IN THE CONTEXT OF RUSSIAN AGGRESSION

Shchedrolosiev Oleksandr Viktorovych

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Konovalova Hanna Vasylivna

Ph. D., the associate Professor

Abstract. The definition of the concept of information security is presented and the issues of information security at the stage of modern development of the information society and informatization, including in the context of armed aggression of the russian federation, are considered. Emphasis is placed on the importance of awareness of all participants in the educational process in the issues of information security as part of national security, in particular, through the content of the educational components of the general training cycle (normative and/or elective discipline).

Keywords: aggressive policy, information security of the state and the individual; information; competencies; national interests; independence and state sovereignty; rights and freedoms of citizens; information security risks; society.

УДК 378.147.811

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ В ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ

Наталія Романчук
кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізики та математики,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
ORCID ID 0000-0002-3225-6428,
e-mail: nataliiaromanchuk11@gmail.com
Олександр Майборода,
кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри фізики та математики,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
ORCID ID 0000-0001-9206-4316

Анотація. У статті розглядається сучасний стан реалізації професійної підготовки майбутніх інженерних фахівців у закладах вищої технічної освіти на компетентнісних засадах. Досліджується проблема формування науково-дослідницьких компетентностей майбутніх інженерів як складової загальної професійної компетентності фахівця технічної галузі.

Характеризуються сучасні тенденції, зміст, особливості й мета професійної підготовки майбутніх інженерів в закладах вищої технічної освіти. Виокремлюється науково-дослідницька компетентність як важлива складова професійної компетентності й інтегрована якість особистості майбутнього інженера, здатної до здійснення цілеспрямованої наукової, дослідницької діяльності в галузі промислового виробництва.

Ключові слова: заклади вищої технічної освіти, професійна підготовка, майбутні фахівці інженерного профілю, компетентнісний підхід в освіті, професійна компетентність, науково-дослідницька компетентність.

Вступна частина. Сучасні суспільно-економічні виклики, глобалізаційні процеси, які є основною тенденцією розвитку сучасного інформаційного суспільства, визначають освіту як один з факторів виробництва, від якого залежить його продуктивність. Реалізація компетентнісного підходу, який став ключовою тенденцією розвитку світової освітньої практики, забезпечує формування важливих особистісних якостей майбутніх інженерів: інноваційність, ініціативність, соціальна та професійна мобільність, креативність та ін.

Актуальність дослідження проблеми формування навичок науково-дослідницької діяльності, як важливої складової професійної компетентності фахівців інженерного профілю, зумовлена необхідністю виконання майбутніми інженерами професійних дослідницьких завдань та проведення наукових досліджень, спрямованих на вдосконалення як існуючих технічних засобів, так і розробку нових.

Сучасні реалії професійної діяльності майбутніх інженерів вимагають сформованості вмінь наукового погляду на проблему, творчого пошуку неординарних рішень, розвитку дослідницьких умінь. Розв’язання сформульованої вище проблеми вимагає оволодіння

майбутнім інженером в процесі підготовки у закладі вищої технічної освіти науково-дослідницькою компетентністю.

Мета роботи: на основі аналізу сучасних підходів та досвіду організації наукової, дослідницької діяльності студентів з'ясувати принципи, прийоми, форми та засоби формування науково-дослідницького компоненту професійної компетентності майбутніх інженерів.

Основна частина. Основою сучасного розуміння компетентнісного підходу стали ідеї ефективності знань, ціннісного ставлення особистості до здобутих знань як основи її самореалізації. Реалізація компетентнісного підходу в процесі підготовки майбутніх інженерів передбачає набуття особистістю цілісного досвіду вирішення життєвих проблем, виконання ключових функцій, соціальних ролей, вияв компетенцій.

Необхідність реалізації компетентнісного підходу в освіті обґрунтовують Н. Бібік, О. Єременко, О. Локшина, В. Луговий, О. Ляшенко, О. Овчарук, О. Пометун, О. Савченко, О. Топузов, В. Химинець, К. Хоружий та ін., в працях яких компетентний фахівець характеризується через його готовність вирішувати завдання в майбутній професійній діяльності, використовуючи інновації для досягнення мети на основі власної обізнаності в галузі промислового виробництва [1].

Сучасні дослідники С. Бєлкіна, І. Буцик, С. Вітвіцька, І. Гайдаєнко, І. Єрмакова, О. Копусь, Н. Кушнаренко, Л. Рускуліс та ін. розглядають науково-дослідницьку діяльність студентів як невід'ємну компоненту підготовки компетентного фахівця, яка забезпечує інтеграцію наукової, освітньої та виробничої діяльності в процесі підготовки майбутніх фахівців [2–3].

Професійна компетентність майбутнього фахівця технічної сфери відображає рівень знань, умінь й досвіду з метою здійснення ефективної діяльності в галузі промислового виробництва. Професійна компетентність майбутнього фахівця технічної галузі передбачає: уміння оцінювати професійні ситуації; творчий характер мислення; науково-дослідницькі вміння; виявлення ініціативи у розв'язанні виробничих завдань; здатність організовувати роботу колективу; усвідомлене розуміння особистої відповідальності за результати праці.

Відтак, *метою* розвитку науково-дослідницької компетентності є формування здатності до виконання майбутнім інженером професійних дослідницьких завдань у процесі організації виробничого процесу та проведення наукових досліджень, спрямованих на вдосконалення існуючих та розробку нових засобів виробництва.

Відповідно до сформульованої мети основними *завданнями*, які стоять перед закладами вищої технічної освіти у руслі формування науково-дослідницької компетентності, є розвиток наукового світогляду майбутнього фахівця технічної сфери; розширення обсягу його наукової ерудиції, теоретичної підготовленості для здійснення науково-дослідницької діяльності; засвоєння методології та методів наукового пізнання; формування творчого мислення, розвиток індивідуальних здібностей студентів інженерних спеціальностей до розв'язання як типових, так і нестандартних ситуацій у галузі промислового виробництва.

Провідними *шляхами* реалізації окреслених завдань є орієнтація діяльності закладів вищої технічної освіти на розвиток дослідницьких умінь, формування досвіду наукової роботи майбутніх інженерів; заохочення студентів до розв'язання наукових проблем шляхом залучення до діяльності університетських наукових об'єднань (шкіл, гуртків, лабораторій, тощо); оприлюднення результатів науково-дослідницької діяльності через виступи на

наукових семінарах, круглих столах, конференціях, симпозіумах; публікація результатів дослідницької роботи у збірниках наукових праць.

Важливі принципи, які забезпечують ефективність формування науково-дослідницької компетентності: творче ставлення до професії інженера; професійна спрямованість науково-дослідницької діяльності; активність особистості у цьому процесі.

Висновки. Отже, реалізація компетентнісного підходу є закономірним кроком на шляху модернізації змісту професійної підготовки майбутніх інженерних фахівців у закладах вищої технічної освіти, відповіддю на суспільні, соціальні виклики та запити. Головні завдання модернізації підготовки майбутніх інженерів можливо вирішити шляхом формування умінь, навичок, досвіду інноваційної дослідницької діяльності фахівців технічної галузі.

Науково-дослідницька діяльність студентів у процесі їх підготовки у закладах вищої технічної освіти розглядається як невід'ємна компонента їх загальної професійної компетентності. Формування науково-дослідницьких компетентностей, як основи підготовки майбутніх інженерів у закладах вищої технічної освіти на основі засвоєння методології та набуття досвіду здійснення наукових досліджень, забезпечує розвиток наукового світогляду, індивідуальних дослідницьких, творчих, винахідницьких здібностей висококваліфікованого компетентного фахівця технічної галузі.

Література

1. Бібік Н.М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. Київ: «К.І.С.», 2004, С. 47–52.

2. Бєлкіна С. Д. Формування дослідницької компетентності майбутніх інженерів у процесі викладання навчальних дисциплін циклу природничо-наукової підготовки / С. Д. Белкіна // Професійна освіта. Наукові записки. Серія: педагогіка. – 2015. – N°3. – С.19–25.

3. Буцик І. М. Обгрунтування сутності дослідницької компетентності інженерів аграрного профілю / І. М. Буцик // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Педагогіка, психологія, філософія. – 2016. – Вип. 233. – С. 38–45.

MODERN TRENDS OF FORMATION OF SCIENCE AND RESEARCH COMPETENCE IN THE PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING OF PROSPECTIVE ENGINEERS

Natalia Romanchuk, Oleksandr Maiboroda

Abstract. The current state of competence-based professional training of prospective engineering specialists in institutions of higher technical education is viewed in the article. The issue of the formation of scientific-research competence of prospective engineers as a component of the general professional competence of a specialist in the technical field is investigated.

Modern trends, content, features and purpose of professional training of prospective engineers in institutions of higher technical education are characterized. Research competence is singled out as an important component of the professional competence and as an integrated personality quality of

the prospective engineer, capable of carrying out purposeful scientific and research activities in the field of industrial production based.

Key words: institutions of higher technical education, professional training, prospective engineers of engineering profile, competency-based approach in education, professional competence, scientific-research competence.

УДК 378(477)

СИСТЕМА ВИЩОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ: ПОВОЄННІ ПЕРСПЕКТИВИ

Сонечко О. С.
викладач кафедри психології, філософії та соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, sonechkoolga@gmail.com

Анотація. У статті розглянуте питання можливих змін в системі вищої освіти України після закінчення військових дій. Вказані питання, що стосуються можливих змін в функціонуванні вищої школи на шляху вступу до ЄС.

Ключові слова: вища освіта, освітня міграція, освітні аналоги, професійні освітні організації.

Повномасштабне вторгнення Російської федерації в Україну 24 лютого 2022 року означало не тільки початок активних військових дій, пряме зіткнення з супротивником та окупацію територій нашої країни. З багатьох точок зору це можна розглядати як момент, починаючи з якого в країні розпочалися невідворотні зміни в діяльності великої кількості соціальних інститутів. І інститут освіти (зокрема, вищої освіти) не став тут виключенням. Саме освітні заклади зазнали значних змін (і не завжди на краще).

Мова йде не тільки про те, що певна кількість закладів вищої освіти опинились в окупації та не мають змоги продовжувати повноцінно працювати та надавати освітні послуги, продовжувати навчальні процеси відповідно до українських освітніх програм. Окупаційна влада або змушує переходити на російські стандарти та вимоги освіти, або мають місце різноманітні перепони (як об'єктивні, так і суб'єктивні): знищення навчальних корпусів, виїзд викладацького складу та студентів тощо. Саме за таких причин, відповідно, функціонування освітнього закладу припиняється.

Не менш значні питання та проблеми постають також перед вищими навчальними закладами на території України.

Так, українські дослідники Іщенко А. і Карпенко М. стверджують, що російська збройна агресія 2022 року у найближчому майбутньому може призвести до доволі значних змін у системі вищої освіти України в цілому. Серед таких можливих змін вони виділяють наступні:

1. Зниження фінансових можливостей громадян, що негативно вплине на можливість отримання освіти;

2. Посилення «освітньої міграції», коли підлітки або їх батьки будуть обирати не українські заклади вищої освіти, а ті, що знаходяться за кордоном;

3. Скорочення держзамовлень та фінансування бюджетних місць в ЗВО, особливо технічних та виробничих спеціальностей, від наявності фахівців з яких багато в чому залежить можливість повоєнного відновлення країни.

Ці причини можуть суттєво зменшити попит на вітчизняну вищу освіту з відповідними негативними наслідками для професорсько-викладацького контингенту вищих навчальних закладів, а також мати негативні наслідки для економіки та виробництва країни в майбутньому [1].

В той же час, деякі фахівці кажуть, що одним з напрямків розвитку вищої освіти в Україні після війни має бути адаптація системи до європейських аналогів та критеріїв. Якщо Україна у майбутньому претендує на членство в Європейському Союзі, це означає, що її освітня сфера має відповідати європейським нормам та критеріям. Отже, її адаптація має здійснюватися за такими напрямками:

1. Гармонізація законодавчо-нормативного, інституціонального та методологічного забезпечення освітньої сфери;

2. Приведення Національної рамки кваліфікацій відповідно до норм і положень Європейської рамки кваліфікацій, адаптування Національної системи кваліфікацій до європейських аналогів, діяльності вітчизняних інституцій, що забезпечують якість вищої освіти (НАЗЯВО, НАК) тощо;

3. Формування системи державно-приватного й соціального партнерства у сфері підготовки фахівців між провайдерами освітніх послуг та їх користувачами/споживачами, зокрема роботодавцями й професійними організаціями;

4. Запровадження в практичну діяльність ЗВО підготовки, перепідготовки кадрів і підвищення їх кваліфікації за мікроступенями [2].

Врахування саме цих чинників (а також здорового глузду) може надати певні перспективи для подальшого реформування та розвитку системи вищої освіти в Україні.

Література

1. Іщенко А., Карпенко М. Українська система вищої освіти в умовах воєнної агресії РФ: проблеми й перспективи. 01.06.2022. сайт Національного інституту стратегічних досліджень. URL: https://niss.gov.ua/news/statti/ukrayinska-systema-vyshchoyi-osvity-v-umovakh-voyennoyi-ahresiyi-rf-problemy-y

2. Освіта України в умовах воєнного стану. інформаційно-аналітичний збірник. інститут освітньої аналітики, 2022. 358 с. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/serpneva-konferencia/2022/Mizhn.serpn.ped.nauk-prakt.konferentsiya/Inform-analityc.zbirn-Osvita.Ukrayiny

HIGH SCHOOL SYSTEM IN UKRAINE: POST-WAR PROSPECTS

Sonechko Olga Sergiivna

Abstract. The issue of possible changes of the educational system of Ukraine after the war are considered in the article. The question of the possible changes in high school functioning that is connected with the future EU membership.

Keywords: higher education, educational migration, educational analogues, educational organizations.

УДК 655.3.066.24:7.012

ПЛАКАТИ ВОЄННОГО ЧАСУ ЯК СИМВОЛИ ВІЙНИ

Булавицький І. Я.
старший викладач кафедри дизайну, Навчально-науковий гуманітарний інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв, lsdesign.proj@gmail.com
Струкачова Л. М.
старший викладач кафедри дизайну, Навчально-науковий гуманітарний інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв, lsdesign.proj@gmail.com

Анотація. В статті висвітлені питання впливу воєнних плакатів на формування національної свідомості українців. Зроблено короткий історичний екскурс в історію розвитку плакатів воєнних часів, підкреслено їхнє значення та актуальність, проаналізовані основні сюжети, тенденції розвитку, мотиви, що використовувались в плакатній пропаганді та ступінь дієвості цієї агітаційної продукції на українське населення.

Ключові слова: формування національної свідомості, війна, плакати, дизайн, ідеологія, вплив, художня творчість.

Вступ. Плакат є одним із найдавніших і ефективних поліфункціональних інструментів впливу на суспільну свідомість і універсальним та зручним для сприйняття засобом візуальної комунікації. Для того, щоб виконувати свої функції, а саме: надання інформації, плакат повинен мати свої принципи та елементи, які привертають увагу споживача. Ці принципи були сформовані ще в другій половині XIX століття Жулем Шере, французьким художником і одним із творців «сучасного плакату». Жуль Шере стверджував, що плакат має бути лаконічним і чітким у повідомлені, не слід використовувати забагато елементів і тексту, усе має бути зрозумілим. Він підкреслював також важливість емоційної та кольорової складової. Плакат має можливість створити образ, який добре запам’ятовується і зчитується. Плакат є популярним каналом масової комунікації. Тож плакат легко створити, дешево розтиражувати і, що найголовніше, неймовірно просто спожити.

Важливою є роль плакатів і у пропаганді будь-якої ідеології. Так, у Німеччині, в Америці і в Росії XX століття через них достукувалися до мільйонів людей, аби вплинути на їхній світогляд. Тож мистецтво плакату завжди було зброєю. Особливо під час війни. Загалом для плакатів кризових і перехідних періодів характерними є форми, що апелюють до свідомості глядача, впливаючи на його емоції.

З початком світових воєн плакат став досить популярним. Своє відображення в плакаті знайшла російсько-японська війна 1904-го року. Росія сподівалась шапками закидати Японію. Наприклад, на одному з плакатів величезний донський казак, страшний та канібалістичний, пожирає в пащі маленького японця. Цікаво, як відповіли японці на такий плакат: напівоголений торс японця в білому нижньому одязі прикладом лупить купу бородатих рудих росіян.

Розквіт воєнного плакату в сучасному розумінні прийшовся на часи Першої світової війни, коли його стали конкретно використовувати в сучасному значенні – у пропаганді та агітації. Яскравими прикладом є англійський плакат, де командувач британської армії лорд Кітченер звертається до глядача і закликає до мобілізації: «Твоя країна потребує тебе!» (Your country needs you!), або ж відомі хрестоматійні П. Д. Моора «Ти записався добровольцем?» та «Батьківщина-мати кличе» І. Тоїдзе.

Особливу роль плакат виконував у роки Другої світової війни. Особливістю воєнних плакатів цього періоду є підсилення патріотичного та національного настрою, заклики до вступу у лави армії та карикатурно-викривлене зображення ворога. Одним із найвідоміших плакатів Америки періоду Другої світової війни є робота Джеймса Монтґомері Флегга з написом: “I want you for US Army” («Ти потрібен американській армії»), на якому «дядечко Сем» закликає молодь вступати до лав збройних сил.

Про значення плакату в Україні у цей період свідчить той факт, що в перші дні воєнних дій на території України при Спілці радянських художників України (СРХУ) було створено спеціальну бригаду у складі графіків В. Литвиненка, В. Костецького, В. Овчинникова, К. Агніт-Следзевського, І. Літинського, Р. Мельничука, М. Балясного, І. Лося, І. Кружкова, С. Кружкова, поетів Л. Первомайського і В. Сосюри. Перші плакати цієї бригади випустило видавництво «Мистецтво» вже 24 червня 1941 року. До евакуації з Києва, яка відбулась 6 липня 1941 року, цей творчий колектив устиг створити та видати 20 плакатів. Мистецькі колективи плакатистів були оперативно створені й в інших осередках СРХУ – у Харкові (до евакуації у вересні 1941 р. випущено 14 плакатів), Одесі, Луганську. Видавництво «Мистецтво», яке переїхало з Києва до Харкова, до кінця жовтня 1941 р. випустило 85 плакатів оборонної тематики.

В умовах збройної агресії рф, анексії Криму і від початку повномасштабного вторгнення ворога функція плакату дещо трансформувалася.

Якщо подивитися на плакати рф, то ми бачимо, що вони досить агресивні. На них автори культивують ненависть, закликають боротися, громити і вбивати. Автори у рф використовують в цілому схожу до радянських плакатів кольорову гаму та шрифти, а також позначення свастики для маркування ідеологічних ворогів.

Ретроспективне мислення, стадність, надумана велич, «перемогобісся», горезвісна духовність – арсенал засобів російської пропаганди відносно мізерний і незначний, та й публіка, яка його «хаває» -– зовсім невибаглива. Тому ЗМІ в росії готують мутне вариво буквально за старими, радянськими методичками. Загальний принцип Геббельса для сучасної російської пропаганди звучить так «спрощуй і повторюй», чим успішно 24 години на добу, 7 днів на тиждень займається російська преса і телебачення, а також численні «культурмахери» з числа естрадних діячів, ікон шоу-бізнесу та інша обслуга путінського режиму. Не відстають від них і російські плакатисти.

Навпаки, ключові меседжі українських плакатів – мистецько-медійний спротив російській агресії, іронічна деконструкція брехливих ворожих наративів та донесення правди до світової спільноти. Українські плакатисти візуально висвітлюють події, які відбуваються в Україні; зображують нових героїв сучасної історії України; переосмислюють історичні події та постаті в сучасних контекстах; створюють візуальні образи, які відгукуються в серцях мільйонів людей по всьому світу та заохочують до солідарності: з Україною, з правдою, з добром. Розглядаючи плакати українських художників, ми бачимо, як автори миттєво

відгукнулися на злобу дня, художніми засобами викривають події, звинувачують агресора, закликають до активного супротиву. Такі художні твори не тільки мобілізують сили, а й виховують любов до свого народу, рідної землі, єднають нас у боротьбі за мир в Україні. Тому сучасні художники українського воєнного плакату надають перевагу піднесенню духу країни та проговоренню болючих тем: авіаудари; криваві вбивства; тортури; знущання з жінок, дітей та полонених; руйнування та знищення наших міст; відвертий геноцид українського народу.

За часів війни мистецтво плакату говорить саме за себе та відображає дух України, сприяє формуванню національної свідомості українців. Гостросюжетні образи на цих плакатах яскраві, красномовні, лаконічні, спрямовані згуртувати суспільство. Такі художні твори не тільки мобілізують сили, а й виховують любов до свого народу, рідної землі, єднають нас у боротьбі за мир в Україні. Плакати вражають духом української хоробрості та бажанням виживати, боротися, стають взірцем незламного духу українців. Плакат є активною складовою для кінцевого результату – перемоги над рашистською навалою.

Література

[1] Александров В. О. Вплив антивоєнної пропаганди на формування національної свідомості та опору засобами плакату / В. О. Александров // Час мистецької освіти. Мистецька освіта: наукові дискусії : зб. статей XII Всеукр. наук.-практ. конф., Харків, 24 берез. 2023 р. / Харків нац. пед. ун-т ім Г. С. Сковороди ; Миколаїв. нац. ун-т ім. В. О. Сухомлинського ; [заг. ред. А. В. Соколової]. – Харків : ХНПУ, 2023. – С. 126–131.

[2] Андрейканіч А. І. Плакат: його види та жанри / А. І. Андрейканіч // Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку. – 2013. – Вип. 19 (1). – С. 121–126.

[3] Гладун О. Український плакат: етапи розвитку візуально-пластичної мови / Ольга Гладун // Сучас. мистецтво. – 2018. – № 14. – С. 115–122.

[4] Цинковська І. Український плакат періоду Великої Вітчизняної війни у фондах НБУВ / І. Цинковська, Г. Юхимець // Історія України: маловідомі імена, події, факти : зб. ст. – Київ : Ін-т історії України НАН України, 2004. – Вип. 26. – С. 120–133.

WARTIME POSTERS AS SYMBOLS OF WAR

Bulavytskyy I. Y.

Senior Lecturer of the Department of Design, Educational and Research Institute of Humanities of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Strukachova L. M.

Senior Lecturer of the Department of Design, Educational and Research Institute of Humanities of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The article highlights the impact of war posters on the formation of national consciousness of Ukrainians. A short historical excursion into the history of the development of wartime posters is made, their importance and relevance are emphasized, the main plots, development trends, motives used in poster propaganda and the degree of effectiveness of these propaganda products on the Ukrainian population are analyzed.

Keywords: formation of national consciousness, war, posters, design, ideology, influence, artistic creativity.

УДК 355:01(470+571+477)

ПРО ПЕРЕДУМОВИ СУЧАСНОЇ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ У КОНТЕКСТІ КУРСУ ІСТОРІЇ УКРАЇНИ ТА УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ

Федоренко М. О.
кандидат історичних наук,
доцент кафедри психології, філософії та соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
m.o.fedorenko@gmail.com

Анотація. У історичної ретроспективі розглянуто багатоманітність чинників, що складають передумови сучасної російсько-української війни. Показано вузлові моменти формування російсько-українських протиріч на матеріалах курсу Історія України та української культури.

Ключові слова: передумови війни, війна, Росія, Україна.

Трагічна подія, в вигляді російсько-української війни, яка відбувається на очах всього цивілізованого світу має, як кожне історичне явище власні передумови. Вони містять в собі багатогранні аспекти включаючи політичний, етнологічний, соціальний, економічний, культурний, цивілізаційний тощо. Пересічному громадянину, не зважаючи на жахливі реалії, часто складно розібратись в причинах подій що відбуваються навколо. Тому надзвичайно важливим є роз'яснення студентам в контексті навчального курсу Історія України та української культури історичних передумов російсько-українського протистояння. Студенти повинні чітко розуміти що війна, яку Російська федерація розпочала проти України в 2014 році, має глибоке історичне підґрунтя. А основна мета російського агресора полягає не тільки в знищенні з мапи Світу України як держави, а також в знищенні і української нації. Велику увагу керівництво Російської федерації, в сучасній війні, приділяє ідеології так званого «Руського Миру», яка позбавляє українців самого права на існування, роблячи їх частиною триєдиного «руського народу». Тому викладачі, під час проведення лекційних і семінарських занять з курсу Історії України та української культури, повинні приділяти увагу питанням, на яких спекулює російське керівництво і пропагандисти.

Так вивчаючи питання походження Східних слов'ян і початок українського етногенезу, необхідно звертати увагу студентів на племінну основу української і руської народностей. Як що українська народність формувалась на етнічної базі східнослов'янських племен що мешкали на території сучасної України, то руська головним чином базувалась на фіно-угорських племенах з вкрапленням слов'янського елементу. Даний факт вже ставить під сумнів тезу о «споконвічному братерстві» українців і руських.

Розглядаючи процес становлення давньої Київської держави, слід зазначити, що ні Стара Ладога ні Новгород, ніколи не були столицями Київської Русі, а захоплення Рюриковичами в 882 році Києва не означало приєднання українських земель до північних сусідів. Навпаки Київ

стає центром політичного тяжіння та починає процес слов'янізації фіно-угорських племен, що увійшли до складу київської держави, тобто процес руського етногенезу.

Необхідно зазначити, що в 12-му столітті Володимиро-Суздальське князівство, що стало в майбутнім колискою руської державності, фактично відокремилося від Києва. Даний факт також не підтверджує тезу руських пропагандистів щодо споконвічній єдності українців і росіян.

Розглядаючи історичні події 15–16 го століття, необхідно розглянути і роз'яснити причини посилення Московського князівства а пізніш царства. Особливу увагу необхідно зосередити на формування московської ідеології «Третього Риму» яка заклала підґрунтя великоросійського шовінізму і колоніалізму. Яка лежить і сьогодні в основі ідеології «Руського Миру» і є ідеологічною передумовою сучасної війни.

При вивченні історичних подій що пов'язані з української козацької державою Гетьманщина, сьогодні особливу увагу необхідно приділити процесу взаємовідносин між Гетьманщиною і московським царатом. Розкрити підступну політику Московського царства, а пізніш Російської імперії по поступовому скороченню державного суверенітету Гетьманщини до повній інкорпорації України. В той же час необхідно зазначити, що Україна ніколи не була завойована Росією, а підступно поглинена в супереч начальних Переяславських домовленостей 1654 року.

При висвітленні процесу становлення української нації у 19-му столітті, знов необхідно акцентувати увагу на боротьбу українського народу за збереження своєї національної ідентичності. Намаганні російської імперської машині перетворити українців на частину єдиного великоруського етносу. Підкреслити здобутки української інтелігенції в збереженні української єдності.

Розглядаючи події національної революції 1917–1921 років, обов'язково необхідно зосередитись на аналізі протистояння Центральної Ради, гетьманського уряду П. Скоропадського і Директорії, Тимчасовому уряду і більшовикам на чолі з Леніним. Необхідно звернути увагу на подібність тогочасних і сьогоденних протиріч. Відмови визнавати суб'єктність України, територіальне питання, військові дії на території України. Особливо необхідно надати аналіз помилкам українських керманичів того часу і порівняти їх з помилками українського керівництва за весь період відновленої незалежності.

Радянський період вітчизняної історії як і попередні періоди повинен висвітлюватись в контексті протистояння українського народу політиці КПРС по перетворенню українців в складову частину «нової спільноти Радянський народ». Необхідно наочно показувати наслідки репресій проти української інтелігенції та інших верств населення, жахливі результати Голодомору, русифікації та інш. Необхідно акцентувати увагу на діяльності антирадянських політичних організацій УВО, ОУН, військової боротьбі УПА за незалежність України розвінчуючи тогочасні і сучасні російськи міфи. Діяльність дисидентів тощо.

І вивчаючи новітню історію незалежної України, на основі попереднього історичного матеріалу, необхідно аргументовано пояснювати студентам що сучасна російсько-українська війна має в собі величезне історичне підґрунтя яке базується на тривалих російсько-українських протиріччях. Що разом з проголошенням 24 серпня 1991 року Акту про Незалежність України, відразу між російським і українським керівництвом розпочались суперечки стосовно українських територій. В першу чергу вони торкалися Криму і

м. Севастополя та чорноморського флоту. Росія постійно втручалась во внутрішні справи України. Особливо ці тенденції посилилися з приходом до влади в Російської федерації у 2000році Путіна. Що наприкінці вилилось в активне військове протистояння.

ABOUT THE PREREQUISITES OF CURRENT RUSSIAN-UKRAINIAN WAR IN THE CONTEXT OF UKRAINIAN HISTORY AND UKRAINIAN CULTURE COURSE

Fedorenko M.O.

p.h.d. of historical sciences

Associate professor of psychology, philosophy social and humanitarian disciplines department of National University of shipbuilding by the name of admiral Makarov

Abstract. The diversity of factors were reviewed in historical retrospective which constitutes the prerequisites of the modern Russian-Ukrainian war. The key moments of the formation of Russian-Ukrainian contradictions were shown in the materials of the History of Ukraine and Ukrainian culture course.

Key words: prerequisites of war, war, Russia, Ukraine.

УДК 159.9

ПОСТТРАВМАТИЧНЕ ЗРОСТАННЯ ЯК ФЕНОМЕН ПЕРЕЖИВАННЯ ТРАВМАТИЧНОГО ДОСВІДУ ВІЙНИ

Чугуєва І.Є.

кандидат психологічних наук,
доцент кафедри психології, філософії та соціально-гуманітарних наук
Національного університету кораблебудування імені адмірала
Макарова м. Миколаїв, Україна
inna.chuhuieva@nuos.edu.ua

Анотація. Посттравматичне зростання як психологічне явище сьогодні привертає до себе увагу досілдників. Переживання військового досвіду, зокрема травматичного, часто призводить до негативних наслідків, таких як гостра реакція на стрес, психологічна травма, посттравматичний стресовий розлад. Однак поряд з негативними наслідками може виявлятися і позитивний феномен, що свідчить про зростання особистості, її розвиток, набуття нових якостей, установок і переконань.

Ключові слова: посттравматичне зростання, війна, військовий досвід, травматичний досвід, психологічна травма, посттравамичний стресовий розлад.

Серед поширених негативних наслідків впливу потужних психотравматичних подій, зокрема війни, дослідники відзначають посттравматичний стресовий розлад. Серед осіб, що перебували в зоні бойових дій, симптоми посттравматичного стресового розладу проявляються приблизно у чверті людей, причому не тільки у військових, а й серед мирного

населення (Н. А. Агаєв, О. М. Кокун, Н. С. Лозінська, Б. В. Михайлова, І. О. Пішко, І. І. Приходько та ін.) [4]. У третині випадків посттравматичний стресовий розлад набуває хронічного характеру, тобто здійснює довготривалий негативний вплив на життя постраждалої людини. (О. І. Романчук, М. Б. Уільямс, С. Пойола, N. Breslau, E. L. Peterson, R. C. Kessler, L. R. Schultz та ін.).

Однак окрім негативних змін особистості, дослідники останнім часом все більше акцентують увагу на феномені посттравматичного зростання, визначаючи його, як суттєві позитивні зміни, що відбулися внаслідок зустрічі особистості з потужною психотравматичною подією (Z. Solomon, R. P. Dekel, J. A. Schaefer, R. H. Moos, Y. Zhang, W. Xu, G. Yuan, Y. An, С. Л. Чачко, О. А. Шелюг) [7], [8].

Автори концепції посттравматичного зростання Р. Тедескі, Л. Калхоун вважають, що цей феномен виходить за межі мейнстриму психологічної думки, зокрема, концепцій копінг-стратегій та долаючої поведінки, й підкреслюють, що посттравматичне зростання є не феноменом відновлення порушеного психічного статусу постраждалого, а є досвідом глибокої особистої трансформації (R. G. Tedeschi, L. G. Calhoun, J. Shakespeare-Finch, K. Taku, C. L. Park, A. Cann) [10], [11]. Цей досвід докорінно змінює світогляд та базові переконання людини, робить людину більш зрілою, адаптивною, креативною та навіть щасливою. Посттравматичне зростання є досить поширеним феноменом, який відчувають на собі, за різними оцінками, від третини до більше ніж двох третин осіб, що пережили важкі психотравматичні події (E. Mattson, L. James, B. Engdahl, P. A. Linley, S. Joseph).

Як посттравматичний стрес, так і посттравматичне зростання – це наслідки реакції людини на події, що становлять загрозу для життя. Вони можуть бути взаємопов’язаними між собою. Дослідниками виокремлюються три типи зв’язків між посттравматичним стресовим розладом та посттравматичним зростанням:

1) травма описується як руйнівний досвід, що не сприяє позитивним змінам;

2) посттравматичне зростання та посттравматичний стресовий розлад – це два протилежні негативно взаємопов’язані полюси одного виміру [1; 3; 5].

3) після травматичного досвіду в процесі адаптації з’являються не лише психіатричні симптоми, але також відбувається переосмислення особистісних особливостей, міжособистісних та соціальних зв’язків [2; 6].

Отже, одна й та сама подія руйнує одних людей, а іншим дає опору для внутрішнього зростання. В екстремальній ситуації одні люди впадають в глибоку депресію, а інші рішуче справляються з випробуванням. Посттравматичне зростання, як позитивний наслідок переживання несприятливих ситуацій, стресогенних і травматичних подій, може вплинути на збереження, відновлення та поліпшення психічного здоров’я особистості, зміцнення ядра особистості.

За певних умов процес переживання кризової події сприяє осмисленню себе та свого місця в житті, активізує прагнення особистості до зміни звичного способу життя, до самовдосконалення, особистісного зростання.

Література

1. Зливков В. Л. Посттравматичне зростання як запорука збереження психічного здоров’я особистості. *Психічне здоров’я особистості у кризовому суспільстві:* Зб. тез. Всеукр. наук.-практ. конф. (Львів, 21 жов. 2016 р.) / Упор. Н. М. Бамбурак. Львів: ЛьвДУВС, 2016. С. 104–108.

2. Зубовський Д. С. Особистісне зростання учасників АТО у посттравматичний період: дис. … кандидата психологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 19.00. 09. Київ, 2019.

3. Климчук В. О. Посттравматичне зростання та як можна йому сприяти у психотерапії. *Наука і освіта. Психологія*. 2016. № 5. С. 46–52.

4. Кокун О. М., Агаєв Н. А., Пішко І. О., Лозінська Н. С., Остапчук В. В. Психологічна робота з військовослужбовцями – учасниками АТО на етапі відновлення: Методичний посібник. Київ, 2017. 282 с.

5. Лазос Г. П. Посттравматичне зростання: теоретичні моделі, нові перспективи для практики. *Актуальні проблеми психології. Т. 1: Організаційна психологія. Економічна психологія. Соціальна психологія*. 2016. Вип. 45. С. 120–127.

6. Осьодло В. І., Зубовський Д. С. Посттравматичне зростання особистості учасників бойових дій: сучасний стан та перспективи. *Український психологічний журнал*. 2017. № 1 (3). С. 63–79.

7. Чачко С. Л. Психічна травма і посттравматичне зростання особистості як чинники соціальних змін. *Наукові студії із соціальної та політичної психології*. 2011. № 26. С. 268–276.

8. Шелюг О. А. Багатовимірність феномену посттравматичного росту: біологічний, психологічний та соціокультурний складники особистісних трансформацій. *Психологія і особистість*. 2014. № 1. С. 112–129.

9. Tedeschi, R. G., Calhoun, L. G. (2004). Posttraumatic growth: Conceptual foundations and empirical evidence. Psychological Inquiry, Vol. 15, 1–18.

10. Tedeschi, R.G., Shakespeare-Finch, J., Taku, K., & Calhoun, L.G. (2018). Posttraumatic Growth: Theory, Research, and Applications (1st ed.), Routledge. 264 p.

POST-TRAUMATIC GROWTH AS A PHENOMENON OF EXPERIENCING THE TRAUMATIC EXPERIENCE OF WAR

Chuhueva I.I.

National University of Shipbuilding after Admiral Makarov

Annotation. Post-traumatic growth as a psychological phenomenon today attracts the attention of scholars. Experiencing a military experience, particularly a traumatic one, often leads to negative consequences, such as an acute reaction to stress, psychological trauma, and post-traumatic stress disorder. However, along with the negative consequences, a positive phenomenon can also appear, which indicates the growth of the personality, its development, the acquisition of new qualities, attitudes and beliefs.

Key words: post-traumatic growth, war, military experience, traumatic experience, psychological trauma, post-traumatic stress disorder.

УДК 627

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.

Чигінцев С.І.
голова Миколаївського обласного відділення Спілки Дизайнерів України,
старший викладач кафедри «Дизайн»,
Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
nstep9@gmail.com
Чигінцева О.В.
Член Союза Дизайнерів України,
старший викладач кафедри «Дизайн»,
Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
9variant@gmail.com

Анотація. Інновація, яка здатна замінити будь-який вид транспорту. Безпечний, комфортний, екологічно чистий та швидкий спосіб переміщення над водою. Нова структура морського порту.

Ключові слова: струнний транспорт, морський порт, висока продуктивність, безпека, швидкість, екологія.

У світі стрімко відбуваються зміни. І буває так, що інновації у тій чи іншій галузі повністю змінюють всю логіку та структуру цілої галузі.

Це зараз відбувається у транспортній сфері, де швидкими темпами розвивається проривна технологія струнного транспорту другого рівня.

Цей транспорт не можна зарахувати ні до наземного, ні до повітряного, ні до водного. І водночас він ефективно замінить та доповнить найближчим часом усі ці напрямки.

Це стосується і пасажирських та вантажних перевезень.

Це буде дешевшим, швидшим, безпечнішим і комфортнішим за все те, що існує на даний момент і до чого звик весь світ.

Що ж собою являє струнний транспорт другого рівня?

На висоті близько 10 метрів над сушею та морем натягнуті рейки всередині яких натягнуті десятки сталевих дротів-струн. Опори можуть розташовуватись на будь-якій поверхні: суша, море, болотиста місцевість і т.д.

Відстань між опорами може досягати 6 км і більше завдяки використанню композитних матеріалів. По рейках струн зі швидкістю до 500 км/год пересуваються електро-вагончики, які можуть бути як вантажними, так і пасажирськими. Цьому транспорту не страшні цунамі, землетруси, урагани та інші природні катаклізми.

Інтеграція струнного комплексу до морського порту.

Транспортно-інфраструктурні комплекси можуть застосовуватись у різних напрямках. Одне з них – морські перевезення. Завдяки використанню рейково-струнної естакади морські

порти можна зводити на відстані від берега. Це виключить роботи та витрати, які необхідні для будівництва портів біля суші.

Струнна технологія дозволяє інтегрувати транспортно-інфраструктурні комплекси до морського порту. Такий єдиний комплекс може скоротити витрати на будівництво портів, а й здатний оптимізувати морську логістику.

Морський порт, побудований з використанням струнної технології, може розташовуватися на відстані від берегової лінії на відстані до 10 км і розміщуватися на морському шельфі з природними глибинами. Конструкція причалів може встановлюватися на пальовому підставі чи плавучих заякоренных понтонах. Порт спеціально обладнаний для стоянки та ремонту суден, їх навантаження, розвантаження, посадки та висадки пасажирів. При будівництві такого порту не потрібно створювати причальні стіни та збільшувати глибину біля берега для великогабаритних кораблів.

Крім того, транспорт та інфраструктура, розміщені на другому рівні, значно скоротять час та вартість транспортування вантажів. Їхня доставка здійснюється за допомогою безпілотних електромобілів на сталевих колесах. Вони переміщаються рейково-струнною естакадою, прокладеною над землею і водою, зі швидкістю до 150 км/год і здатні перевозити понад 100 млн тонн вантажів на рік. Такий транспорт забезпечує рівномірний ритм продуктивності і, за потреби, може повністю виключити складські обсяги біля порту.

Де це вже розвивається та застосовується?

Поки що активно розвивається демонстраційний центр у Шарджі ОАЕ (Innovation Park’s (SRTI Park)).

Також будівництво розпочалося в Індії, де ця транспортна інфраструктура запроваджується на урядовому рівні.

Приєдналися до цієї течії Індонезія, Казахстан, США та низка інших країн. Число зацікавлених держав зростає з кожним днем і все йде до того, що формується єдина світова транспортна мережа другого рівня, де можна швидко, комфортно та безпечно пересуватися над водою, землею, горами та лісами.

Висновок:

У світі постійних проривів наукової думки необхідно враховувати загальносвітові тенденції та відстежувати інновації у всіх транспортних сферах.

Використання струнного транспорту другого рівня може мати як допоміжну функцію для вже існуючого водного транспорту, так і в деяких моментах його повністю замінити.

Як мінімум при будівництві морського порту, можна значно покращити його якість та функціональність.

Джерела з Інтернету

https://www.constructionweekonline.com/projects-tenders/262229-srti-parks-skyway-driverless-pods-enter-phase-2-of-development

https://www.khaleejtimes.com/article/sharjah-skypod-project-on-track-for-commercial-operations

INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT OF MARINE INFRASTRUCTURE

Chigintsev Sergey Ivanovich

Senior Lecturer of the Department “Design” National Shipbuilding University named after Admiral Makarov, Mykolaiv, Ukraine

Chigintseva Elena Vitalievna

Senior Lecturer of the Department “Design” National Shipbuilding University named after Admiral Makarov, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. An innovation that can replace any type of transport. A safe, comfortable, environmentally friendly and fast way to move over water. The new structure of the seaport.

Key words: string transport, sea port, high productivity, safety, speed, ecology.

УДК 627

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЛАВУЧОГО БУДИНКУ

Чигінцев С.І.

голова Миколаївського обласного відділення Спілки Дизайнерів України,
старший викладач кафедри «Дизайн»,
Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
nstep9@gmail.com

Чигінцева О.В.

Член Союза Дизайнерів України,
старший викладач кафедри «Дизайн»,
Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
9variant@gmail.com

Анотація. Будівництво житлового будинка на воді. Особливі умови експлуатації будинку на воді. Економічна складова плавучого будинку.

Ключові слова: плавучий будинок, водне середовище, вітальня кухня, спальня, туалет, зона відпочинку, енергія.

Сьогодні тема «Будинки на воді» або «Плавучого дому» стає все більш актуальною у всьому світі.

У кожній країні формується свій архітектурний стиль зі своїм образним рішенням. Створюються нові проекти, тому що попит на плавучі будинки постійно зростає. І хоча «Рухомість» на воді далеко не нова тема, вона продовжує захоплювати увагу все більшої кількості людей.

Будинок на воді це цілком реальна перспектива звичайного житла, при цьому наповнена романтизмом, свободою та чудовим виглядом з вікна. Але чи все так позитивно і просто насправді? Саме в цьому варто спробувати розібратися. Якщо систематизувати всі ті конструкції, які потрапляють під визначення будинку на воді, то вийде кілька типів плавзасобів, придатних для постійного проживання.

Які бувають види будинків на воді:

1. Будинок на понтонах. Це один із найдешевших варіантів. Понтони, об'єднані в єдину платформу, несуть на собі житлову споруду.

2. Баржі, що переобладнані під житловий простір. Старі баржі можуть бути переобладнані під житловий простір. Можна навіть використовувати для цієї мети нову баржу із заводу. Подібний тип житла вже добре себе зарекомендував.

3. Спеціалізовані будинки «Хаусбот». «Хаусбот» – це назва компанії, яка спеціалізується на будівництві будинків на воді. Ці будинки є компромісом між приватною яхтою та заміським будинком, призначений для пересування в межах якоїсь внутрішньої водойми. Це цілих два поверхи, повністю готові до проживання і здатні пересуватися зі швидкістю близько 20 км/год.

4. Дебаркадери – це будинки на бетонних майданчиках, які дозволяють втілити практично будь-які задуми архітектора. Це найдорожчий із перерахованих варіантів. Дебаркадери працюють автономно зі своїми комунікаціями, але за необхідності їх можна підключати до міських комунікацій за спеціальними дозволами, як роблять громадяни Франції.

5. Будинок на воді на палях. У деяких регіонах із затопленим та болотистим ґрунтом місцеве населення давно вирішило, як звести будинок на воді. Для цього використовують забиті в землю палі, на яких і знаходиться сама будова.

Особливості побудови будинку на воді.

Особливі вимоги до матеріалів та середовища підвищеної вологості:

а). вологостійкість,

б). антикорозійність,

в). пожежобезпечність.

Будинок на воді – структура підвищеного комфорту.

1. Вітальня-кухня.

Відпочинкова зона (диван, крісло).

Зона перегляду телевізора.

Зона прийому їжі.

Зона приготування їжі.

Функціональне освітлення за зонами.

2. Спальня дорослa.

Зона зберігання речей.

Ліжко, туалетний столик, телевізор, освітлення.

3. Спальня дитяча.

Зона зберігання речей.

Ліжко, туалетний столик.

Зона гри.

Письмовий стіл.

4. Туалет-душ. Підсобне приміщення.

Варіант сумісний: туалет-душ.

Варіант окремий: туалет, душ.

Рішення відходів туалету та душу.

5. Зона відпочинку-відкрита

Майданчики відкриті (навіси від дощу та сонця).

Лежаки для прийняття сонячних ванн.

6. Енергетична складова плавучого будинку:

Сонячні панелі

Акумулятори

Стаціонарне підключення.

У кожній країні існує своя причина у розвиток цього напряму.

Наприклад, у Голландії плавучі будинки дуже популярні т.к. паводки, повені та повільне, але впевнене підвищення рівня світового океану змушує мешканців прибережних міст шукати вихід із ситуації.

Будинки будують на спеціальній верфі, а потім транспортують до місця прописки. Дуже зручно, стандартні блоки можна «прикупляти» за необхідності, збільшуючи свою житлову площу.

Можна й надалі простежити і дати аналізу цю тему… Але вже й так стає зрозуміло, що залишатися осторонь цього не вдасться.

Якщо розглядати проблему в рамках нашої країни, то актуальність вирішення та застосування плавучих будинків в Україні є цілком прийнятною.

Хоча в даний час дозволити плавучі будинки може елітна і багата частина населення, то сподіватимемося це буде доступно незабаром і середньому класу.

FUNDAMENTAL PRINCIPLES FOR THE CONSTRUCTION AND OPERATION OF A HOUSEBOAT

Chigintsev Sergey Ivanovich

Senior Lecturer of the Department “Design” National Shipbuilding University named after Admiral Makarov

Chigintseva Elena Vitalievna

Senior Lecturer of the Department “Design” National Shipbuilding University named after Admiral Makarov

Abstract. Construction of a house on the water. Special conditions for the operation of a house on the water. The economic component of a houseboat.

Keywords: floating house, water environment, living room, kitchen, bedroom, toilet, recreation area, energy.

УДК 796.011.1:355.01

ВПЛИВ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА РЕГУЛЯРНИХ ЗАНЯТЬ СПОРТОМ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Людмила Вакуліна
викладач кафедри фізичного виховання
Ольга Сокол
ст. викладач кафедри фізичного виховання
Навчально – науковий гуманітарний інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
olgavs697@gmail.com

Анотація. Війна ввійшла майже в кожен наш дім і внесла корективи у життя. Ми всі живемо в постійному стресі і очікувані. Щоденне напруження віддзеркалюється на нашому фізичному та психологічному стані. Спорт та регулярні фізичні вправи мають значний вплив на наше ментальне здоров'я, допомагаючи знизити рівні стресу та тривожності. Регулярні тренування та будь-які фізичні вправи сприяють полегшенню симптомів депресії, покращують загальну якість життя, зміцнюють самооцінку та соціальні навички, зокрема й спілкування з людьми на роботі.

Ключові слова: Війна, фізичний та психологічний стан, фізична підготовка, фізична активність.

Мета дослідження полягає в науково-теоретичному обґрунтуванні впливу фізичної підготовки та регулярних занять спортом.

Методи дослідження. Аналіз наукової та методичної літератури, що розкривають питання фізичного та психологічного стану.

Результати дослідження та їх обговорення. Тривала активація системи реагування на стрес і подальший надмірний вплив кортизолу та інших гормонів стресу можуть порушити майже всі процеси в організмі. Це може призвести до багатьох проблем зі здоров'ям, у тому числі: Занепокоєння та тривожність; депресія; проблеми із травленням; головні болі; м'язова напруга та біль; хвороба серця, високий кров'яний тиск; зниження імунітету, вразливість до вірусних захворювань; проблеми зі сном; збільшення ваги або навпаки, її різка втрата; порушення когнітивних функцій (швидка втома, погіршення пам'яті та проблеми із концентрацією).

Окрім ендорфінів, наше тіло здатне виробляти ендоканабіноїди – натуральні аналоги тетрагідроканнабінолу, головного психоактивного компонента марихуани. Ендоканабіноїди викликають відчуття спокою, полегшення та замирення – антидепресанти, тільки власного виробництва та без рецепту. Система реакції організму на стрес зазвичай є саморегульованою. Щойно реальна, або уявна загроза минула, рівень гормонів повертається до норми. Коли рівень адреналіну та кортизолу падає, частота серцевих скорочень та кров'яний тиск повертаються до початкового рівня, а інші системи відновлюють свою звичайну роботу. [1стор. 78–62].

Зрозуміло, що під час війни неможливо усунути джерело стресу, але можна спробувати ним керувати, уміло переключаючись на різні прийоми. І багато людей вміло використовують регулярне фізичне навантаження, адже заняття різними фізичними вправами знижують загальний рівень напруги, покращують і стабілізують настрій, покращують сон і підвищують самооцінку. Дослідження показують, що фізична активність ефективно знижує втомлюваність, допомагає підвищити пильність та концентрацію. Це особливо корисно під час хронічного стресу, викликаного війною. Фізичні вправи вважаються одним із немедикаментозних методів самозаспокоєння і відновлення.

Фізичні вправи знижують стрес кількома шляхами:

1. Фізична активність сприяє зниженню рівня гормонів адреналіну й кортизолу саме ці гормони відповідають за фізіологічну реакцію на стрес).
2. Фізичне навантаження сприяє виробленню ендорфінів – нейромедіаторів, Ендорфіни викликають «кайф бігуна», а також відчуття розслаблення й оптимізму.
3. фізична активність допомагає людині відволіктися від нав’язливих думок, тобто бути своєрідною медитацією. Повторення рухів під час вправ дозволяє концентруватися на збережені спокою і ясності розуму.

Зокрема, фізична активність:

- Зміцнює серцево-судинну та дихальну системи.
- Нормалізує рівень холестерину, глюкози у крові й артеріального тиску.
- Зміцнює м’язи, кістки та зв’язки.
- Зменшує ризик травм, зміцнює опорно-руховий апарат, розвиває гнучкість і спритність.
- Поліпшує мозкову діяльність, підвищує постачання кисню до мозку, покращує творчі здібності.

Тож, якщо є можливість, відновіть заняття спортом. Регулярна фізична активність має безліч переваг для вашого здоров’я.

Найбільш дієві фізичні навантаження:

- Біг та заняття на свіжому повітрі, під час якого виділяється серотонін, який часто називають «гормоном щастя». Саме з нестачею серотоніну пов’язують клінічну депресію, занепад сил та постійні перепади настрою. Навіть легка пробіжка впливає на хімічний склад мозку в частині, яка відповідає за когнітивні функції завдяки підвищеному надходженню кисню до пре фронтальної кори.
- Спокійна і розслаблена йога, яка концентрує увагу на виконані асан та впливає на збагаченні киснем кожного м’яза та органу.
- Для більш тренованих високо інтенсивне тренування на біговій доріжці до приємної втоми.
- Силові вправи у домашніх умова при допомозі підручних засобів, або у спортзалі на тренажерах, якщо є така можливість.
- Хорошим способом підтримати свою активність також є танці, ігри з дітьми, прибирання, вправи з м’ячом, обручом.
- Не забуваємо про дихальні вправи. Як тільки починає відчуватись хвилювання, варто почати правильно дихати. Для цього протягом 4 секунд робиться вдих, потім дихання на 4 секунди затримується і такий самий час повітря видихається. Вправа повторюється кілька

разів. При цьому вдихати потрібно щоразу все глибше. У деяких ситуаціях цього буде цілком достатньо. Правильне дихання допомагає швидко заспокоїтися і прийти до тями та налаштуватися на позитивні думки. Можете заспівати вголос улюблену пісню.

Важливо знайти ту активність, якою ви займатиметеся вдома, або на вулиці і знайдете однодумців. Пам'ятаймо, що фізична активність має приносити задоволення. [2, с. 117–124.].

Найважливіше почати тренування с консультації з сімейним лікарем. Це дозволить виявити той рівень і тип фізичних навантажень, який сумісний зі станом вашого здоров'я.

Рекомендуємо скласти план тренувань, який складатися з трьох частин.

1. **Розминка.** Завдання розминки полягає у підготовці всіх систем організму до навантажень і поступового переходу від стану спокою до робочого режиму. Спочатку приділяється увага розігріванню малих, потім середніх, і на останок, великих груп м'язів. Така послідовність необхідна для запобігання травм. Всі м'язи, зв'язки, суглоби розігріваються і стають готовими переходити до активної фази тренування. Все це є гарантією успішного тренування. Рекомендована тривалість розминки від 7 до 15хв.

2. **Основна частина.** Основна частина тренування по тривалості займає найбільше часу і вирішує задачі, які були заплановані. Важливо вміти регулювати навантаження, щоб не нашкодити організму і досягти максимального ефекту.

Враховуючи те, що за даних обставин, заняття відбуваються самостійно і у незручних умовах, то найкращим методом організації занять є кругове тренування. Воно не потребує спортивного інвентарю і спеціального обладнання, і за короткий час завдяки цьому способові можна розвинути силу, витривалість та зміцнити здоров'я. Кругове тренування складається з комплексу вправ, які здатні задіяти всі групи м'язів. В одне тренування достатньо включити від 5 до 6 вправ і виконувати кожну по 10–12 повторювань з невеликими перервами між ними. В залежності від рівня фізичної підготовки можна виконати від 4-х до 6-ти кіл, що буде складати від 20 до 40 хвилин. Найкращий самоконтроль – це відчуття комфортного навантаження та вимірювання Частота серцевих скорочень (ЧСС) [3, с. 32–40].

Треба пам'ятати: під час тренування підвищується інтенсивність дихання, що змушує серце перекачувати більший об'єм крові. Рівень навантаження для непідготовлених людей має бути таким, щоб ЧСС була не більше 120 ударів/хв, для підготовлених – до 140 ударів/хв. Тому в процесі тренування при появі відчуття дискомфорту необхідно виміряти пульс Якщо є порушення показників ЧСС необхідно зменшити кількість повторень, збільшити проміжок відпочинку між вправами та відновити дихання. Важлива систематичність і дозованість.

3. **Заключна частина (Заминка).** Під час інтенсивного тренування відбувається підвищення тонусу всього організму. Найкращим засобом для зняття цього напруження є виконання вправ на розтягування м'язів та дихальних вправ. Саме для відновлення організму після навантаження необхідна – Заминка.

Важливо пам'ятати: спортивне навантаження не вилікує депресію, тривожні розлади, панічні атаки, але фізична активність надаватиме сили, можливість протистояти стресові, бути сильнішим та здоровішим.

Висновки.

Фізична активність ефективно знижує втомлюваність, допомагає підвищити пильність та концентрацію.

Тренування сприяють утворенню ендорфінів які діють як природне знеболювальне.

Тренування дасть можливість відчути повний контроль над своїм життям і зробить нас щасливішими.

Література

1. Бєлкова Т. О. Підготовка студентів вищих медичних закладів до формування особистого здоров'я засобами фізичної культури: дис. … канд. пед. наук: 13.00.04. Центральноукраїнський державний педагогічний університет, Кропивницький, 2018. 316 с.

2. Кузьменко В. Ю. Становлення та розвиток поняття «здоровий спосіб життя». Морально-духовний розвиток особистості в сучасних умовах: зб. наук, праць. Книга 1. К., 2000. С. 117–124.

3. Проблеми формування здорового способу життя молоді: Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції; Під заг. ред. Р. Р. Сіренко Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2022. 86 с.

THE INFLUENCE OF PHYSICAL TRAINING AND REGULAR SPORTS ACTIVITIES DURING THE WAR.

Lyudmila Vakulina, Olga Sokol

Admiral Makarov National Shipbuilding University

Abstract. The war entered almost every one of our homes and made adjustments to our lives. We all live in constant stress and expectation. Daily stress is reflected in our physical and psychological state. Sport and regular exercise have a significant impact on our mental health, helping to reduce stress and anxiety levels. Regular exercise and any kind of physical exercise can help alleviate symptoms of depression, improve overall quality of life, strengthen self-esteem and social skills, including communication with people at work.

Keywords: War, physical and psychological condition, physical training, physical activity.

СЕКЦІЯ № 10. ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ НА ЗАХИСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

УДК 342:352

ІННОВАЦІЇ В ОСВІТІ ЯК НАПРЯМ ДО ЗМІНИ ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ

Дубинський О. Ю.
доктор юридичних наук, професор,
проректор з науково-педагогічної роботи, економічних, юридичних та соціальних питань,
професор кафедри морського та господарського права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
dubinskiy_oleg@ukr.net

Анотація. У публікації розглянуто питання вагомості інновацій в освітньому середовищі. Зосереджено увагу на потребі впровадження інновацій у цій сфері як вагомому чиннику, що здатний протистояти глобалізаційним викликам, які сьогодні постають перед освітою. Акцентовано на важливості інновацій для формування особистісного розвитку людини, а також поступального розвитку самої освіти.

Ключові слова: освіта, освітнє середовище, інновації, особистість, рівень знань, технології.

Вступна частина Характерною особливістю сучасного розвитку людської цивілізації є потреба у формуванні особистості, яка має високий рівень знань і може застосувати їх при сучасному стрімкому розвитку технологій. Вочевидь, стає зрозумілим, що таким рушієм постає освіта, яка спроможна підняти розумовий потенціал до високого рівня, застосовуючи при цьому інноваційні компоненти.

Мета роботи з'ясувати роль інновацій в освітньому середовищі задля підвищення ефективності та якості знань у становленні високоосвіченої особистості.

Основна частина. Сучасний світ, що є масштабним соціальним простором, трансформується під впливом багатьох чинників, одним з яких є прискорений розвиток цифрових технологій, створення мережевих систем та низка інших, що в сукупності вимагає змін у різних соціальних інститутах. Одним з таких інститутів є освіта і для її подальшого успішного функціонування нині необхідно застосувати новітні підходи, здійснити пошук способів і форм існування в тих умовах, що постійно зазнають змін під впливом трансформації суспільства.

На основі аналізу наукових поглядів, що стосуються розвитку системи освіти та визначають її зміст в контексті інноваційності, О. А. Дубасенюк, виокремлює такі сучасні тенденції, що відбуваються в освіті під впливом глобалізаційних процесів, а саме: «масовий характер освіти та її неперервність як нова якість; значущість освіти для індивіда і суспільства; орієнтація на активне освоєння людиною способів пізнавальної діяльності; адаптація

освітнього процесу до запитів і потреб особистості; орієнтація навчання на особистість, забезпечення можливостей її саморозкриття» [1, с. 12–28].

На думку А. М. Рибальченко, «інноваційний процес – це багатофункціональний процес створення, освоєння, використання поширення нововведень. Інноваційні процеси в освіті розглядаються в трьох основних аспектах: соціально-економічному, психолого-педагогічному й організаційно-управлінському. Від цих аспектів залежить загальний клімат і умови, у яких інноваційні процеси відбуваються. Наявні умови можуть сприяти, або перешкоджати інноваційному процесу. Інноваційний процес може мати характер як стихійний, так і свідомо керований. Впровадження нововведень – це, насамперед, функція управління штучними й природними процесами змін» [2, с. 77].

Досліджуючи питання адміністративно-правових засад формування та реалізації державної політики в сфері освіти, М. І. Легенький, переконаний у тому, що ефективність запровадження інноваційних технологій на рівні держави залежить і від правового забезпечення, і від інноваційних технологій у сфері освіти, які вже напрацьовані світовим товариством, а тісне їх поєднання стане запорукою досягнення позитивного результату [3].

Натомість, погоджуємось з думкою вченого, що у контексті сказаного вагомим пріоритетом реформування управлінської системи освіти має стати формування та запровадження інноваційного освітнього управлінського менеджменту і підвищення оперативності та гнучкості державного управління освітою [3].

Висновки. Отже, враховуючи вищевикладені думки можемо констатувати, що освіта в сучасних умовах розвитку суспільства не може залишатись у статичному стані. Пошук важливих рішень, які дозволять розширити горизонти освітнього процесу у якісній та ефективній площині мають враховувати тенденції розвитку людської цивілізації у тій системі координат, яка враховує можливості інформаційного суспільства та постійний інноваційний поступ.

Література

1. Дубасенюк О. А. Інновації в сучасній освіті. *Інновації в освіті: інтеграція науки і практики*: збірник науково-методичних праць / за заг. ред. О. А. Дубасенюк. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 12–28.

2. Рибальченко А. М. Педагогічна інновація як прогресивна зміна в освіті. *Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути*: тези доп. ІІ міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції (10 березня 2020 року). Київ: Open Science Laboratory – наукова платформа 2020. С. 74–78.

3. Легенький М. І. Адміністративно-правові засади формування та реалізації державної політики в сфері освіти: монографія. Львів: Укр. акад. друкарства, 2017. 360 с.

INNOVATIONS IN EDUCATION HOW TOWARDS A CHANGE OF THE EDUCATIONAL PARADIGM

Dubinskiy Oleg Yuriyovych

Vice-rector for scientific and pedagogical work, economic, legal and social issues,

Professor of the Department of Maritime and Commercial Law

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Doctor of Law, Professor

Abstract. The publication examines the importance of innovations in the educational environment. Attention is focused on the need to implement innovations in this area as a significant factor capable of resisting the globalization challenges facing education today. Emphasis is placed on the importance of innovations for the formation of a person's personal development, as well as progressive development of education itself.

Key words: education, educational environment, innovations, personality, level of knowledge, technologies.

УДК 342.93

ПРОБЛЕМИ АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КОНТРОЛЬНО-НАГЛЯДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН В УКРАЇНІ

Борко А. Л.
доктор юридичних наук, професор, декан факультету морського права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
anbork@ukr.net

Анотація. проблеми земельної реформи сьогодні пов'язані з недосконалістю державного управління земельними відносинами. Проблемою є підготовка кадрів, землевпорядної документації та недостатність нормативно-правового забезпечення, відсутність сталої судової практики. Необхідно терміново прийняти нові нормативно-правові акти з метою удосконалення адміністративно-правового забезпечення у сфері земельних відносин. Прийнято за останній час ряд важливих новел в законодавстві які регулюють право користування земельними ділянками.

Ключові слова: земельна реформа, воєнний стан, охорона земель, контрольно – наглядова діяльність, державне управління, альтернативна процедура передачі в оренду земельних ділянок, евакуація.

Тривалий час наша країна знаходиться у стані повномасштабної війни. Безумовно, це складний час, і реалії, в яких опинилась наша країна,постійно вимагають прийняття швидко непростих рішень. Щоб забезпечити функціонування держави в умовах воєнного стану, мінімізувати кризові явища в різних сферах суспільних відносин,було прийнято законодавчі зміни. Сфера земельних відносин не залишилась поза увагою. Так, 24.03.2022 р. прийнято Закон України № 2145-IX. Фактично,вказаним законом встановлено альтернативну процедуру передачі в оренду земельних ділянок сільськогосподарського призначення в період воєнного стану. Згідно цього закону в договорі оренди не зазначається кадастровий номер земельної ділянки,а сама ділянка вважається сформованою лише на період дії договору оренди, після чого припиняє бути об'єктом цивільних прав. Право оренди не підлягає державній реєстрації. Натомість державній реєстрації підлягає сам договір оренди, і така реєстрація здійснюється

районною військовою адміністрацією [1]. Очевидно, що з початком війни кількість проблемних питань у сфері земельних відносин тільки збільшилась. Розглянемо ці проблеми в контексті адміністративно-правового забезпечення та контрольно-наглядової діяльності у сфері земельних відносин. Серед найгостріших проблем наразі залишаються: підготовка кваліфікованих кадрів, недосконаліть державного управління земельними відносинами, у тому числі й стосовно контролю за раціональним використанням і охороною земель, недостатня розвиненість автоматизованої системи ведення Держкадастру, брак дієвого механізму економічного стимулювання використання й охорони земель [2].

Тривалий час очікує свого вирішення проблема встановлення меж державного втручання в регулювання відносин власності на землю, а також забезпечення використання земельних ділянок із дотриманням принципу законності як одного з найважливіших конституційних принципів. Головні проблеми у сфері контролю за раціональним використанням і охороною земель значною мірою зумовлені незавершеністю процесу інвентаризації і автоматизації ведення державного земельного кадастру, та недостатністю нормативно-правового забезпечення, майже повною відсутністю освітньої та просвітницької роботи на усіх рівнях, відсутність необхідної кількості підготовлених кадрів [3].

Істотним недоліком сучасного стану нормативно-правової бази є значне переважання норм, закріплених у підзаконних нормативно-правових актах тоді, як ефективне регулювання контрольно-наглядової діяльності у земельних відносинах, як і взагалі управління земельною сферою, можливе лише на підставі відповідних законодавчих актів, що мають містити в собі прозорі механізми реалізації повноважень відповідними органами влади, не допускати дублювання функцій в питаннях здійснення контролю [4].

Таким чином, на сучасному етапі розвитку земельного законодавства передбачено адміністративну, цивільну або кримінальну відповідальність за цілу низку порушень у сфері земельних відносин [5]. В цілому можна відзначити, що розвиток законодавства України в частині адміністративної відповідальності за порушення у сфері земельних відносин відбувається шляхом посилення відповідальності за окремі види порушень та розширення переліку видів адміністративних порушень, за які настає відповідальність [6]. При цьому необхідно взяти до уваги, що законом № 2145-IX від 24.03.2022 р. встановлена альтернативна процедура передачі в оренду земельних ділянок сільськогосподарського призначення в період дії воєнного стану.

Крім того, законом № 2247-IX від 12.05.2022 р. внесено зміни в Земельний Кодекс України та збільшено перелік осіб,яким надається право на одержання в оренду без проведення земельних торгів земельної ділянки державної,комунальної власності [7].

Уже не перший рік триває активний період формування судової практики у сфері земельних відносин. Так,наприклад згідно постанови ВП ВС від 18 квітня 2023 р. у справі № 357/8277/19 ВП ВС уточнила попередній правовий висновок ВС України й зазначила, що договір є укладеним із моменту досягнення згоди щодо всіх його істотних умов, проте речове право оренди виникає після здійснення держреєстрації такого права. Ця постанова цікава ще тим, що в ній було надано тлумачення і порядок застосування ст. 27 Закону України «Про оренду землі». Зокрема, орендареві забезпечується захист його права на орендовану земельну ділянку нарівні із захистом права власності на земельну ділянку [8].

Таким чином, наразі до ключових завдань із вдосконалення заходів щодо усунення порушень земельного законодавства слід віднести посилення відповідальності за

використання земельних ділянок без оформлення права власності або права користування за винятком випадків передбачених Законами України №№ 2145-IX, 2247-IX та запровадження ефективних механізмів запобігання зловживанням під час приватизації земельних ділянок, укладення правочинів, що в сукупності з іншими заходами безумовно приведе до посилення контрольно-наглядової діяльності держави у сфері земельних відносин.

Література

[1]. Закон України «Про внесення змін до законодавчих актів України щодо створення умов для забезпечення продовольчої безпеки в умовах воєнного стану» від 24.03.2022 р. № 2145-IX. https://zakon.rada/gov.ua/ – С. 1–4.

[2]. Конституція України: від 28.06.1996 р., № 254к/96-ВР//ВВР України. – 1996. – № 30. – 1, ст. 13–16, 41–42.

[3]. Пахомов В.В. Монографія. Адміністративно-правове забезпечення діяльності у сфері земельних відносин. Суми/Сумський державний університет // 2016. 2, С. 545.

[4]. Оверковська Т.К. Моніторинг земель України: правові аспекти / Т.К. Оверковська // Юридичний вісник. – 2015.-№ 1 (15). – 3, с. 125–129.

[5]. Пахомов В.В. Класифікація видів контрольно-наглядової діяльності у сфері земельних відносин /В.В. Пахомов// Публічне право. – К., 2011.-№ 3. – 4, с. 101–107.

[6]. Земельний Кодекс України.- Верховна рада України. Офіційний веб-портал. – //https/ iportal.rada.gov.ua/ – 5, ст. 153–158.

[7]. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо особливостей регулювання земельних відносин в умовах воєнного стану» від 12.05.2022 р. № 2247-IX. https://zakon.rada/gov.ua/-1–3, р. 1, ст. 43.

[8]. Національна Асоціація Адвокатів України.E-mail:info@unba.org.ua. Судова практика від 19.07.2023 року. – 2 с.

PROBLEM ISSUES OF ADMINISTRATIVE AND LEGAL SECURITY AND CONTROL AND SUPERVISORY ACTIVITIES IN THE SPHERE OF LAND RELATIONS DURING THE STATE OF MARTIAL IN UKRAINE

Andriy Leonidovych Borko

Dean of the Faculty of Maritime Law of the Admiral Makarov National Technical University

Annotation: the most acute problems of land reform are related to the imperfect state management of land relations. The problem is the preparation of land management documentation and insufficient regulatory and legal support. It is necessary to urgently adopt new normative legal acts in order to improve administrative and legal support and improve the control and supervisory function of the state in the field of land relations.

Key words: land reform, land protection, control and supervision activities, state administration,martial law,evacuation.

УДК 330.341

РОЛЬ ІННОВАЦІЙ У РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

Бортник Н. П.
доктор юридичних наук, професор,
професор кафедри теорії та історії держави і права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
bnp1969n@gmail.com

Анотація. Публікація присвячена дослідженню питань, що стосуються інновацій у сільському господарстві. З'ясовано окремі компоненти, що дають змогу підвищити ефективність сільського господарства. Особливо, з огляду на вагомість вказаної сфери для економіки нашої держави, підкреслено пріоритет інновацій у сільськогосподарській царині.

Ключові слова: сільське господарство, інновації, агропромисловий комплекс, економічне зростання.

Вступна частина. Сільське господарство як ключова галузь економіки нашої держави сьогодні відіграє надзвичайно вагому роль в отриманні коштів для наповнення бюджету, а також забезпечення населення продуктами харчування та сировиною для переробної галузі. По суті справи сільське господарство є важливою складовою агропромислового комплексу держави. Вагомість розвитку сільського господарства викликає потребу у його постійному розвитку і, з огляду на сучасні світові тенденції у цій галузі, вимагає застосування новітніх технологій та інновацій у цій сфері людської діяльності.

Мета роботи – дослідження сучасних підходів у застосуванні інновацій у сільському господарстві.

Основна частина. Сучасні умови розвитку людської цивілізації характеризуються поглибленням різноманітних процесів, що впливають на посилення конкурентоспроможності в аграрному секторі та сільському господарстві, а також підвищення уваги до якості продукції, що виготовляється. Однак, практика доводить, що в умовах постійних трансформаційних змін, які зумовлені активним просуванням інформаційного суспільства з його технологія, що невпинно розвиваються, будь-який сектор економіки, зокрема й сільське господарство, ефективно розвиватись не може.

Як зауважує Л. М. Могильна, упродовж останніх років такі слова, як «інновації» та «інноваційний розвиток», стали часто вживаними та активно використовуються у науковій літературі. У публікаціях різних авторів наводяться різні погляди на те, що означають ці дефініції. Особливе місце в дослідженнях науковців приділяється термінам «інновація у сільському господарстві» та «агроінновація» [1, с. 26].

Розглядаючи питання інновацій у сільському господарстві, В. В. Антощенкова та М. О. Пересада, акцентують на тому, що протягом останніх років ця сфера суттєво видозмінилась за рахунок використання низки новітніх технологій. Такі тенденції сприяли підвищенню врожайності, зменшенню відходів і, що не менш важливо, позитивно впливають на екологічну складову вирощування [2, с. 175].

Натомість, аналізуючи наукові погляди на інновації у сільському господарстві, В. В. Антощенкова та М. О. Пересада, виокремлюють низку особливостей, які характерні для впровадження інновацій у сільськогосподарській сфері, а саме: «1) інновації пов'язані переважно з новими породами тварин, з новими сортами рослин, новими технологіями, новою технікою, які, зазвичай, змінюють властивості одержуваного продукту, але не ведуть до його нового виду; 2) найчастіше потрібна адаптація нововведення до конкретних агрокліматичних і технологічних особливостей діяльності кожного окремого регіону або аграрного підприємства, а також нерідко потрібна адаптація форм та методів передачі нових знань сільськогосподарським товаровиробникам відповідно до їх рівня підготовленості та світогляду; 3) інновації означають перше використання нововведення на підприємстві незалежно від того, чи застосовувалося воно десь раніше і чи є воно нововведенням для інших підприємств, тобто мінімальною ознакою інновації є вимога того, щоб продукт, процес, метод маркетингу чи організації був новим (чи значно покращеним) для практики конкретного підприємства. Це включає в категорію інновацій продукти, процеси та методи, які підприємства створили першими, та (або) запозичені від інших підприємств; 4) сільське господарство належить до галузей, які за своєю природою мають низьку інноваційну активність [Цит. за: 2, с. 175].

Однак, згадувана нами Л. М. Могильна, звертає увагу на те, що інноваційний рівень сучасного агропромислового виробництва все ще є доволі низьким, що зумовлено цілою низкою чинників. З-поміж них, вчена звертає увагу на нагальну потребу фінансування наукових досліджень, що є важливим елементом впровадження інновацій в аграрний сектор. Окрім того, Л. М. Могильна, досить обґрунтовано наголошує на потребі зустрічного руху – навчання людей для адекватного використання їхніх можливостей [1, с. 29].

Висновки. Отже, підсумовуючи викладене вище можемо констатувати, що сільське господарство і увесь агропромисловий комплекс України відіграє надзвичайно важливе місце у цілісній економічній системі нашої держави. Однак, для ефективного поступального розвитку цієї галузі вмотивованим є впровадження новітніх технологій та інновацій, що сприятимуть підвищенню конкурентоздатності українського сільськогосподарського сегмента та якості продукції, яка ним виробляється. Вочевидь, впровадження інновацій у сільськогосподарську галузь України потребує виваженого підходу до цього питання шляхом проведення експериментальних процесів та аналізу щодо доцільності таких впроваджень.

Література

1. Могильна Л. М. Суть та особливості інновацій в сільському господарстві. *Приазовський економічний вісник*. 2022. Вип. 3 (32). С. 26–30.

2. Антощенкова В. В., Пересада М. О. Роль інновацій у сільському господарстві. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 175–179.

THE ROLE OF INNOVATIONS IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE OF UKRAINE

Nadiia Petrivna Bortnyk

Professor of the Department of Theory and History of the State and Law

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Doctor of Law, Professor

Abstract. The publication is dedicated to the research of issues related to innovations in agriculture. Separate components that make it possible to increase the efficiency of agriculture have been identified. Especially, given the importance of the specified sphere for the economy of our country, the priority of innovations in the agricultural sphere was emphasized.

Key words: agriculture, innovations, agro-industrial complex, economic growth.

УДК 343.2

ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ У МОРСЬКОМУ ПРАВІ: МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ ТА НАЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ

Бараненко Д. В.
доктор юридичних наук, професор,
завідувач кафедри теорії та історії держави і права
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
dmytro.baranenko@nuos.edu.ua

Анотація. У доповіді розглядаються питання правового регулювання екологічної відповідальності у морському праві, зокрема міжнародні стандарти та національні особливості. Аналізуються ключові міжнародні угоди, такі як UNCLOS та MARPOL, а також їх вплив на формування національного законодавства. Окрему увагу приділено національному регулюванню в Україні, а також практичним аспектам застосування законодавства у випадках екологічних інцидентів. Доповідь завершується рекомендаціями щодо вдосконалення існуючих правових механізмів для ефективного захисту морського середовища.

Ключові слова: правове регулювання, екологічна відповідальність, міжнародні стандарти, національні особливості, відшкодування шкоди.

Правове регулювання екологічної відповідальності покликане створити ефективні механізми запобігання забрудненню морського середовища, а також забезпечити справедливу компенсацію за завдану шкоду. Міжнародне співтовариство розробило низку ключових нормативних актів, таких як Конвенція ООН з морського права (далі – UNCLOS), Міжнародна конвенція про запобігання забрудненню з суден (далі – MARPOL) та інші, які встановлюють стандарти екологічної відповідальності для держав і судновласників. Водночас національне законодавство має враховувати специфічні екологічні та економічні умови кожної країни, що зумовлює необхідність адаптації міжнародних норм до національних правових систем.

Метою цього дослідження є аналіз міжнародних стандартів екологічної відповідальності у морському праві, а також особливостей їх впровадження на національному рівні. Дослідження спрямоване на виявлення ефективності існуючих правових механізмів, аналіз практичних аспектів їх застосування та розробку рекомендацій для подальшого вдосконалення правового регулювання у цій сфері.

Основним документом у галузі екологічного захисту у морському праві є UNCLOS, прийнята в 1982 році [1]. Вона регулює використання морських просторів, встановлює права і обов'язки прибережних держав і спрямована на захист морського середовища. UNCLOS зобов'язує держави вживати заходів для запобігання, зменшення і контролю забруднення з різних джерел, забезпечує принцип сталого використання морських ресурсів і покладає відповідальність на держави за шкоду, заподіяну їхніми діями або бездіяльністю.

Іншим важливим міжнародним договором є MARPOL, прийнята в 1973 році [2]. MARPOL регулює запобігання забрудненню нафтою, хімічними речовинами, стічними водами, сміттям і повітряними забруднювачами, встановлюючи суворі стандарти для судновласників і операторів. Конвенція складається з основного тексту і шести додатків, кожен з яких охоплює певний тип забруднення, забезпечуючи всебічний підхід до охорони морського середовища.

Основним законодавчим актом, що регулює використання морських просторів та охорону морського середовища в Україні, є Водний кодекс України [3]. Цей документ визначає правовий статус водних об'єктів, порядок їх використання, а також заходи щодо охорони водних ресурсів від забруднення та виснаження. Водний кодекс встановлює правові засади охорони морських вод України, регулює порядок використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки та контроль за дотриманням вимог екологічного законодавства у водній сфері.

Але все ж таки, Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [4] є фундаментальним актом екологічного законодавства, який охоплює всі аспекти охорони природних ресурсів, включаючи морське середовище. Закон визначає правові, економічні та соціальні основи охорони навколишнього природного середовища, встановлює вимоги до діяльності, що може впливати на природне середовище, та передбачає систему державного контролю і нагляду за дотриманням екологічних стандартів.

Окремо слід зазначити Закон України «Про виключну (морську) економічну зону України» [5], який регулює правовий режим ВЕЗ, включаючи питання охорони морського середовища, розвідки та видобутку природних ресурсів, а також контроль за дотриманням екологічних вимог у межах ВЕЗ. Цей закон встановлює відповідальність за незаконне використання природних ресурсів та забруднення морського середовища.

Реалізація законодавства України у сфері морського права та охорони навколишнього середовища здійснюється через систему спеціалізованих державних органів, таких як Державна екологічна інспекція України, Державна служба морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, які здійснюють контроль і нагляд за дотриманням вимог законодавства у сфері морського права та екології.

Законодавство України у сфері охорони навколишнього середовища та морського права передбачає механізми запобігання екологічним інцидентам і відшкодування завданих збитків. Однак у випадках міжнародних екологічних злочинів, таких як дії російської федерації (далі – рф) в Україні, ключову роль відіграють норми міжнародного права (наприклад, положення UNCLOS). Україна має право вимагати від рф відшкодування шкоди через судові процеси та дипломатичні заходи. Проте постає питання: наскільки швидко це відбудеться? Відповідальність рф за екологічні злочини підкреслює необхідність удосконалення міжнародного правового регулювання для захисту довкілля в умовах воєнних конфліктів [6].

Таким чином, аналіз міжнародних і національних стандартів екологічної відповідальності у морському праві демонструє важливість комплексного підходу до захисту морського середовища. Міжнародні угоди заклали фундаментальні принципи, що забезпечують правову основу для запобігання, контролю і ліквідації наслідків забруднення. Ці міжнародні стандарти формують рамки для національних законодавств, які, у свою чергу, повинні бути гармонізовані з міжнародними зобов'язаннями для забезпечення їх ефективного застосування. В свою чергу, в українському контексті законодавство у сфері морського права та охорони навколишнього середовища забезпечує необхідні правові механізми для захисту морських ресурсів і довкілля. Проте практичне застосування цих механізмів стикається з викликами, що включають необхідність удосконалення нормативної бази, підвищення ефективності роботи державних інституцій і вдосконалення процедур взаємодії з міжнародними організаціями, що може стати предметом подальших наукових дискусій.

Література

1. United Nations Convention on the Law of the Sea 1982. URL: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

2. Final Act of the International Conference on Marine Pollution, 1973. URL: https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/ConferencesMeetings/Documents/MARPOL%201973%20-%20Final%20Act%20and%20Convention.pdf

3. Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text

4. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text

5. Про виключну (морську) економічну зону України: Закон України від 16.05.1995 № 162/95-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/162/95-%D0%B2%D1%80#Text

6. Карвацька С. Чи притягне Міжнародний суд ООН російську федерацію до міжнародно-правової відповідальності за екологічні злочини в Україні? Chernivtsi Law School. 2023. URL: https://law.chnu.edu.ua/vidpovidalnisti-rosii-za-ekolohichni-zlochyny-v-ukraini/

LEGAL REGULATION OF ENVIRONMENTAL LIABILITY IN MARITIME LAW: INTERNATIONAL STANDARDS AND NATIONAL PECULIARITIES

Dmytro Baranenko

Doctor of Law, Professor, Head of the Department of Theory and History of the State and Law Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The report examines the issues of legal regulation of environmental liability in the law of the sea, including international standards and national peculiarities. Key international agreements, such as UNCLOS and MARPOL, are analysed, as well as their impact on the development of national legislation. Particular attention is paid to national regulation in Ukraine, as well as practical aspects of the application of the law in cases of environmental incidents. The report concludes with recommendations for improving the existing legal mechanisms for effective protection of the marine environment.

Keywords: legal regulation, environmental liability, international standards, national peculiarities, compensation for damage.

УДК 328.185-047.23/047.44

ПРАВОВІ МЕХАНІЗМИ ПРОТИДІЇ КОРУПЦІЇ В СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ

Дмитрук І.М.
кандидат юридичних наук,
доцент кафедри морського та господарського права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
iryna.dmytruk@nuos.edu.ua

Анотація. Корупція як суспільне явище потребує викорінення, оскільки пронизує всі сфери функціонування людини та спричиняє негативні наслідки. Вона існує не лише у нерозвинених країнах. Під згубний вплив потрапляє багато процвітаючих держав. Застосування правових механізмів у антикорупційній діяльності надасть змогу ефективно подолати цей негативний феномен, у сукупності з іншими методами, які широко впроваджуються у сучасному суспільстві.

Ключові слова: корупція, доброчесність, правопорушення, корумпованість, антикорупційна діяльність.

Під час воєнного стану в Україні висвітлюються негативні суспільні явища, які складно було подолати і в мирний час. Одне серед них, яке посідає чільне місце – корупція. Процес протидії та запобігання потребує детального вивчення, оскільки це поняття є загрозою для національної безпеки, суспільства, конституційного устрою та в цілому правової держави. В умовах корумпованості усіх гілок влади стає неможливим вирішення будь-яких важливих політичних, економічних та інших викликів державного значення.

Метою дослідження є визначення основних правових механізмів, які б допомогли викоренити причини корупції з українського суспільства. Воно завжди піддавалося на такі провокації, в результаті яких наступали негативні наслідки, перш за все, для публічних інтересів, реалізовуючи приватні інтереси кожного, хто вчинив корупційні діяння. Впровадження ключових її елементів розкриваються шляхом удосконалення діяльності антикорупційних органів в Україні, надання їм незалежності, можливості запозичення вдалого зарубіжного досвіду в сфері боротьби з корупцією та усунення прогалин у національному антикорупційному законодавстві.

Корупція – це пряме використання наданих управлінських повноважень посадовими особами в особистих цілях, що суперечить нормам моралі та інтересам держави [1]. Неможливо намагатися протидіяти такому згубному явищу, не знаючи на чому воно базується.

Україна посідає 104 місце серед 180 країн світу станом на 2023 рік. Про це свідчать дані Transparency International Ukraine [2]. Серед країн, які займають таке ж місце, як і наша держава – Алжир, Бразилія, Сербія. Між тим, поширення корупції пов’язане не лише з тим, що в Україні воєнний стан. Серед основних причин можна виділити політизацію корупції, проникнення її у всі сфери життєдіяльності суспільства. Особливо це стосується сфери державного управління, де тісно перетинаються публічний і приватний інтерес, з поступовим

переміщенням у владні структури. Перехід корупційних зв'язків з розряду тимчасових та випадкових явищ у розряд усталених корупційних схем; інтернаціоналізація та глобалізація; недосяжність для контролю форм корумпованих грошових потоків з боку національних правоохоронних органів; розширення сфери легалізації корупції, тобто маскування корупційних афер під законні операції. Як наслідок, легалізована корупція випадає з поля зору правоохоронних органів і набуває ще більших масштабів [3].

Таким чином, для створення дієвого механізму реалізації адміністративно-правових засобів запобігання та припинення корупції в державних органах України необхідно: використовувати історичний, міжнародний досвід; упроваджувати наукові розробки і позитивні міжнародні напрацювання боротьби з корупцією; настирливо втілювати рекомендації міжнародних організацій та експертів у процесі нормотворчої діяльності та забезпечення ефективного функціонування правоохоронних органів.

Безумовно, правові й організаційні засади функціонування системи запобігання корупції в Україні, зміст і порядок застосування превентивних антикорупційних механізмів, правила щодо усунення наслідків корупційних правопорушень пріоритетно визначає базовий закон «Про запобігання корупції» від 14.10.2014 р № 1700-VII.

Водночас слід урахувати, що основним напрямом боротьби з корупцією має бути її запобігання, тобто вплив на причини й умови. Відтак антикорупційна політика є частиною державної політики і повинна включати до цієї системи заходи, спрямовані на вирішення таких завдань: організація боротьби з корупцією на всіх її рівнях; звуження поля умов і обставин, що сприяють корупції; збільшення ймовірності виявлення корупційних дій і покарання за них; вплив на мотиви поведінки посадової особи; створення атмосфери суспільного неприйняття корупції в усіх її проявах [4].

Без забезпечення гласності та прозорості діяльності органів державної влади, які здійснюють боротьбу з корупцією, без залучення громадян і громадських структур не можна вести мову про втілення найважливіших ключових принципів усієї антикорупційної діяльності.

Негативне ставлення людей до корупції, активне впровадження інформації, яка висвітлює діяльність антикорупційних органів, що діють в Україні, дасть змогу більш ефективно формувати основні напрями протидії корупції. Окрім того, запобіганню корупційним правопорушенням допомагає організація і проведення моніторингу ефективності боротьби з корупцією, кінцева мета якого полягає в отриманні об'єктивної інформації, що є основним і необхідним елементом ефективного управління.

Аналізуючи результати моніторингу та оцінки ефективності та виконання Державної антикорупційної програми на 2023–2025 роки, можна підкреслити, що на вересень 2024 року заплановано виконати 642 заходи по протидії корупції. З них вже виконано 244 заходи, а 108 заходів виконано частково. Щодо запобігання корупції у пріоритетних сферах, то тут висвітлені такі показники: справедливий суд, прокуратура, органи правопорядку виконано 20,4 % від запланованих заходів; державне регулювання економіки виконано 26,6 % від запланованих заходів; митна справа та оподаткування виконано 41,4 % від запланованих заходів; державний та приватний сектор економіки – 41,8 %; будівництво, земельні відносини та інфраструктура – 18,2 %; сектор оборони – 20 %; охорона здоров'я, освіта і наука та соціальний захист – 38,6 % від запланованих заходів. В зазначеному контексті слід визначити

показники невідворотності відповідальності за корупцію. Дисциплінарну відповідальність було застосовано у 16,7 % випадках, а саме 6 заходів. Адміністративна відповідальність запланована у вигляді 13 заходів, але не застосовувалась за вказаний період. Кримінальна відповідальність – виконано у 36 % випадках. Дані надані станом на 30.06.2024 рік [5].

Нині в Україні існує низка органів, які борються з корупцією. Але наша держава все ще має низький рівень довіри до органів влади та високий рівень корупції. Тому запобігання цьому явищу повинно мати пріоритетний напрямок. Прозорість всіх державних процесів, дотримання букви Закону, чітке розмежування публічних інтересів та інтересів приватних, а також контроль громадянського суспільства дасть змогу частково подолати вказану проблему. Про абсолютно повне знищення такого негативного явища в українському суспільстві мова поки не йдеться, оскільки потрібно ще активно працювати та напрацьовувати позитивний досвід у цій сфері.

Література

1. Сидоренко О.О., Яворський В.О., Квасильчук Д.Б. Корупція як вид зловживання правом: причини та основні методи боротьби. Юридичний науковий електронний журнал. № 4/2021. С. 66. DOI https://doi.org/10.32782/2524-0374/2021-4/14

2. Індекс сприйняття корупції. Transparency International Ukraine/ URL: https:// ti-ukraine.org/research/indeks-spryjnyattya-koruptsiyi-2023/

3. Корупція: теоретико-методологічні засади дослідження: монографія / керівник авт. кол. доц. І.О. Ревак. – Львів: ЛьвДУВС, 2011. – 220 с. URL: http:// http://dspace.lvduvs.edu.ua/ handle/1234567890/674.

4. Адміністративно-правові засади протидії корупції в Україні : автореф. дис. … канд. юрид. наук : 12.00.07 / І. І. Яцків; Відкритий міжнар. ун-т розв. людини «Україна». – К., 2011. – 16 с.

5. Державна антикорупційна програма. Результати моніторингу та оцінки ефективності виконання Державної антикорупційної програми на 2023–2025 роки. URL: https://dap.nazk.gov.ua/module/

6. I. Dmytruk, J. Lomzhets. Problems of legal regulation of anti-corruption activities in the field of public administration// Humanization concept of public administration: theoretical and methodological fundamentals : Scientific monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2022. 242 p.

LEGAL MECHANISMS OF ANTI-CORRUPTION IN MODERN SOCIETY

Iryna Dmytruk

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. Corruption as a social phenomenon needs to be eradicated, as it permeates all spheres of human functioning and causes negative consequences. It exists not only in underdeveloped countries. Many prosperous countries fall under the harmful influence. The use of legal mechanisms in anti-corruption activities will make it possible to effectively overcome this negative phenomenon, together with other methods that are widely implemented in modern society.

Key words: corruption, integrity, crime, anti-corruption activity.

УДК 347.122

ВІДШКОДУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТА МОРАЛЬНОЇ ШКОДИ ЗАВДАНОЇ ЗБРОЙНОЮ АГРЕСІЄЮ РФ ПРОТИ УКРАЇНИ

Достдар Р. М.
к. ю. н., доц., доцентка кафедри морського та господарського права,
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
dostdar.r@gmail.com,
Доля А.М.
студентка магістратури Факультету морського права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
dolyahanna@gmail.com

Анотація. У тезах розглядаються питання правових та процесуальних питань відшкодування матеріальної та моральної шкоди завданої збройною агресією рф проти України. Розглядається зміст шкоди як матеріальної та к і моральної, юрисдикція справ, суб'єкти відповідальності. Також звернено увагу на механізм захисту прав та інтересів осіб, які постраждали внаслідок збройної агресії рф.

Ключові слова: збройна агресія, матеріальна шкода, маральна шкода, позов, злочин.

Вступна частина. З 2014 року, коли розпочалася збройна агресія в Україні, постало актуальне питання щодо захисту прав і свобод громадян, та відшкодування матеріальної і моральної шкоди завданої збройною агресією російської федерації проти України. Відтоді почав формуватися процес притягнення країни-агресора до відповідальності, фіксувалися завдані нею збитки, поступово змінювалося законодавство відповідно до нових обставин, наша держава почала активно відстоювати свою позицію на міжнародній арені, піднімаючи такі питання, як арешт, конфіскація майна агресора та можлива подальша компенсація збитків. Ці та інші питання досліджували в своїх робота такі вчені як І.С. Тімуш, Ю.К. Качуренко, Л.П. Василенко, А.Й. Бучинська, С.Б. Цебенко та інші.

Метою роботи є дослідження правових та процесуальних питань відшкодування матеріальної та моральної шкоди завданої збройною агресією рф проти України.

Основна частина. Збройна агресія російської федерації з 2014 року, а потім повномасштабне вторгнення з 24 лютого 2022 року спричинили шкоду як об'єктам критичної та цивільної інфраструктури (чим нанесли велику кількість матеріальних збитків), а також моральну шкоду українцям (військовослужбовцям та мирним громадянам – чоловікам, жінкам і дітям), які були вбиті, покалічені, вимушено виїхали до інших країн в пошуках захисту. Моральна та матеріальна шкода була завдана всім без винятку. Тому постає питання про механізми відшкодування такої шкоди і відповідної компенсації постраждалим.

Загалом існує три варіанти розгляду збитків:

1) цивільного/господарського судочинства шляхом подання до суду позовної заяви фізичною або юридичною особою власником майна до Російської Федерації;

2) кримінальне судочинство шляхом подання позовів у рамках кримінальних проваджень про злочини, вчинені внаслідок агресії Російської Федерації;

3) адміністративна компенсація від уряду України.

В цивільному/господарському процесі позивач (власник майна) звертається до суду з позовом про стягнення грошових коштів з держави російської федерації (наприклад, Рінат Ахметов подав позов до ЄСПЛ проти росії), при цьому він зобов'язаний надати докази, що підтверджують право власності на майно, факти заподіяння шкоди, розмір збитків і винність російської федерації в їх заподіянні. Тому у ворожих умовах під час війни власник майна несе тягар доведення – стягнення, легалізація, сплата зборів [1, с. 105].

Серед документів, що підтверджують відшкодування матеріальної шкоди, можливо зазначити наступний приблизний перелік: відомості з Державного реєстру прав на нерухоме майно (Реєстру прав власності на нерухоме майно, Державного реєстру іпотек, Єдиного реєстру заборон передачі нерухомого майна тощо); звіт про пошкодження майна; акт ДСНС; заява про вчинення кримінального правопорушення, витяг з ЄРДР про відкриття кримінальної справи, протокол огляду місця події складений органом досудового розслідування; відповідь СБУ (щодо встановлення факту бомбардування/ракетного обстрілу); фото, відео знищення/пошкодження майна;

договір підряду (що включає технічне обслуговування, будівництво тощо) квитанція про оплату та приймання-передачу робіт; договір поставки (щодо доставки товарів, необхідних для виконання робіт) та квитанція про оплату; касові чеки (придбання в магазинах товарів, необхідних для виконання відновлювальних робіт); висновок експерта щодо причин та розміру шкоди тощо.

Відповідачем в таких справах буде виступати російська федерація. Завдяки революційній зміні судової практики після рішення Верховного Суду у справі № 308/9708/19 від 14 квітня 2022 року [1, с. 106], яке роз'яснило принципи та законність, які мають розглядати подібні справи за фактом заподіяння шкоди, і якщо на території України виникає спір між громадянином України та іноземною державою, можуть розглядатися та вирішуватися судами України як належними та повноважними судами. Тому, якщо відповідачем буде визначено російську федерацію, суд нехтуватиме імунітетом цієї країни при розгляді справи, задовольняючи таким чином позови громадян, які постраждали внаслідок агресії росії на території України.

Також одним із цікавих фактів є те, що не потрібно звертатися до посольства рф в Україні щодо згоди російської федерації стати відповідачем у таких справах про відшкодування шкоди завданою збройною агресією проти України. З 24 лютого 2022 року таке звернення є абсолютно неможливим, враховуючи розрив дипломатичних відносин між Україною та російською федерацією [1, с. 106; 2, с. 596]. Це значно спрощує розгляд та ухвалення судами рішень на користь постраждалих громадян України. Тому зараз є можливість подати цивільний позов до рф про відшкодування матеріальних збитків і з високою ймовірністю отримати рішення суду, яке зобов'яже стягнути з рф на користь потерпілого всю суму, зазначену в позові. Крім того, у справах проти держави-агресора, відповідно до Закону України «Про судовий збір», позивач звільняється від сплати судового збору під час розгляду справи в усіх судах.

Навпаки, у Кримінальному кодексі України немає вичерпної сукупності злочинів, вчинених проти мирного населення в умовах воєнного стану, в тому числі й позбавлення життя невинного учасника бойових дій.

Перелік тяжких злочинів проти цивільного населення за ст. 438 «Порушення законів та звичаїв війни» КК України і в контексті злочинів, вчинення яких призводить до завдання шкоди здоров'ю особи чи до її смерті включає: катування; нелюдське поводження; заподіяння сильних страждань або тілесних ушкоджень; напади з метою заподіяння шкоди мирним жителям; зґвалтування та сексуальне насильство; примусова вагітність або стерилізація; навмисне голодування цивільного населення; знищення населених пунктів без військової необхідності та атакування організованих гуманітарних коридорів [3, с. 11].

За загальним правилом шкода, завдана особі злочинним діянням, підлягає відшкодуванню відповідно до ст. 1177 ЦК України. Відшкодування потерпілому шкоди, завданої кримінальним правопорушенням, покладається на Державний бюджет України в окремих випадках і порядку, визначених законом.

Відповідно до ст. 1168 ЦК України передбачено, що моральні збитки, завдані каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'я, відшкодовуються одноразово або шляхом здійснення щомісячних платежів. Якщо смертю фізичної особи завдано моральну шкоду, то відшкодовують її чоловіку (дружині), батькам (усиновлювачам), дітям (усиновленим) та особам, які проживали разом з нею однією сім'єю.

Водночас статтею 5 частинами 9 та 10 Закону України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України» передбачено спеціальне правило, згідно з яким відшкодування матеріальної та моральної шкоди, заподіяної тимчасовою окупацією на території держави України, юридичним особам, громадським об'єднанням, громадянам України, іноземцям та особам без громадянства, у повному обсязі залежать від російської федерації як держави-окупанта [4]. Українська держава всіма можливими засобами сприяє відшкодуванню матеріальної та моральної шкоди рф.

Відповідно до норм, викладених у вищезазначеному законі, Україна не може бути притягнута до відповідальності за протиправну діяльність росії чи її окупаційної адміністрації на тимчасово захоплених територіях, а також за будь-які незаконні рішення, прийняті ними.

20 Березня 2022 року Кабінет Міністрів України Постановою № 326 [5] затвердив процес оцінки розміру шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії російської федерації. Оцінка здійснюється окремо за такими напрямами:

1) оцінка людських втрат і відповідних соціальних витрат, що включає загибель і поранення цивільного населення внаслідок збройної агресії російської федерації, а також витрат, понесених на державну соціальну допомогу та надання соціальних послуг;

2) оцінка економічних втрат, пов'язаних із людськими втратами, тобто непрямі економічні наслідки, що виникають внаслідок зменшення чисельності населення та його подальший вплив на економічні показники країни;

3) аналіз військових втрат охоплює як людські, так і матеріальні втрати, понесені під час військових дій, а також пов'язані з цим витрати.

На жаль, у згаданій Постанові Кабінету Міністрів України від 20 березня 2022 року № 326 не розглядається важливе питання оцінки шкоди, заподіяної здоров'ю та життю громадян України, зокрема фізичних осіб, внаслідок військової агресії з боку російської федерації.

Постійні зусилля держави щодо створення систем, які спрямовані на усунення наслідків збройної агресії росії та фізичної шкоди або втрати близького члена сім'ї внаслідок збройного конфлікту, не повинні перешкоджати особам вимагати компенсації в українських судах відповідно до статті 2 Європейської конвенції з прав людини [6].

Як зазначено у ст. 128 Кримінально-процесуального кодексу України особа, якій воєнним злочином завдано майнової або моральної шкоди, має право під час кримінального провадження до початку судового розгляду пред'явити цивільний позов до підозрюваного, обвинуваченого або до фізичної чи юридичної особи, яка за законом несе цивільну відповідальність за шкоду, завдану діяннями підозрюваного, обвинуваченого або неосудної особи, яка вчинила суспільно небезпечне діяння.

Висновки. Виходячи з викладеного вище, можна стверджувати, що подання позову про відшкодування шкоди до рф в український суд є можливим, що зазначається у практиці Верховного Суду України щодо відшкодування матеріальних збитків. Однак, на даний момент Україні не вистачає законів для покриття всіх можливих наслідків збройної агресії рф, хоча є наявні зареєстровані законопроекти щодо відшкодування шкоди, завданої внаслідок збройної агресії російської федерації, а саме:

– законопроект № 7385 від 17 травня 2022 року «Про відшкодування шкоди завданої потерпілому внаслідок збройної агресії російської федерації»;

– законопроект № 7520 від 05 липня 2022 року «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо удосконалення розгляду окремих категорій судових справ у зв'язку зі збройною агресією російської федерації».

Література

1. Василенко Л. П., Бучинська А. Й. Особливості відшкодування шкоди, завданої військовою агресією рф. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2023. № 6. С. 104–107.

2. Цебенко С. Б. Конвенція про захист прав людини та основоположних свобод і протоколи до неї. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2022. № 8. С. 596–598.

3. Тімуш І. С. Відшкодування моральної шкоди, завданої громадянам під час військових конфліктів. *Науковий вісник Національної академії внутрішніх справ*. 2013. № 2. С. 10–15.

4. Закону України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України». *Відомості Верховної Ради України*. 2014. № 26. Ст. 892.

5. Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації: Постанова Кабінету Міністрів України № 326 від 20 березня 2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-%D0%BF#Text. (Дата звернення: 05.08.2024).

6. Конвенція про захист прав людини і основоположних свобод (з протоколами) (Європейська конвенція з прав людини) від 04.11.1950 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_004#Text. (Дата звернення: 05.08.2024).

COMPENSATION OF MATERIAL AND MORAL DAMAGE CAUSED BY THE ARMED AGGRESSION OF THE RUSSIA AGAINST UKRAINE

Dostdar R., Dolya A.

Abstract. Theses examine the legal and procedural issues of compensation for material and moral damage caused by the armed aggression of the russian federation against Ukraine. The content of damage, both material and moral, jurisdiction of cases, subjects of responsibility is considered. Attention was also drawn to the mechanism for protecting the rights and interests of persons who suffered as a result of the armed aggression of the russian federation.

Keywords: armed aggression, material damage, moral damage, lawsuit, crime.

УДК 347.9

ЗМІНА ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ПІДСУДНОСТІ СУДОВИХ СПРАВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Достдар Р. М.
к. ю. н., доц., доцентка кафедри морського та господарського права,
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
dostdar.r@gmail.com,
Лозицька О.В.
студентка 3-го курсу Національного університету імені Петра Могили
м. Миколаїв, Україна
lozitska720@gmail.com

Анотація. В тезах розглядається питання зміни підсудності судових справ в умовах воєнного стану. Були досліджені нормативно-правові акти та судові розпорядження, що регулюють діяльність органів судової влади в питаннях зміни територіальної підсудності цивільних справ.

Ключові слова: підсудність, суд, судова влада, воєнний стан, провадження.

Вступна частина. Умови воєнного стану так чи інакше впливають на всі аспекти нашого життя. Як зазначено у частині 1 статті 10 Закону України «Про правовий режим воєнного стану» у період дії воєнного стану не можуть бути припинені повноваження судів, а у частині другій статті 26 Закону України «Про правовий режим воєнного стану» зазначено, що скорочення чи прискорення будь-яких форм судочинства забороняється [1]. Зрозуміло, що судова система України також постраждала від війни і зазнала впливу її наслідків. Деякі суди припинили свою роботу через активні бойові дії та тимчасову окупацію. В свою чергу, на територіях, які були звільнені від окупації, суди починають відновлювати свою діяльність [2]. Тому дослідження питань зміни підсудності справ в умовах воєнного стану насьогодні є вельми актуальним питанням.

Метою роботи є дослідження нормативної бази та розпоряджень Верховного суду з питань зміни підсудності цивільних справ в Україні в умовах воєнного стану.

Основна частина. Як відомо позови до фізичної особи пред'являються в суд за зареєстрованим у встановленому законом порядку місцем її проживання або перебування, якщо інше не передбачено законом, а позови до юридичних осіб пред'являються в суд за їхнім місцезнаходженням згідно з Єдиним державним реєстром юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань [3].

Слід зазначити, що вперше зміну підсудності як підставу для передачі справи іншому суду було передбачено у частині 1 статті 12 Закону України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України» від 15.04.2014 № 1207-VII [4]. Цей закон змінив територіальну підсудність судових справ, передаючи їх судам, розташованим у місті Київ, для цивільних справ, які раніше розглядалися на території Автономної Республіки Крим та міста Севастополь. Усі цивільні справи, що перебували у провадженні судів, розташованих на території Автономної Республіки Крим та міста Севастополя, та розгляд яких не закінчено підлягали передачі судам відповідно до встановленої цим Законом підсудності, протягом десяти робочих днів з дня набрання ним чинності або з дня встановлення такої підсудності [5, с. 43].

Частиною 3 статті 26 Закону України «Про правовий режим воєнного стану» від 12.05.2015 № 389-VIII передбачено можливість зміни законами України територіальної підсудності справ, які розглядаються судами, що діють на території, де оголошено воєнний стан. Однак ця стаття не встановлює, що така зміна автоматично призводить до передачі справи іншому суду. У цих нормативно-правових актах зазначено, що зміна підсудності відбувається через неможливість здійснення судочинства судами, які мають відповідні повноваження згідно із законом, тому слід більш детально розглянути дане питання в сьогоднішніх реаліях [1].

Унаслідок повномасштабного вторгнення рф на територію України та активних бойових дій, які призвели до тимчасової окупації деяких областей, більшість судів у Донецькій, Запорізькій, Луганській, Харківській та Херсонській областях припинили свою роботу. У зв'язку з цим Голова Верховного Суду видав розпорядження «Про зміну територіальної підсудності судових справ в умовах воєнного стану», «враховуючи неможливість судами здійснювати правосуддя під час воєнного стану, територіальну підсудність судових справ, що розглядались в цих судах, було змінено» [6].

Виконання таких повноважень Головою Верховного Суду стала можливою унаслідок прийнятими від 03.03.2022 р. законодавчими змінами до частини сьомої статті 147 Закону України «Про судоустрій і статус суддів». Згадана стаття є чинною на сьогодні та окреслює, що «у разі неможливості здійснення правосуддя судом з об'єктивних причин під час воєнного або надзвичайного стану, у зв'язку зі стихійним лихом, військовими діями, заходами щодо боротьби з тероризмом або іншими надзвичайними обставинами може бути змінено територіальну підсудність судових справ, що розглядаються в такому суді, за рішенням Вищої ради правосуддя, що ухвалюється за поданням Голови Верховного Суду, шляхом її передачі до суду, який найбільш територіально наближений до суду, який не може здійснювати правосуддя, або іншого визначеного суду. У разі неможливості здійснення Вищою радою правосуддя такого повноваження воно здійснюється за розпорядженням Голови Верховного

Суду. Відповідне рішення є також підставою для передачі усіх справ, які перебували на розгляді суду, територіальна підсудність якого змінюється» [7]. Отже, частина функцій, які зараз не здійснюються Вищою радою правосуддя, тимчасово передана Голові Верховного Суду. У той же час, суди, що знаходяться на звільнених територіях, поступово відновлюють свою роботу.

Наприклад, Рішенням Вищої ради правосуддя від 30.03.2023 р. № 283/0/15-23 «Про відновлення роботи Снігурівського та Березнегуватського районних судів Миколаївської області, територіальну підсудність судових справ яких змінено» відновлено роботу вищезазначених судів [8]. Також відновлено роботу Господарського суду Миколаївської області, розпорядженням Верховного Суду від 25.07.2022 р. № 41 «Про відновлення територіальної підсудності судових справ Господарського суду Миколаївської області» [9].

Висновки. Враховуючи зазначене вище можна стверджувати, що припинення роботи суду та його відновлення відбувається розпорядженням Голови Верховного Суду. Як зазначає Г.М. Устінова-Бойченко та О.М. Скрябін О.М., це свідчить про те, що судова система в Україні успішно функціонує та здійснює правосуддя, не дивлячись на повномасштабну війну та припинення діяльності окремих судів, органів та установ в сфері судової влади [10, с. 233]. А введення режиму воєнного стану на території України внаслідок повномасштабної російської агресії наявність нерозглянутої по суті справи в провадженні суду, що тимчасово припинив роботу та не здійснює правосуддя, не позбавляє позивача звернутись з тотожним позовом до суду за зміненою підсудністю на підставі розпорядження Верховного Суду.

Література

1. Про правовий режим воєнного стану: Закон України від 12.05.2015 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text (Дата звернення: 05.08.2024).

2. Особливості здійснення судочинства в умовах воєнного стану. *LIGA 360: веб-сайт.* URL: https://ips.ligazakon.net/document/NZ221918 (Дата звернення: 05.08.2024).

3. Цивільний процесуальний кодекс України від 18.03.2004 р. URL: https:// zakon.rada.gov.ua/laws/show/1618-15#Text. (Дата звернення: 05.08.2024).

4. Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України: Закон України від 15.04.2014 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/ show/1207- 18#Text. (Дата звернення: 05.08.2024).

5. Руденко О.А. Зміна територіальної підсудності справ як підстава для їх передачі іншому суду у цивільному судочинстві. *Право та державне управління*. 2022. С. 42–49.

6. Розпорядження про визначення територіальної підсудності справ. *Судова влада України*. *Верховний Суд: веб-сайт.* URL: https://supreme.court.gov.ua/supreme/gromadyanam/ terutor_pidsudnist/. (Дата звернення: 05.08.2024).

7. «Про внесення зміни до частини сьомої статті 147 Закону України «Про судоустрій і статус суддів»: Закон України від 03.03.2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2112-20#Text. (Дата звернення: 05.08.2024).

8. Про відновлення роботи Снігурівського та Березнегуватського районних судів Миколаївської області, територіальну підсудність судових справ яких змінено: розпорядження Верховного суду від 30.03.2023 р. № 283/0/15-23. URL: https://supreme.court.gov.ua/userfiles/ media/new_folder_for_uploads/supreme/rozporyadjennya/283_30_03_2023.pdf. (Дата звернення: 05.08.2024).

9. Про відновлення територіальної підсудності судових справ Господарського суду Миколаївської області: розпорядження Верховного суду від 25.07.2022 р. № 41. URL: https://supreme.court.gov.ua/userfiles/media/new_folder_for_uploads/supreme/rozporyadjennya/2022_07_25_vidnovl_pidsydnosti_Mykolaiv.pdfuploads/supreme/rozporyadjennya/283_30_03_2023.pdf. (Дата звернення: 05.08.2024).

10. Устінова-Бойченко Г.М., Скрябін О.М. Особливості визначення територіальної юрисдикції (підсудності) справ під час воєнного стану. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2023. № 4. С. 231–233.

CHANGE OF TERRITORIAL JURISDICTION OF COURT CASES UNDER THE CONDITIONS OF MARTIAL STATE

Dostdar R.

The Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUS)

Lozytska O.

Black Sea National University named after Petro Mohyla

Abstract. Theses consider the issue of changing the jurisdiction of court cases under martial law. Normative legal acts and court orders regulating the activities of judicial authorities in matters of changing the territorial jurisdiction of civil cases were studied.

Key words: jurisdiction, court, judicial power, martial law, proceedings.

УДК 347.426

РОЗГЛЯД ЦИВІЛЬНИХ СПРАВ ЩОДО КОМПЕНСАЦІЇ ШКОДИ, ЗАПОДІЯНОЇ НЕПРАВОМІРНИМИ ДІЯМИ ОРГАНІВ, ЩО ЗДІЙСНЮЮТЬ ОПЕРАТИВНО-РОЗШУКОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ, ОРГАНІВ ДОСУДОВОГО РОЗСЛІДУВАННЯ, ПРОКУРАТУРИ І СУДУ

Достдар Р. М.

к. ю. н., доц., доцентка кафедри морського та господарського права,
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
dostdar.r@gmail.com,

Сидоров Д.А.

студент магістратури Факультету морського права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
dima1252513@gmail.com

Анотація. У тезах розглядаються питання деліктної відповідальності за шкоду, спричинену неправомірними діями органів, що здійснюють оперативно-розшукову діяльність,

органів досудового розслідування, прокуратури і суду. Проаналізовані підстави та суб'єкти відповідальності. Досліджується судова практика з окресленого питання.

Ключові слова: делікт, відповідальність, неправомірні дії, правоохоронні органи, судові органи.

Вступна частина. Конституція України гарантує громадянам право на компенсацію шкоди, заподіяної неправомірними діями посадових осіб у виконанні їх повноважень. Однак оскарження таких ситуацій породжує специфічні процесуальні аспекти через неоднозначність у визначенні відповідальності (держави чи конкретного органу), а також відсутність чіткого регулювання розміру компенсації моральної шкоди в чинному законодавстві. Такі вчені як Н. Ю. Голубєва, М. Р. Мазур, О. О. Грін, І. В. Спасибо-Фатєєва та інші досліджували різні аспекти процесуального розгляду цивільних справ щодо компенсації шкоди, заподіяної неправомірними діями органів правопорядку та суду. Проте, деякі питання, пов'язані з цими справами в межах цивільного судочинства, залишаються недостатньо вивченими та потребують подальшого дослідження.

Метою роботи є аналіз особливостей правового регулювання зобов'язань із відшкодування шкоди, завданої неправомірними діями органів, що здійснюють оперативно-розшукову діяльність, органів досудового розслідування, прокуратури і суду.

Основна частина. Відповідно до статті 56 Конституції України, «кожен має право на відшкодування за рахунок держави чи органів місцевого самоврядування матеріальної та моральної шкоди, завданої незаконними рішеннями, діями чи бездіяльністю органів державної влади, органів місцевого самоврядування, їх посадових і службових осіб при здійсненні ними своїх повноважень» [1].

Реалізація цього права базується на нормах Конституції України, Цивільного кодексу та Цивільного процесуального кодексу України, а також законів, які визначають порядок відшкодування шкоди, заподіяної громадянинові неправомірними діями органів, що здійснюють оперативно-розшукову діяльність, органів досудового розслідування, прокуратури і суду.

Згідно зі статтею 1176 ЦК України, яка регулює відшкодування шкоди, завданої незаконними рішеннями, діями чи бездіяльністю органу, що здійснює оперативно-розшукову діяльність, досудове розслідування, прокуратури або суду, «у випадках, коли фізична особа стала жертвою незаконного засудження, притягнення до кримінальної відповідальності, застосування запобіжного заходу, затримання чи накладення адміністративного стягнення, шкода підлягає повному відшкодуванню державою незалежно від вини посадових осіб» [3].

У відшкодуванні шкоди, заподіяної незаконними діями органів, що здійснюють оперативно-розшукову діяльність, органів досудового розслідування, прокуратури і суду, використовуються два основні способи: непозовний та позовний. Наприклад, майнову шкоду можна відшкодувати непозовним порядком, через подання заяви до відповідного органу, який закрив кримінальне провадження або ухвалив виправдувальний вирок. Процес відшкодування моральної шкоди може здійснюватися за правилами загального позовного порядку, відповідно до норм цивільного судочинства.

Згідно зі статтею 12 Закону України «Про порядок відшкодування шкоди, завданої громадянинові незаконними діями органів, що здійснюють оперативно-розшукову діяльність,

органів досудового розслідування, прокуратури і суду», «розмір компенсації визначається відповідними органами протягом місячного терміну з моменту звернення громадянина» [4].

Навіть якщо особа не погоджується з постановою щодо відшкодування шкоди, вона має право оскаржити її до суду. Відповідно до положень Цивільного процесуального кодексу, громадянин може подати позовну заяву до суду за захистом своїх цивільних прав та обов'язків.

Стосовно видів компенсації шкоди, передбачених статтею 3 Закону України «Про порядок відшкодування шкоди, завданої громадянинові незаконними діями органів дізнання, досудового слідства, прокуратури і суду», визначено: «втрачений заробіток; майнові втрати (гроші, вклади, цінні папери, частки у господарських товариствах); штрафи; судові витрати; витрати на юридичну допомогу та моральна шкода» [4].

Зазначена компенсація шкоди здійснюється за рахунок коштів державного бюджету, а майно повертається в натурі або відшкодовується через підприємства, установи або організації, яким воно передано безоплатно.

Також слід зазначити, що виникнення права на компенсацію моральної шкоди пов'язане зі стражданнями, завданими громадянинові фізичним чи психологічним впливом, які можуть включати погіршення відносин з людьми та інші негативні наслідки. Це питання, однак, залишається неврегульованим належним чином в цивільному праві, тому в практиці часто виникають суперечки стосовно розміру компенсації моральної шкоди.

У статті 13 Закону України «Про порядок відшкодування шкоди, завданої громадянинові незаконними діями органів, що здійснюють оперативно-розшукову діяльність, органів досудового розслідування, прокуратури і суду» законодавець встановив «мінімальний розмір моральної шкоди, пов'язаний з мінімальним розміром заробітної плати на момент розгляду справи судом за кожен місяць перебування під слідством та судом. Цей розмір є гарантованим мінімумом і не може бути зменшений» [4].

Питання розміру та форми компенсації моральної шкоди належним чином не врегульоване у чинному законодавстві. Законодавець встановив мінімальний розмір моральної шкоди, проте, питання розміру та форми компенсації моральної шкоди, у розмірі понад встановлений законодавцем мінімум, враховуючи характер та обсяг страждань, вимушених змін у житті та інших факторів, на практиці вирішується на розсуд національної судової системи або ЄСПЛ.

Отже, визначення розміру та форми компенсації моральної шкоди відшкодовується «залежно від характеру та обсягу страждань, вимушених змін у житті та інших факторів, проте питання щодо відповідальності сторін за виникнення шкоди залишається дискусійним» [5].

Аналізуючи частину 2 статті 48 Цивільного процесуального кодексу України, можна зробити висновок, що держава як учасник цивільних відносин може бути відповідачем у справах про відшкодування шкоди, заподіяної органом державної влади, їх посадовою або службовою особою. Це випливає з того, що частиною 2 статті 48 ЦПК передбачено, що «позивачем і відповідачем можуть бути фізичні та юридичні особи, а також держава» [2].

Велика Палата Верховного Суду у своїй постанові від 27 листопада 2019 р. в справі № 242/4741/16-ц (провадження № 14-515цс19) зазначила, що: «з урахуванням того, що саме на державу покладено обов'язок запровадити внутрішні процедури, які посилять прозорість і ясність їхніх дій, мінімізують ризик помилок і сприятимуть юридичній визначеності в

цивільних правовідносинах, Велика Палата Верховного Суду вважає за необхідне вказати, що належним відповідачем у справах про відшкодування шкоди, завданої органом державної влади, їх посадовою або службовою особою, є держава як учасник цивільних відносин, як правило, в особі органу, якого відповідач зазначає порушником своїх прав» [5].

Таким чином, велика Палата Верховного Суду визнала, що належним відповідачем у справах про відшкодування шкоди, заподіяної органом державної влади, їх посадовою або службовою особою, є держава як учасник цивільних відносин, зазвичай у особі органу, який вчинив дії, що порушили права позивача.

Аналізуючи практику Верховного Суду, можна помітити значну кількість рішень у цій категорії справ, що пояснюється складністю визначення моральної шкоди та специфікою порядку відшкодування матеріальних прав.

Висновки. Реалізація права на відшкодування шкоди, завданої громадянинові незаконними діями органів, що здійснюють оперативно-розшукову діяльність, органів досудового розслідування, прокуратури і суду, залежить не лише від законодавчого закріплення, а й від наявності якісного та ефективного механізму реалізації такого права, доступу до правосуддя та відшкодування. На нашу думку, комплексне вдосконалення таких аспектів допоможе у вирішенні питання розміру та форми відшкодування, у розмірі понад встановлений законодавцем мінімум, а також вдосконалення порядку відшкодування матеріальних прав.

Література

1. Конституція України від 28.06.1996 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text. (Дата звернення: 04.08.2024).

2. Цивільний процесуальний кодекс України від 18.03.2004 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1618-15#Text. (Дата звернення: 04.08.2024).

3. Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text. (Дата звернення: 04.08.2024).

4. Закон України «Про порядок відшкодування шкоди, завданої громадянинові незаконними діями органів, що здійснюють оперативно-розшукову діяльність, органів досудового розслідування, прокуратури і суду» від 01.12.1994 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266/94-%D0%B2%D1%80#Text. (Дата звернення: 04.08.2024).

5. Постанова Великої Палати Верховного Суду від 27 листопада 2019 р. в справі № 242/4741/16-ц.

CONSIDERATION OF CIVIL CASES REGARDING COMPENSATION FOR DAMAGE CAUSED BY ILLEGAL ACTIONS OF BODIES PERFORMING OPERATIONAL AND INVESTIGATIVE ACTIVITIES, BODIES OF PRE-JUDICIAL INVESTIGATION, PROSECUTOR'S OFFICE AND THE COURT

Dostdar R. The Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUS)

Sidorov D. The Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUS)

Abstract. Theses examine the issues of tortious liability for damage caused by the illegal actions of the bodies carrying out operational and investigative activities, pre-trial investigation

bodies, the prosecutor's office and the court. The reasons and subjects of responsibility are analyzed. The judicial practice on the outlined issue is studied.

Keywords: tort, liability, illegal actions, law enforcement agencies, judicial authorities.

УДК 342.9: 351

СУЧАСНИЙ СТАН ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИКИ В КОНТЕКСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Сандюк Г.О.
кандидат юридичних наук, доцент,
доцент кафедри адміністративного та конституційного права,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
ganna.sandiuk@nuos.edu.ua

Анотація. Досліджено правове регулювання енергетики як складового елементу національної безпеки України. Зроблено огляд основних нормативно-правових актів України у сфері енергетики, що набули чинність за 2022–2023 роки. Зроблено висновок, що зміни у законодавстві відбуваються з урахуванням міжнародних зобов'язань України з євроінтеграції та для врегулювання нагальних проблем енергетики, викликаних повномасштабною збройною агресією Російської Федерації проти України.

Ключові слова: правове регулювання, енергетика, національна безпека.

Вступна частина. Без енергетики функціонування економіки за теперішнього рівня розвитку продуктивних сил не можливе. В той час, як світова спільнота стикається з проблемою глобального стрімкого вичерпання традиційних вуглеводневих джерел енергії та надмірного навантаження на навколишнє середовище через людську діяльність; Україні доводиться вирішувати проблеми своєї економіки та енергетики ще й в умовах неоголошеної повномасштабної війни та безпрецедентного знищення об'єктів енергетики.

Енергетична безпека є складовою національної безпеки держави. У протистоянні Російської Федерації з Україною негативний вплив на енергетику використовується як засіб посягання на суверенітет та незалежність країни. Правове регулювання енергетики в Україні, реагуючи на виклики часу, повинно перейти на новий етап та сприяти збереженню держави в цілому та виконанню зобов'язань держави щодо прав людини.

Мета роботи – дослідити сучасний стан правового регулювання енергетики України у контексті національної безпеки нашої держави.

Основна частина. Енергетична безпека – спроможність країни технічно надійним та безпечним, економічно ефективним та екологічно прийнятним способом забезпечити: (i) задоволення потреб суспільства в енергоресурсах; (ii) стале функціонування національної економіки в нормальних і кризових умовах; (iii) незалежність країни у формуванні та здійсненні політики захисту національних інтересів [1, с. 15].

Загрози енергетичній безпеці можна визначити як короткочасні або тривалі, реальні або потенційні обставини, явища, чинники або події, що можуть порушити безпеку та стійкість функціонування енергетичного сектору країни, обмежити або порушити енергозабезпечення споживачів, призвести до аварій та інших негативних наслідків [1, с. 91]. Метою ж управлінської діяльності суб'єкта, в тому числі держави є формування такої системи забезпечення енергетичних потреб, що ефективно функціонує у найбільш ефективний спосіб, за якого відбувається найнижче навантаження на суспільство та навколишнє середовище у певних політичних, економічних, технологічних, кліматичних, соціальних умовах на визначеному історичному етапі [1, с. 87].

Оптимальному здійсненню державного управління в будь-якій сфері повинно сприяти відповідне правове регулювання. Правовому регулювання енергетики в Україні весь час її існування приділялась велика увага. Основою для правового регулювання енергетики в Україні є Конституція України та міжнародні договори, згоду на обов'язковість яких дала Верховна Рада. Вже тривалий час є чинними в Україні такі її спеціальні, для сфери енергетики, Закони, як «Про електроенергетику», «Про енергозбереження», «Про альтернативні види палива», «Про альтернативні джерела енергії», «Про ринок електричної енергії», «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу», «Про зелені аукціони», «Про енергетичну ефективність» тощо. При цьому Шульга Є.В., досліджуючи правове регулювання енергетики України ще до початку повномасштабного вторгнення Російської Федерації на територію нашої держави у 24 лютого 2022 року, навіть тоді ще відмітив, що рівень енергетичної безпеки України далекий від належного та в Україні була відсутня єдина стратегія енергетичної безпеки [2, с. 69].

Як нові орієнтири для правового регулювання енергетики в Україні на глобальному рівні слід відмітити Цілі сталого розвитку на період до 2030 року, прийняті Генеральною Асамблеєю Організації Об'єднаних Націй; на рівні Європейського Союзу – Стратегія сталого розвитку ЄС та Стратегія ЄС у сфері енергетики і боротьби зі зміною клімату до 2030 року.

У сфері національної безпеки України в цілому у 2018 році був прийнятий Закон України «Про Національну безпеку України. Стратегія національної безпеки України затверджена Указом Президента України від 14 вересня 2020 року № 392/2020.

Нині чинна Стратегія енергетичної безпеки розроблена на виконання пункту 66 Стратегії національної безпеки України та схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 4 серпня 2021 року № 907-р.

Кабінет Міністрів України своїм розпорядженням від 21 квітня 2023 року № 373-р схвалив Енергетичну стратегію України на період до 2050 року [3]. Її текст при цьому не опублікований ні на сайті Уряду України, ні на сайті Верховної Ради України.

На сайті ж Міністерства енергетики України є інформація ще від 08.02.2022 щодо її змісту. Таким чином, на жаль, сьогодні немає можливості проаналізувати текст Енергетичної стратегії України до 2050 року. На сайті ж Міністерства енергетики зазначено, що місією Енергетичної стратегії України до 2050 року є створення умов для сталого розвитку національної економіки через забезпечення доступу до надійних, стійких і сучасних джерел енергії. До 2050 року енергетичний сектор має бути максимально наближений до кліматичної нейтральності. Це означатиме наявність чистої енергії, подолання енергетичної бідності,

розвиток інноваційної та децентралізованої енергосистеми, повноцінне функціонування національних енергетичних ринків і їх інтеграцію в міжнародні.

Ключовими принципами Енергетичної стратегії України є економічна обґрунтованість, екологічність, доступність, соціальна справедливість та ринковість [3].

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2024 року було схвалено Стратегія формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року і затверджено операційний план заходів з її реалізації у 2024–2026 роках.

В 2023–2024 роках були внесені зміни до деяких законів України щодо запобігання зловживання на оптових енергетичних ринках та щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України.

Постановою Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2023 року № 924 врегульоване створення Національного енергетичного і кліматичного плану (НЕКП), що також в рамках прагнення до сталого розвитку.

Рішенням Ради національної безпеки і оборони були передбачені додаткові заходи з посилення стійкості енергетичної системи та підготовки національної економіки до роботи в осінньо-зимовий період 2023/2024 рік. Аналогічний документ слід очікувати і на 2024/2025 рік.

Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання, затверджені розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 серпня 2024 року № 761-р.

Крім вище наведених, був підготовлений ряд підзаконних нормативних актів у сфері енергетики.

Висновки. Енергетична безпека є складовою частиною національної безпеки. Нанесення державою-агресором шкоди енергетиці країни є посяганням на суверенітет держави. Правовому регулюванню енергетики в незалежній Україні завжди приділялась велика увага. Основою такого регулювання є Конституція України та міжнародні договори, згоду на обов’язковість яких дала Верховна Рада України. В правовому регулюванні енергетики на сьогоднішній день на перший план вийшло узгодження законодавства України із Цілями сталого розвитку на період до 2030 року, прийнятими Генеральною Асамблеєю Організації Об’єднаних Націй; Стратегією сталого розвитку ЄС та Стратегією ЄС у сфері енергетики і боротьби зі зміною клімату до 2030 року. В умовах повномасштабного протистояння з Російською Федерацією та безпрецедентної шкоди енергетичним об’єктам Верховна Рада, Президент України, Рада національної безпеки і оборони України та інші профільні органи державної виконавчої влади прийняли ряд необхідних нормативно-правових актів або внесли зміни у вже існуючі. Аналізуючи їх, можна звернути увагу, що першочергова увага при зміні законодавства у сфері енергетики приділяється зобов’язанням України в рамках євроінтеграції, в тому числі щодо сталого розвитку економіки та «зеленої» трансформації енергетики. Лише в другу чергу, у відповідь на нагальні потреби, викликані агресією Російської Федерації, частково врегульовуються питання, пов’язані із підвищенням надійності функціонування енергосистеми України.

Правове регулювання енергетики повинно бути засобом для досягнення такої мети управлінської діяльності суб’єктів права, в тому числі держави, як формування такої системи забезпечення енергетичних потреб, коли відбувається найнижче навантаження на суспільство

та навколишнє середовище у певних політичних, економічних, технологічних, кліматичних, соціальних умовах на визначеному історичному етапі.

З точки зору функцій, яким повинна слугувати енергетична безпека, ґрунтуючись на нашому повсякденному досвіді слід відмітити, наступне. Законодавець в Україні в цілому поки що частково сприяв задоволенню потреб суспільства в енергоресурсах; не в повній мірі забезпечив стале функціонування національної економіки в кризових умовах. Питання щодо ефективності сучасного правового регулювання в Україні для належного виконання функції енергетичної безпеки сприяти незалежності країни у формуванні та здійсненні політики захисту національних інтересів потребує додаткового дослідження.

Література

[1]. Енергетична безпека України: перспективна модель управління ризиками : монографія / [О. М. Суходоля, Ю. М. Харазішвілі, Г. Л. Рябцев] ; за ред. О. М. Суходолі. – Київ : НІСД, 2023. – 152 с. – DOI: https://doi.o HYPERLINK “https://doi.org/10.53679/“rg/10.53679/NISS-book.2023.01 URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2023-12/ad_mono_sukhodolia_do_druku_na_site_02_01_2024.pdf

[2] Шульга Є.В. Правове забезпечення енергетичної безпеки України: сучасний стан та перспективи // Науковий вісник Дніпропетровського державного університету внутрішніх справ. 2019. № 4. – С. 69–74. – DOI: 10.31733/2078-3566-2019-4-69-74

[3] Енергетична стратегія. 8.02.2022. – Офіційний сайт Міністерства енергетики України. URL: https://mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya

CURRENT STATE OF LEGAL REGULATION OF ENERGY IN THE CONTEXT OF NATIONAL SECURITY OF UKRAINE

Sandiuk Hanna Oleksandrivna

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The legal regulation of energy as a constituent element of the national security of Ukraine has been investigated. The main regulatory and legal acts of Ukraine in the field of energy, which entered into force in 2022–2023, have been reviewed. It is concluded that the changes in the legislation take place taking into account Ukraine’s international obligations regarding European integration and to resolve the urgent problems caused by the full-scale armed aggression of the Russian Federation against Ukraine.

Key words: legal regulation, energy, national security

УДК 347.9

ПІДСТАВИ ПЕРЕГЛЯДУ СУДОВИХ РІШЕНЬ ЗА НОВОВИЯВЛЕНИМИ АБО ВИКЛЮЧНИМИ ОБСТАВИНАМИ В ЦИВІЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Достдар Р. М.
к. ю. н., доц., доцентка кафедри морського та господарського права,
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
dostdar.r@gmail.com,
Спінатій І.В.
студентка 3-го курсу Національного університету імені Петра Могили
м. Миколаїв, Україна
iraspinatii@gmail.com

Анотація. У тезах розглядаються деякі питання перегляду судових рішень за нововиявленими або виключними обставинами. Проаналізовані умови такого перегляду, а також звернена увага на відмінності дефініцій. Також досліджені Постанови Касаційного цивільного суду та Великої Палати Верховного суду.

Ключові слова: перегляд судових рішень, нововиявлені обставини, виключні обставини, цивільне судочинство.

Вступна частина. Перегляд судових рішень за нововиявленими або виключними обставинами є не новим у чинному цивільно-процесуальному законодавстві, проте, даний інститут потребує більш кращого забезпечення ефективного захисту порушених прав і законних інтересів учасників цивільного судочинства. Про це та інше зазначається в різних дослідженнях науковців з цього питання, а саме: В.В. Лаврова, Д.О. Менюк, Л.М. Ніколенко, Т.А. Цувіни та інших.

Метою роботи є з'ясування значення судового перегляду за нововиявленими або виключними обставинами для здійснення законного та справедливого цивільного судочинства та правовий аналіз природи перегляду судових рішень за нововиявленими або виключними обставинами в цивільному процесі.

Основна частина. Перегляд рішень, постанов або ухвал за нововиявленими або виключними обставинами є особливим видом провадження в цивільному судочинстві. Підставою такого перегляду судового рішення, на відміну від апеляційного та касаційного оскарження, є не недоліки розгляду справи, а саме: «незаконність та (або) необґрунтованість судового рішення чи ухвали, неправильне застосування судом норм матеріального права, порушення норм процесуального права», а відсутня можливість у суду на час ухвалення рішення врахувати істотну обставину, що суттєво могла вплинути на вирішення справи. В свою чергу, учасники розгляду справи не знали про цю істотну обставину та, відповідно, не могли надати суду дані про неї, чи на той час ще не була встановлена неконституційність нормативно-правового акту на який суд посилався, чи ще був встановлений факт порушення міжнародних зобов'язань. Перегляд справи за нововиявленими або виключними обставинами

своєю метою має не усунення судових помилок як в апеляційному чи касаційному переглядах, а лише перегляд вже розглянутої справи з урахуванням обставини, про існування якої стало відомо тільки після ухвалення судом рішення у справі.

Розглядаючи питання перегляду судового рішення за нововиявленими обставинами, необхідно відмежовувати поняття «нововиявлені обставини» та «нові обставини». Європейський суд з прав людини зазначає, що обставини, які стосуються справи, існували протягом судового розгляду, залишалися невідомими для судді та стали відомими лише після судового розгляду, є «нововиявленими обставинами». Натомість обставини, які стосуються справи, однак з'явилися лише після судового розгляду, є «новими» [1, с. 40].

У науковій праці Д.О. Менюк знаходимо дефініцію «нововиявлені обставини». Спираючись на чинне цивільне процесуальне законодавство, вчена пропонує «визначати нововиявлені обставини у широкому розумінні, як істотні для справи підстави для перегляду, про які учаснику справи стало відомо після набрання судовим рішенням законної сили». До того ж, Д.О. Менюк зазначає, що «істотність, як ознака нововиявлених обставин, обумовлюється безпосереднім зв'язком такої обставини з матеріалами справи і її впливом на мотивувальну або резолютивну частину судового рішення, що набрало законної сили. А невідомість, як ознаку нововиявлених обставин, вона визначає як таку, що встановлює об'єктивну неможливість її врахування учасниками справи при розгляді та вирішення цивільної справи» [2].

У ч. 2 ст. 423 Цивільного процесуального кодексу України перелічені підставами для перегляду судового рішення за нововиявленими обставинами. Даний перелік не є повним, про що свідчить судова практика. Законодавець, в свою чергу, визначив вичерпний перелік обставин за якими НЕ буде застосовуватись перегляд справ за нововиявленими обставинами, що міститься у ч. 4. ст. 423 Цивільного процесуального кодексу України. Тобто, зазначене вище свідчить про те, що обставини, які виникли чи змінилися після ухвалення судом рішення, а також обставини, на які посилається учасник судового процесу у своїх поясненнях, касаційній скарзі або які могли бути встановлені в разі виконання судом вимог процесуального закону, не можуть визнаватися нововиявленими.

Так, у Постанові Касаційного цивільного суду від 15.02.2023 року у справі № 520/15324/19 зазначається, що «нововиявленими обставинами за своєю юридичною суттю є фактичні дані, що у встановленому порядку спростовують факти, які були покладені в основу судового рішення. Для вирішення питання про наявність підстав для перегляду судового рішення за нововиявленими обставинами, необхідно розрізняти поняття нововиявленої обставини (як факту) і нового доказу (як підтвердження факту). Не може вважатися нововиявленою обставина, яка ґрунтується на переоцінці тих доказів, які вже оцінювалися судом у процесі розгляду справи» [4].

Крім того, Касаційний цивільний суд у своїй Постанові від 25.01.2023 року у справі № 378/962/19 приходить до висновку, що «нововиявлені обставини мають підтверджуватися фактичними даними (доказами), що в установленому порядку спростовують факти, покладені в основу судового рішення. Суд має право скасувати судове рішення у зв'язку з нововиявленими обставинами лише за умови, що ці обставини можуть вплинути на юридичну оцінку обставин, здійснену судом у судовому рішенні, що переглядається. Необхідно розрізняти нові докази та докази, якими підтверджуються нововиявлені обставини, оскільки

нові докази не можуть бути підставою для перегляду судового рішення у зв'язку з нововиявленими обставинами. Процесуальні недоліки розгляду справи (зокрема, неповне встановлення фактичних обставин справи) не вважаються нововиявленими обставинами, проте можуть бути підставою для перегляду судового рішення в апеляційному або касаційному порядку» [5].

Слід також звернути увагу на намагання правозастосовної практики дати розширене тлумачення «нововиявленим обставинам». Так, у Постанові Великої Палати Верховного Суду від 22 січня 2019 року у справі № 127/10129/17 стверджується, що «нововиявленими є обставини, які: входять до предмета доказування у відповідній справі; обґрунтовують вимоги або заперечення сторін; можуть вплинути на висновки суду про права й обов'язки її учасників або мають інше істотне значення для правильного вирішення спору; існували на час розгляду справи, рішення в якій переглядається; спростовують фактичні дані, покладені в основу такого рішення; не були встановлені, коли суд ухвалював це рішення; не були та не могли бути відомі на час розгляду справи особі, яка звертається із заявою про перегляд рішення; стали відомими тільки після його ухвалення» [6].

Виходячи з зазначених вище Постанов як Касаційного цивільного суду так і Великої Палати Верховного суду, можемо дійти висновку, що хоча в ЦПК України відсутній вичерпний перелік нововиявлених обставин, практика судочинства Верховного суду відображає цей вичерпний перелік.

Щодо підстав для перегляду за виключних обставини, то їх перелік зазначений у ч. 3 ст. 423 Цивільного процесуального кодексу України.

Л.М. Ніколенко визначає виключні обставини як «невідомі раніше факти об'єктивної дійсності, які виявлені після розгляду справи, що мають значення для її законного та обґрунтованого вирішення, вказані заявником та встановлені судом після подання заяви про перегляд судового рішення» [7, с. 126].

Щодо обмеження, яким законодавець унеможливлює застосування повороту виконання в ситуаціях, коли справа переглядатиметься за виключними обставинами через значний проміжок часу. Вчена Т.А. Цувіна наголошує на важливості такого введення. Але вона зазначає, що «воно є виправданим для позовів про присудження, проте що стосовно позовів про визнання та перетворювальних позовів, таких ускладнень із поворотом виконання бути не може. Отже, це означає, що відсутні легітимні підстави для виключення рішень за вказаними позовами з об'єктів перегляду за виключними обставинами» [8, с. 140].

Висновок. Зазначене вище дозволяє стверджувати, що перегляд судових рішень за нововиявленими або виключними обставини покликаний забезпечувати справедливе та законне судове рішення. Даний перегляд справ має свій окремий механізм цивільного процесу, оскільки відповідає всім ознакам окремої стадії, що відрізняється своєю структурою від інших проваджень. Також необхідно розрізняти дефініції «нововиявлені обставини» та «виключні обставини», про що зазначають як науковці в своїх працях так і судова практика.

Література

1. Лавров В.В. Перегляд судових рішень за нововиявленими обставинами у контексті права на справедливий судовий розгляд цивільних справ. *Підприємництво, господарство і право*. 2020. № 6. С. 39–43.

2. Менюк Д.О. Перегляд судових рішень за нововиявленими та виключними обставинами у цивільному процесі України: дис. д-ра філософії. Інститут держави і права імені В.М. Корецького НАН України, Київ, 2021. URL: http://idpnan.org.ua/files/2021/menyuk-d.o.-pereglyad-sudovih-rishen-za-novoviyavlenimi-abo-viklyuchnimi-obstavinami-u-tsivilnomu-protsesi-ukrayini.pdf (Дата звернення: 03.08.2024).

3. Цивільний процесуальний кодекс України : Закон України від 18 березня 2004 р. № 1618-IV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1618-15#Text (Дата звернення: 03.08.2024).

4. Постанова Касаційного цивільного суду від 15.02.2023 року у справі № 520/15324/19. URL: https://reyestr.court.gov.ua/Review/109156997 (Дата звернення: 03.08.2024).

5. Постанова Касаційного цивільного суду від 25.01.2023 року у справі № 378/962/19. URL: https://reyestr.court.gov.ua/Review/108627878 (Дата звернення: 03.08.2024).

6. Постанова Великої Палати Верховного суду від 22 січня 2018 року у справі № 127/10129/17. URL: https://reyestr.court.gov.ua/Review/77590184 (Дата звернення: 03.08.2024).

7. Ніколенко Л.М. Поняття та ознаки перегляду судових рішень за нововиявленими або виключними обставинами у господарському судочинстві. *Право України*. 2018. № 7. С. 115–129.

8. Цувіна Т.А. Інститут конституційної скарги та перегляду судових рішень за виключними обставинами в контексті принципу верховенства права. *Прикарпатський юридичний вісник*. 2019. Вип. 3 (28). С. 136–141.

GROUNDS FOR REVIEW OF COURT DECISIONS UNDER NEWLY DISCOVERED OR EXCEPTIONAL CIRCUMSTANCES IN CIVIL PROCEEDINGS

Dostdar R. The Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUS)
Spinatiy I. Black Sea National University named after Petro Mohyla

Abstract. Theses consider some issues of reviewing court decisions under newly discovered or exceptional circumstances. The conditions of such revision are analyzed, as well as attention is paid to differences in definitions. The Resolutions of the Civil Court of Cassation and the Grand Chamber of the Supreme Court were also examined.

Keywords: review of court decisions, newly discovered circumstances, exceptional circumstances, civil proceedings.

УДК 347.426

СУБ'ЄКТИ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ЗА ШКОДУ СПРИЧИНЕНУ МАЛОЛІТНЬОЮ І НЕПОВНОЛІТНЬОЮ ОСОБОЮ

Достдар Р. М.
к. ю. н., доц., доцентка кафедри морського та господарського права,
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
dostdar.r@gmail.com,
Тарасенко О.О.
студент магістратури Факультету морського права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
tarasenkoalexandr01@gmail.com

Анотація. У тезах розглядаються питання деліктної відповідальності за шкоду, спричинену малолітніми чи неповнолітніми особами. Проаналізовані підстави та суб'єкти відповідальності. Звертається увага на відмінності відповідальності за шкоду, спричинену малолітніми від відповідальності за шкоду, спричинену неповнолітніми.

Ключові слова: делікт, відповідальність, діти, малолітні особи, неповнолітні особи.

Вступна частина. В будь-якому суспільстві непоодинокі випадки, коли одні учасники завдають шкоди майну, правам чи інтересам іншим учасникам. Цілком справедливо, що особа, яка завдала шкоду, повинна понести відповідальність за свої дії і компенсувати завдані збитки, однак не всі спроможні це зробити – і ця спроможність залежить від віку і, відповідно, деліктоздатності, безпосереднього спричинювача шкоди. Тому дослідження таких випадків деліктної відповідальності є вельми актуальним, про що свідчать наукові праці таких вчених як Г.М. Грабовська, І.С. Мельничук, М.В. Логвінова, Ж.Л. Чорна, Г.Б. Яновицька та інші.

Метою роботи є аналіз особливостей правового регулювання зобов'язань із відшкодування шкоди, завданої дитиною (малолітньою чи неповнолітньою особою), у цивільному праві України.

Основна частина. Статус дитини обумовлюється фізіологічною і соціальною незрілістю особи у початковий період свого життя, через що вона потребує особливого захисту. Забезпечення цього захисту є важливим елементом цивілізації і є предметом не тільки моралі, а й права. При чому цей обов'язок закріплюється не тільки національним законодавством, а й міжнародними договорами. Україна, наприклад, є підписантом Декларації прав дитини від 20 листопада 1959 року, яка містить наступний принцип: «Дитині законом та іншими засобами має бути забезпечений спеціальний захист і надані можливості та сприятливі умови, що дадуть їй змогу розвиватися фізично, розумово, морально, духовно та соціально, здоровим і нормальним шляхом, в умовах свободи та гідності. При ухваленні з цією метою законів основною метою має бути найкраще забезпечення інтересів дитини» [1].

У відповідності до цього принципу Цивільний Кодекс України (далі ЦК України) закріплює, що особи у віці від до 14 років мають часткову цивільну дієздатність і не мають

деліктоздатності (ст.ст. 31, 1178 ЦК України), а особи у віці від 14 до 18 років мають неповну цивільну дієздатність і набувають деліктоздатності (ст.ст. 32, 1179 ЦК України). Розділення осіб віком до 18 років на малолітніх та неповнолітніх обумовлено тим, що особи які досягли 18 років повинні вже бути достатньо зрілими для того, щоб усвідомлювати свої дії та їх наслідки, а у деяких випадках мають і матеріальну можливість відшкодувати завдану шкоду.

Оскільки малолітні особи не можуть нести відповідальність за заподіяну шкоду то виникає питання на кого покладається така відповідальність. Стаття 1178 ЦК України покладає обов'язок відшкодовувати шкоду, завдану малолітньою особою, на таке коло осіб: 1) батьки (усиновлювачі), опікун; 2) заклад охорони здоров'я чи інший заклад, що зобов'язаний здійснювати нагляд за малолітньою особою, а також особа, яка здійснює нагляд за малолітньою особою на підставі договору; 3) заклад, який здійснює функції опікуна малолітньої особи.

При завданні шкоди малолітньою особою відповідальність, перш за все, покладається на батьків. На думку Г.М. Грабовської та І.С. Мельничук це обумовлено тим, що виховання в сім'ї є першоосновою розвитку особистості дитини. На кожного з батьків покладається однакова відповідальність за виховання, навчання і розвиток дитини. Тобто в неправомірній поведінці дитини є певна міра вини батьків. Адже, правопорушення вчиняє дитина, але в певній мірі батьки допускають таку поведінку, не приділяючи належної уваги до виховання дітей та не здійснюючи контролю над ними. Тобто, не можна сказати, що батьки несуть відповідальність за чиїсь дії, вони відповідають за неналежне здійснення своїх батьківських обов'язків, несумлінне виховання та нагляд за малолітньою особою [3, с. 124].

Щодо батьків як суб'єктів відшкодування шкоди, завданої малолітньою особою, то на них покладається відповідне зобов'язання, незалежно від того чи вони записані батьками у свідоцтві про народження дитини, чи після встановлення батьківства, чи живуть вони разом чи ні. Тобто, в будь-якому випадку батьки однаково відповідають за дії їх дітей. Проте зобов'язання відшкодування шкоди, завданої малолітньою особою, не покладається на інших родичів дитини, які не мають права брати участь у її вихованні.

Усиновлювачі дитини несуть таку ж відповідальність за дії малолітньої особи, як і батьки, оскільки після всиновлення дитини вони набувають батьківських прав та обов'язків у повному обсязі. Варто зазначити, що в разі встановлення опіки над дітьми, батьки яких не позбавлені батьківських прав, відповідальність за завдану шкоду дитиною, будуть нести опікуни і батьки солідарно, якщо законні представники малолітнього не доведуть, що шкода виникла не з їх вини [3, с. 124].

Якщо малолітня особа перебувала в закладі, який за законом здійснює щодо неї функції опікуна, цей заклад зобов'язаний відшкодувати шкоду, завдану нею, якщо не доведе, що шкоди було завдано не з його вини. Проте вина цих закладів чи осіб є більш вузьким поняттям, ніж вина батьків (усиновлювачів) та опікунів, оскільки вина таких закладів чи осіб проявляється лише у невиконанні потрібного нагляду за дитиною в момент завдання нею шкоди. За невисокий рівень виховної роботи відповідні заклади й особи відповідальності не несуть [3, с. 125].

Дитячий будинок, що виконує функцію опікуна дитини, яка залишилась без законних піклувальників, зобов'язаний відповідати за шкоду, завдану дитиною. Однак, у випадку, коли малолітній має осіб, які зобов'язані його виховувати, але здійснюють це за допомогою дитячих

закладів, зобов'язання в такому випадку не покладаються на такі заклади. Якщо ж неможливо знайти сім'ю для дитини чи дитячий заклад, відповідальність за дії малолітнього несуть органи опіки та піклування. Органами опіки та піклування є районні, районні в містах Києві та Севастополі державні адміністрації, виконавчі органи міських, районних у містах, сільських, селищних рад.

Щодо закладів, які здійснюють нагляд за дітьми, то вони несуть відповідальність за завдану малолітніми шкоду, якщо не доведуть відсутність своєї вини, але дане зобов'язання не покладається на заклади дошкільної освіти, оскільки діти там перебувають лише певний час. Окрім цього, заклад, який відшкодував шкоду, вправі пред'явити зворотну вимогу до особи, винної у її завдані, яка порушила певні норми педагогіки, що спричинило неправомірну поведінку дитини.

Після досягнення особою 14-ліття і до досягнення 18-ти вона набуває нового статусу – неповнолітня особа. Вважається, що у цьому віці особа вже здатна усвідомити та відповідати за свої дії тому обов'язок відшкодувати завдану шкоду покладається на інших осіб тільки за умови, що дитина не може зробити це самостійно. Перелік цих осіб теж відрізняється. Так ст.1179 ЦК передбачає можливість перенесення відповідальності на «батьків (усиновлювачів), піклувальника; заклад, який за законом здійснює щодо неї функції піклувальника».

При цьому, зазначає Г.Б. Яновицька, відповідно ч.2 ст.619 ЦК України до пред'явлення вимоги особі, яка несе субсидіарну відповідальність, кредитор повинен пред'явити вимогу до основного боржника. Якщо основний боржник відмовився задовольнити вимогу кредитора або кредитор не одержав від нього в розумний строк відповіді на пред'явлену вимогу, кредитор може пред'явити вимогу в повному обсязі до особи, яка несе субсидіарну відповідальність [5, с. 225].

Так, відповідно до ст. 1183 ЦК України, «батьки зобов'язані відшкодувати шкоду, завдану дитиною, щодо якої вони були позбавлені батьківських прав, протягом трьох років після позбавлення їх батьківських прав, якщо вони не доведуть, що шкода не є наслідком невиконання ними своїх батьківських обов'язків». Разом з тим, суд може звільнити їх від відповідальності, коли вони з поважних причин не можуть здійснювати належний догляд за своїми дітьми.

Говорячи про заклад, який за законом здійснює щодо неї функції піклувальника слід уточнити, що маються на увазі відповідні виховні, лікувальні заклади, заклади соціального захисту населення чи інші аналогічні заклади, які є піклувальником неповнолітнього віком від 14 до 18 років. Жодні інші заклади, наприклад школи, санаторії, лікувальні заклади, будинки відпочинку, не несуть субсидіарної відповідальності за шкоду, заподіяну неповнолітнім у віці від 14 до 18 років. В таких випадках батьки (усиновлювачі) не звільняються від обов'язку відшкодувати завдану неповнолітнім шкоду, вони відповідають за неправильний вибір особи, якій доручили нагляд і виховання дитини [6].

Кожен із вказаних суб'єктів може уникнути відповідальності якщо доведе, що шкода була завдана не з його вини (ст.ст. 1178 і 1179 ЦК України).

Суттєвою відмінністю у відшкодуванні шкоди завданої неповнолітнім є те, що у разі досягнення повноліття або у разі отримання майна достатнього для відшкодування шкоди субсидіарна відповідальність припиняється (п. 3 ст. 1179 ЦК України).

Висновки. Таким чином, субсидіарна відповідальність по відношенню до дітей є соціальною необхідністю, яка урегульована законом. В рамках законодавства України коло суб'єктів які несуть таку відповідальність відрізняється в залежності від віку особи яка завдала шкоду. Так, особа яка не досягла 14 років має статус малолітньої і відповідальність за її вчинки може покладатися на батьків (усиновлювачв), опікуна; заклад охорони здоров'я чи інший заклад, що зобов'язаний здійснювати нагляд за малолітньою особою, а також особу, яка здійснює нагляд за малолітньою особою на підставі договору; заклад, який здійснює функції опікуна малолітньої особи. У період з 14 до 18 років особа набуває статус неповнолітньої і повинна нести відповідальність на загальних підставах, однак у випадку неможливості відшкодувати завдані збитки батьки (усиновлювачі), піклувальник або заклад, який за законом здійснює щодо неї функції піклувальника повинні взяти це зобов'язання на себе. Будь-який із зазначених суб'єктів може бути звільнений від цієї відповідальності, якщо доведе відсутність своєї вини.

Література

1. Декларація прав дитини (ООН, 1959 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_384#Text (Дата звернення: 04.08.2024).

2. Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р. № 435-IV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text. (Дата звернення: 04.08.2024).

3. Грабовська Г.М. Мельничук І.С. Особливості відшкодування шкоди, завданої малолітньою особою. *Юридичний вісник*. 2021. № 2 (59). С. 122–127.

4. Логвінова М.В. Про визначення кола осіб, які притягаються до субсидіарної відповідальності за шкоду, завдану правопорушенням неповнолітніх. *Методологія приватного права*: Матеріали науково теоретичної конференції. К.: Юрінком Інтер, 2003. С. 319–328.

5. Яновицька Г. Б. Суб'єкти деліктних зобов'язань. *Науковий вісник Ужгородського університету*: серія: Право. Ужгород: Видавничий дім «Гельветика», 2023. Т.1. Вип. 75. С. 222–227.

6. Чорна Ж.Л. Відповідальність за шкоду, завдану неповнолітніми, у цивільному праві України. *Університетські наукові записки*. 2015. № 3. С. 51–58.

SUBJECTS LIABLE FOR DAMAGE CAUSED BY A MINOR PERSON

Dostdar R. The Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUS)

Tarasenko O. The Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUS)

Abstract. Theses examine issues of tortious liability for damage caused by minors. The reasons and subjects of responsibility are analyzed. Attention is drawn to the differences between liability for damage caused by minors.

Key words: tort, liability, children, minors.

УДК 351/354

ВАГОМІСТЬ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ІННОВАЦІЙНОМУ КОНТЕКСТІ

Ломакіна О. А.
кандидат юридичних наук, доцент,
доцент кафедри адміністративного та конституційного права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
lomakina1616@gmail.com

Анотація. У дослідженні зроблено спробу проаналізувати інноваційні аспекти, що стосуються сфери публічного управління. Підкреслено вагомість виведення публічного управління на нові, інноваційні рамки розвитку. Акцентовано на необхідності переведення системи публічного управління на інноваційний тип, що дозволить забезпечити цивілізовані демократичні стандарти у цій сфері.

Ключові слова: публічне управління, органи публічної влади, інновації, інноваційний тип.

Вступна частина. Система публічного управління, що функціонує в нашій державі нині, на жаль, знаходиться на тому рівні, що не повністю відповідає потребам суспільного розвитку. Сьогодення вимагає аби управлінська царина виробила найбільш ефективні інструменти управлінської діяльності за допомогою впровадження інноваційних способів і засобів, що спрямовані на вдосконалення цієї сфери.

Мета роботи полягає у з'ясуванні значення розвитку системи публічного управління в інноваційному контексті.

Основна частина. Управління, як складна і багатогранна категорія, за допомогою якої забезпечується керованість та рівновага у суспільстві, а також вагомий чинник сталого розвитку та інших складових діяльності людини, характеризується багатьма особливостями та потребує постійного удосконалення. Особливий вплив на управлінські процеси справляють швидкі і значні трансформації, що відбуваються під впливом подальшого просування інформаційного суспільства. Передові технології, що знайшли своє застосування в управлінській сфері, вимагають їх подальшого розширення та удосконалення, постійних динамічних змін та інновацій.

На думку, яку висловлюють, І. В. Луциків, О. А. Сороківська та І. В. Котовська, об'єктом інноваційного розвитку, який відбувається у публічному управління, виступає і процес управління, й інновації, застосування і використання яких відбувається на всіх рівнях публічної влади та органах, які є її представниками [1, с. 125].

Натомість, В.П. Якобчук, С. В. Тищено та Н. С. Пугачова, розглядають інновації у публічному управлінні в контексті інтелектуалізації суспільства. При цьому науковці схиляються до думки, що «на етапі посилення процесу інтелектуалізації суспільства в управлінському процесі виникають проблеми які пов'язані зі збільшенням обсягів та

ускладненням управлінської інформації, з активізацією надходження невірної інформації, неправильним її сприйняттям, некваліфікованою оцінкою, що приводить до прийняття невірних управлінських рішень, неправильно обраних або поданих команд. Тому в умовах ускладнення та трансформації управлінського процесу важливим є контроль за його розвитком у державі, в місцевому самоврядуванні, добровільних об'єднаннях [2, с. 85].

Досить аргументованою і теза про те, що саме інновації стали ключовим чинником ефективного розвитку публічного управління в передових сталих демократіях світу, яку висловлюють, О. Ю. Кудріна та М. І. Масляк [3, с. 140]. Свій висновок вчені роблять з огляду на те, що підґрунтям для досягнення високих результатів в управлінському середовищі передових країн світу, стала саме інноваційна діяльність в системі публічного управління і це сприяло розвитку соціально-економічної сфери з найбільш швидким темпом [3, с. 140].

Висновки. Отже, підсумовуючи викладене вище можемо констатувати, що інновації та інноваційна діяльність є ключем для досягнення успіху в системі публічного управління. Такими інноваціями у вказаній сфері можуть стати нові, а також удосконалені старі механізми, які, передусім, будуть спрямовані на розвиток належної комунікації з населенням, бізнесом, громадськими об'єднаннями, а це, у свою чергу, спрямовуватиме органи публічної влади на усебічне вивчення їхніх потреб та моделювання найбільш ефективних і доцільних управлінських рішень.

Література

1. Луциків І.В., Сороківська О.А., Котовська І.В. Дослідження особливостей інноваційного розвитку системи публічного управління в Україні. *Економіка і суспільство*. 2017. Вип. 12. С. 124–128.

2. Якобчук В. П., Тищено С. В., Пугачова Н. С. Інноваційні підходи до публічного управління в контексті інтелектуалізації суспільства. *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. № 6. С. 83–87.

3. Кудріна О. Ю., Масляк М. І. Інновації та інноваційна діяльність в системі публічного управління: елементи теорії, логіки та понятійного апарату. *Публічне управління і адміністрування в Україні*. 2020. Вип. 19. С. 139–143.

IMPORTANCE OF THE DEVELOPMENT OF THE PUBLIC SYSTEM MANAGEMENT IN THE INNOVATIVE CONTEXT

Olena Anatolyivna Lomakina

Associate Professor of the Department of Administrative and Constitutional Law

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Candidate of Law, Associate Professor

Abstract. The article attempts to analyze innovative aspects related to the sphere of public administration. The importance of bringing public administration to new, innovative frameworks of development is emphasized. Emphasis is placed on the need to transfer the public management system to an innovative type, which will allow to ensure civilized democratic standards in this area.

Key words: public administration, public authorities, innovations, innovative type.

УДК 343.5.:614.253

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПОНЯТТЯ: ЛІКАРСЬКА ТАЄМНИЦЯ

Філіппських М.О.
старший викладач кафедри морського
та господарського права факультету морського права

Анотація. Однією з найважливіших проблем на сьогодні, як і у минулому, залишається лікарська таємниця, що є одним з основних понять медичної етики, деонтології й медичного права. Коли йдеться про взаємодію медицини й права, практично завжди одним із ключових питань є лікарська таємниця. Важливо зазначити, що термін «лікарська» не зовсім точно відображає обов'язок збереження у таємниці інформації про хворого. Більш точним може вважатися використання терміна «медична таємниця», оскільки мова йде про всю сферу медицини, про необхідність не тільки лікарям зберігати в таємниці отримані відомості.

Ключові слова: Лікарська таємниця, Юридична відповідальність, Медична етика, Суб'єкти відповідальності.

Лікарська таємниця – це один з видів медичної таємниці. Тому рекомендовано при розробці нормативно – правових актів у сфері охорони здоров'я використовувати термін «медична таємниця», що є більш коректним.

Основними факторами, що свідчать про правомірність використання поняття «лікарська таємниця», є:

–історичні передумови, відповідно до яких протягом століть застосовувався термін «лікарська таємниця»;

– відображення саме лікарської таємниці в нормативно – правових документах, що регламентують медичну діяльність у державі, зокрема в Основах законодавства України про охорону здоров'я;

– термінопозначення «лікарська» даного виду таємниці свідчить не про кваліфікацію й освіту медичного працівника, а про вид діяльності – «лікування».

З позицій комплексного сприйняття лікарської таємниці як складової частини більш ємного поняття «професійна таємниця» необхідно зазначити, що інформація, яка є складовою лікарської таємниці, характеризується такими ознаками:

1. медична професія, у силу якої медикові довіряється або стає відомою конфіденційна інформація;

2. конфіденційна інформація добровільно довіряється особі, що виконує професійні обов'язки в сфері медицини, на вибір власника цієї інформації й, як правило, торкається особистого життя останнього.

Доцільним буде наголосити, що інформація може вважатися професійною таємницею, якщо вона відповідає таким вимогам:

– довірена або стала відомою особі лише в силу виконання нею своїх професійних обов'язків;

– особа, якій довірена інформація, не перебуває на державній або муніципальній службі (службі в органах місцевого самоврядування) (в іншому випадку інформація вважається службовою таємницею);

– заборона на поширенн довіреної або такої, що стала відомою, інформації, яка може завдати шкоди правам і законним інтересам довірителя, встановлена законодавством;

– інформація не відноситься до відомостей, що становлять державну й комерційну таємницю.

Лікарська таємниця відповідає всім перерахованим ознакам, що робить її однією з різновидів професійних таємниць. У науковій літературі є різні підходи до розуміння лікарської таємниці, запропонованих як медиками, так і юристами, філософами, соціологами. Одні з них наголошують на морально – етичну сторону лікарської таємниці, інші на права пацієнта, треті – на осіб, зобов'язаних зберігати лікарську таємницю.

Разом з тим вимоги медичного права, як комплексної самостійної галузі права, дозволяють запропонувати визначення, яке базувалося б на нормах законодавства у сфері охорони здоров'я й ураховувало б принципи медичного права.

Обставинами, що свідчать про медико – правове значення дослідження лікарської таємниці, є:

– конституційний захист права на недоторканність особистого життя;

– лікарська таємниця важлива умова захисту соціального статусу пацієнта, його економічних інтересів;

– необхідність збереження довіри, відвертості, створення сприятливих умов для спілкування лікаря й пацієнта, формування так званої «терапевтичної співпраці» і контрактної моделі взаємин;

– розширення кількості осіб, у перелік службових обов'язків яких входить обробка інформації, що становить лікарську таємницю (співробітники страхових медичних організацій, судових і правоохоронних органів та ін.);

– правове відображення назви захворювання, яке дає право на соціальне захист, що оформляється у листках непрацездатності;

– необхідність надання морально – етичних і правових гарантій пацієнтові щодо збереження у таємниці відомостей, отриманих у результаті надання медичної допомоги.

Важливим аспектом медико – правового дослідження лікарської таємниці в контексті медичного права є проблема повідомлення діагнозу невиліковному хворому. В етичній і правовій літературі це питання асоціюється з таким феноменом, як «неправда заради добра», маючи на увазі довго існуючу в нашій країні практику приховання правильного діагнозу, прогнозу й повідомлення у такому випадку хворому неправильної інформації, по суті, неправдивої, яка б вселяла пацієнтові надію на видужання.

По суті, мова йде про найважливішу проблему лікарсько – правової етики, коли закон вимагає повного й всебічного правдивого інформування пацієнта про його хворобу, а гуманне, моральне відношення до хворого передбачає наявність у лікаря дилеми: назвати реальний діагноз і тим самим знизити впевненість в успіху лікування або назвати іншу, менш важку хворобу, але вселити хворому надію на видужання. Важливо підкреслити, що прихильники дотримання принципу «неправда заради добра», як правило, лікарі, у той час як серед супротивників цієї концепції переважають юристи. Тут, напевно, варто враховувати, що за

законом саме на лікаря покладається складніша, по суті, місія повідомлення пацієнтові несприятливого діагнозу.

Представники юридичної науки, говорячи про необхідність повного й правдивого інформування невиліковного хворого пацієнта, як правило, пояснюють свої думки наданням пацієнтові можливості здійснення певних дій. Мова йде про розпорядження з приводу свого майна, оформлення шлюбних відносин, розлучення, завершення розпочатої роботи й ін. Дійсно, важливість таких юридичних фактів очевидна. До того ж не можна ігнорувати ту обставину, що перед будь – яким медичним втручанням пацієнт повинен дати інформовану добровільну згоду. У випадку якщо мова йде про надання неправдивих відомостей, то рішення пацієнта буде прийматися в умовах порушення його права на одержання інформації, і в цьому разі ми маємо справу вже із двома порушеннями правових норм: згодою на медичне втручання й необхідність адекватного інформування пацієнта.

Вважається, що більш виправданим буде такий підхід у розв'язанні проблеми інформування невиліковно хворого пацієнта: подання всієї повноти інформації в найбільш м'якій, толерантній формі, з обов'язковим застосуванням тих методів і способів лікування, які найбільш ефективні при такій патології. Необхідно окреслити хворому реальну картину захворювання, що буде свідченням:

– поваги його прав і законних інтересів;

– надання можливості вибрати той або інший варіант лікування, дати свою згоду;

– надання можливості розпорядитися своїм майном, зробити певні дії;

– дотримання діючого в цей час законодавства.

Конституційною основою медичної таємниці є ст. 32 Конституції України, яка містить заборону втручатись в особисте і сімейне життя, а також передбачає, що збирання, зберігання, використання та поширення конфіденційної інформації про особу без її згоди не допускається, крім випадків, визначених законом, і лише в інтересах національної безпеки, економічного добробуту та прав людини. Зазначена конституційна норма відтворила положення міжнародних документів, зокрема ст. 12 Загальної Декларації прав людини, ст. 17 Міжнародного пакту про громадянські і політичні права, у яких міститься заборона свавільного чи незаконного втручання в особисте і сімейне життя особи, ст. 81 Конвенції про захист прав людини та основоположних свобод, у яких міститься заборона свавільного чи незаконного втручання в особисте і сімейне життя особи.

Слід зазначити, що відомості, які становлять лікарську таємницю, перебувають під конституційно – правовим захистом, що свідчить:

– про високу значимість для всього суспільства збереження у таємниці інформації, що стосується взаємин з медичною сферою кожної людини;

– про необхідність і обґрунтованість вивчення проблем лікарської таємниці для юристів і лікарів у контексті медичного права.

У ст. 286 ЦК України та ст. 391 Основ законодавства України про охорону здоров'я закріплено право пацієнта на таємницю про стан здоров'я, а також про факт звернення за медичною допомогою, діагноз, відомості, одержані при його медичному обстеженні. Норма ст. 40 Основ законодавства України про охорону здоров'я визначає один з найважливіших деонтологічних принципів – лікарську таємницю. Ця деонтологічна догма була закріплена ще у Клятві Гіппократа, де визначено «щоб при лікуванні, також і без лікування – я не бачив чи

не почув стосовно людського життя з того, що не варто коли – небудь розголошувати, я промовчу про те, вважаючи такі речі таємницею».

До конфіденційної інформації належить свідчення про свободу, у тому числі про стан здоров'я. Чинне законодавство розмежовує два терміни: лікарська таємниця, тобто інформація про пацієнта, та медична інформація, тобто інформація для пацієнта.

Таким чином, важливо і необхідно удосконалити взаємодію правоохоронних органів і експертних служб у справі об'єктивної юридичної кваліфікації дефектів надання медичної допомоги. Це необхідно як для медичних структур, так і для пацієнтів. Значення судово-медичної експертизи несприятливих результатів медичних втручань полягає ще і в тому, що в даний час є певні труднощі в правовій оцінці висновку судово – медичної експертизи якості надання медичної допомоги.

Література

1. Стеценко С.Г., Стеценко В.Ю., Сенюта І.Я. Медичне право України: Підручник / За заг. ред. д.ю.н., проф.. С.Г. Стеценка. – К.: Всеукраїнська асоціація видавців «Правова єдність», 2010. – 507 с.

2. Берн І., Езер Т., Коен Дж., Оверал Дж., Сенюта І. Права людини у сфері охорони здоров'я: практичний посібник / За наук. ред. І. Сенюти. – Львів : Вид-во ЛОБФ «Медицина і право», 2012.

3. Бібліографія з медичного права: національний контекст / упоряд. І. Я. Сенюта, О. Є. Січкоріз, Х. М. Шубак ; за заг. ред. І. Я. Сенюти. – Львів : Вид-во ЛОБФ «Медицина і право», 2014.

4. Булеца С. Б. Цивільні правовідносини, що виникають у сфері здійснення медичної діяльності: теоретичні та практичні проблеми : дис. докт. юрид. наук/ С. Б. Булеца. – Одеса, 2016.

5. Герц А. А. Договірні зобов'язання у сфері надання медичних послуг : дис. докт. юрид. наук / А. А. Герц – Львів, 2016.

6. Гладун З. Адміністративно-правове регулювання відносин у сфері охорони здоров'я за законодавством України / З. Гладун // Вісник Національної академії правових наук України. – 2020. – № 1.

7. Грін О. О. Загальне медичне право: Навчальний посібник: Альб.схем. О.О. Грін – Ужгород: Видавництво «ФОП Сабов А.М.», 2021.

8. Демченко І., Соловйов О. Попередження поширення фальсифікованих лікарських засобів на міжнародному та національному рівні : Монографія / І. Демченко, О. Соловйов.– К., 2014.

9. Клапатий Д. Й. Законодавче регулювання провадження господарської діяльності з медичної практики фізичними особами-підприємцями // Медичне право. – Спеціальний випуск. – № 3. – 2017.

Міжнародні та регіональні стандарти

1. General comment No. 14: The Righttothe Highest Attainable Standard of Health (Art. 12). CESCR, від 11.08.2000 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.refworld.org/docid/4538838d0.html.

2. Алма-Атинська Декларація. ВООЗ, від 06.09.1978 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.euro.who.int/ru/publications/policy-documents/ declaration-of-alma-ata,-1978

3. Декларація про медичну допомогу, орієнтовану на пацієнта / Міжнародний альянс організацій пацієнтів, від 24.02.2006 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.patientsorganizations.org

4. Декларація про політику в галузі дотримання прав пацієнта в Європі / Європейська консультативна нарада ВООЗ з прав пацієнта, 1994 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.who.int/genomics/public/eu_decl aration1994.pdf

5. Джакартська декларація про провідну роль зміцнення здоров'я у XXI столітті / ВООЗ, 21–25 липня 1997 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.who.int/ healthpromotion/conferences/previous/jakarta/declaration/en/index1.html

6. Європейська соціальна хартія / Рада Європи, від 03.05.1996 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_062

7. Європейська хартія прав пацієнтів, листопад 2002 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.activecitizenship.net/patients–rights/projects/29–european–charter–of–patients–rights.html

NORMATIVE-LEGAL REGULATION OF THE CONCEPT: MEDICINAL SECRET

Filippskikh M.O.

Senior lecturer of the Department of Maritime and Economic Law of the Faculty of Maritime Law

Abstract. One of the most important problems today, as in the past, remains medical secrecy, which is one of the main concepts of medical ethics, deontology and medical law. When it comes to the interaction of medicine and law, one of the key issues is almost always medical secrecy. It is important to note that the term "medical" does not exactly reflect the obligation to keep information about the patient confidential. The use of the term "medical secrecy" can be considered more accurate, since we are talking about the entire field of medicine, about the need not only for doctors to keep the information they receive confidential.

Keywords: Medical secrecy, Legal responsibility, Medical ethics, Subjects of responsibility.

УДК 372.34

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛІТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Кравчук О.Ю.
кандидат політичних наук,
доцент кафедри психології, філософії та соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
olha.kravchuk@nuos.edu.u

Анотація. Стаття присвячена дослідженню нормативно-правових чинників, які впливають на стабільність політичного середовища в країні. Автор аналізує роль соціальних, економічних, історичних та культурних аспектів у формуванні політичної безпеки. Особлива увага приділяється етнічним конфліктам, корупції, нерівності, а також ефективності державних заходів у запобіганні внутрішнім напруженням. Висновки статті надають інсайти щодо оптимальних стратегій управління політичною безпекою та рекомендації для забезпечення стабільності та запобігання конфліктам у межах країни. Дослідження важливе для розуміння нормативно-правових факторів, що визначають політичну безпеку, та розроблення ефективних стратегій управління національною безпекою.

Ключові слова: політична безпека, фактори безпеки, національна безпека.

Основна частина. У сучасних демократичних державах важливу роль у формуванні та реалізаціях внутрішньої національної безпеки разом з державними інститутами повинні відігравати інститути громадянського суспільства (партії, некомерційні організації, суспільні об’єднання). Так, в західних країнах і США до рівноправних суб’єктів забезпечення національної безпеки разом з державними інститутами відносять неурядові організації, групи впливу, ЗМІ, політичні партії, громадян. У східних країнах основними суб’єктами виступають тільки державні інститути, прикладом є Монголія, де провідним суб’єктом забезпечення внутрішньої національної безпеки є Президент Монголії, Рада національної безпеки, очолювана Президентом і державні адміністративні органи влади, громадяни ж повинні лише чітко дотримуватися законів про забезпечення внутрішньої національної безпеки.

Отже, **мета** цієї роботи полягає у висвітленні нормативно-правових факторів забезпечення політичної безпеки.

Українська політична практика засвідчує, що технологія реалізації доктрин, стратегій та концепцій у сфері національної безпеки об’єктивно має інтегрувати всі складові політичної діяльності держави, враховуючи історичний досвід і сучасні реалії та виклики. Сьогодні нормативно-правове регулювання політичної безпеки проходить етап активного формування та динамічного розвитку.

Законодавчі дії у сфері політичної безпеки направлені на створення законодавчої бази, яка б упорядковувала та регламентувала поведінку суб’єктів та об’єктів політичних відносин, а також визначала відповідальність за порушення встановлених норм. Процес створення

нормативної бази передбачає розробку нових або коректування існуючих законів, положень, постанов, а також створення дієвої системи контролю за виконанням вказаних документів.

Основоположними документами з політичної безпеки є Конституція і Концепція національної безпеки Україні.

Практика державно-приватного партнерства найяскравіше проявляється у вирішенні загальних соціально-економічних проблем промислових міст. Така практика більше характерна для країн Європейського Союзу, де соціально-економічна рівновага міст слугує основою забезпечення прийнятного рівня їх соціальної безпеки. Головною проблемою підвищення соціальної безпеки у більшості країн визначається працевлаштування, яке виникає в результаті погіршення стану і результатів діяльності промисловості та непромислової сфери.

Щодо політичної безпеки регіону, то інші країни приходять до утворення різноманітних союзів та домовленостей для укріплення своїх позицій та спільної реакції на зовнішню загрозу.

За положенням Концепції національної безпеки Україні: «основними суб'єктами системи національної безпеки України є особа, суспільство, держава та її довкілля. Інструментом досягнення основної цілі функціонування системи національної безпеки України є державна політика національної безпеки. Формування цієї політики, її концептуалізацію, обґрунтування, планування, а також імплементацію здійснюють Президент України, Верховна Рада України, Кабінет Міністрів України. Головним інтегральним критерієм ефективності державної політики національної безпеки є досягнута захищеність прав і свобод особи від зовнішніх та внутрішніх загроз» [156]. Тобто, Концепція національної безпеки України формулює національні інтереси у внутрішньополітичній і міжнародній сферах, визначає конкретні загрози, а також завдання і напрями державної політики для захисту від них.

Стратегія національної безпеки України є основою для комплексного планування діяльності органів державної влади у сфері національної безпеки і оборони, а також розробки інших документів, якими визначаються цілі, напрями і механізми діяльності органів державної влади у сфері забезпечення національної безпеки; – Стратегія національної безпеки України оголошується у Посланні Президента України до Верховної Ради України і є документом, обов'язковими для виконання; – Стратегія національної безпеки України періодично уточнюється з урахуванням змін у безпековому середовищі України.

Висновки. Таким чином, вперше на офіційному державному рівні у Стратегії сталого розвитку «Україна–2020» одним із пріоритетів забезпечення національної безпеки визнано забезпечення гідних умов життя людини в Україні. Цим положенням підкреслено необхідність забезпечення соціальної та соціально-економічної стабільності в державі. Головний зміст пріоритету зовнішньої політики полягає у створенні сприятливих умов для сталого розвитку країни та забезпечення національної безпеки.

Українські дослідники робили спроби знайти об'єкт політичної безпеки і на основі цієї інформації сформулювати визначення поняття «політична безпека». Аналіз політичної безпеки здійснюється за декількома напрямами.

Політична безпека як система заходів держави і суспільства з метою захисту політичних інтересів особи, народу і держави. Політична безпека – це здатність державних і недержавних політичних інститутів (Президент, уряд, законодавчі органи влади, політичні партії, громадянське суспільство) озвучувати і безперешкодно реалізовувати цілі, що відповідають

конкретним інтересам особи, суспільства і держави. Подібне визначення політичної безпеки обумовлене особливостями політичної системи, головна функція якої агрегація, артикуляція і реалізація інтересів особи, суспільства і держави.

Література

1. Кравчук О. Державні стратегії політичної безпеки України. Пріоритетні завдання і стратегії розвитку суспільних наук: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Запоріжжя, 23−24 грудня 2016 р.). – Запоріжжя, 2016. – С. 24–28.

2. Помаза-Пономаренко А. Л. Зарубіжний досвід забезпечення державою соціального розвитку та політичної безпеки. К: 1 (49), 2016.

3. Шипілова Л. М. Порівняльний аналіз ключових понять і категорій основ національної безпеки України: Автореф. дис. к. політ. н.: 21.01.01 – К., 2017.

REGULATORY AND LEGAL PROVISION OF POLITICAL SECURITY

Kravchuk O.Yu.

Abstract. The article is devoted to the study of internal factors that affect the stability of the political environment in the country. The author analyzes the role of social, economic, historical and cultural aspects in the formation of political security. Special attention is paid to ethnic conflicts, corruption, inequality, as well as the effectiveness of state measures in preventing internal tensions. The article's conclusions provide insights into optimal political security management strategies and recommendations for ensuring stability and preventing conflicts within the country. The research is important for understanding the internal factors that determine political security and for developing effective national security management strategies.

Keywords: political security, security factors, national security, national interests.

УДК 811.111:378:355.01

МОЖЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ЗА ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ У ВИЩІЙ ШКОЛІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Ворчакова І.Є.
кандидат політичних наук, доцент
доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
iryna.vorchakova@nuos.edu.ua

Анотація. Розглядаються можливості навчання англійської мови за професійним спрямуванням у вищих навчальних закладах. Особлива увага звертається на проблеми, що виникають під час викладання у складній військовій ситуації. Показуються варіації

формування викладачами необхідної цілісної та функціональної методологічної системи для навчання в складних воєнних умовах.

Ключові слова: англійська мова за професійним спрямуванням, інтерактивне навчання, комбіновані методи навчання, воєнний стан.

Вступна частина. Суспільний запит сьогодення, повномасштабна війна в країні і водночас курс України на євроінтеграцію додає нових аспектів до проблеми пошуку нових ефективних методик навчання іноземним мовам.

Через два з половиною роки повномасштабної війни в країні, після певної адаптації до складних воєнних умов на звільнених та, відповідно, прифронтових територіях, в освітньому просторі постає нагальне питання про перехід від дистанційного до офлайн навчання. Виходячи з того, що значна частка студентів ще залишається за кордоном, розглядаються питання комбінованих форм навчання, що будуть включати аудиторний, дистанційний та асинхронний формати. В даному розрізі на викладача англійської мови лягають більші вимоги до забезпечення навчального процесу як фізичного, так і морально-психологічного характеру. Викладач, працюючи в аудиторіях і, одночасно, виходячи з певними студентами в інтернет-простір, повинен бути готовий до подвійного навантаження, а відповідно і до розробки нових методик для такого формату навчання.

Метою роботи є показати необхідність кореляції і перманентної модернізації методів викладання англійської мови за професійним спрямуванням у вищій школі в умовах воєнного стану.

Основна частина. Будь-який процес успішного навчання передбачає застосування найбільш ефективних методик викладання. Однак, найскладніше це зробити в умовах воєнного стану. В будь-якій ситуації постійним для викладачів повинне залишитися завдання – забезпечити інтерактивне навчання. «Суть інтерактивного навчання в тому, що навчальний процес відбувається за умови постійної, активної взаємодії викладача та всіх студентів. Інтерактивне навчання передбачає моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор, вирішення певних проблем на основі аналізу обставин та відповідної ситуації» [1, с. 53]/

Англійська мова за професійним спрямуванням – це інтеграція лінгвістичних та професійних компетенцій.

Зміст навчання англійської мови за професійним спрямуванням узгоджується з причинами вивчення цієї іноземної мови, а за основу навчання беруться три головних принципи: 1) мотивація; 2) комплексний підхід до навчання; 3) професійна спрямованість [2, с. 102].

Масовані ракетні обстріли України, відключення електроенергії, перманентні повітряні тривоги, під час яких необхідно переривати навчання, призвели до нових викликів для викладачів англійської мови за професійним спрямуванням. Такі реалії вимагають переформатування побудови занять, але з необхідністю збереження комунікативного підходу до вивчення англійської мови, що передбачає формування умінь та навичок спілкування за допомогою читання, письма, говоріння та сприйняття мови на слух.

Для забезпечення одного з найважливіших видів мовленєвої діяльності – говоріння, викладач може запропонувати слухачам в аудиторії рольову чи ділову гру. Наприклад, студентам спеціальності 035.041 Філологія (германські мови та літератури (переклад включно),

перша – англійська) Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова були запропоновані та апробовані на заняттях з англійської мови такі релевантні теми для обговорення як: «Кореляції законодавчих документів під час воєнного стану та правомірність їх застосування», «Культурний та суспільний вимір перекладу юридичних текстів» чи «Гендерна дискримінація та законодавчі можливості її подолання». Для тих, хто навчається в дистанційному форматі, але в синхронному режимі, теж не виникло труднощів при залученні до обговорення. Більш складною виявилися ситуація зі спілкуванням зі студентами, які займалися асинхронно. Їм надавалася можливість записати свою промову на відео, але присилалася вона із затримкою у часі, до того ж викликають сумніви індивідуальність підходу таких студентів до завдання та можливість їх на часі взяти участь у дискусії. Складніше застосувати такий різновид дискусії як «дебати», виходячи з того, що важко задіяти всіх учасників процесу. Все ж таки для дебатів важливіше зоровий і емоційний контакт.

У зв'язку зі складною воєнно-політичною ситуацію виправданим стало застосування кейс-методу, що дозволяє описувати конкретну ситуацію чи випадок в будь-якій сфері. За допомогою такого методу робиться ситуаційний аналіз подій, які виникають під впливом воєнних дій.

Крім того, особливе значення відіграє використання навчальних подкастів, що забезпечує насамперед розвиток аудитивних умінь на основі цікавих за змістом автентичних матеріалів та вирішує інші методичні завдання на практичному занятті з іноземної мови [3].

Все ж такі в умовах воєнного стану, викладачі з англійської мови повинні орієнтуватися на створення значної частки завдань для індивідуального виконання, яка повинна включати креативність, інноваційність та творчий підхід. «Творчі вправи повинні бути складнішими і передбачати більшу самостійність учня в їх виконанні, наприклад: робити усне професійно-орієнтовне повідомлення з використанням професійної термінології; вести діалог на професійну тематику, насичену спеціальною термінологією для студентів даної спеціальності. Використання таких видів робіт допоможе студентам уникнути сліпого калькування при перекладі фахової літератури та написанні фахових текстів, зосередитися на вживанні нормативних форм термінологічних і професійних фразеологічних термінів» [4, с. 23].

Висновки. Складна ситуація загальнонаціонального масштабу вимагає постійної кореляції методичної складової навчального процесу. В таких умовах викладачі з англійської мови у вищій школі повинні бути готові до нових викликів під час викладання. Особливо, потрібно враховувати багато пов'язаних між собою соціально-психологічних факторів: ментальне почуття студентів, їх фізичні та психологічні можливості працювати під час воєнних дій, мотиваційну складову.

Література

1. Горун Г. Особливості викладання англійської мови за професійним спрямуванням студентам у галузі права. *Актуальні проблеми навчання іноземних мов для спеціальних цілей : збірник наукових статей* / укладач: І. Ю. Сковронська. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2021. 136 с. С. 48–54.

2. Савка І. В., Яремко Т. І. Особливості викладання іноземної мови за професійним спрямуванням для майбутніх фахівців у галузі права. *Інноваційна педагогіка*. 2020. № 21. Т. 3. С. 101–104.

3. Щеголєва Т. Л. Актуальні проблеми викладання дисципліни «іноземна мова за професійним спрямуванням» в умовах воєнного стану. *Академічні візії*. 2023. № 17. URL: https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/392

4. Zhukova T. The role of a foreign language in the formation of professional competence. *Матеріали І Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Проблеми викладання іноземних мов у закладах вищої освіти»* (20 травня 2021). С. 22–27. http://www.tsatu.edu.ua/im/wp-content/uploads/sites/24/tezy-zhukova-tetjana.pdf

POSSIBILITIES OF PROFESSIONAL TEACHING OF ENGLISH IN HIGH SCHOOL IN THE CONDITIONS OF MARTIAL STATE

Vorchakova I. E.

the department of psychology, philosophy and social and humanitarian disciplines, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Possibilities of learning English in a professional direction in higher educational institutions are considered. Special attention is paid to the problems that arise during teaching in a difficult military situation. Variations in the formation by teachers of the necessary integral and functional methodological system for training in difficult military conditions are shown.

Keywords: professional English, interactive learning, combined learning methods, martial law.

УДК 328.1/328.3

ПРО РОЛЬ ПАРЛАМЕНТУ В УМОВАХ ВІЙНИ

Ломжець Ю.В.

кандидат політичних наук, доцент кафедри морського та господарського права,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
ylomzhets@gmail.com

Анотація. Аналізується роль парламенту в умовах воєнного стану, а саме аспекти: законодавчої роботи, міжнародної діяльності, контрольних функцій, захисту прав людини та інших. Окрема увага приділяється тенденціям діяльності Верховної Ради України в умовах війни.

Ключові слова: парламент, парламентаризм, воєнний стан, законодавство, парламентський контроль.

Сьогодні прогресивний розвиток держави неможливий без таких основоположних доктрин, як права та свободи людини, громадянське суспільство, правова держава, верховенство права та розподіл влади. Однією з таких важливих доктрин є також парламентаризм. Жодна сучасна демократична держава не може функціонувати без інститутів парламенту, омбудсмена, органів місцевого самоврядування, конституційного суду, судів

загальної юрисдикції, виборів, референдумів тощо. Неможливо собі уявити жоден демократичний устрій без існування й повноцінної діяльності в державі парламенту [1, с. 4].

Роль парламенту в умовах війни стає особливо важливою та багатогранною.

Прийняття та внесення змін до законодавства. Парламент ухвалює необхідні закони, які встановлюють та регулюють воєнний стан, мобілізацію, національну безпеку, підтримку армії, економічну стабільність та права громадян у часи війни.

Міжнародна діяльність. Парламент відіграє роль у затвердженні міжнародних угод, ратифікації договорів, а також у підтримці міжнародної співпраці, яка може включати військову допомогу, санкції проти агресора та дипломатичні ініціативи.

Захист прав людини. Навіть в умовах війни, парламент повинен стежити за дотриманням прав громадян, включаючи захист від зловживань з боку влади та забезпечення гуманітарної допомоги.

Контроль за виконавчою владою. Парламент здійснює нагляд за діяльністю уряду та інших виконавчих органів, забезпечуючи дотримання законності та ефективності в умовах воєнного часу.

Бюджетні питання. Парламент затверджує державний бюджет, включаючи видатки на оборону та безпеку, що є критичним для забезпечення ефективної діяльності армії та інших силових структур.

Мобілізація суспільства. Парламент може сприяти згуртуванню населення, підтримці морального духу та інформаційній боротьбі, ухвалюючи рішення, які об’єднують суспільство навколо спільної мети.

Післявоєнне відновлення. Парламент закладає основи для відбудови країни після завершення війни, створюючи законодавчі рамки для економічного, соціального та політичного відновлення.

Усі ці функції є критичними для збереження державності, забезпечення стабільності та ефективного протистояння зовнішній агресії.

В Україні, відповідно до Конституції України, Верховна Рада України є єдиним органом законодавчої влади (ч. 1 ст. 85). Згідно зі статтею 92 Основного Закону, лише законами України регулюються визначені сфери правовідносин. Тому закони, ухвалені парламентом, становлять основу національної правової системи. Конституція України не передбачає можливості делегування або передачі законодавчих повноважень Верховної Ради України іншому суб’єкту, навіть в умовах воєнного стану.

Після початку повномасштабного вторгнення Російської Федерації на територію України, Верховна Рада продовжила свою діяльність, адаптуючи роботу до умов воєнного стану. Наразі деякі питання організації роботи Верховної Ради дев’ятого скликання в умовах дії воєнного стану врегульовано Постановою від 7 лютого 2023 року № 2912-IX [2].

При цьому діяльність Верховної Ради України знаходиться під постійним пильним спостереженням громадськості, національних та міжнародних експертів. Так, починаючи з лютого 2022 року групою експертів Програми USAID «РАДА: Наступне покоління» було здійснено кілька емпіричних досліджень «Парламент в умовах війни: приклад України». Проаналізовані дані охоплюють періоди: 24 лютого 2022 року – 30 червня 2023 року та 5 вересня 2023 року до 5 лютого 2023 року. На основі проведеного аналізу дослідники виділили 10 тенденцій в роботі парламенту в умовах дії воєнного стану в Україні:

1) незважаючи на зростання кількості засідань на місяць та збільшення тривалості таких засідань, кількість питань, які парламент розглядав щомісяця, зменшилась;

2) порядок денний Верховної Ради здебільшого базується на нагальних питаннях воєнного часу та пріоритетах європейської інтеграції, меншою мірою спираючись на затверджений План законопроєктної роботи;

3) інтенсифікувалось обговорення законодавчих ініціатив. Частка законопроєктів, прийнятих в цілому під час 1-го читання, суттєво знизилась;

4) майже зникли випадки ухвалення законів, за якими власні повноваження парламенту «делегують» іншим органам влади. Водночас, продовжується тенденція до ухвалення законів зі зворотною дією в часі, а рівень виконання рішень Конституційного Суду України не є високим;

5) більшість з ухвалених законів ініціюються народними депутатами та головним чином стосуються внесення змін в інші закони;

6) Верховна Рада, її органи та експертні підрозділи Апарату продовжують працювати у пришвидшеному режимі. На тій чи іншій стадії законодавчого процесу принаймні третина від у сіх прийнятих законів розглядалась у доволі стислі терміни;

7) незважаючи на умови воєнного стану, близько половини комітетів продовжують виконувати контрольну функцію, залучати громадськість та позапарламентське експертне середовище через створення робочих груп та проведення комітетських слухань;

8) за винятком комітетів, які згідно з Регламентом проводять обов'язкову експертизу законопроєктів до 1 читання, не є поширеними випадки, коли комітет розглядає законопрєкт як неголовний комітет;

9) темпи зростання кількості підписників і переглядів на офіційних сторінках парламенту, у соцмережах суттєво знизились або ж показали від'ємний тренд. Парламент розпочав роботу над комплексною комунікаційною стратегією;

10) переважна більшість парламентських комітетів вдосконалила свої зовнішні комунікації [3].

Враховуючи перелічені тенденції експерти приходять до висновків, що незважаючи на обмеження воєнного стану, Верховна Рада України зберегла свою конституційну роль як форуму, де обговорюють і ухвалюють закони, що є ключовими для стійкості і життєдіяльності нації під час дії правового режиму воєнного стану. У цьому контексті суттєво знизилась кількість випадків прийняття нормативних положень, якими парламент делегує власні повноваження іншим державним органам [3].

Разом з тим, все ще зустрічаються випадки прискореного розгляду окремих законодавчих ініціатив. Відповідно механізм планування парламентської роботи також потребує певного вдосконалення або адаптації до поточних умов роботи парламенту [3].

Література

1. Ломжець, Ю. В. Інститут парламентаризму в сучасній Україні: становлення та динаміка : дис. … канд. політ. наук : 23.00.02 / Юлія Вікторівна Ломжець; наук. кер. С. М. Наумкіна; ДЗ «Південноукр. нац. пед. ун-т ім. К. Д. Ушинського». – Одеса, 2011. – 218 с.

2. Парламент в умовах війни: приклад України. Емпіричний звіт. Програма USAID «РАДА: наступне покоління». URL: https://www.rada.gov.ua/uploads/documents/74995.pdf

3. Постанова Верховної Ради України «Про деякі питання організації роботи Верховної Ради України дев'ятого скликання в умовах дії воєнного стану» від 7 лютого 2023 року № 2912-IX зі змінами URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2912-20#Text

On the role of parliament in the conditions of war

Lomzhets Yuliia
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The role of the parliament in the conditions of martial law is analyzed, such aspects as: legislative work, international activity, control functions, protection of human rights, etc. Particular attention is paid to the trends of activity of the Verkhovna Rada of Ukraine in the conditions of war.

Keywords: parliament, parliamentarism, martial law, legislation, parliamentary control.

УДК 341.231.14

ВІДСТУП УКРАЇНИ ВІД ЗОБОВ'ЯЗАНЬ ЗА КОНВЕНЦІЄЮ ПРО ЗАХИСТ ПРАВ ЛЮДИНИ І ОСНОВОПОЛОЖНИХ СВОБОД

Дубова К.О.
кандидат юридичних наук,
доцент кафедри морського та господарського права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
kateryna.dubova@nuos.edu.ua

Анотація. Розглядається питання застосування Україною статті 15 Конвенції про захист прав людини та основоположних свобод про право на відступ від зобов'язань та зобов'язання щодо інформування Генерального секретаря Ради Європи про вжиті заходи. В умовах триваючої агресії зі сторони Російської Федерації з 2015 року для забезпечення національної безпеки та територіальної цілісності Україною регулярно надаються повідомлення про відступи від Конвенції. Також розглядається потреба в постійному моніторингу безпекової ситуації в Україні за для аналізу з подальшим розширенням або скасуванням певних обмежень.

Ключові слова: агресія, права людини, Конвенція про захист прав людини та основоположних свобод, права людини в умовах воєнного стану.

Протягом 2024 року в Україні періодично не сходить з перших шпальт новина, що Постійне представництво України при Раді Європи передало генеральному секретарю Ради Європи оновлену інформацію щодо відступу від зобов'язань, узятих відповідно до Конвенції про захист прав людини та основоположних свобод (Європейської конвенції з прав людини) (далі – ЄКПЛ).

У роботі розглядається обґрунтованість застосування права на відступ від норм міжнародних зобов'язань, зокрема, взятих Україною відповідно до ЄКПЛ.

Згідно ст. 3 Указу Президента України «Про введення воєнного стану в Україні». У зв'язку із введенням в Україні воєнного стану тимчасово, на період дії правового режиму воєнного стану, можуть обмежуватися конституційні права і свободи людини і громадянина, передбачені статтями 30–34, 38, 39, 41–44, 53 Конституції України, а також вводитися тимчасові обмеження прав і законних інтересів юридичних осіб в межах та обсязі, що необхідні для забезпечення можливості запровадження та здійснення заходів правового режиму воєнного стану, які передбачені частиною першою статті 8 Закону України «Про правовий режим воєнного стану» [4].

Відповідними статтями Конституції України, зокрема, гарантуються такі конституційні права і свободи людини і громадянина: недоторканність житла (ст. 30); таємниця листування, телефонних розмов, телеграфної та іншої кореспонденції (ст. 31); заборона втручання в його особисте і сімейне життя, крім випадків, передбачених Конституцією України (ст. 32); свобода пересування, вільний вибір місця проживання (ст. 33); право на свободу думки і слова, на вільне вираження своїх поглядів і переконань (ст. 34); право брати участь в управлінні державними справами, у всеукраїнському та місцевих референдумах, вільно обирати і бути обраними до органів державної влади та органів місцевого самоврядування (ст. 38); право збиратися мирно, без зброї і проводити збори, мітинги, походи і демонстрації, про проведення яких завчасно сповіщаються органи виконавчої влади чи органи місцевого самоврядування (ст. 39); право володіти, користуватися і розпоряджатися своєю власністю, результатами своєї інтелектуальної, творчої діяльності (ст. 41); право на підприємницьку діяльність, яка не заборонена законом (ст. 42); право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає або на яку вільно погоджується (ст. 43); право на страйк для захисту своїх економічних і соціальних інтересів (ст. 44) та право на освіту (ст. 53) [1]. Щодо юридичних осіб, їхні права і законні інтереси також можуть тимчасово обмежуватись в межах і обсязі, передбачених ч. 1 ст. 8 Закону України «Про правовий режим воєнного стану», для забезпечення можливості запровадження та здійснення заходів правового режиму воєнного стану [3].

Звісно, дотримуватись прав і свобод людини і громадянина Україна повинна не лише тому, що відповідні положення закріплені у Конституції, а і, передусім, дотримання обумовлене зобов'язаннями, взятими нашою державою відповідно до підписаних міжнародних договорів. Про будь-який відступ від норм міжнародних зобов'язань Україна повинна інформувати за певною формою.

Безперечно, Україна, як держава-член Ради Європи, зобов'язана виконувати норми, передбачені ЄКПЛ. Проте, за особливих обставин ЄКПЛ дає право обґрунтованого відступу від виконання окремих зобов'язань.

ЄКПЛ, зокрема, пунктом 1 статті 15 прямо передбачено, що «під час війни або іншої суспільної небезпеки, яка загрожує життю нації, будь-яка Висока Договірна Сторона може вживати заходів, що відступають від її зобов'язань за цією Конвенцією, виключно в тих межах, яких вимагає гострота становища, і за умови, що такі заходи не суперечать іншим її зобов'язанням згідно з міжнародним правом» [2]. В свою чергу, п. 3 ст. 15 ЄКПЛ зазначається,

що якщо держава використовує право на відступ, то вона у повному обсязі інформує Генерального секретаря Ради Європи про вжиті нею заходи і причини їх вжиття.

В той же час, пункт 2 цієї статті вказує, що відступи не можуть стосуватись права на життя, крім випадків смерті внаслідок правомірних воєнних дій; заборони катування; заборони тримання в рабстві або в підневільному стані та заборони покарання без закону.

Згідно міжнародних зобов'язань, Україна вперше подала Заяву «Про відступ України від окремих зобов'язань, визначених Міжнародним пактом про громадянські і політичні права та Конвенцією про захист прав людини і основоположних свобод», схваленою Постановою Верховної Ради України 21 травня 2015 року (далі – Заява). Цією Заявою Україна поінформувала Генерального секретаря Організації Об'єднаних Націй та Генерального секретаря Ради Європи щодо «…стану безпекової ситуації в Донецькій та Луганській областях, а також про зміну території, на яку поширюється відступ України від зобов'язань за Міжнародним пактом про громадянські і політичні права та Конвенцією про захист прав людини і основоположних свобод» [5].

Так, відповідно до п. 1 Заяви «у зв'язку з анексією та тимчасовою окупацією Російською Федерацією невід'ємної частини території України – Автономної Республіки Крим та міста Севастополя, здійсненої внаслідок збройної агресії проти України, повну відповідальність за дотримання прав людини і виконання відповідних міжнародних договорів на анексованій та тимчасово окупованій території України несе Російська Федерація» [5].

Протягом періоду з 2015 по 2022 роки Україна регулярно оновляла повідомлення про відступи від ЄКПЛ.

28 лютого 2022 р. Постійне представництво України при Раді Європи повідомило у Вербальній ноті за № 31011/32-017-3, про введення воєнного стану на всій території України та вжиття заходів щодо відступу від своїх зобов'язань згідно ЄКПЛ [6].

З лютого 2022 року, після кожного видання Указу Президента України, затвердженого Верховною Радою України у вигляді Закону про продовження дії воєнного стану на 90 діб, Постійне представництво України при Раді Європи вербальною нотою повідомляє Генерального секретаря Ради Європи про продовження заходів щодо відступу від своїх зобов'язань згідно ЄКПЛ.

У квітні 2024 року численні медіа, не посилаючись на офіційні тексти, розповсюдили оманливу інформацію щодо обсягу відступів від зобов'язань згідно ЄКПЛ. Проте, Вербальною нотою від 04 квітня 2024 року Україна значно скоротила відступ [7]. Зокрема, наша держава повідомила, що відступи більше не діють на статті 4.3 (пов'язані з примусовою чи обов'язковою працею), 9 (свобода думки, совісті чи релігії), 13 (право на ефективний засіб правового захисту), 14 (заборона дискримінації), 16 (обмеження політичної діяльності іноземців) ЄКПЛ [8].

Таким чином, для відвернення загрози, відсічі збройної агресії, забезпечення національної безпеки та територіальної цілісності, Україна може вживати обмеження конституційних прав і свобод людини і громадянина та прав і законних інтересів юридичних осіб. Проте такі заходи повинні відповідати принципу пропорційності та міжнародним стандартам прав людини. Аналізуючи безпекову ситуацію, наша держава має повноваження розширювати або скасовувати певні обмеження у відповідності з нормами міжнародного права та дотримуючись процедури подання відповідних повідомлень міжнародним інституціям.

Література

1. Конституція України: Закон України від 28.06.1996 р. URL: http:// zakon2.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр
2. Конвенція про захист прав людини і основоположних свобод (з протоколами) (Європейська конвенція з прав людини): Міжнародний документ від 04 листопада 1950 року № 995_004. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_004#Text
3. Про правовий режим воєнного стану: Закон України від 12 травня 2015 року № 389-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text
4. Про введення воєнного стану в Україні: Указ Президента України від 24 лютого 2022 року № 64/2022. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/64/2022#Text
5. Про Заяву Верховної Ради України «Про відступ України від окремих зобов'язань, визначених Міжнародним пактом про громадянські і політичні права та Конвенцією про захист прав людини і основоположних свобод»: Постанова Верховної Ради України від 21 травня 2015 року № 462-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/462-19#Text
6. Note verbale from the Permanent Representation of Ukraine to the Council of Europe, dated 28 February 2022, № 31011/32-017-3. URL: https://rm.coe.int/1680a5b0b0
7. Note verbale from the Permanent Representation of Ukraine to the Council of Europe, dated 4 April 2024, № 31011/32-119-46585. URL: https://rm.coe.int/0900001680af4532
8. Note of information, dated 30 April 2024. URL: https://rm.coe.int/1680af84ff

DEROGATION OF UKRAINE FROM CONVENTION FOR THE PROTECTION OF HUMAN RIGHTS AND FUNDAMENTAL FREEDOMS

Kateryna Oleksandrivna Dubova

Candidate of Legal Sciences, Associate Professor of the Department of Maritime and Commercial Law Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

Abstract. The issue of Ukraine's application of Article 15 of the Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms on the right to withdraw from obligations and the obligation to inform the Secretary General of the Council of Europe about the measures taken is under consideration. In the conditions of ongoing aggression by the Russian Federation since 2015, in order to ensure national security and territorial integrity, Ukraine regularly provides notices of deviations from the Convention. The need for constant monitoring of the security situation in Ukraine is also considered for analysis with further expansion or cancellation of certain restrictions.

Key words: aggression, human rights, Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms, human rights under martial law.

УДК 342

БРОНЮВАННЯ ФОП: ПЕРСПЕКТИВИ ЗАКОНОДАВСТВА

Гавриленко Н. В.
кандидат економічних наук
доцент кафедри обліку і економічного аналізу
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (ПННЦ),
м. Первомайськ, Україна
nataliia.havrylenko@nuos.edu.ua

Анотація. Чи не найпопулярніша дискусія сьогодення – це економічне бронювання фізичних осіб підприємців: що саме буде, коли буде, як буде і чи буде взагалі. Наразі у Верховній Раді України є декілька законопроектів щодо можливості бронювання підприємців та їхніх працівників. Розглянемо їх.

Ключові слова: право, законодавство, законопроект, підприємництво, воєнний стан

Розпочнемо із законопроектів про розмір збору за бронювання, що тягне за собою відповідні зміни до Податкового кодексу України. Отже, законопроект від 11.06.2024 р. № 11332 [1] пропонує фізичним особам підприємцям сплатити до державного бюджету збір за бронювання військовозобов'язаних у сумі, що дорівнює розміру 1200 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян, а як всім відомо, такий мінімум становить 17 грн. Щодо законопроекту № 11332-1 від 17.06.2024 р, то він є аналогічним.

В свою чергу, законопроект від 28.06.2024 р. № 11332-2 передбачає, що роботодавець сплачує до державного бюджету збір за бронювання військовозобов'язаних у сумі, що дорівнює розміру 1200 НМ доходів громадян, про що мають бути внесені зміни до Податкового кодексу[2].

Звернемо увагу на такий важливий момент: за цим законопроектом бронюванню підлягають військовозобов'язані, які працюють або проходять службу на підприємствах, в установах і організаціях. Тобто, як бачимо, про ФОП тут навіть не згадується. Водночас, такі роботодавці зобов'язані:

- сплачувати єдиний соціальний внесок, який є більшим аніж еквівалент 5

мінімальних заробітних плат, що наразі становить 40000 грн. Вважаю, що ця норма наразі дуже нечітко прописана, тому цілком ймовірно до неї будуть внесені правки за умови, якщо цей законопроект візьмуть за основу;

- мати штатну чисельність працівників від десяти осіб, а забронювати

можливо до 50 % кількості призовників, військовозобов'язаних і резервістів, у тому числі й тих, які працюють за трудовими договорами.

Також звернемо увагу на множинне трактування норми, оскільки в ній йде мова про 50 % від призовників, тобто не про працівників, а про тих, хто взагалі співпрацює з роботодавцем, наприклад за цивільно-правовими договорами. Тож може дотичне стосуватися і фізичних осіб – підприємців.

Якщо звернутися до проекту Закону «Про промислову політику та прогнозованість реального сектору економіки», то у прикінцевих положеннях також пропонується економічне бронювання[3]. Водночас, за цим проектом бронюванню мають підлягати військовозобов'язані, які працюють у суб'єктів господарювання, в т. ч. і у фізичних осіб – підприємців, як і власне сам підприємець, за виконання наступних умов:

- за кожного забронюваного працівника щомісячно сплачується до

державного бюджету збір за бронювання військовозобов'язаних, встановлений Податковим Кодексом України. За логікою цього проекту, можна забронювати і самого підприємця – фізичну особу, в тому числі, якщо у нього немає найманих працівників. Утім, можливо, депутати внесуть правки;

– обсяг доходу ФОП протягом календарного місяця становить не менше трикратного розміру збору за бронювання військовозобов'язаних, встановлених Податковим Кодексом. Проте наразі у ПКУ такого розміру збору за бронювання немає, тож, враховуючи наведені вище проекти, маємо:

Таблиця 1. Умови бронювання відповідно до законопроектом № 11331

Умови бронювання за законопроектом від 11.06.2024 № 11331 з врахуванням ймовірних змін до ПК	Розмір збору за бронювання – 20400 грн
	Обсяг доходу ФОП протягом календарного місяця –від 61200 грн

– підтвердження ФОП ведення господарської діяльності протягом попереднього річного звітного податкового періоду, що означає поширення на підприємців, які вели господарську діяльність, отримували дохід, мали витрати у 2023 році. У проекті не йде мова про «протягом 12 календарних місяців минулого року», тож можна припустити, що бронювання поширюється і на ФОП, які зареєструвалися у середині грудня 2023 року.

Важливим є те, що особливості бронювання ФОП та/або їх найманих працівників будуть встановлюватися окремим порядком КМУ.

Тепер звернемося до законопроекту № 11331-2 від17.06.2024 р., за яким ФОП та/або її наймані працівники мають право на бронювання за умови, якщо:

- ФОП зареєстрована у Єдиному державному реєстрі юридичних осіб та

громадських формувань (далі – ЄДР) не пізніше ніж за шість календарних місяців до набрання чинності цього проекту, як Закону. Тобто, можна не вести господарську діяльність, скажімо, три роки, але якщо ФОП все ще рахується в ЄДР і не ліквідовувався, то одна з умов для бронювання є збереженою;

- обсяг доходу ФОП протягом останнього для місячного податкового (звітного) періоду становить не менше ніж 61 200 грн.

Як бачимо, законодавець намагається урівняти ФОП із найманими працівниками, адже фактично не надання ФОП можливості економічного бронювання є дискримінацією. В той же час встановлення розміру щомісячного доходу на рівні 61 200 грн є також доволі дискримінаційним, адже такі доходи можливі лише у певних галузях. Також маємо на увазі, що мова йдеться саме про дохід, а не прибуток. Тож, якщо ФОП купив товару на 60 тисяч грн., продав його за 65 тисяч грн. на місяць, то формально у нього є дохід для бронювання, хоча реально «на руки» він в найкращому випадку отримає лише 5 тис. грн.

Сподіваємося, що законодавець врахує всі хиби, які є у законопроектах та внесе правки, які будуть на користь суспільства.

Література

[1]. Проект Закону про внесення змін до Податкового кодексу України щодо особливостей сплати воєнного збору за бронювання військовозобов'язаних, від 11.06.2024 р., № 11332. URL: https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/44389.

[2]. Проект Закону про внесення змін до Податкового кодексу України щодо вимог до сплати єдиного соціального внеску для здійснення бронювання військовозобов'язаних, від 28.06.2024, № 11332-2. URL: https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/44517.

[3]. Проект Закону про промислову політику та прогнозованість реального сектору економіки, від 11.06.2024 № 11331. URL: https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/44388.

FOP RESERVATION: LEGISLATIVE PERSPECTIVES

Havrilenko N.V.

PhD in Economics Associate Professor of the Department of Economics, Accounting and Entrepreneurship Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Educational and scientific center in Pervomaisk)

Abstract. Perhaps the most popular discussion today is the economic reservation of individual entrepreneurs: what exactly will happen, when it will happen, how it will happen and whether it will happen at all. Currently, the Verkhovna Rada of Ukraine has several draft laws on the possibility of booking entrepreneurs and their employees. Let's consider them.

Keywords: law, legislation, draft law, entrepreneurship, martial law

УДК 343.22

ЄДИНИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ РЕЄСТР ПРИЗОВНИКІВ, ВІЙСЬКОВОЗОБОВ'ЯЗАНИХ ТА РЕЗЕРВІСТІВ ЯК НОВАЦІЙНИЙ, ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ ВІЙСЬКОВОГО ОБЛІКУ

Набокова О.Г.

кандидат юридичних наук,
викладач кафедри Теорії та історії держави і права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
olha.nabokova@nuos.edu.ua

Анотація: Проаналізовано зміст Закону України «Про Єдиний електронний реєстр призовників, військовозобов'язаних та резервістів» та пов'язаних нормативно – правових актів. Встановлено очевидні переваги впровадження Єдиного електронного реєстру.

Ключові слова: військовозобов'язані, призовники, резервісти, військовий облік.

Відповідно до Конституції України захист суверенітету і територіальної цілісності України, забезпечення її економічної та інформаційної безпеки є найважливішими функціями держави, справою всього Українського народу, держава забезпечує соціальний захист громадян України, які перебувають на службі у Збройних Силах України та в інших військових формуваннях, а також членів їхніх сімей, захист Вітчизни, незалежності та територіальної цілісності України є обов'язком громадян України [1].

У зв'язку з триваючою військовою агресією російської федерації проти України, своєї актуальності набула необхідність швидкого обімну даними між державним реєстрами, що в свою чергу спрошує комунікацію між державою та призовниками, військовозобов'язаними, резервістами.

16 січня 2024 року прийнято важливі зміни до Закону України «Про Єдиний державний реєстр призовників, військовозобов'язаних та резервістів», які стосуються порядку обробки та використання даних в державних реєстрах для військового обліку.

Цей Закон встановлює правові та організаційні принципи створення та функціонування Єдиного державного реєстру призовників, військовозобов'язаних та резервістів. Він регулює відносини у сфері державної реєстрації громадян України, які перебувають у запасі для комплектування Збройних Сил України та інших військових формувань, утворених відповідно до законів України на період особливої потреби для виконання завдань із забезпечення оборони держави. Також цей Закон регламентує відносини осіб, які приписані до призовних дільниць, включаючи призовників, військовозобов'язаних та резервістів.

Так, Законом України «Про Єдиний державний реєстр призовників, військовозобов'язаних, резервістів», встановлено, що Єдиний державний реєстр призовників, військовозобов'язаних та резервістів (далі за текстом – «Реєстр») – інформаційно-комунікаційна система, призначена для збирання, зберігання, обробки та використання даних про призовників, військовозобов'язаних та резервістів, створена для забезпечення військового обліку громадян України. [2]

Відповідно по Порядку введення Єдиного державного реєстру призовників, військовозобов'язаних та резервістів, затвердженого наказом Міністерства оборони України від 28 березня 2022 року № 94, основними завданнями Реєстру є:

1. ведення військового обліку громадян України;
2. забезпечення комплектування Збройних Сил України, інших утворених відповідно до законів України військових формувань особовим складом в мирний час та в особливий період;
3. інформаційне забезпечення громадян України, у тому числі осіб, звільнених з військової служби, які мають право на пенсію та членів сімей загиблих військовослужбовців відомостями щодо виконання ними військового обов'язку. [3]

Впровадження інноваційних технологій та правових новацій, в умовах воєнного стану стає більш актуальним та необхідним, ніж у мирний час. Так, однією з найбільш очікуваних новацій стало впровадження електронного кабінету призовників, військовозобов'язаних та резервістів.

Призовник, військовозобов'язаний та резервіст зможе отримати інформацію про своє включення до Єдиного державного реєстру призовників, військовозобов'язаних та резервістів та ознайомитися із відомостями про себе, внесеними до Реєстру, в тому числі через Електронний кабінет призовника, військовозобов'язаного, резервіста. Відповідні зміни до Закону про Єдиний державний реєстр призовників, військовозобов'язаних та резервістів

№ 1951-VIII 16 січня внесла Верховна Рада. Йдеться про ухвалений в цілому законопроект 10062 «Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення порядку обробки та використання даних у державних реєстрах для військового обліку та набуття статусу ветерана війни під час дії воєнного стану». Фактично він є частиною законодавства про мобілізацію.

В оновленій редакції Закону визначено, що призовник, військовозобов'язаний та резервіст має право отримувати інформацію про своє включення (невключення) до Реєстру та відомості про себе, внесені до Реєстру, в тому числі через Електронний кабінет призовника, військовозобов'язаного, резервіста.

Встановлюється, що надання призовникам, військовозобов'язаним та резервістам інформації про своє включення (невключення) до Реєстру та відомості про себе, внесені до Реєстру, в тому числі через електронний кабінет призовника, військовозобов'язаного, резервіста здійснюється у Порядку ведення Реєстру та/або шляхом електронної інформаційної взаємодії через інформаційні системи Міністерства цифрової трансформації.

Відповідно до статті 14^1 Закону України «Про Єдиний державний реєстр призовників, військовозобов'язаних та резервістів» від 16.03.2017 N 1951-VIII), електронний кабінет – це персональний кабінет (захищений відокремлений веб-сервіс), за допомогою якого призовнику, військовозобов'язаному, резервісту, який пройшов електронну ідентифікацію, надається доступ до інформації про його персональні та службові дані, а також до послуг. Електронна ідентифікація особи здійснюється з використанням кваліфікованого електронного підпису чи інших засобів електронної ідентифікації, які дають змогу однозначно встановити особу [2].

Підсумовуючи, треба зазначити, що держава навіть в умовах воєнного стану застосовує сучасні інноваційні методи військового обліку, що в свою чергу сприяє підвищенню обороноздатності.

Література

1. Конституція України // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text;

2. Закон України «Про Єдиний державний реєстр призовників, військовозобов'язаних, резервістів» // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1951-19#Text;

3. Наказ Міністерства оборони України 28 березня 2022 року № 94 «Про затвердження Порядку ведення Єдиного державного реєстру призовників, військовозобов'язаних та резервістів».

THE UNIFIED STATE ELECTRONIC REGISTER OF CONSCRIPTS, PERSONS LIABLE FOR MILITARY SERVICE AND RESERVISTS AS AN INNOVATIVE TOOL FOR MILITARY REGISTRATION

Nabokova O.H.

candidate of legal sciences,teacher of the Department of Theory and History of the State and Law, National Shipbuilding University named after Admiral Makarov,

Abstract. The content of the Law of Ukraine "On the Unified Electronic Register of Conscripts, Conscripts and Reservists" and related regulatory and legal acts was analyzed. The obvious advantages of the implementation of the Unified Electronic Register have been established.

Keywords: conscripts; conscripts; reservists; military record.

СЕКЦІЯ № 11. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

УДК 005.8:378:629.5:338.28

ПРОЄКТИ РОЗВИТКУ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ

[1]Слободян С.О, [2]Жуков Ю.Д., [3]Харитонов Ю.М.

[1]кандидат технічних наук,проректор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна,
slo71nuos@gmail.com

[2] доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна,
profzhukov@gmail.com

[2] доктор технічних наук, професор, керівник навчально-наукового центру морської інфраструктури Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна,
kharytonov888@gmail.com

Анотація. Визначені основні теоретичні знання та технічні навички, які повинні бути опановані студентами вишу на сучасному етапі відродження суднобудування. Наводяться проєкти вдосконалення навчально-наукових центрів університету, які забезпечують підготовку фахівців за напрямками цифровізації суднобудівної галузі

Ключові слова: суднобудування, проєкти, фахівці, напрямки, заходи.

Вступ. Підготовка до впровадження технологічної платформи Shipbuilding 4.0, в Україні, заснованої на нових цифрових інструментах та алгоритмах штучного інтелекту, вимагає опанування новітніх теоретичних знань та технічних навичок у професорсько-викладацького складу та випускників університету. Успішне впровадження та інтеграція новітніх технологій в продукти або послуги передбачає створення в університеті відповідних навчально-наукових центрів (інститутів), цільовим призначенням яких слід вважати наближення компетенцій фахівців до сучасних вимог. Вирішення цього питання являє собою актуальну науково-прикладну задачу.

Мета роботи полягає у формуванні проєктів створення в університеті навчально-наукових центрів, інститутів, що забезпечать отримання сучасних знань та навичок з питань розробки та впровадження технологічної платформи Shipbuilding 4.0 в Україні.

Основна частина. На теперішній час в університеті існує Інститут новітньої кораблебудівної інженерії та Центр прикладних досліджень в енергетиці, які за своєю структурою та змістом виконуваних досліджень і процесів навчального характеру впроваджують в свою діяльність елементи технологічної платформи Shipbuilding 4.0.

При тому, стрімкий розвиток знань в напрямку цифровізації суднобудівної промисловості потребує вдосконалення їх діяльності.

Виконаний аналіз дозволив визначити основні технічні навички, які повинні бути опановані фахівцями на сучасному етапі відродження суднобудування: володіння навичками 3D-моделювання, автоматизованої розробки цифрової документації, прийняття логістичної маршрутизації виробництва та обладнання верфі; розуміння розвитку, функціонування та ролі цифрових близнюків суден та портів у морській економіці; практичне опанування мов програмування, таких як Python, R, Java або C++, фреймворків TensorFlow, PyTorch, Keras та Scikit-learn; розуміння алгоритмів машинного навчання (кероване, без нагляду, навчання з підкріпленням) та архітектури глибокого навчання (NCNs, RNNs, та GANs); здатність до попередньої обробки, очищення та організації даних, а також навички вибору відповідних моделей, налаштування гіперпараметрів та оцінки продуктивності моделі тощо.

Вирішальними аспектами ефективної підготовки фахівців слід вважати, також, знання: методів розробки програмного забезпечення, включаючи контроль версій (наприклад, Git); безперервної інтеграції та безперервного розгортання (CI/CD) трубопроводів, контейне-ризацію (наприклад, Docker); хмарних сервісів (AWS, Google Cloud, Azure); знання конкретних проблем та можливостей у морському секторі (інноваційне проектування та інжиніринг суден; функціонування інтелектуальних корабелень та портів; специфіки цифрової економіки тощо; розуміння управління базами даних, рішень для вилучення та зберігання даних; конвеєрів даних для управління потоком даних, необхідних для моделей штучного інтелекту та таке інше.

Використовуючи інтелектуальні цифрові датчики [1] та інструменти технології штучного інтелекту, системи створені на їх основі можуть забезпечити аналіз даних у реальному часі та прогнозні можливості, що може підвищити безпеку і знизити ризик аварій. Системи моніторингу безпеки суден на основі штучного інтелекту включають алгоритми штучного інтелекту та передові цифрові датчики для виявлення та аналізу потенційних небезпек під час операцій у реальному часі та оптимізації маршрутизації суден з точки зору людської, технічної, комерційної та екологічної безпеки.

Подальші дослідження та розробки в цій галузі необхідні для реалізації повного потенціалу систем моніторингу безпеки суден на основі штучного інтелекту [2]

Враховуючи вищеозначені аспекти запропоновано до виконання проєкт вдосконалення структури та змістовної частини досліджень і навчальної роботи інституту новітньої кораблебудівної освіти (рис. 1).

Одним з напрямків, який є важливим при створенні технологічної платформи Shipbuilding 4.0 слід вважати розробку енергоефективних виробництв та технологій.

В рамках планів розвитку Центру прикладних досліджень в енергетиці реалізується проект створення лабораторії інформаційного моделювання об’єктів морської інфраструктури та проект цифровізації енергетичних обстежень.

Реалізація проєкту вдосконалення структури та змістовної частини досліджень і навчальної роботи Інституту новітньої кораблебудівної освіти потребує повернення та оновлення тимчасово зайнятих приміщень, вдосконалення навчальних планів та планів наукових досліджень, наявності замовлень на підготовку та перепідготовку фахівців, а також планів на виконання наукових досліджень.

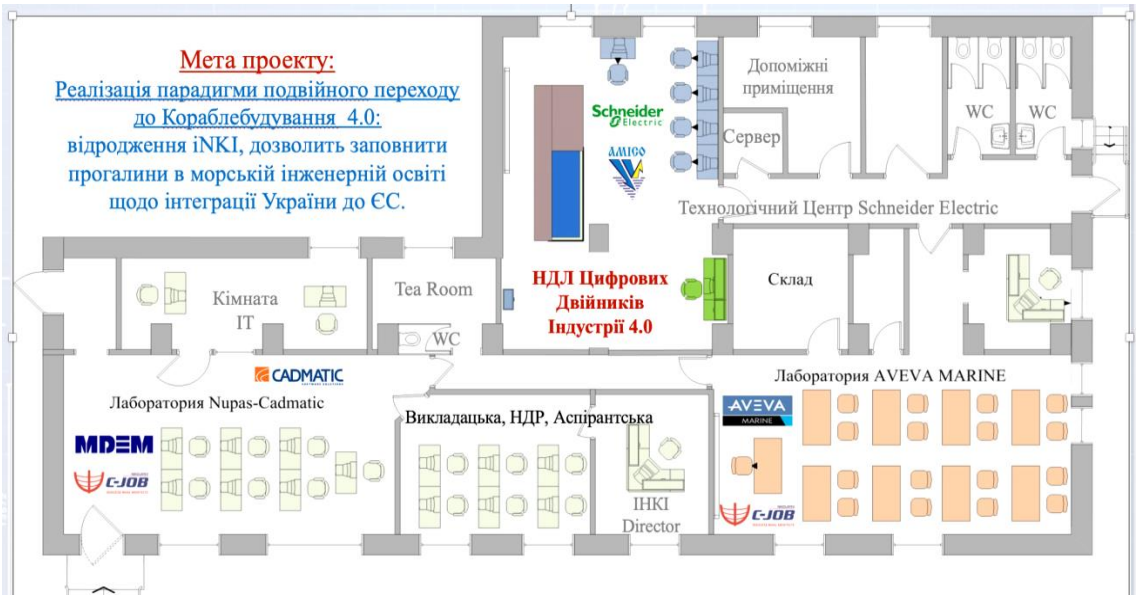


Рисунок 1 – Перспективна структура інституту новітньої кораблебудівної освіти

Рисунок 2 – Вимірювальне обладнання для енергетичних обстежень

Основними проблемами реалізації проектів розвитку Центру прикладних досліджень в енергетиці слід вважати придбання відповідного програмного забезпечення та додаткового вимірювального обладнання.

Загальна вартість проєктів оцінюється близько 5 млн. гривень.

Висновок. Створення матеріально-технічної бази, відповідної до завдань підготовки фахівців з питань цифровізації суднобудівної галузі, є актуальним завданням.

Література

1. Y.D. Zhukov et al., Intelligent Polymetric Systems Industrial Applications, CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2762, 2020, pp. 122 – 137. URL: https://ceur-ws.org/Vol-2762/paper8.pdf

2. Y. Kondratenko et al., Towards Implementing the Strategy of Artificial Intelligence Development: Ukraine Peculiarities. In: ICST-2023: Information Control Systems & Technologies, September 21–23, 2023, Odesa, Ukraine.

PROJECTS OF DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL CENTERS

Slobodyan Serhii
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Zhukov Yuriy
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Kharytonov Yuriy
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The basic theoretical knowledge and technical skills that must be mastered by university students at the current stage of shipbuilding revival are determined. The projects of improvement of educational and scientific centers of the university, which provide training of specialists in the areas of digitization of the shipbuilding industry, are presented/

Keywords: shipbuilding, projects, experts, directions, measures

УДК 378:656.6

РОЗРОБКА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДІЛОВИХ ІГОР ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ «СИСТЕМОТЕХНІКА ОБ'ЄКТІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ»

Казарєзов А. Я.
доктор технічних наук, професор, заступник начальника відділу,
Миколаївській науково-дослідний експертно-криміналістичний центр,
м. Миколаїв, Україна;
KazariezovAnatoli1950@gmail.com
Харитонов Ю. М.
доктор технічних наук, професор,
керівник Навчально-наукового центру «Морська інфраструктура»,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
kharytonov888@gmail.com

Анотація. Традиційні моделі викладання дисциплін в вишах технічного спрямування, на фоні сучасних вимог до рівня професійної освіти майбутніх фахівців з боку роботодавців, потребують вдосконалення. Ця обставина пояснюються, перш за все, стрімкими темпами розвитку парадигми цифрового виробництва, необхідністю мати ефективних фахівців з відповідними компетенціями. Запропонована структурна модель навчально-методичного комплексу ділових ігор.

Ключові слова: системотехніка, ділова гра, морській транспорт, інформаційне моделювання.

Вступна частина Відомі різноманітні технології навчання, які моделюють майбутню професійну діяльність: діалогічно-дискусійні, технології ситуаційного навчання, ігрові, проектні технології та інші [1]. Вибір більш раціональних технологій для підготовки фахівців різних спеціальностей являє собою актуальну науково-прикладну задачу.

Одним з важливих напрямків підготовки фахівців для економіки України слід вважати напрям «Системотехніка об'єктів морської інфраструктури», в рамках підготовки якого викладається дисципліна « Системотехніка об'єктів морського транспорту».

За загальним визначенням системотехніка або системна інженерія – це напрямок в науці та техніці, що комплексно охоплює задум, проектування, виготовлення, випробування, експлуатацію, модернізацію та утилізацію складних інженерно-технічних систем широкого кола призначення. Системна інженерія є прикладним, інженерним втіленням у технічні рішення головних положень тієї частини теорії систем, яка торкається інженерних або соціально-інженерних аспектів. Системотехніка об'єктів морського транспорту звужує загальне визначення виключно до об'єктів морського транспорту та інфраструктурних об'єктів, що взаємодіють між собою.

Навчальна дисципліна «Системотехніка об'єктів морського транспорту» спрямована на отримання магістрантами теоретичних знань та практичних навичок з питань системотехніки об'єктів морського транспорту. Вивчення дисципліни сприяє підвищенню фахової компетенції з питань створення цифрових двійників об'єктів морського транспорту.

Змістовна частина курсу «Системотехніка об'єктів морського транспорту» висвітлює наступні основні питання: сучасний стан та склад морських офшорних об'єктів, засобів океанотехніки та підводного транспортування газів та рідин, як системотехнічних комплексів: інформаційне моделювання морських офшорних об'єктів, засобів океанотехніки, підводного транспортування газів та рідин.

Враховуючи специфіку дисципліни «Системотехніка об'єктів морського транспорту» та невизначеність остаточної раціональної технології її викладання актуалізує вирішення завдання вибору раціональної технології підготовки майбутніх магістрів.

Мета роботи полягає у вдосконалені підготовки магістрантів з питань системотехніки об'єктів морського транспорту на підставі створення навчально-методичного комплексу ділових ігор за дисципліною, що дозволить підвищити ефективність отримання теоретичних знань та практичних навичок на рівні та в обсязі передбаченому професійними вимогами.

Основна частина. За визначенням [2] ділова гра – це засіб моделювання умов професійної діяльності, який забезпечує інтерактивне тренування студентів у виконанні дій суто професійного характеру і у вирішенні суто професійних проблем у змодельованому професійному спілкуванні між «фахівцями», ролі та професійні цілі яких «приписуються» окремим гравцям.

Запропонована загальна схема розроблюваних складових навчально-методичного комплексу ділових ігор за дисципліною «Системотехніка об'єктів морського транспорту» наведена на рис. 1.

Дисципліна «Системотехніка об'єктів морського транспорту» базується на знаннях навчальних дисциплін, пов'язаних з інформаційними технологіями, експлуатацією водного транспорту, морськими технологіями, береговими портовими спорудами, основами

експлуатації суден та морських гідротехнічних споруд, тощо та комплексом навичок магістерського рівня, що становлять блок БЗ.

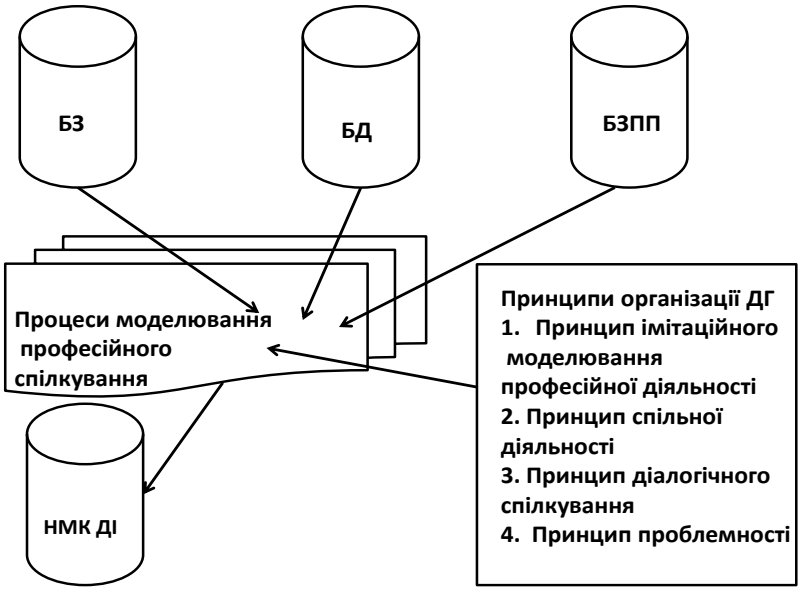


Рисунок 1 – Схема складових навчально-методичного комплексу ділових ігор за дисципліною «Системотехніка об'єктів морського транспорту»

При формуванні навчально-методичного комплексу створюються необхідні бази даних за транспортними технологіями та їх елементами (блок БД) та проблемні питання, які виникають в процесі професійної діяльності за дисципліною «Системотехніка об'єктів морського транспорту» (блок БЗПП).

При реалізації процесів моделювання професійного спілкування враховані основні принципи організації ділових ігор. Синтез вказаних складових представляє собою розроблюваний навчально-методичний комплекс за дисципліною(блок НМК ДІ).

Планується, що ділова гра, яка буде використовуватися як основний елемент при вивченні дисципліни «Системотехніка об'єктів морського транспорту» буде являти собою спеціально організовану форму навчання з перетворенням попередньо самостійно засвоєних теоретичних знань у навички практичної діяльності, що передбачені навчальною програмою дисципліни. Апробація навчально-методичного комплексу планується у 2025–2026 навчальному році.

Висновки

1. В умовах стрімкого росту запровадження цифрових технологій у

різні галузі виробництва науко-методичний рівень підготовки магістрів вимагає вдосконалення технологій навчального процесу.

2. Впровадження в навчальний процес підготовки студентів технології

ділової гри дозволить визначити її ефективність у задачах підвищення теоретичної підготовки, упорядкування і закріплення знань, умінь та практичних навичок магістрів за дисципліною «Системотехніка об'єктів морського транспорту».

Література

1. Освітні технології: навч.-метод. посіб. / О.М. Пєхота, А.З. Кіктенко, О.М. Любарська [та ін.]; за заг. ред. О.М. Пєхоти. – К.: А.С.К., 2001. – 256 с.

2. Моделювання професійної діяльності у викладанні навчальних дисциплін у вишах: монографія / Н.П. Волкова, О.Б. Тарнопольський; за заг. та наук. ред. О.Б. Тарнопольського. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський університет імені Альфреда Нобеля, 2013. – 228 с.

DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL COMPLEX OF A BUSINESS GAME FOR THE DISCIPLINE "SYSTEM ENGINEERING OF MARITIME TRANSPORT FACILITIES"

Kazariezov Anatoliy

Deputy Head of the Department of Construction, Land Surveys and Evaluation, Mykolaiv Research Expert Forensic Center;

Kharytonov Yuriy

Head of the Educational and Scientific Center "Marine Infrastructure", Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Traditional models of teaching disciplines at technical universities, against the background of modern requirements for the level of professional education of future specialists on the part of employers, need improvement. This circumstance is explained, first of all, by the rapid pace of development of the digital production paradigm, the need to have effective specialists with the appropriate competence. The structural model of the educational-methodical complex of business games is proposed.

Keywords: system engineering, business game, sea transport, information modeling.

УДК 004.8:004.43:378

ВИКОРИСТАННЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДАНИХ ПРОЄКТІВ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Приходько С.Б.

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
sergiy.prykhodko@nuos.edu.ua

Кудін О.О.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
oleg.kudin@nuos.edu.ua

Анотація. В наш час розробники програмного забезпечення використовують математичні моделі часу виконання проектів, основані на історичних даних. Але вони мають незадовільні параметри якості. Для підвищення якості означених моделей запропоновано перед побудовою моделі розділити загальний набір даних на кластери та побудувати моделі для кожного з них.

Ключові слова: регресійний аналіз, регресійні моделі часу проєктів, кластерний аналіз, метод K-Means, ітеративні методи кластеризації.

Вступна частина. На сьогодні розробники програмного забезпечення використовують математичні моделі часу виконання проєктів, які базуються на історичних даних. Наприклад такі моделі, як COCOMO, COCOMO II або ISBSG. Але існуючі моделі, як правило, мають незадовільні параметри якості – середню величину відносної похибки MMRE та процент передбачених значень Pred (0,25). Тому дослідники шукають можливості покращення таких моделей. Одним зі шляхів покращення означених моделей є розбиття загального набору даних на окремі кластери з подальшою побудовою моделі для кожного з них [1].

Мета роботи. Метою дослідження є перевірка можливостей розбиття відомих наборів даних з програмних метрик на окремі кластери.

Основна частина. Одними з ефективних методів передбачення часу розробки проєктів програмного забезпечення (далі – проектів ПЗ) є методи регресійного аналізу. За допомогою таких методів можна побудувати регресійні моделі часу проектів в залежності від трудомісткості робіт. Побудова вказаних регресійних моделей можлива при наявності в проектній організації бази даних виконаних проектів. Враховуючи те, що практично всі проектні організації використовують автоматизовані системи управління проектами (наприклад, MS Project або її аналоги) можна зробити припущення, що відповідні бази даних існують у всіх організаціях.

Слід зауважити, що у відповідних базах організацій знаходяться дані, які мають різні значення трудомісткості та часу виконання робіт. Проекти ПЗ створювались на різних мовах програмування та вирішували різні задачі за кількістю і складністю. Тому побудовані регресійні моделі мають незадовільні параметри якості. Підвищити параметри якості регресійних моделей можна завдяки розподілу даних по групам відповідно до трудомісткості і часу виконання, а потім побудувати моделі для кожної групи окремо. Для вирішення цієї задачі можна використати методи кластерного аналізу.

В наш час для кластеризації даних часто використовують метод K-Means [1, 2]. Перевагою цього методу є проста реалізація. Але при використанні цього методу потрібно заздалегідь визначити кількість кластерів, що в деяких випадках проблематично. Також були випадки коли кластери частково перетинались між собою. Тому існує актуальна проблема щодо визначення можливостей та обмежень використання методу K-Means при кластеризації бази даних проектів ПЗ відповідно до трудомісткості і часу виконання.

Алгоритм кластеризації в методі K-Means намагається мінімізувати відстані між спостереженнями, які належать до кластера, і максимізувати відстань між різними кластерами. Для виміру відстані між кластерами метод K-Means використовує Евклідову відстань. Алгоритм методу має простий вигляд:

1. Перед обчисленням дослідник призначає кількість кластерів (k);

2. Випадково призначаються центроїди (центроїдами називають центральні точки відповідних кластерів) кожному з *k* кластерів;

3. Обчислюється відстань усіх спостережень до кожного з *k* центроїд;

4. Призначаються спостереження до найближчого центроїда;

5. Знаходиться нове розташування центроїда, взявши середнє значення всіх спостережень у кожному кластері;

6. Повторюйте кроки 3 – 5, доки центроїди не змінять положення.

Для вимірювання відстані між об'єктами в методі K-Means при кластеризації зразків з безперервними ознаками використовується квадратична евклідова відстань між двома точками *x* та *y* в *m*-вимірному просторі:

$$d(x,y)^2 = \sum_{j=1}^{m}\left(x_j - y_j\right)^2 = \|x-y\|_2^2 ,$$

де *j* відноситься до *j*-ого виміру (стовпчику ознаки) вхідних зразків *x* та *y*.

Якщо брати за основу метрику евклідової відстані, то алгоритм K-Means можна описати як просту задачу оптимізації – ітераційний підхід для мінімізації внутрикластерної суми квадратичних похибок (Sum of Squared Errors – SSE)

$$SSE = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k} w^{(i,j)} \left\|x^{(i)} - \mu^{(j)}\right\|_2^2 ,$$

де $\mu^{(j)}$ – репрезантивна точка (центроїд) для кластера *j*; $w^{(i,j)} = 1$, якщо зразок $x^{(i)}$ знаходиться в кластері *j*, та $w^{(i,j)} = 0$ в іншому випадку.

Для виявлення мінімального значення SSE потрібно виконати декілька ітерацій кластеризації набору даних починаючи з $k = 1 + p$ при $p = 0,1,2,\cdots,p_{max}$. Припинення ітерацій ($k = p_{max}$) відбудиться, коли SSE перестане змінюватись.

В досліджені було використано відомий набір даних ISBSG6 [3] для персональних комп'ютерів (PC), який використовували багато авторів [3]. Він складається з даних 52 проєктів ПЗ. В наборі даних є такі параметри проєктів: час виконання проєктів (місяці); трудомісткість виконання проєктів (людино-години); тип комп'ютерів (MF – мейнфрейм, MR – комп'ютери середнього класу, PC – персональні комп'ютери).

За значенням SSE було визначено, що статистичну вибірку можна розділити на 2 кластери (рис. 1).

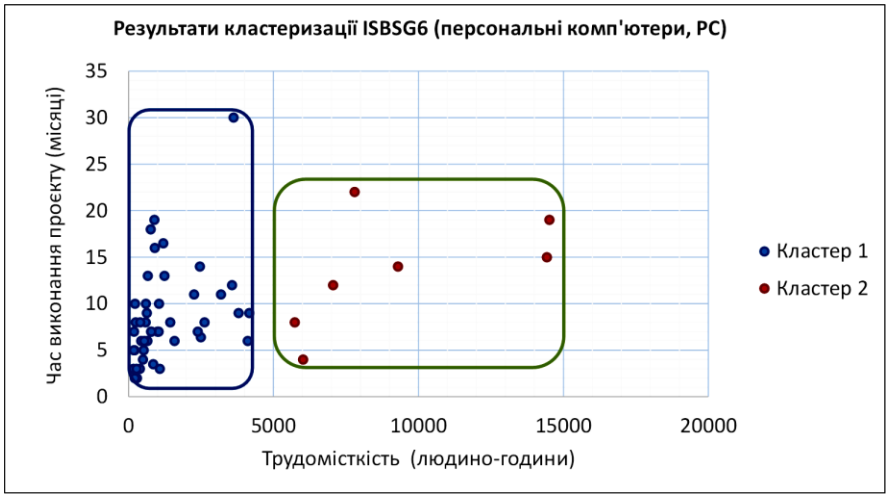


Рисунок 1 – Результати кластеризації статистичної вибірки ISBSG6 (PC)

На рис. 1 можна побачити, що вибірка розділена на 2 кластери, які не перетинаються між собою. Отже, існує дві групи проєктів ПЗ з різними значеннями трудомісткості робіт. Для цих груп можна побудувати дві окремі регресійні моделі, але для цього потрібно провести додаткові дослідження.

Висновки. Для покращення показників якості регресійних моделей часу розробки проектів ПЗ з використанням бази даних проектної організації рекомендується виконати кластеризацію відповідної бази методами кластерного аналізу (наприклад, метод K-Means). В подальшому планується побудова математичних моделей часу проектів для відповідних кластерів.

Література

[1] Prykhodko S. Building Nonlinear Regression Models for Estimating the Number of Clusters and Their Initial Centroids /S. Prykhodko, N. Prykhodko //2023 IEEE 18th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 2023. – P. 1–4.

[2] Getting started with K-means clustering in Python. Електронний ресурс: https://domino.ai/blog/getting-started-with-k-means-clustering-in-python

[3] Oligny, S. Exploring the relation between effort and duration in software engineering projects [Text] /S. Oligny, P. Bourque, A. Abran, B. Fournier //In proc. of the World Computer Congress, Aug. 2000. – Pp. 175–178.

USING CLUSTER ANALYSIS IN TIME MANAGEMENT OF SOFTWARE CREATION PROJECTS

Prykhodko S.B., Kudin O.O.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Nowadays, software developers use mathematical models of project execution time based on historical data. But they have unsatisfactory quality parameters. To improve the quality of the specified models, it is proposed to divide the general data set into clusters before building the model and build models for each of them.

Keywords: regression analysis, regression models of project time, cluster analysis, K-Means method, iterative clustering methods.

УДК 621.4

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧОЇ СИСТЕМИ В СКЛАДІ КОРАБЕЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Кузнецов Г.В.
аспірант, інженер-конструктор 3 категорії
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
ТОВ «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
м. Миколаїв, Україна
kuznetsov.heorhiy@gmail.com
Харитонов Ю.М.
доктор технічних наук, професор
керівник Навчально-наукового центру морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
kharytonov888@gmail.com

Анотація. Застосування теплоакумулюючих систем в умовах роботи корабельної енергетичної установки обмежується різними режимами роботи головних та допоміжних двигунів, техніко-економічними та конструктивними умовами розташування додаткових елементів у складі самої установки та у машинному відділенні. На підставі розроблених схем КЕУ з ТАС та підібраних глушниках утилізаторах для патрульного катера розраховані показники ефективності утилізації бросової теплоти та її використання на потреби двигунів, технічних систем та екіпажу.

Ключові слова: відпрацьовані гази, охолоджуюча рідина, мастило, фазовий перехід, показник, потреби.

Вступ. Застосування теплоакумулюючих систем (ТАС) в умовах роботи корабельної енергетичної установки (КЕУ) обмежується різними режимами роботи головних та допоміжних двигунів, техніко-економічними та конструктивними умовами розташування додаткових елементів у складі самої установки та у машинному відділенні. Тому створення теплоакумулюючої системи, інтегрованої у корабельну енергетичну установку з урахуванням характеристик навантаження головних і допоміжних двигунів, а також розподілом акумульованої теплоти за різними напрямками загальнокорабельних потреб є актуальним завданням.

Метою роботи є визначення показників ефективності утилізації бросової теплоти та її використання ТАС на потреби головних і допоміжних двигунів, технічних систем корабля та екіпажу для корабельних енергетичних установок різних класів надводних кораблей в умовах експлуатації КЕУ.

Метод дослідження – математичне моделювання періодичних процесів утилізації та акумулювання теплоти робочих середовищ теплових джерел корабельної енергетичної

установки в ТАС з послідуючим її використанням на предпускову підготовку двигунів та потреби технічних систем корабля та екіпажу.

Об'єктом дослідження є процеси утилізації, акумулювання і використання теплоти з визначенням ефективності ТАС КЕУ надводного корабля в умовах зміни часових показників експлуатаційних циклів та осереднених тривалостей простоїв по місяцях і за рік КЕУ.

Предметом дослідження є показники часового-енергетичного еквіваленту, ефективності використання та енергетичної якості ТАС та їх залежності від конструктивних параметрів елементів системи, теплофізичних властивостей теплоакумулюючих матеріалів і умов запуску, роботи і простою КЕУ.

Результати. Для класів кораблів: фрегат, корвет та патрульний катер згідно структурних схем КЕУ з ТАС і визначених конструктивних характеристик глушників утилізаторів теплових акумуляторів для джерел скидної теплоти – відпрацьовані гази, мастило та охолоджуюча рідина на базі доопрацьованого алгоритму [1], виконані розрахункові дослідження наступних показників ефективності системи у програмному середовищі MathCad:

– часового-енергетичного еквіваленту за призначений проміжок часу як добового приросту теплоти у ТАС, що визначається як різниця між утилізованими теплотами і витратами на транспортування теплоносіїв з вирахуванням енергії від зовнішніх джерел;

– показника ефективності використання ТАС як відношення теплоти, що споживається від ТАС для всіх потреб на кораблі на теплоту, що утилізується ТАС від джерел КЕУ;

– показника енергетичної якості ТАС як добутку теплових викидів КЕУ на показник ефективності використання КЕУ.

Вихідними даними для реалізації алгоритму є склад КЕУ [2], показники відпрацьованих газів, мастила, охолоджуючої рідини головних та допоміжних двигунів [3, 4], що надані відповідними виробниками, фізичні властивості відпрацьованих газів, охолоджуючої рідини та мастила [5, 6].

При систематизації розрахункового процесу прийнято порядок наступної індексації величин: перший індекс визначає відношення до головного або допоміжного елемента КЕУ, другий – кількість елементів, третій – тип елементу, четвертий – джерело скидної теплоти, середовища та характеристик навантаження дизельних та газотурбінних двигунів.

Для акумулювання теплоти від головних та допоміжних двигунів, при дослідженні розглянуто наступні варіанти:

– за використанням джерел теплоти: відпрацьовані гази, відпрацьовані гази та охолоджуюча рідина;

– за спільністю роботи головних та допоміжних двигунів: при ходовому режимі працюють усі головні та допоміжні двигуни, при дрейфі корабля працюють або не працюють допоміжні двигуни;

– акумулювання теплоти: теплова акумуляція енергії здійснюється від головних та допоміжних двигунів;

Використання акумульованої теплоти з окремих елементів ТАС розглянуто за технологічними варіантами.

При запуску головних і допоміжних елементів КЕУ для забезпечення ходу корабля:

– передпускова підготовка допоміжних двигунів з забезпеченням потреб технічних систем корабля і екіпажу, запуск допоміжних двигунів і передпускова підготовка головних двигунів;

– передпускова підготовка головних двигунів з забезпеченням потреб технічних систем корабля і екіпажу, запуск головних двигунів і передпускова підготовка допоміжних двигунів, запуск допоміжних двигунів;

– передпускова підготовка допоміжного і головного двигунів, запуск допоміжного двигуна з забезпеченням потреб технічних систем корабля і екіпажу, запуск головного двигуна.

Для забезпечення потреб КЕУ, технічних систем і екіпажу корабля при дрейфі:

– забезпечення потреб технічних систем, екіпажу корабля і КЕУ;

– забезпечення потреб технічних систем корабля і екіпажу;

– забезпечення потреб екіпажу.

Нижче наведено окремі результати для патрульного катеру до складу КЕУ якого входить два дизельних двигуна CAT C18, 651 кВт, два допоміжних двигуна CAT C4.4, 38 кВт, а до складу ТАС по два глушника-утилізатора-акумулятора з характеристиками наведеними у табл. 1.

Таблиця 1. Характеристики глушників утилізаторів теплових акумуляторів ТАС

Двигун	**Габаритні розміри глушника утилізатора**	**Матеріал**	**Потенціал теплоти фазового переходу, кДж**
CAT C18 (651 кВт)	Довжина – 3600 мм, Зовнішній діаметр – 576 мм, кількість капсул з ТАМ – 12.	Гідроксид натрію (NaOH)	$1{,}76 \cdot 10^5$
		Нітрат літію ($LiNO_3$)	$1{,}86 \cdot 10^5$
		сіль $MgCl_2$ (63)-22,3NaCl-14KCl	$2{,}19 \cdot 10^5$
CAT C4.4 (38 кВт)	Довжина – 1270 мм, Зовнішній діаметр – 256 мм, кількість капсул з ТАМ – 12.	сіль LiF(20)–80LiOH	$2{,}78 \cdot 10^4$
		сіль NaCl(50)–50$MgCl_2$	$1{,}92 \cdot 10^4$
		сіль $MgCl_2$ (63)-22,3NaCl-14KCl	$2{,}07 \cdot 10^4$

Згідно таблиці 1 показники ефективності використання ТАС з теплоакумулюючим матеріалом гідроксид натрію наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Показники ефективності використання ТАС

Варіант джерела теплоти	**Показники ефективності**		
	Часовий-енергетичний еквівалент, ЧЕЕ$_t$, кВт/добу	**показник ефективності використання ТАС, $\eta_{ЕТАС}$**	**Показник енергетичної якості ТАС, $К_{КЕУТАС}$**
відпрацьовані гази	0,136	0,836	0,5
відпрацьовані гази та охолоджуюча рідина	0,236	0,898	0,54

Література

[1] Кузнецов Г.В. Математична модель теплоакумулюючої системи у складі енергетичної установки надводного корабля. Збірник Наукових Праць НУК. 2023. № 1. С. 128–134.

[2] «НІБУЛОН» будує водолазний катер для розмінування водних шляхів: веб-сайт. URL: https://shipbuilding.mk.ua/?p=5270 (дата звернення 24.08.2024).

[3] Industrial Diesel Engines. C18: веб-сайт. URL: https://www.cat.com/en_US/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines/18396700.html (дата звернення 24.08.2024).

[4] C4.4. Marine Generator Sets: веб-сайт. URL: https://www.finning.com/en_GB/products/new/power-systems/marine-power-systems/marine-generator-sets/18414775.html (дата звернення 24.08.2024).

[5] Теплофізичні властивості димових газів: веб-сайт. URL: https://lectures.7mile.net/teplomasoobmin/teplofizichni-vlastivosti-dimovikh-gaziv.html (дата звернення 24.08.2024).

[6] Теплофізичні властивості води на лінії насичення: веб-сайт. URL: https://lectures.7mile.net/teplomasoobmin/teplofizichni-vlastivosti-vodi-na-liniji-nasichennya.html (дата звернення 24.08.2024).

DETERMINING THE EFFICIENCY OF USING THE THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM AS A SHIP POWER PLANT SYSTEM

Kuznetsov H.V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Research & Design Shipbuilding Centre limited liability company

Kharytonov Y.M.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Abstract. The use of thermal energy storage systems in the conditions of operation of a ship’s power plant is limited by different modes of operation of the main and auxiliary engines, technical, economic and design conditions for the location of additional elements within the plant itself and in the engine room. On the basis of the developed schemes of the ship power plants with thermal energy storage system and selected silencers for the patrol boat, the efficiency indicators of waste heat utilization and its use for the needs of engines, technical systems and crew were calculated.

Key words: exhaust gases, coolant liquid, lube oil, phase transition, indicator, needs.

УДК 656.6

ОЦІНКА КОРИСНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ СУДЕН ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ЧОРНОМОРСЬКОЇ ЗЕРНОВОЇ ІНІЦІАТИВИ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ AIS

Дьяконов О.С.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
alex.s.dyakonov@gmail.com
Іхсанов Ш.М.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
ihsanov.shamil@gmail.com
Рябенький В.М.
доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
optron2@gmail.com

Анотація. У роботі на основі спільного аналізу офіційної статистики щодо роботи Чорноморської зернової ініціативи та даних автоматичної ідентифікаційної системи (AIC) отримано регресійну модель, що дозволяє проводити непряму оцінку експорту сільськогосподарської продукції з чорноморських портів України, використовуючи лише дані AIC.

Ключові слова. Automatic Identification System (AIS), Чорноморська зернова ініціатива, регресійна модель, чорноморські порти України, завантаженість судна.

Вступна частина. При розрахунку вантажообігу порту та його пропускної спроможності переважно використовують такі джерела, як Findaport.com, портові джерела, Регістр Ллойда, дані морських та портових управлінь. Слід зазначити, що з початком воєнного конфлікту 24 лютого 2022 року у відкритому доступі офіційна статистика щодо роботи морських портів України не публікується. Таким чином, виникає завдання непрямої оцінки вантажообігу порту за відкритими джерелами, використовуючи, наприклад, дані автоматичної інформаційної системи (AIC). Як джерело даних AIC можуть служити сайти агрегатори MarineTraffic, VesselFinder та ін., а також користувальницькі приймачі AIC.

Мета роботи. Непряма оцінка вантажообігу сільськогосподарської продукції чорноморських портів України, використовуючи дані автоматичної інформаційної системи AIC.

Основна частина. У піонерській роботі [1] автори розробили методику розрахунку завантаження судна за його осадкою. Разом з тим, у даній роботі розрахункові моделі

будуються для суден дедвейтом понад 90000 тонн, що ускладнює їх використання для оцінки завантаження судна з меншим дедвейтом.

У рамках роботи Чорноморської зернової ініціативи з 22 липня 2022 року по 17 липня 2023 року на сайті ООН було представлено повну офіційну статистику з вантажообігу сільськогосподарської продукції трьох чорноморських морських портів України: міста Одеси (UA ODS), Чорноморська (UA ILK) та Південного (UA YUZ) [2, 3]. У звіті міститься основна інформація про скоєні рейси, а також про обсяг і тип вантажу, що перевозиться. Отже, ця інформація може розглядатися як вихідні дані для побудови оціночних моделей завантаження судна.

Аналіз експорту показує, що основними сільськогосподарськими культурами, які були перевалені через чорноморські порти, є: кукурудза (51,44 %), пшениця (27,12 %), шрот соняшниковий (5,66 %), олія соняшникова (5,02 %), ячмінь (3,86 %), ріпак (3,05 %), соєві боби (2,44 %). Зазначимо, що фактичне завантаження суховантажу визначається коефіцієнтом розміщення вантажу, що перевозиться (stowage factor). Значення коефіцієнтів розміщення: кукурудза (1,45 – 1,53 м^3/т), пшениця (1,27 – 1,42 м^3/т), шрот соняшниковий (1,40 – 1,60 м^3/т), ячмінь (1 35 – 1,45 м^3/т), ріпак (1,5 – 1,6 м^3/т), соєві боби (1,58 – 1,64 м^3/т).

Внаслідок того, що коефіцієнти розміщення сільськогосподарських культур приблизно рівні, для побудови моделей оцінки вантажу, що перевозиться, можна обмежитися урахуванням суден, які перевезли кукурудзу, пшеницю і ячмінь.

Для побудови коректних моделей з оцінки вантажу, що перевозиться, вихідні дані були піддані додаткової перевірки на виконання умови: дедвейт > вага вантажу. Було виявлено 29 випадків із 1004 рейсів, коли маса задекларованого вантажу перевищувала дедвейт судна.

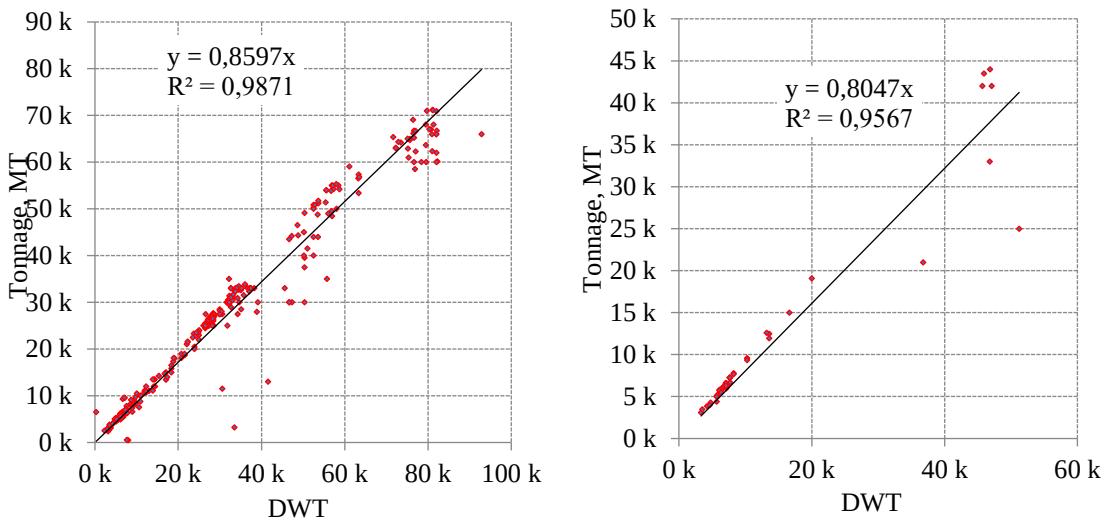
У якості першої моделі розглянемо лінійну регресію, що зв’язує дедвейт судна DWT і масу вантажу, що перевозиться π_r:

$$\pi_r = \alpha_1 \cdot DWT.$$

Вільний член лінійної регресії вважатимемо рівним нулю, т.к. вочевидь, що при $DWT = 0$, $\pi_r = 0$. При побудові моделі будемо використовувати половину вибірки даних. Параметри отриманої моделі наведено у табл. 1, та її графічна інтерпретація дана на рис. 1.

Таблиця 1 – Параметри регресійної моделі

Балкери		**Танкери**	
Параметр	**Значення**	**Параметр**	**Значення**
Y перетин	0	Y перетин	0
α_1	0,8597	α_1	0,8047
R^2	0,9594	R^2	0,9121
Спостережень	311	Спостережень	53
Похибка моделі, %	1,97	Похибка моделі, %	5,16



а) *б)*

Рисунок 1 – Залежність маси вантажу, що перевозиться, π_r від дедвейту DWT для балкерів (а) та танкерів (б)

Слід зазначити, що помилка апроксимації моделі, обчислена за тими самими даними, що використовуються для побудови лінійної регресії, зазвичай, має занижене значення. Обчислимо реальну помилку апроксимації моделі, використовуючи другу половину вибірки даних. У випадку балкерів для сумарного дедвейту DWT_Σ = 15717896 тонн сумарна вага вантажу, що перевозиться, склала π_Σ = 13864592 метричних тонн. Оцінка моделі складає π'_Σ = 13512675,2 метричних тонн, отже помилка апроксимації дорівнює ε = 2,54 %. Для танкерів маємо: DWT_Σ = 1235941 тонн, π_Σ = 1087225 метричних тонн, π'_Σ = 994561,7 метричних тонн, ε = 8,52 %.

Розглянемо другу модель множинної лінійної регресії у вигляді рівняння

$$\pi_r = \alpha_1 \cdot DWT + \alpha 2 \cdot T_r + \alpha_3 \cdot L \cdot Beam,$$

де T_r – поточна осадка судна, L – загальна довжина судна, $Beam$ – ширина судна. Параметри даної моделі наведено у табл. 2. Для отримання реальної помилки апроксимації виконаємо ті дії, як й у разі лінійної регресії. Для балкерів маємо: π_Σ = 13864592 метричних тонн, π'_Σ = 13458804,4 метричних тонн, ε = 2,93 %. Для танкерів отримаємо: π_Σ = 1087225 метричних тонн, π'_Σ = 1016670,5 метричних тонн, ε = 6,49 %.

Таблиця 2 – Параметри множинної регресійної моделі

Балкери		**Танкери**	
Параметр	**Значення**	**Параметр**	**Значення**
Y перетин	0	Y перетин	0
α_1	0,79014	α_1	0,76905
α_2	309,07428	α_2	376,6562
α_3	0,0007188	α_3	-0,5634
R^2	0,9885	R^2	0,96
Спостережень	311	Спостережень	53
Похибка моделі, %	0,41	Похибка моделі, %	1,04

Зазначимо, що стандарт [5] визначає AIC повідомлення № 5, в якому судна класу А передають з інтервалом у 6 хвилин інформацію про свою максимальну поточну статичну осадку, а також про габаритні розміри судна.

Висновки.

1. Для розрахунку моделей оцінки маси сільськогосподарського вантажу, що перевозився судном, була використана офіційна статистика роботи Чорноморської зернової ініціативи. При більш детальному аналізі цієї статистики виявлено, що у 28 випадках судна вирушали з перевантаженням. Цей факт може бути викликаний внесенням помилкових даних до офіційного звіту або некоректною інформацією про дедвейт даних судів.

2. Помилка апроксимації отриманих оціночних моделей становить для балкерів – 2,54 % у разі лінійної регресії, для танкерів – 6,49 % у разі множинної лінійної регресії. Застосовність отриманих моделей: балкери дедвейтом до 90 000 тонн, танкери – дедвейтом до 50 000 тонн.

3. Розроблені моделі дозволяють оцінити масу сільськогосподарського вантажу, що перевозиться, використовуючи дані з відкритих джерел. Інформація про дедвейт судна доступна на сайтах MarineTraffic, VesselFinder та ін., інформація про габаритні розміри судна та його поточну осідку також доступна на цих же сайтах, або може бути отримана альтернативно шляхом прийому та обробки потоку AIC-повідомлень від суден, що цікавлять.

Література

[1]. Jia, H., Prakash, V. and Smith, T. Estimating vessel payloads in bulk shipping using AIS data, Int. J. Shipping and Transport Logistics, 2019, Vol. 11, No. 1, pp. 25 – 40, doi: https://doi.org/10.1504/IJSTL.2019.096864

[2]. Black Sea Grain Initiative. Joint Coordination Centre, Jul. 2023, “Life data: Black Sea Grain Initiative inbound voyages,” Black Sea Grain Initiative. Joint Coordination Centre. [Online]. Available: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1S4BoVtWis1ytE-6ALRaoCovHrmsjuZUHQaiu7uTNEDE/edit#gid=0

[3]. Black Sea Grain Initiative. Joint Coordination Centre, Jul. 2023, “Black Sea Grain Initiative Vessel Movements,” Black Sea Grain Initiative. Joint Coordination Centre. [Online]. Available: https://data.humdata.org/dataset/black-sea-grain-initiative-vessel-5ovements

[4]. Black Sea News, Sep. 2023, “The fate of the ships that were in the ports of Ukraine on 24 February 2022: The updated database,” Black Sea News. [Online]. Available: https://www.blackseanews.net/en/read/209291

[5]. Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile frequency band, Rec. ITU-R M.1371-5, International Telecommunications Union, Geneva, Switzerland, Feb. 2014.

VESSELS PAYLOAD ESTIMATION DURING THE IMPLEMENTATION OF THE BLACK SEA GRAIN INITIATIVE USING AIS DATA

Oleksii Diakonov,

PhD, Dept. of Programmable Electronics, Electrical Engineering and Telecommunications Admiral Makarov National University of Shipbuilding, NUOS,

Shamil Ikhsanov,

PhD, Dept. of Programmable Electronics, Electrical Engineering and Telecommunications Admiral Makarov National University of Shipbuilding, NUOS,

Volodymyr Riabenkyi,
Doctor of Technical Sciences, Head of Dept. of Programmable Electronics, Electrical Engineering and Telecommunications
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, NUOS,

Abstract. Based on a joint analysis of official statistics on the Black Sea Grain Initiative and Automatic Identification System (AIS) data, a regression model has developed that allows for the indirect estimation of agricultural product exports from Ukrainian Black Sea ports using only AIS data.

Keywords: Automatic Identification System (AIS), Black Sea Grain Initiative, regression model, Black Sea ports of Ukraine, vessel payload.

УДК 005:8. 62-664.2

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ДЕРЕВНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА У МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Подаєнко М.Ю.
асистент Навчально-наукового центру морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
podaenkomarina@gmail.com
Харитонов М.Ю.
завідувач лабораторією Навчально-наукового центру морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
kvadrospectr@gmail.com
Голеншин Є.В.
аспірант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
golenshin97@gmail.com

Анотація. Визначено ресурсний потенціал щодо використання місцевої деревної сировини для виробництва біопалива на прикладі Доманівської ОТГ Миколаївської області.

Ключові слова: теплопостачання, альтернативні джерела енергії, біопаливо, відходи деревини, паливні брикети, паливні пелети.

Вступна частина. Перехід на місцеві альтернативні види палива є одним з найважливіших напрямків забезпечення енергетичної безпеки України. Використання цього палива дозволяє зменшити споживання викопного палива, яке закуповується громадами для опалення об’єктів комунальної власності.

Є доволі багато публікацій [1, 2, 3] у яких всебічно розглядаються питання отримання біопаливної сировини, усі етапи її переробки, особливості спалювання та економічні показники її використання. Однак ці публікації, як правило, пов'язані з територіями, де щорічний приріст деревини є досить високим, а залісені площі досить значні. Територія Миколаївської області відноситься до степової зони на якої щорічний приріст деревини низький, а площі, заняті лісовими насадженнями, невеликі. Тому існує потреба в оцінці місцевих рослинних ресурсів які можна отримати і використовувати у якості біопалива. Така оцінка виконувалась для Доманівської ОТГ Миколаївської області.

Метою роботи є визначення ресурсного потенціала заміщення традиційних видів енергетичних ресурсів, що використовуються для опалення комунальних установ Миколаївської області, на біопаливо вироблене з місцевої рослинної сировини.

Основна частина. У якості сировини для виробництва біопалива зазвичай розглядаються два види біомаси: деревна біомаса та трав'яниста біомаса. На території Доманівської ОТГ до деревної сировини для виготовлення біопалива можна віднести: відходи ведення лісового господарства; деревні відходи від догляду полезахисних смуг; деревні відходи від утримання узбіччя доріг, ліній електропередавання; деревні відходи від розчищення самозалісених ділянок; вирощувані деревні енергетичні культури. У межах цієї роботи досліджувався ресурсний потенціал перших трьох джерел.

Згідно державної статистичної звітності з кількісного обліку земель на території Доманівській ОТГ ліси та інші лісовкриті площі складають 3338,57 га. З них площа лісових земель у ведені державних господарств на території Доманівській ОТГ становить 1814 га, площа полезахисних лісосмуг – 1253,6 га. Середній вік насаджень становить 40…50 років.

Також згідно статистичних даних середня щорічна зміна запасу (ріст) на 1 га у лісах Держлісагентства становить до 2,5 $м^3$/га у степовій зоні, а частка рубки щорічного приросту деревини в Україні складає 50,5 %. Цей показник набагато нижчий рівня використання щорічного приросту деревини у багатьох країнах Європи.

Відходи ведення лісового господарства. Деревна сировина для виробництва біопалива є лісосічними відходами що утворюються при проведенні різного виду рубок насаджень. Застосування окремих видів рубок догляду залежить від стану насадження. У нормативному документі [4] рекомендується така періодичність рубок догляду:

– для освітлення і прочищення – 3…5 років;
– для проріджування – 5…10;
– прохідних рубок – 10…15 років.

Статистичні дані щодо заготівлі деревини за системами та видами рубок у Миколаївської області у 2018 та 2019 році представлені у таблиці 1. Наведені дані дозволяють оцінити об'єми відходів деревини, яку можна використати для виробництва біопалива. Однак, ці відходи, якщо ці лісові насадження знаходяться у веденні державних лісових господарств, повинні бути придбанні або отримані місцевими громадами на договірній основі.

Вартість цієї сировини для покупця залежить від кількох факторів, пов'язаних з тим, хто здійснює збирання, перевезення і складування сировини, а можливо і первинну переробку сировини.

Також, суттєвий вплив на вартість будуть мати конкурентні пропозиції, оскільки у Миколаївської області дефіцит якісної лісової сировини для виробництва біопалива. Ще

важливим є те, що покупець ніяк не може впливати на кількість виробництва сировини, оскільки вона є побічним продуктом і виробничі плани щодо догляду за лісовими насадженнями формуються при настанні необхідності у них.

При застосуванні різних підходів до оцінки можливих об'ємів лісосічних відходів лісозаготівлі або догляду за лісовими насадженнями на території Доманівської ОТГ отримуємо значення у діапазоні 410…560 м^3/рік.

Таблиця 1 – Статистичні дані щодо заготівлі деревини за системами та видами рубок у Миколаївської області у 2018 та 2019 році [5]

Види рубок	2018 рік			2019 рік		
	Площа, на якій здійснювалась заготівля деревини, га	Кількість заготовленої деревини, м^3	Об' єм заготовленої деревини з 1 га	Площа, на якій здійснювалась заготівля деревини, га	Кількість заготовленої деревини, м^3	Об' єм заготовленої деревини з 1 га
Усього:	1752	32189	18,4	2085	34084	16,3
рубки формування і оздоровлення лісів	1748	32153	18,4	*к*	*к*	*к*
рубки догляду	153	1349	8,8	138	832	6,0
санітарні	1555	30547	19,6	1914	33036	17,3
лісовідновні	1	169	169,0	–	–	–
із рубок формування і оздоровлення лісів – суцільні	56	7137	127,4	*к*	*к*	*к*
інші рубки	4	36	9,0	*к*	*к*	*к*

к – дані не оприлюднюються

Відходи від догляду полезахисних смуг. У зв'язку з невизначеним правовим статусом полезахисних лісосмуг та відсутністю фінансування догляду за ними, на території Доманівській ОТГ багато років не провадилися рубки догляду та реконструктивні рубки у полезахисних смугах, які передбачені Правилами утримання та збереження полезахисних лісових смуг, розташованих на землях сільськогосподарського призначення [6]. Виконання вимог щодо утримання полезахисних лісових смуг має значний ресурсний потенціал для виробництва біопалива.

Якщо орієнтуватися на розрахунки, виконані вище, для лісових насаджень, то оцінка кількості біомаси від лісосмуг, яку можна спрямовувати на переробку, становить 280…390 м^3/рік. Однак, оскільки рубки догляду за лісосмугами довгий час не провадилися, об'єми у перші роки можуть бути збільшені.

Перевагами цього джерела біомаси є те, що громада може сама формувати виробничі плани по проведенню робіт за доглядом лісосмуг та самостійно їх проводити.

Відходи від утримання узбіччя доріг. Віддалення ближнього до автомобільної дороги ряду зелених насаджень поза населеними пунктами за умови відсутності дорожніх огороджень

першої групи повинно відповідати вимогам, які наведені в таблиці 2. Наявність зелених насаджень на узбіччях і укосах земляного полотна автомобільних доріг загального користування не допускається.

Видалення дерев або інших зелених насаджень у смузі відведення автомобільної дороги загального користування здійснюється у порядку визначеному законодавством України. Згідно нормативних документів [7] видалення самосійних і порослевих дерев, чагарникових насаджень з діаметром кореневої шийки до 5 см повинно здійснюватися протягом десяти діб з моменту їх виявлення.

Таблиця 2 – Вимоги до відстані від крайки проїзної частини до зелених насаджень [7]

Рівень вимог для автомобільних доріг	**Відстань від крайки проїзної частини**	
	до найближчого краю стовбура дерева, м, не менше ніж	**до краю чагарникових насаджень*, м, не менше ніж**
1	10,0	7,0
2, 3	9,0	5,0
4, 5	7,0	4,0

*Діаметр кореневої шийки чагарникових насаджень не повинен перевищувати 5 см.

З метою визначення об’єму біомаси, яку можна отримати при виконанні цих вимог, було проведено обстеження стану узбіччя доріг у Доманівській ОТГ та визначені необхідні таксаційні характеристики насаджень, що підлягають видаленню. Це дозволило оцінити об’єм біомаси, який можна отримати при приведенні узбіччя доріг до нормативного стану. Він становить приблизно 490 м^3. Однак, цей об’єм може бути отриманий одноразово, якщо потім узбіччя буде підтримуватися у нормативному стані.

Хоча утримання узбіччя регіональних та територіальних доріг не входить до відома Доманівській ОТГ але, скоріше за все, вона зможе отримати дозвіл на виконання робіт по видаленню самосійних і порослевих насаджень оскільки фінансування державного бюджету на утримання таких доріг недостатньо і ці роботи довгий час не проводяться (на рисунку 1 представлено стан узбіччя доріг).

Рисунок 1 – Стан узбіччя доріг у Доманівській ОТГ

Також при виконанні даного дослідження були проведені оцінки потреб Доманівській ОТГ у біопаливі для забезпечення комунальних споживачів. При використанні деревних

пелетів вони становлять 800…950 $м^3$/рік. Тобто, усіх розглянутих деревних відходів недостатньо для забезпечення паливом основних комунальних споживачів (враховуючи вище зазначені проблеми з отриманням відходів лісозаготівлі та разове використання відходів розчищення узбіччя доріг). Тобто для повної відмови від споживання природного газу та переходу на біопаливо необхідно використовувати, в тому числі, відходи сільськогосподарського виробництва або організувати вирощування енергетичних культур на землях запасу.

Література

1. Руководство по обеспечению биоэнергией на местном уровне на основе древесной биомассы. BE2020+; METLA и VTT. Grano Oy, Jyvaskyla, 2014.

2. Костенко Д. М. Обґрунтування економічної доцільності виробництва твердого біопалива з енергетичних культур в Україні. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.03 – економіка та управління національним господарством. – Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України, Харків, 2021.

3. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві / [Голуб Г.А., Кухарець С.М. Марус О.А. та ін.]; за ред. Г.А. Голуба. – К.: НУБіП України, 2017. – 229 с.

4. Правила поліпшення якісного складу лісів. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 травня 2007 р. № 724. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/724-2007-%D0%BF#Text.

5. Головне управління статистики у Миколаївській області. Статистична інформація. – URL: http://www.mk.ukrstat.gov.ua/.

6. Правила утримання та збереження полезахисних лісових смуг, розташованих на землях сільськогосподарського призначення. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 22 липня 2020 р. № 650. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/650-2020-%D0%BF#Text.

7. ДСТУ 3587:2022 Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги. Вимоги до експлуатаційного стану. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=99355.

STUDY OF THE RESOURCE POTENTIAL OF WOOD RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF BIOFUEL IN THE MYKOLAIV REGION

Podaienko Marina

Kharytonov Mikhaylo, Holenshyn Evgen

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. The resource potential for the use of local wood raw materials for the production of biofuel was determined using the example of the Domanivsk OTG of the Mykolaiv region.

Keywords: heat supply, alternative energy sources, biofuel, wood raw materials, fuel briquettes, fuel pellets.

УДК 629.5.01:658:338

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ХОДУ МОТОРНОЇ ЯХТИ НА ВИБІР МАТЕРІАЛУ КОРПУСУ

Казарєзов А. Я.
доктор технічних наук, професор,
заступник начальника відділу,
Миколаївській науково-дослідний експертно-криміналістичний центр,
м. Миколаїв, Україна;
KazariezovAnatoli1950@gmail.com
Комишник В. І.
доцент НУК,
доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
Komvalery@gmail.com

Анотація. У роботі статистичними методами розглянутий взаємозв'язок між максимальною швидкістю ходу моторної яхти та обраним матеріалом корпусу яхти. Характеристики моторних яхт обчислені в залежності від габаритної довжини яхти та кубічного модуля, розрахованого за габаритними розмірами моторної яхти. Показано вплив на вартість яхти в побудові та експлуатації вибору матеріалу корпусу.

Ключові слова: моторна яхта, кубічний модуль, потужність двигуна, швидкість ходу, матеріал корпусу.

Вступна частина. Вибір матеріалу корпусу моторної яхти важливий для конструктора на початковому етапі проектування. У роботі на прикладі аналізу сукупності нових моторних яхт показана тенденція вибору матеріалу корпусу яхти в залежності від максимальної швидкості ходу. Використано статистичний підхід до оцінки вибору матеріалу корпусу моторної яхти, що дозволяє оцінити точність результатів.

Мета роботи полягає в наданні рекомендацій по вибору матеріалу корпусу для сучасних моторних яхт на ранній стадії їх проектування.

Основна частина. Зменшення ваги корпусу моторної яхти на етапі проектування дає можливість покращити характеристики яхти – збільшити вантажопідйомність чи швидкість ходу яхти, однак може привести до підвищення вартості моторної яхти в побудові або в експлуатації. Конструктор моторної яхти має знайти компроміс між ефективністю та вартістю матеріалу, з якого виготовлено корпус яхти. Умови експлуатації моторної яхти, вимоги класифікаційного товариства та побажання майбутнього покупця в свою чергу накладають певні обмеження на вибір матеріалу корпусу яхти.

Вибір матеріалу корпусу яхти є рішенням задачі оптимізації, яка в більшості випадків розв'язується конструктором на основі власного досвіду проектування і експлуатації моторних яхт з урахуванням технологічних можливостей заводу-виробника продукції.

Порівняльні характеристики деяких конструкційних матеріалів наведено в [1, стор. 355, табл. 1]. Для об'єктивної оцінки властивостей матеріалу корпусу судна необхідно враховувати фактори, які пов'язані з проектуванням, будівництвом, експлуатацією та утилізацією яхти.

Для демонстрації залежності техніко-економічних показників малого судна від вибору матеріалу корпусу Якшаровим П. С. виконане спеціальне дослідження [2, стор. 17. Табл. 2], результати якого частково наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Техніко-економічні показники корпусу рибальського сейнера СЧС-225, виготовленого з різних матеріалів

Показник	**Матеріал корпусу**		
	Сталь	**Склопластик**	**Алюмінієво-магнієвий сплав**
Маса корпусу, фундаментів і підкріплень, т	52,3	36,5	25,9
Вартість, тис. крб.	43,7	205,7	122,4
Трудомісткість, тис. нормо-годин	36,5	27,0	36,5
Експлуатаційні витрати за рік, тис. крб.	45,3	22,6	51,2
Приведені витрати, тис. крб.	81,5	78,4	92,2

Вартість корпусів з пластику і легкого сплаву співвимірна та в 2,8 рази більша вартості корпусу зі сталі. Трудомісткість виготовлення пластикового корпусу судна в 1,35 рази менша у порівнянні з корпусами зі сталі і легкого сплаву. Експлуатаційні витрати для варіантів матеріалу корпусу зі сталі і алюмінієво-магнієвого сплаву співвимірні та більші ніж для пластикового корпусу в 2 рази. Приведені витрати по сталевому корпусу і корпусу з пластику майже співпадають і в 1,18 рази менші ніж по корпусу з легкого сплаву.

З аналізу попередніх досліджень характеристик матеріалів, що використовуються для виготовлення корпусів моторних яхт, можна зробити висновок, що вибір матеріалу корпусу яхти є неоднозначний. Рекомендації, що наведені багатьма дослідниками, віддзеркалюють точку зору проектувальників моторних яхт. Однак вищезгадані рекомендації не враховують вимоги потенційних замовників моторних яхт стосовно вибору матеріалу корпусу.

В той самий час фірми-виробники моторних яхт достатньо ретельно відстежують спектр попиту потенційних замовників на моторні яхти, у тому числі і відстежуються побажання замовників до використання різновиду матеріалу для виготовлення корпусу яхти.

Вважаючи ринок моторних яхт зваженим відносно попиту на моторні яхти різних характеристик, можна припустити, що статистичні характеристики моторних яхт, запропонованих на продаж, віддзеркалюють реальні умови використання матеріалів для виготовлення корпусів моторних яхт як компроміс між побажаннями замовників та можливостями виробників.

Встановлення статистичної залежності, що пов'язує параметри моторної яхти з матеріалом корпусу моторної яхти здійснено на базі даних, наведених в [3]. Статистична сукупність з 72 елементів, запозичена в [4], поділена за атрибутивною ознакою, якою є матеріал корпусу судна, на три групи: яхти, корпуси котрих виготовлені зі сталі; яхти з корпусами з легкого сплаву на основі алюмінію; яхти з корпусами з пластику. Порівняльна гістограма залежності швидкості ходу моторних яхт від матеріалу корпусу яхти наведена на рис. 1.

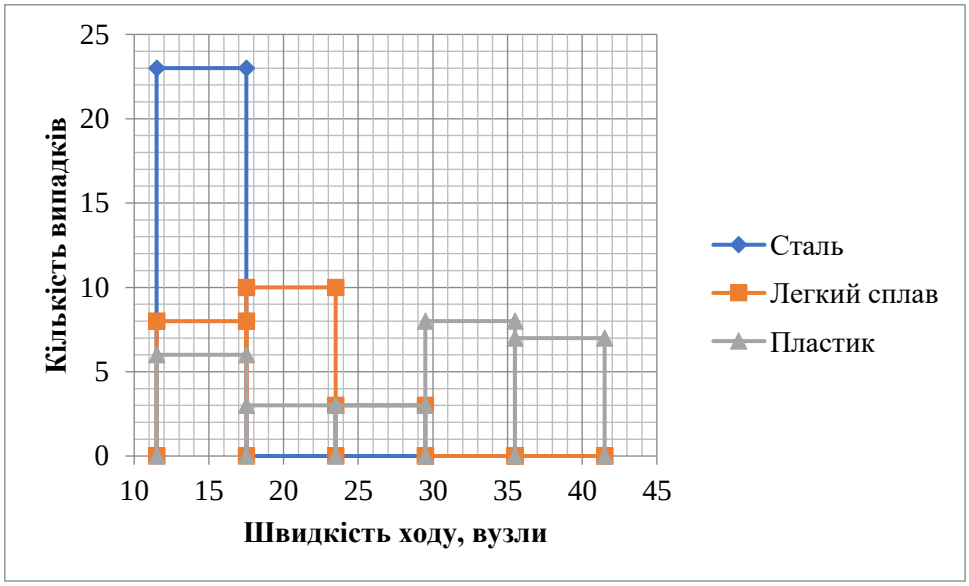


Рис. 1 Гістограма залежності швидкості ходу моторних яхт від матеріалу корпусу яхти

Виходячи з рисунку 1, слід зауважити, що сталеві корпуси притаманні тихохідним яхтам з максимальною швидкістю ходу до 18 вузлів. Корпуси моторних яхт, виготовлених зі сплаву на основі алюмінію, використовують при максимальній швидкості ходу до 24 вузлів. Пластик, як матеріал корпусу яхти, знаходить використання у всьому діапазоні швидкостей.

Висновки

Для об'єктивної оцінки впливу швидкості ходу моторної яхти на вибір матеріалу корпусу необхідно враховувати фактори, які пов'язані з проектуванням, будівництвом, експлуатацією та утилізацією яхти.

При індивідуальному замовленні моторної яхти вирішальним може бути побажання власника яхти стосовно матеріалу, якій використовується для виготовлення корпусу яхти.

Література

[1]. Абрамович В. Р. (1979) Справочник по современным судостроительным материалам. / В. Р. Абрамович, Д. В. Алешин, И. М. Альшиц та інши. Під ред. Канд. техн. наук. Л. Я. Попилова. Л.: Судостроение. 584 с.

[2]. Якшаров П. С. (1980) Малые стальные суда. Л.: Судостроение. 153 с.

[3]. Електронний ресурс: https://arconyachts.com/ru/sales/new (дата звернення: 03.04.2024).

[4]. Казарєзов А. Я. (2023) Оцінка вартості моторних яхт. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: 14 Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали. А. Я. Казарєзов, В. І. Комишник. Миколаїв: НУК. 768 с.

ESTIMATION OF THE COST OF A TRADITIONAL CONSTRUCTION TOW

Kazariezov Anatoliy Yakovych,

Deputy Head of the Department of Construction, Land Surveys and Evaluation, Mykolaiv Research Expert Forensic Center;

Komyshnyk Valerii Ivanovych,

Associate Professor of the Department of Intellectual Digital Economy, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The relationship between the maximum speed of a motor yacht and the chosen material of the yacht's hull is considered in the work using statistical methods. The characteristics of motor yachts are calculated depending on the overall length of the yacht and the cubic module calculated according to the overall dimensions of the motor yacht. The impact on the cost of the yacht in the construction and operation of the choice of hull material is shown.

Keywords: motor yacht; cubic module; engine power; walking speed; hull material.

УДК 629.5.01:658:338

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА МОТОРНОЇ ЯХТИ ЗА ФРАНЦУЗСЬКОЮ ТА АНГЛІЙСЬКОЮ ФОРМУЛАМИ

Казарєзов А. Я.
доктор технічних наук, професор,
заступник начальника відділу,
Миколаївській науково-дослідний експертно-криміналістичний центр,
м. Миколаїв, Україна;
KazariezovAnatoli1950@gmail.com
Комишник В. І.
доцент НУК,
доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
Komvalery@gmail.com

Анотація. Запропоновано спрощені статистичні формули для розрахунки потужності головного двигуна моторної яхти за допомогою коефіцієнта потужності, обчисленого за французькою формулою, та адміралтейського коефіцієнта, обчисленого за англійською формулою. Потужність двигуна розраховується в залежності від максимальної швидкості ходу, кубічного модулю, габаритних розмірів, числа Фруда по габаритній довжині. Формули призначені для оцінки потужності двигуна моторної яхти на ранніх стадіях проектування та за умов обмеженості інформації по судну.

Ключові слова: моторна яхта, кубічний модуль, потужність двигуна, швидкість ходу, матеріал корпусу, англійська формула, адміралтейський коефіцієнт, французька формула, коефіцієнта потужності.

Вступна частина. З спрощених методів розрахунку потужності головного двигуна судна на ранній стадії проектування найбільш поширені методи ґрунтуються на використанні адміралтейського коефіцієнту (англійська формула) [1, стор. 78], [2, стор. 108], [3, стор. 40], [4, стор. 198] та коефіцієнту потужності (французька формула) [1, стор. 79]. В роботі коефіцієнт потужності та адміралтейський коефіцієнт визначаються шляхом статистичної обробки сукупності даних сучасних моторних яхт, призначених до продажу.

Мета роботи полягає в визначенні залежності потужності головного двигуна моторної яхти від параметрів яхти, які відомі на ранній стадії проектування**.**

Основна частина

Формула для розрахунку потужності головного двигуна судна за допомогою адміралтейського коефіцієнту (англійська формула):

$$N = \frac{D^n v^m}{C_a}, \quad (1)$$

де N – потужність головного двигуна, кінські сили; D – водотоннажність судна, тони; v – швидкість ходу, вузли; n, m – показники ступеню при повній водотоннажності та при максимальній швидкості ходу судна; C_a – адміралтейський коефіцієнт.

Формула для розрахунку потужності головного двигуна судна за допомогою коефіцієнту потужності (французька формула) [1, стор. 79]:

$$N_f = \frac{v^3}{m_f^3}\beta * B * T, \quad (2)$$

де N_f – потужність головного двигуна, кінські сили; v – швидкість ходу, вузли; m_f – коефіцієнт потужності двигуна судна; β – коефіцієнт повноти мідель-шпангоуту; B – ширина судна, м; T – осадка судна, м.

У французькій формулі використовуються ширина і осадка судна та коефіцієнт повноти мідель-шпангоуту судна, що не вимагає визначення водотоннажності судна. Таким чином французька формула спрощена в порівнянні з англійською формулою.

В роботі встановлення статистичних залежностей, що пов’язують параметри моторної яхти з потужністю головних двигунів, здійснено на базі даних наведених в [5; 6]. До статистичної бази даних залучена інформація про 71 моторну яхту.

Адміралтейські коефіцієнти обчислені за формулами, яка є класичною, близькою до формули багатьох авторів:

$$N = \frac{V^{0,5} v^3}{C_a}, \quad (3)$$

де N – потужність головного двигуна, кінські сили; V – кубічний модуль судна, м^3; v – швидкість ходу, вузли; C_a – адміралтейський коефіцієнт.

На практиці набагато простіше визначити габаритні розміри яхти ніж водотоннажність, довжину та ширину яхти по ватерлінії. Тому в роботі замість повної водотоннажності використовувано кубічний модуль, обчислений як добуток максимальних довжини, ширини та осадки яхти ($V = L_{max} * B_{max} * T_{max}$).

Коефіцієнти потужності обчислені за, запропонованою в настояній роботі, формулою (4), яка є близькою до формули (2) [1, стор. 79]:

$$N_f = \frac{v^3}{m_f^3} 0{,}964 * B * T, \quad (4)$$

де: N_f – потужність головного двигуна, кінські сили; v – швидкість ходу, вузли; m_f – коефіцієнт потужності головного двигуна судна; B – ширина судна, м; T – осадка судна, м.

Залежність коефіцієнту потужності від максимальної швидкості ходу моторної яхти апроксимується степеневою функцією:

$$m_f^3 = 0{,}1084 * v^{2,172}. \quad (5)$$

Залежність адміралтейського коефіцієнту від максимальної швидкості ходу моторної яхти апроксимується степеневою функцією:

$$Ca = 0{,}0983 * v^{2{,}325}. \quad (6)$$

Залежність коефіцієнту потужності від максимальної швидкості ходу моторної яхти апроксимується експоненціальною функцією:

$$m_f^3 = 16{,}09 * e^{0{,}906*v}. \quad (7)$$

Залежність адміралтейського коефіцієнту від максимальної швидкості ходу моторної яхти апроксимується експоненціальною функцією:

$$Ca = 12{,}747 * e^{0{,}0844*v} \quad (8)$$

Залежність коефіцієнту потужності моторної яхти від числа Фруда по габаритній довжині апроксимується лінійною функцією:

$$m_f^3 = 112{,}77 * Fr_{Lmax} - 38{,}30, \quad (9)$$

де Fr_{Lmax} – умовне число Фруда по габаритній довжині моторної яхти.

Залежність адміралтейського коефіцієнту моторної яхти від числа Фруда по довжині апроксимується лінійною функцією:

$$C_a = 190{,}95 * Fr_{Lmax} - 87{,}71. \quad (10)$$

В усіх, наведених вище формулах в якості довжини, ширини, осадки моторної яхти приймаються їх габаритні значення, як це обґрунтоване в [6].

Висновки. Статистичне визначені коефіцієнт потужності та адміралтейський коефіцієнт моторної яхти, дозволяють оцінити потужність головного двигуна за умов обмеженості інформації по судну.

Наявність французької та англійської формул для визначення потужності головного двигуна моторної яхти збільшує можливості конструктора на ранніх стадіях проектування при пошуку яхти-прототипу, при розрахунку характеристик яхти-аналогу та за умов відсутності судової документації по яхті-прототипу.

Література

[1]. Гернер Г. (1956). Проектирование и оборудование торговых судов. Г. Гернер, Р. Ферховсек Перевод с немецкого Веллер Е. Л. Под редакцией Рыкачева Ю. В. М.: Морской транспорт. 324 с.

[2]. Раков А. И. (1966). Особенности проектирования промысловых судов (Определение основных характеристик). А. И. Раков Л.: Судостроение. 144 с.

[3]. Ногид Л. М. (1976). Проектирование морских судов. (Выбор показателей формы и определение мощности энергетической установки проектируемого судна). Л. М. Ногид. Л.: Судостроение. 208 с.

[4]. Ашик В. В. (1985). Проектирование судов: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. В. В. Ашик. Л.: Судостроение. 320 с.

[5]. Електронний ресурс: https://arconyachts.com/ru/sales/new (дата звернення: 03.04.2024).

[6]. Казарєзов А. Я. (2023). Оцінка вартості моторних яхт. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: 14 Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали. А. Я. Казарєзов, В. І. Комишник. Миколаїв: НУК. 768 с.

CALCULATION OF MOTOR YACHT ENGINE POWER ACCORDING TO THE FRENCH AND ENGLISH FORMULAS

Kazariezov Anatoliy Yakovych,

Deputy Head of the Department of Construction, Land Surveys and Evaluation, Mykolaiv Research Expert Forensic Center;

Komyshnyk Valerii Ivanovych,

Associate Professor of the Department of Intellectual Digital Economy,

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Simplified statistical formulas are proposed for calculating the power of the main engine of a motor yacht using the power factor calculated by the French formula and the admiralty factor calculated by the English formula. Engine power is calculated depending on the maximum travel speed, cubic module, overall dimensions, Froude number along the overall length. The formulas are designed to estimate the engine power of a motor yacht in the early stages of design and under conditions of limited information on the vessel.

Keywords: motor yacht; cubic module; engine power; walking speed; hull material, English formula, Admiralty factor, French formula, power factor.

УДК 629.5:330.332

ОЦІНКА ВАРТОСТІ БУКСИРА ТРАДИЦІЙНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Казарєзов А. Я.

доктор технічних наук, професор,

заступник начальника відділу,

Миколаївській науково-дослідний експертно-криміналістичний центр,

м. Миколаїв, Україна;

KazariezovAnatoli1950@gmail.com

Комишник В. І.

доцент НУК,

доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Миколаїв, Україна

Komvalery@gmail.com

Анотація. Для оцінки вартості буксира традиційної конструкції, що знаходиться в стані виведеного з експлуатації, в роботі використано порівняльний підхід. До групи суден-аналогів залучені буксирні судна з близькими технічними характеристиками і терміном експлуатації. Оцінка вартості буксира здійснена з корегуванням характеристик буксирів-аналогів.

Ключові слова: буксирне судно, неазимутальний буксир, вартість буксира, корегування вартості буксира-аналога.

Вступна частина. Порівняльний підхід для оцінки вартості застарілих портових буксирів з довготривалим терміном експлуатації є можливим за наявності буксирів-аналогів класичної конструкції [1].

Розшарування технічних характеристик портових буксирів достатньо велике, тому при оцінці вартості порівняльним підходом необхідно здійснювати

корегування вартості буксирів-аналогів [2, с. 1], [3, с. 38]. В роботі удосконалено метод корегування вартості суден-аналогів шляхом послідовного використання питомих показників характеристик суден-аналогів.

Мета роботи полягає в побудові алгоритму оцінки вартості порівняльним підходом портового буксиру традиційної конструкції, що знаходиться в стані непридатному до безпосередньої експлуатації.

Основна частина. В якості прикладу оцінки вартості портового буксира традиційної конструкції обрано буксир «Вікторі» (ідентифікаційний номер IMO: 6925446). В таблиці 1 наведено характеристики буксира «Вікторі» та буксирів-аналогів, що обрані для порівняння.

Таблиця 1. Порівняльна таблиця буксирів

Характер.	**Од. вим.**	**Об'єкт дослідж.**	**Об'єкти-аналоги**						
Джерело		Вікторі	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
№ проекту					733		3801	498	Р33Б
Рік побудови		1969	1981	1972	1966	1976	1959	1974	1978
Довжина	м	23,28	29	29,09	47,3	27	46	28	32
Ширина	м	7,6	9	7,5	10	8,49	9	8,5	7,6
Висота борта	м	3,65	4,2	3,75	5,5	4,3	3,2	4,3	2,5
Осадка	м	3,05	3,3	3,263	4,85	3,1	2,3	3,6	1,49
Тоннаж	$м^3$	253,94				303	523	303	
Дедвейт	т				742	46	143	50	63
Потужність двигунів	кВт / к. с.	971	/1800	1470	1500 /2000	/1200	772	1200	623
Вартість	тис.$		581	380	600	86	108	97	103

Буксири-аналоги, данні про які наведено в табл. 1, є порівняними з об'єктом дослідження. Ознаками подібності буксиру «Вікторі» до буксирів-аналогів є: однаковість типу суден; однаковість функцій суден та конструкції їх рушіїв; близькість максимальної швидкості ходу; близькість значень водотоннажності та головних розмірів суден; близькість значень вартості однієї тони водотоннажності суден.

В якості критерія для співставної оцінки буксирів рекомендують обирати водотоннажність суден [1; 3]. Приймаючи до уваги подібність призначення буксирів, їх конструкції і та близькість абсолютних розмірів в дослідженні прийнято за критерії співставної оцінки буксирів їх довжину та потужність головних двигунів буксирів.

В таблиці 2 наведено результати загального корегування вартості об'єктів-аналогів з метою наближення вказаних об'єктів до об'єкта дослідження за технічними характеристиками останнього.

Загальне корегування вартості об'єктів-аналогів реалізовано методом питомих показників. Оцінка об'єкта дослідження здійснена статистичним методом з наданням ймовірнісного інтервалу вартості з надійністю 33 %. В якості вартості об'єкта дослідження прийняте середнє значення відкоригованої вартості по сукупності об'єктів-аналогів.

Таблиця 2. Вартість об'єктів-аналогів, тис. $

Показник	**Об'єкти-аналоги**						
Джерело	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
Первинна	581	380	600	86	108	97	103
Відкоригована за довжиною	466	304	295	74	55	81	75
Відкоригована за потужністю двигунів та довжиною	342	201	191	82	69	89	116
Середня відкоригована для об'єктів-аналогів	156 ± 36 = 120 ÷ 192						

За значенням водотоннажності буксира «Вікторі» визначена вартість при переробці буксира на металобрухт. Додатково методом розрахунку питомого показника вартості кубічного модулю для об'єктів-аналогів також визначена вартість буксиру «Вікторі».

Ринкова вартість буксиру «Вікторі» розрахована порівняльним підходом для ряду варіантів вартості буксира наведена в таблиці 3.

Таблиця 3. Варіанти розрахунку вартості буксиру «Вікторі»

Показник	**Вартість, тис.$**
Вартість буксиру за водотоннажністю	73
Вартість буксиру за кубічним модулем	139
Вартість буксиру за потужністю головних механізмів	197
Вартість буксиру при переробці на металобрухт	32
Середня вартість відкоригованих об'єктів-аналогів	120 ÷ 192

Висновки. Встановлено, що вартість буксира традиційної конструкції, якій знаходиться в стані виведеного з експлуатації, може бути обчислена порівняльним підходом за умов наявності буксирів-аналогів з близькими характеристиками, технічним станом та терміном експлуатації.

Метод розрахунку питомих показників при оцінці вартості буксирів-аналогів традиційної конструкції забезпечує необхідний результат.

Значне розшарування характеристик буксирів-аналогів відносно характеристик буксира, якій досліджується, вимагає корегування вартості буксирів-аналогів та має наслідком значний ймовірнісний діапазон вартості об'єкта дослідження.

Література

[1]. Казарєзов А. Я. Експертна оцінка вартості буксирних суден класичної конструкції. Актуальні проблеми національного законодавства: Збірник матеріалів Міжнародної науково-

практичної конференції, м. Кропивницький, 25 квітня 2024 р. Частина 1. Кропивницький, 2024, 155 с.

[2]. «Буде створено в Україні буксирний монополіст?». URL: https:// maritimebusinessnews.com.ua/2009/02/10/31547/ (дата звернення: 03.04.2024).

[3]. Методика щодо визначення ринкової вартості судноплавних засобів та їх складових./Мін-во юстиції України, Київський НДІСЕ; О. Г. Рувін, В. В. Матвіїв, С. В. Береговий. – Київ : НДІСЕ, 2021. – 151 с.

[4]. Двухвинтовой морской буксир СМ0544/1800 л. с. / 30 т тяговое усилие / 1981 г. в. на продажу. URL: https://cemastco.com/ru/category/morskie-buksiry/konventsionnye-buksiry/ (дата звернення: 03.04.2024).

[5]. Продаю морской буксир ледового класса. URL: https://flagma.ua/products/q= %D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9+%D0%B1%D1%83%D0% BA%D1%81%D0%B8%D1%80/ (дата звернення: 03.04.2024).

[6]. Продается морской буксир «Антей». URL: https://bizorg.su/buksiry-morskie-r (дата звернення: 03.04.2024).

[7]. Продается морской буксир 1200 л. с. URL: https://www.korabel.ru/board/ detail/50771.html (дата звернення: 03.04.2024).

[8]. URL: https://megasklad.ru/lots/list/0/13330/long/sale/0/50 (дата звернення: 03.04.2024).

[9]. Буксир пр. 498 1974 г. URL: http://www.marinerus.ru/ships/353 (дата звернення: 03.04.2024).

[10]. Буксир пр. Р33Б. Статус: продажа. URL: http://www.marinerus.ru/ships/394 (дата звернення: 03.04.2024).

ESTIMATION OF THE COST OF A TRADITIONAL CONSTRUCTION TOW

Kazariezov Anatoliy Yakovych,

Deputy Head of the Department of Construction, Land Surveys and Evaluation, Mykolaiv Research Expert Forensic Center;

Komyshnyk Valerii Ivanovych,

Associate Professor of the Department of Intellectual Digital Economy, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. A comparative approach was used in the work to estimate the cost of a tugboat of a traditional design, which is in a decommissioned state. The group of similar vessels includes towing vessels with similar technical characteristics and service life. The price of the tugboat was estimated with the adjustment of the characteristics of similar tugboats.

Keywords: tug vessel, non-azimuth tug, cost of tug, adjustment of cost of analog tug.

УДК 627.3:355.01(477)

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ В ВОЄННИЙ ЧАС

Тубальцев А.М.
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
anatoliy.tubaltsev@nuos.edu.ua
Тубальцева Н.П.
кандидат економічних наук,
доцент кафедри менеджменту
natalia.tubaltseva@nuos.edu.ua
Дацюк Д.О.
магістрант кафедри менеджменту
Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
cr00kshenkss@gmail.com

Анотація. Розглянуто діяльність морських портів в довоєнний період. Показано зниження експорту зернових та чорного металу в наслідок закриття значної частини морських портів. Досліджено вантажообіг функціонуючих портів за 2022 р. та 2023 р. Зазначено, що Україна відновлює свій експортний потенціал через дунайські порти. Наведено плани уряду по відновленню України від наслідків війни в море-господарському комплексі.

Ключові слова: порт, вантажообіг, експорт зернових, діяльність.

Вступ. Роль море-господарського комплексу важко переоцінити в економіці України. Вигідне географічне положення, велика довжина прибережної морської смуги, потужні морські порти є позитивними факторами розвитку експортних та транзитних можливостей морської галузі.

Метою роботи є дослідження діяльності морських портів в умовах воєнного часу.

Основна частина. Морські порти України є складовою частиною море-господарського комплексу країни, через них здійснюється експорт української продукції. В мирний час через українські порти за результатами 2021 року було відвантажено агропромислових товарів на суму 27,9 млн. дол. США, продукції хімічної промисловості на – 2,7 млн. дол. США, продукції металургії на суму 16,0 млн. дол. США, мінеральних добрив на 8,42 млн. дол. США) [1]. До початку 2022 року 89 % зернового експорту здійснювалося через морські порти Чорного моря в містах Одеси, Черноморська, Південого і Миколаєва. У 2021 році в цих портах перевалювали до 6 млн. тон зерна на місяць [2]. Протягом 2021 року всього морськими транспортними шляхами перевозилося 70 % експорту продукції українського виробництва на суму 47 млн. дол. США, а також значна частина імпорту країни [2].

В наслідок воєнних дій на території України, робота морських портів на півдні України практично запинилася. Морські порти Чорного та Азовського морів були заблоковані, а Бердянськ, Маріуполь, Херсон, Скадовськ окуповані російськими військами. Наказом

Міністерства інфраструктури України № 256 від 28 квітня 2022 року було закрито морські порти Бердянськ, Маріуполь, Херсон, Скадовськ. За підрахунками фахівців, внаслідок блокади судноплавства у Чорному та Азовському морях, Україна втрачає близько 170 млн.дол. США в день [2]. На квітень 2023 р. загальні прямі збитки портової інфраструктури та дотичних до неї підприємств оцінюються у 496 млн.дол. США. До даної оцінки входить як інфраструктура морських портів, так і об'єкти внутрішньо-водного транспорту, які зазнали руйнувань внаслідок війни [3]. Українські підприємці втратили свою частку в об'ємі контейнерних перевезень в Чорному морі. У 2022 році грузинський ринок контейнерних перевезень став найбільш стрімко зростаючим серед усіх країн Чорноморського регіону, продемонструвавши значний приріст на 22 %. Таке збільшення можна пояснити тим, що рух по «Середньому коридору», який з'єднує китайських експортерів з ринком (ЄС) зараз пролягає через Грузію замість українських портів.

В результаті воєнних дій, була порушена портова інфраструктура країни, що привело до зміни напряму вантажопотоків, але Україна не просто вистояла, а й за багатьма напрямами розпочала відновлення та повільне зростання морської галузі. Україні вдалося не запинити роботу глибоководних морських портів Дунайського регіону. Сьогодні в країні функціонує 6 морських портів: Чорноморські порти Великої Одеси – Одеса, Південний, Чорноморськ і Дунайські порти Ізмаїл, Рені та Усть-Дунайськ. Так вантажообіг морських портів України за підсумками 2023 року склав 62 млн. тон, а в 2022 році він був 51,2 млн. тон. Було організовано транспортування вантажу по Чорноморського коридору до портів Великої Одеси. На цей маршрут в минулому році припало 12,8 млн тон вантажів – руда (1,9 млн т), будматеріали (0,5 млн т), чорні метали (1,7 млн т), наливні (6,3 млн т). В загальному вантажо-потоку ключовим залишається експорт зернових, в 2023 році він склав 45,5 млн тон [4].

Загальний об'єм всього переробленого вантажу в морських портах України за останні два роки значно менше в порівнянні з об'ємами попередніх років, але важливо те, що робота налагоджується і кількість вантажів зростає (табл.1). Головний експортний продукт України – зерно, його експорт через морські порти постійно збільшувався з 2012 р. (31,3 млн. т) до 47.,3 млн. т. у 2020 році. В 2022 р. через морські порти було вивезено 28,8 млн. т., а вже наступного 2023 р. цей об'єм збільшився майже вдвічі і склав 45,5 млн. т., що свідчить про налагодження альтернативних шляхів вивезення експортної продукції (табл.2).

Таблиця 1. Перевалка вантажів в морських портах України за останні 5 років (млн. т)

Рік	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
Вантажі (в млн. т.)	160	159,1	153,3	51,2	62

Складено на основі [5]

Таблиця 2. Експорт зерна через морські порти

Рік	**2012**	**2014**	**2016**	**2018**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
Вантажі в млн т.	31,3	32,8	39,4	40,3	47,3	49,5	28,8	45,5

Складено на основі [5]

Закриті кордони на півночі, воєнні дії на сході, через нестабільність наявні значні втрати транзитних можливостей України вимагають зміни пріоритетів в напрямках експортуванні

вантажів. Сьогодні дунайські порти залишаються досить стабільним альтернативним шляхом для експорту. За рік війни саме порти Ізмаїл, Рені та Усть-Дунайськ в 3 рази збільшили вантажопотік. За 11 місяців 2022 року було оброблено 14,5 млн тон вантажа, а вже за 2023 рік – 32 млн тон. Завдяки днопоглиблювальними роботам (з 4 метрів до 6,5 м.) вдалося практично удвічі збільшити пропускну спроможність українського каналу Бистре [3]. Об'єми вантажів через Дунайські порти в 2023 р. склали 32 млн т, що перевищило відвантаження разом в портах Одеси, Південного, Чорноморська (30 млн т), що показує підвищення ролі дунайських портів в економіці України. Окрім того, лише через ці порти йде імпорт необхідних товарів для потреб України.

Але пропускна спроможність дунайських портів не достатня для обробки великих вантажопотоків з України, тому Міністерство інфраструктури України планує збільшити пропускну здатність українських портів на Дунаї ще в 1,7 рази – до 25 млн т на рік. Очікується модернізація портів Ізмаїл, Рені та Усть-Дунайськ, будівництво нових терміналів та хабів та залучення приватних інвестицій для будівництва терміналів [3]. В той же час, на думку фахівців, в 2024 році необхідно врахувати ще ряд моментів, які заважають цій роботі:

– необхідність забезпечення безпеки морського коридору та захищеності портів;
– необхідність розроблення механізмів страхування;
– розроблення механізмів зниження портових зборів;
– створення прийнятного інвестиційного клімату.

Разом з тим в Україні вже зараз розробляються питання подальшої роботи після звільнення окупованих територій країни, зняття блокади та відновлення інфраструктури морських портів. Так, робочою групою Національної Ради з відновлення України від наслідків війни розроблено План заходів з переліком пропозицій щодо пріоритетних реформ та стратегічних ініціатив і проектів [5]. План відновлення морського та внутрішнього водного транспорту зокрема передбачає підвищення ефективності використання наявних потужностей в морських портах України, модернізацію інфраструктури глибоководних морських портів. За підрахунками фахівців повне розблокування морських портів півдня України для всіх видів вантажів дасть Україні зростання ВВП на 15 %, надходження 200 млрд. грн. на рік додаткових податкових надходжень та понад 25 млрд. дол. США додаткової валютної виручки [3].

Висновок. Таким чином основними завданнями, які встають перед морською інфраструктурою України в повоєнний період є відновлення роботи українських морських портів, збільшення їх пропускної можливості, модернізація працюючих портів та їх систем, максимальна інтеграція українських водних транспортних систем до європейських.

Література

1. Сайт Державної служби статистики України URL: http://www.ukrstat.gov.ua (дата звернення: 01.07.2024).

2. Губа М.І. Розвиток морських портів як точок регіонального зростання в контексті державної політики відновлення. *Наукові інновації та передові технології.* 2023. № 13 (27). С. 50–61.

3. Репіч Т.А. Репич Т.А. Україна як транзитна держава – перспективи у післявоєнний час: колективна монографія / за ред. професора Н.С. Скопенко. Київ: ЦП Компринт. 2024.34 с.

4. Проект Плану відновлення України Матеріали робочої групи «Відновлення та розбудова інфраструктури» Національна рада з відновлення України від наслідків війни. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/restoration-and-development-of-infrastructure.pdf (дата звернення: 01.07.2024).

5. Портова галузь України 2023: другий рік роботи в умовах війни. URL: https://cfts.org.ua/infographics/portova_galuz_ukrani_2023_drugiy_rik_roboti_v_umovakh_viyni (дата звернення: 05.07.2024).

RESEARCH OF THE WORK OF SEA PORTS OF UKRAINE DURING WARTIME

Anatoliy Tubaltsev, Natalia Tubaltseva, Dmytro Datsiuk

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The activity of sea ports in the pre-war period is considered. The decrease in the export of grain and ferrous metal is shown as a result of the closure of many sea ports. The cargo turnover of functioning ports for 2022 and 2023 is studied. It is noted that Ukraine is restoring its export potential through the Danube ports. The government's plans for the recovery of Ukraine from the consequences of the war in the maritime and economic complex are presented.

Key words: port, freight traffic, grain export, activity.

УДК 656.07(477)

УКРАЇНА В СИСТЕМІ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ

Тубальцева Н.П.
кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту
natalia.tubaltseva@nuos.edu.ua
Тубальцев А.М.
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
anatoliy.tubaltsev@nuos.edu.ua
Жавко С.М.
магістрант кафедри менеджменту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
s.zhavko@ukr.net

Анотація. Розглянуто необхідність створення міжнародних транспортних коридорів на європейському просторі. Показано використання глобального рейтингу транспортно-логістичного розвитку для порівняння економічного стану країн. Зазначено, що Україна має значний потенціал, але має невеликі показники в якості логістики та інфраструктури.. Визначено недоліки та перешкоди в розбудові міжнародних транспортних коридорів в Україні. Наведено напрями поліпшення ситуації згідно Національної стратегії розвитку до 2030 року.

Ключові слова: транспортні коридори, глобальний рейтинг, концепції розвитку.

Вступ. Переміщення людини та її вантажу постійно супроводжували розвиток суспільства. Винахід колеса, потім використання пари (поява паровозів та залізної дороги), в подальшому – використання електрики впливали на розвиток транспортних засобів та шляхи доставки вантажів. Науково-технічні революції значно змінили засоби виробництва, що призвело до створення великих підприємств і масовому випуску продукції, яку потрібно було доставляти в різні куточки земної кулі. Як наслідок в додаток до традиційного морського та річкового транспорту швидкими темпами почав розвиватися автомобільний та авіаційний транспорт. Першу половину 20 століття деякі дослідники називають ерою моторів.

Метою роботи є дослідження місця та значення України в системі міжнародних транспортних коридорів.

Основна частина. Створення в 1993 р. Європейського союзу (на чолі з Францією та Німеччиною) стало поштовхом для подальшого удосконалення транспортного сполучення між країнами- членами (зараз їх 27). Спочатку, в рамках Празької (1991) конференції було визначено концепції та формування загальноєвропейської транспортної мережі. На Крітській (1994) транспортній конференції було визначено 9 основних маршрутів міжнародних транспортних коридорів. Тільки за період 1993–1998 років кількість сертифікованих по ISO-9001 транспортних компаній зросло з 28 тис. До 272 тис.

На третій Гельсінській (1997) конференції було дано визначення транспортним коридорам як маршрутам, яким для подальшого розвитку необхідні великі інвестицій протягом наступних десяти-п’ятнадцяти років, а також було відзначено створення 4 загально-європейських транспортних зон. Переваги міжнародних транспортних коридорів у тому, що створюються умови для концентрації матеріальних, фінансових та інформаційних потоків на основі високої якості обслуговування під час проходження вантажів. Такий підхід забезпечує прискорення оборотності капіталу, збільшує швидкість доставки продуктів, особливо тих, які швидко псуються. З 2014 року і до сьогодні триває реалізація нової європейської транспортної політики на основі функціонування транс-європейської транспортної мережі (TEN-T), мета якої є « із Заходу на Схід за півгодини».

Великомасштабний проект (TEN-T) спрямований на створення загальної транспортної зони у Європі, для того щоб, зв’язати регіони, країни, ринки та людей за допомогою різних видів транспорту, включаючи залізниці, автомобільні дороги, внутрішні водні шляхи, морські маршрути, порти, аеропорти та залізничні термінали. Очікується, що основна мережа буде готова до 2030 року.

Міжнародні транспортні коридори включають автомобільні, залізничні і водні маршрути, великі (вузлові) пункти в різних європейських країнах. На сьогодні концепція розвитку транспортних коридорів є ключовою моделлю інтеграції в галузі інфраструктури, урбанізації та економічного розвитку прилеглих територій, оскільки це економічно вигідно всім учасникам процесу. Про зростаючу роль транспортних перевезень свідчить той факт, що Світовий банк у 2007 р. на основі опитування логістичних операторів запропонував рейтинговий індекс *Logistics Performance Index (LPI)* для порівняльного аналізу ефективності транспортного обслуговування та розвиненості транспортної інфраструктури різних країн світу. Індекс розраховується за 6 показниками, ми у своєму дослідженні зупинимося на чотирьох найбільш вагомих складових. Оцінювання проводилося в 2023 році серед 139 країн світу [1].

Останніми роками країни Євросоюзу займають провідні місця у глобальному рейтингу транспортно-логістичної інфраструктури. В таблиці 1 наведено перелік країн Європи, у яких глобальний рейтинг (LPI) транспортно-логістичного розвитку – самий вищий в порівнянні з іншими європейськими країнами. Аналіз даних табл.1 свідчить, що з 2016 р. по 2023 р. глобальний рейтинг LPI збільшився, що показує значне посилення уваги урядів зазначених країн до збільшення кількості і якості міжнародних перевезень, тому що рівень розвитку транспортно-дорожньої інфраструктури та логістики належать до факторів успішності та конкурентоспроможності країни.

Таблиця 1. Глобальний рейтинг (LPI) транспортно-логістичного розвитку європейських країн в порівнянні 2023/ 2016 роки

Країна	**Загальний індекс LPI**	**Рівень митного обслугову-вання**	**Рівень розвитку інфраструк-тури**	**Компетент-ність і якість логістичних послуг**	**Своєчас-ність доставки вантажу**
	2023/2016	**2023 / 2016**	**2023 / 2016**	**2023 / 2016**	**202 / 2016**
Австрія	4 / 4,1	3,7 / 3,79	3,9 / 4,08	3,8 / 3,85	4 / 4,18
Данія	4,1 / 3,82	4,1 / 3,82	4,1 / 3,75	3,6 / 3,66	4,1 / 4,01
Німеччина	4,1 / 4,23	3,9 / 4,12	4,3 / 4,44	3,7 / 3,86	4,2 / 4,28
Фінляндія	4,2 / 3,92	4 / 4,01	4,2 / 4,01	4,1 / 3,51	4,2 / 3,88
Швейцарія	4,1 / 3,99	4,1 / 3,88	4,4 / 4,19	3,6 / 3,69	4,3 / 3,95
Польща	3,6 / 3,43	3,4 / 3,27	3,5 / 3,17	3,3 / 3,44	3,6 / 3,39
Україна	2,7 / 2,74	2,4 / 2,3	2,4 / 2,49	2,8 / 2,59	2,6 / 2,56

Складено на основі [1]

На рис. 1 показано більш детально ключові складові глобального рейтингу: оцінка інфраструктури та оцінка компетентності і якості логістичних послуг в Україні. Аналіз приведеної діаграми свідчить, що самі вищі показники в оцінці інфраструктури були – 2,69 в 2012 р. і – 2,65 в 2014 р. і в подальшому вони почали зменшуватися до – 2,22 в 2018 р. За останні 5 років держава приклала максимум зусиль, щоб покращити якість логістичних послуг і в 2023 р. показник досягнув рівня – 2,4. Складається таке відчуття, що вся енергія країни йде на політичні зміни, наприклад, в інших країнах курс промислового розвитку залишається незмінним, незважаючи на те, яка партія стає правлячою. За результатами економічного аудиту України, проведеного ще в мирні часи, в середині 2020 року Центром економічного відновлення, нереалізований потенціал нашої країни становить 1 трлн дол. США. Ефект від збільшення експорту транспортних послуг, за попередніми оцінками фахівців, міг сягнути 359 млрд. дол. США за наступні 10 років [2 с. 38].

Розвиток системи міжнародних транспортних коридорів продовжується в напрямку залучення нових сторін-учасників і використання цифрових технологій в управлінні рухом, поєднання вільних економічних зон та транспортних магістралей. На сучасний момент в світі функціонують понад 1000 вільних економічних зон, що в свою чергу сприяє розвитку територій та посилює економічний ефект від спільної діяльності.

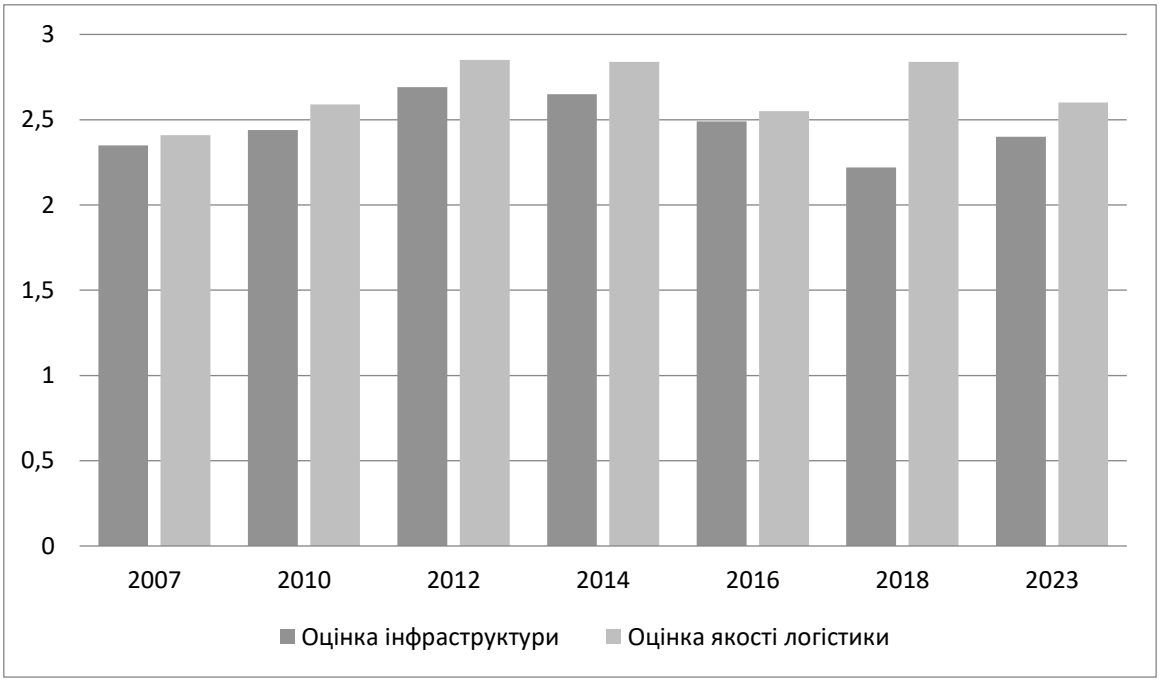


Рис. 1 Дослідження основних складових рейтингу LPI України з 2007 р. по 2023 р. Складено на основі [1]

Перспективним напрямом подальшого розвитку європейських міжнародних транспортних коридорів є територія України, яка має розвинену мережу автомобільних шляхів та залізниць, два діючих трубопроводи. Вже багато років через її територію проходять міжнародні транспортні коридори № 3, № 5, № 9, також наша держава бере участь у Дунайському транспортному коридорі (№ 7), у коридорі «Балтійське море – Чорне море», «Північ – Південь». Європейський транспортний коридор – Кавказ – Азія (ТРАСЕКА) є важливим коридором, який сполучає Європу з Азією через Кавказький регіон. Україна відіграє важливу роль у цьому коридорі, сприяючи транскордонному переміщенню товарів та людей.

Потенціал України дозволяє набагато більше, але за роки незалежності внаслідок нестабільної політичної ситуації, недоведених до кінця задекларованих рішень наша країна періодично втрачає можливості участі в нових створюваних транспортних коридорах У 2021 р. використовувалося тільки 25–30 % транзитного потенціалу держави. Наприклад, наша держава втратила можливість приєднатися до проекту «Економічного поясу Шовкового шляху», (одного з трьох транс-євразійських економічних коридорів-–Північного «Китай – Центральна Азія – Росія – Європа»).

Згідно табл.1 рівень митного обслуговування та рівень розвитку логістики в Україні погіршився. Вітчизняними вченими та урядовцями проаналізовано перешкоди на шляху європейського співробітництва в розбудові міжнародних транспортних коридорів:

– невідповідність технічного стану вітчизняного транспорту до європейських вимог;
– низький рівень автомобільних маршрутів, та певних ділянок залізничного коридору;
– недостатній рівень міжгалузевої транспортної інфраструктури;
– відсутність єдиного центру, який координує торговельні, складські, виробничі і митні технології;

– дуже низький рівень інформатизації та цифровізації в обслуговуванні транспортних операцій;

– відсутня довгострокова програма розвитку і саме головне – контроль за її виконанням.

В Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньо-строковий період до 2020 року було запропоновано велику комплексну програму модернізації транспортно-дорожнього комплексу України. Для реалізації «Програми створення та функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні» передбачалося здійснити електрифікацію ряду ділянок Укрзалізниці, модернізувати залізничну інфраструктуру до національних стандартів на напрямках: Львів-Київ (коридор № 3), Чоп-Львів (коридор № 5), Жмеринка-Одеса (коридор№ 9), Київ-Зернове (коридор № 9), Ніжин-Горностаївка (коридор № 9), Ягодин-Ковель-Здолбунів-Козятин (коридор Балтійське море (Гданьськ) -Чорне море (Одеса), Фастів-Дніпропетровськ –Красна Могила (коридор Європа-Азія) [3].

Передбачалося здійснити реконструкцію існуючої мережі автомобільних доріг міжнародних транспортних коридорів: дорога Краковець-Львів-Рівне-Житомир-Київ (коридор № 3), дорога Косини-Чоп-Стрий-Львів, Сторожниця-Ужгород-Мукачеве (коридор № 5), дорога Нові Яриловичі-Чернігів-Кіпті-Київ-Любашівка-Платонове, Любашівка-Одеса, Кіпті-Бачівськ (коридор № 9) [3].

В галузі морського транспорту передбачалося здійснити будівництво нових і реконструкцію існуючих об’єктів морського транспорту (коридори № 9, TRACECA; Балтика-Чорне море) – Чорноморський порт, Одеський порт, порт Південний.

Було задекларовано створеннння декілька вільних економічних зон (ВЕЗ). Зокрема називаються ВЕЗ «Інтерпорт-Ковель» (Волинь), ВЕЗ «Порто-Франко» в Одесі, ВЕЗ «Аджалик» та ВЕЗ «Антарктика» в Чорноморську, міжнародна ВЕЗ «Рені-Галац-Джурджулешти». До складу МТК ЄС №№ 3, 5, 7, 9 можуть увійти ВЕЗ «Мостиська», «Жовква», «Яворів», «Закарпаття» та інші. Не всі пропозиції вдалося виконати в наслідок воєних дій на деяких територіях країни.

Національна стратегія розвитку транспортної інфраструктури України до 2030 року передбачає подальщий розвиток міжнародних транспортних коридорів, які проходять через територію України на основі:

1. Реконструкції залізничного коридору Е-40. Планується модернізація і будівництво нових залізничних станцій, а також підвищення рівня безпеки руху поїздів.

2. Будівництва Чорноморського транспортного коридору. Планується будівництво нових морських портів, розширення і реконструкцію існуючих портів, а також будівництво нових автошляхів і залізничних ліній, що забезпечать зручний доступ до морських портів.

3. Подальшого розвитку і модернізації міжнародних автомобільних маршрутів, що проходять через територію України.

4. Розвитку річкових портів. Планується розширення і реконструкція існуючих річкових портів [4].

Участь у розвитку європейських транспортних маршрутів передбачає багатогранний підхід, що балансує економічні, екологічні та соціальні чинники функціонування національної економіки країни. Моніторинг періодично пропонуємих урядом кроків по поліпшенню стану транспортно-дорожнього комплексу свідчить про розуміння існуючих проблем і намагання їх

вирішувати, але як показує реальність, ці плани дуже повільно втілюються в життя. На сьогодняшній день Україна має дві дуже важливі проблеми: відсутність мирного стану в деяких регіонах, і як наслідок втрата значних фінансових інвестицій.

Висновки. Необхідно зазначити, що проблему розвитку міжнародних транспортних коридорів необхідно вирішувати як можно швидше, оскільки розвинена транспортна система та ефективна логістика належать до категорії факторів конкурентоспроможності країни. Затягування робіт із модернізації дорожньо-транспортної інфраструктури, повільне впровадження цифрових технологій здатне загальмувати подальший розвиток економіки України. Необхідно докласти максимальних зусиль, щоб стати рівноправним партнером європейських країн у галузі міжнародних транспортних коридорів, оскільки наша країна має значний потенціал у цьому питанні.

Література.

1. Logistics Performance Index (LPI). URL: https://lpi.worldbank.org/international/global (дата звернення 10.06.2024)

2. Репич Т.А. Україна як транзитна держава – перспективи у післявоєнний час: колективна монографія / за ред. професора Н.С. Скопенко. Київ: ЦП Компринт. 2024.34 с.

3. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021–2027 роки: Постанова Кабінету Міністрів України № 695 від 05.08.2020. URL: https://dei.kyivcity.gov.ua/files/2020/10/22/POSTANOVA_KMU_695_DSRR_2027.pdf (дата звернення 10.07.2024).

4. Транспортна стратегія України. Пріоритети транспортного сектору до 2030 року «Підтримка імплементації Угоди про асоціацію та Національної транспортної стратегії України». Міністерство інфраструктури України: 2023. URL: https://mtu.gov.ua/files/strategy_ukr.pdf (дата звернення 10.06.2024).

UKRAINE IN THE SYSTEM OF INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS

Natalia Tubaltseva, Anatoliy Tubaltsev, Sofiia Zhavko

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The necessity of creating international transport corridors in the European space is considered. The use of the global ranking of transport and logistics development to compare the economic status of countries is shown. It is noted that Ukraine has significant potential, but has low indicators in logistics quality logistics and infrastructure. Deficiencies and obstacles in the development of international transport corridors in Ukrain are identified. Directions for improving the situation according to the National Development Strategy until 2030 are given.

Keywords: transport corridors, global rating, development concepts

УДК 004.8

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ БЕЗПІЛОТНИХ СУДЕН ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕШКОД ПРИ ПЛАВАННІ

Калініченко І.В.
кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки
Херсонського навально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
ivan.kalinichenko@nuos.edu.ua

Анотація. Авторами даної роботи були розглянуті методи розпізнавання даних у судноплавстві для побудови траєкторії руху безпілотного судна з штучним інтелектом (Artificial Intelligence). З метою запобігання зіткненням і побудови точної траєкторії руху без додаткових коливань авторами запропоновано використання штучного інтелекту із контролерами руху з глибокими нейронними мережами для ідентифікації різних суден із розпізнавання образів. Приведено, що алгоритми машинного навчання здатний приймати розумні рішення, однак вони можуть ускладнюватися для неструктурованих даних. Ці проблеми можна вирішити з допомогою мереж глибокого навчання, у яких складна ситуація вирішується з допомогою багаторівневого ієрархічного підходу.

Ключові слова: штучний інтелект, безпілотне судно, контролер руху, автоматичне запобігання зіткнення судна, глибока нейронна мережа, навігація.

Вступна частина. Сьогодні для ефективного розвитку та ширшого впровадження цифрових технологій морському судноплавству необхідно адаптуватися до нових реалій. Для того, щоб досягти головної мети – зробити судна безпечнішими, екологічно чистими та ефективними, морська галузь має перейти до впровадження нових бізнес-моделей, загальної екосистеми для забезпечення взаємодії та підтримки прийняття рішень, єдиної платформи для більш масштабного управління рухом флоту [1, 2].

Видається раціональним, що впорядкування потоку інформації між різними елементами морської екосистеми призведе до підвищення ефективності. На сьогоднішній день кожен із цих елементів (екіпаж на борту судна, служба управління флотом, портові оператори, персонал служби руху суден, навчальні центри) отримує досить великий обсяг інформації для виконання своїх щоденних операцій. Але ніхто з них не має доступу до повної картини того, що відбувається.

Затребуваність методів класичної навігації як резервних залишається актуальною. Резолюцією Асамблеї IMO A.1046 (27) встановлені високі вимоги до точності та надійності глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), проте багаторічний досвід експлуатації показав, що супутникові системи мають низку проблем, обумовлених слабкою захищеність від перешкод. Для малопотужних сигналів, що йдуть від джерела, що знаходяться на відстані 20 тис. км від поверхні Землі, і мають обмеження з енергетики, зростає небезпека впливу перешкод, у тому числі навмисних, таких як заміни сигналу (спуфінг). Ця проблема є настільки актуальною, що було проведено міжнародне дослідження цього питання – EU

H2020 project STRIKE3, у результаті якого виникло загальне розуміння рівня загроз]. Крім того, розроблено форми стандартизації звітності про загрози ДПСС та тестування приймачів на основі міжнародного обміну результатами експлуатації та експериментів, що дозволили звіти про події з різних систем моніторингу зробити сумісними. Фахівцями широко обговорюються методи, що зменшують уразливість та підвищують надійність позиціонування рухомих об'єктів.

Метою дослідження є аналіз та вибір методу розпізнавання перешкод з використанням контролерів для безпечного переходу або плавання в портовій зоні безпілотного судна зі штучним інтелектом.

Основна частина. Одним з найперспективніших і можливих для застосування на безпілотних суднах є метод глибокого навчання нейронних мереж, що використовує алгоритм «наскрізного навчання», здатний отримувати знання, отримані досвідченим шляхом та використання контролерів для мінімізації похибки при моделюванні навігаційної карти руху безпілотного судна.

Міжнародна морська організація (IMO) у 1972 р., відповідно до Конвенції про міжнародні правила запобігання зіткненню суден у морі, запровадила правові рамки для регулювання ситуацій зіткнення суден [3]. Ці правила можуть бути реалізовані за допомогою штучного інтелекту для розпізнавання зіткнень. Побудова алгоритмів та блок-схем спрощує розуміння вирішення проблем зіткнень суден.

Дані з датчиків аналізуються та накопичуються у базі даних. При глибокому навчанні дії координуються з береговою станцією і ці дані накопичуються. За наявності даних з AIS, об'єднаних з даними інших джерел, на судні є високий рівень розпізнавання даних і ситуаційної обізнаності. Методи, що використовуються для розпізнавання, включають допоміжні векторні системи, нейронні мережі, байєсівські мережі, гауссівські процеси. Дані способи визначають аномальну поведінку, таку як відхилення від стандартних курсів, несподівана активність AIS, несподіване прибуття порт, близьке наближення і вхід у небезпечну чи іншу зону.

Планування шляху – один із ключових параметрів морської автономної системи. Планування шляху судна можна поділити на дві спільні групи, а саме детермінований та евристичний підхід. Детермінований підхід використовує набір строго певних кроків для визначення рішення, а евристичний підхід використовує інформацію всередині підпростір області пошуку «прийнятне» рішення, а не найкраще рішення, що задовольняє проектним вимогам. Суть даного підходу полягає в тому, що в ньому робиться спроба уникнути перешкоди і досягти цільової точки на оптимальній відстані та в найкоротший термін. В даний час в області безпілотних автомобілів, мобільних роботів та дронів ефективне планування шляху містить методи штучного потенційного поля, нейронної мережі, нечіткої логіки та генетичного алгоритму. Найбільш поширеним алгоритмом планування шляху є підхід глибокого навчання, що містить область безпеки навколо кожної перешкоди, яка служить позначенням ризику зіткнення. Глибоке навчання з підкріпленням добре вирішує проблему розмірності та може обробляти багатовимірні вхідні дані.

Висновок. В реальному світі, безпілотні судна при русі мають інерцію і не можуть виконувати довільні команди руху по заданому шляху, крім як на довільно низьких швидкостях. У більшості випадків судно з штучним інтелектом, виконуючи команди руху,

виконує команду для переміщення в ту чи іншу точку, а не просто ставить потрібні йому позиції. Загальноприйнятим методом компенсації обмежень кінематичних планів є використання стеження за об'єктом руху окремого механізму, контролера. Контролерами називаються пристрої, що генерують команди керування безпілотним судном у реальному часі з використанням зворотного зв'язку від середовища для досягнення мети керування. Якщо мета полягає в утриманні об'єкта руху на заздалегідь запланованому шляху, такі контролери часто називають опорними контролерами, а шлях називають опорним шляхом. Контролери, які оптимізують глобальну функцію витрат, називають оптимальними контролерами.

Література

[1]. Radchenko R., Kornienko V., Radchenko M., Mikielewicz D., Andreev. A. Kalinichenko I. (2021). Cooling intake air of marine engine with water-fuel emulsion combustion by ejector chiller. Modern Power Systems and Units. V International Scientific and Technical Conference. Kraków, Poland, Edited by Rerak, M.; Majdak, M.; E3S Web of Conferences. 323. id.00031. 5 p. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132300031.

[2]. Thombre S., Bhuiyan M., Eliardsson P., Gabrielsson B., Pattinson M., Dumville M., Fryganiotis D., Hill S., Manikundalam V., Pölöskey M., Lee S., Ruotsalainen L., Söderholm S., Kuusniemi H. (2018). GNSS threat monitoring and reporting: Past, present, and a proposed future The Journal of Navigation. 71. (3). 513–529. DOI: 10.1017/S0373463317000911.

[3]. Радченко Р.Н. Основы рационального проектирования системы охлаждения наддувочного воздуха судового малооборотного дизеля эжекторным тепло трансформатором / Радченко Р.Н., Богданов Н.С., Калиниченко И.В. // Авіаційно-космічна техніка та технологія. Харків: ХАІ. 5 (122), 2015. – с. 65–68. http://nbuv.gov.ua/UJRN/aktit_2015_5_13.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE OF UNMANNED VESSELS TO DETERMINE OBSTACLES WHEN SWIMMING

Kalinichenko I.V.

Candidate of technical sciences, associate professor

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The authors of this work considered the methods of data recognition in shipping to build the trajectory of an unmanned vessel with artificial intelligence (Artificial Intelligence). In order to prevent collisions and build an accurate movement trajectory without additional fluctuations, the authors proposed the use of artificial intelligence with motion controllers with deep neural networks to identify various vessels using pattern recognition. It is shown that machine learning algorithms are capable of making intelligent decisions, but they can be complicated for unstructured data. These problems can be solved using deep learning networks, in which a complex situation is solved using a multi-level hierarchical approach.

Key words: artificial intelligence, unmanned ship, motion controller, automatic ship collision prevention, deep neural network, navigation.

УДК 629.12.011.001.24

ТЕНДЕНЦІЯ YV → Y ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ ФОРМИ НОСОВИХ ШПАНГОУТІВ НАДВОДНИХ КОРАБЛІВ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ПРАКТИЧНІ НАСЛІДКИ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м. Миколаїв
solomen@mksat.net

Аннотація. Розглянуті випадки еволюції обводів носових шпангоутів надводних кораблів в напрямку від YV- обводів до Y – обводів, що не співпадає із загальною тенденцією у цьому питанні. Виявлені причини та наслідки зазначеного явища.

Ключові слова: форма носових обводів, надводний корабель, залиття

Вступна частина. У нашій попередній роботі [1, с.579] ми зробили висновок про існування загальної тенденції “U → Y → V”, тобто поступового із часом переходу з метою зниження ступеня залиття від U-образних обводів носових шпангоутів багатоцільових надводних кораблів до Y- образних обводів та від них до чисто V- образних обводів. Введемо далі поняття YV- образних обводів, які є проміжними між Y- образними и V-образними обводами. В історії кораблебудування з метою зниження ступеня залиття були випадки переходу від YV-образних обводів до чисто Y-образних обводів, що не співпадає із наведеною у дослідженні [1] тенденцією “U → Y → V”. Аналіз зазначеного протиріччя і є темою даної доповіді.

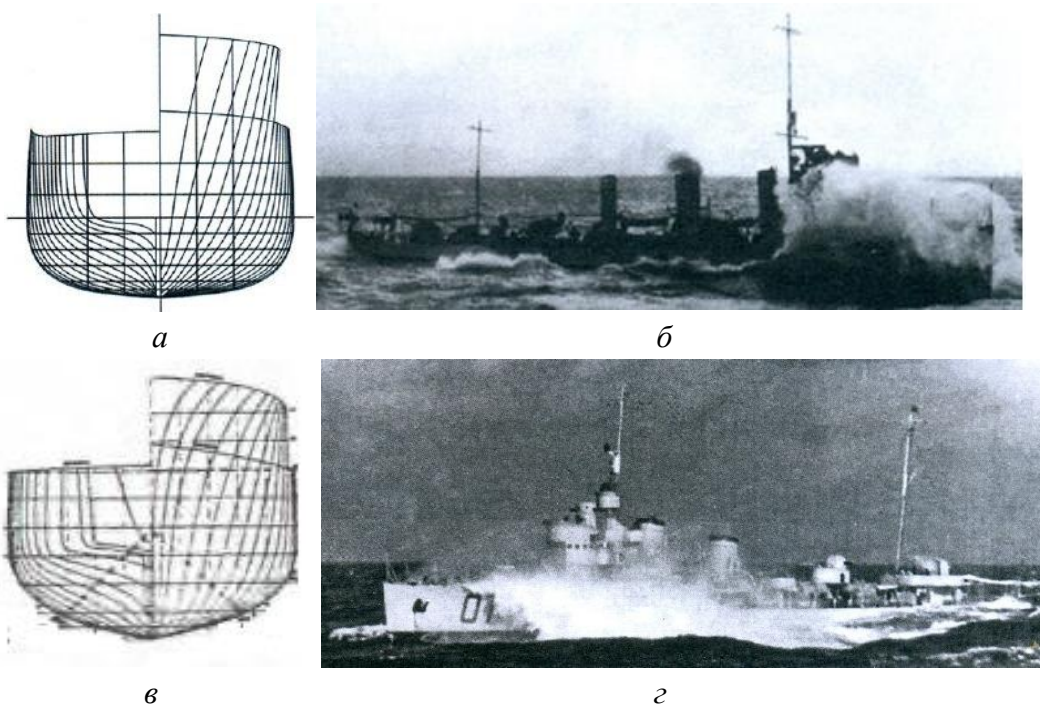
Мета роботи. Метою даної роботи є аналіз тенденції YV → Y у формі носових обводів шпангоутів надводних кораблів та виявлення причин протиріччя із загальною тенденцією, що має вигляд “U → Y → V”.

Основна частина. Нехай корабель, що має відносно великі абсолютні розміри, та YV-образні обводі, експлуатується у більш-менш м’яких погодних умовах. Перевищення відносними переміщеннями від поздовжньої хитавиці рівня верхньої палуби реалізується вкрай рідко, внаслідок чого верхня частина шпангоуту відкидає бризки, замість того, щоб продукувати їх. Тоді задля поліпшення відбиваючих якостей верхньої частини шпангоута і може виникнути ідея переходу до виражених Y-образних обводів (YV → Y).

Тож, італійські есмінці типів “Impavido” та “Pilo” мали YV- образні носові шпангоути, мал. 1а. Забризкування навіть на хвилюванні середньої інтенсивності виявилося дуже суттєвим: бризки накривали не тільки носову гармату, а ще й надбудову, мал. 1б, [2, с. 13,19]. Тоді на ряді наступних серій есмінців (зокрема, типу “Maestrale”) стався перехід до виражених Y-образних обводів, мал. 1в, [3, с. 11]. І це призвело до зниження ступеня забризкування, рис. 1г. Попри те, що обсяг бризкової пелени на мал. 1б та на мал. 1г приблизно однаковий, на мал. 1г ця пелена розташована більш сприятливим для корабля чином. Якщо на мал. 1б ця пелена підіймається над верхньою палубою, то на мал. 1г завдяки Y- образності обводів ця пелена в основному відкинута в боки від верхньої палуби корабля.

Але, якщо корабель з Y- образними обводами опиняється в більш жорстких погодних умовах, то його морехідність різко погіршується. На мал. 2а показано англійський легкий крейсер-мінний загороджувач “Abdial” із Y- образними обводами, [4, с.24]. В умовах хвилювання середньої інтенсивності внаслідок одного з випадкових відносних коливань великої амплітуди ніс увійшов в воду до рівня верхньої палуби. В цьому випадку верхня частина Y- образного шпангоута спрацювала вже не як бризковідбійник, а як джерело бризок. Втім, бризкова пелена, що внаслідок цього з’явилася, виявилася зосередженою у носовій частині корабля, мал. 2а.

Ще більш критична ситуація виникає на сильному хвилюванні. Есмінці типу “Maestrale” використовувалися як прототип від час проектування радянських есмінців пр. 7. мал. 2б. Ступень Y- образності носових обводів у есмінців пр. 7 меншій, ніж у прототипа. Проте з мал. 2б видно, що цього виявилося недостатньо. Це було пов’язане із тим, що носові шпангоути підходили до КВЛ під недостатньо великим кутом нахилу до горизонтальної площини, і тому сили важкості у меншій мірі обмежували формування бризок. А в умовах сильного хвилювання верхня палуба може входити в воду послідовно для ряду відносних коливань. Це веде до того, що бризкова пелена, спричинена входом у воду верхніх частин носових Y-образних шпангоутів, охоплює майже весь корабель, із відповідними та вкрай негативними наслідками для спостереження та застосування зброї, [5, с. 25,42].



а *б*

в *г*

Рис. 1. Послідовна еволюція носових обводів італійських есминців в 1920-х-1930-х р.р. та її причини:
а, б – теоретичний корпус есмінця типу “Pattison” (чи типу “Pilo”). із лёгкою Y- образністю обводів (а), та есмінець того ж типу, що демонструє високий ступень забризкування на зустрічному хвилюванні (б), [2, с. 13,19]; в, г – приклад теоретичного корпусу італійського есмінця одного з наступних типів (тип “Maestrale”) із вираженою Y-образністю обводів, (в) та функціонування верхньої частини Y- образних обводів на хвилюванні середньої інтенсивності у якості бризковідбійника (г), [3, с. 11]

Розглянемо ще одну ситуацію. В Італії в 1920-х г.г. були збудовані два важких крейсери типу “Trieste”, із YV- образними носовими обводами. Для цих кораблів верхня частина носових шпангоутів рідко входила у воду та працювала як бризковідбійник. Тому на наступній серії – крейсерах типу “Pola”- було вирішено перейти вже до Y-образних обводів. Було отримано позитивний результат по аналогії із показаним на мал 1г, [6, с. 13,40]. Але у ці ж роки уряд Аргентини замовив в Італії два важких крейсери для аргентинського флоту. На цих кораблях форма носових шпангоутів була прийнята такою самою, як і на крейсерах типу “Pola”.

а

б

Рис. 2. Кораблі із Y- образними обводами на зустрічному хвилюванні середньої та великої інтенсивності:
а – англійський крейсер-мінний загороджувач “Abdial” на хвилюванні середньої інтенсивності після одиничного випадкового відносного коливання великої амплітуди, [4, с. 24];
б – радянський есмінець пр. 7 «Бдительный» на сильному зустрічному хвилюванні, [5, с. 42]

Але аргентинські кораблі, з огляду на очевидні географічні причини, мали експлуатуватися вже не у відносно м’якому Середземному морі, а у південній частині Атлантичного океану. А це – один з найбільш буремних районів Світового океану. І наслідки були наступними «постоянной головной болью моряков являлось проникновение воды в помещения под полубаком и в надстройке», [7, с.50].

Висновок. Попри зазначену у нашій роботі [1, с. 579] загальну тенденцію еволюції форми носових обводів надводних кораблів як $U \rightarrow Y \rightarrow V$”, іноді здійснювалося збільшення ступеня Y- образності обводів, щоб верхня їхня частина працювала б як бризковідбійник. Це дещо знижувало ступень забризкування на хвилюванні малої та середньої інтенсивності. Але якщо такий корабель потрапляв в умови більш інтенсивного хвилювання, ця верхня частина починала сама продукувати бризки, що супроводжувалося різким погіршенням морехідності. Саме тому тенденція $YV \rightarrow Y$ хоча й існувала, але виявилася другорядною і не отримала широкого розповсюдження.

Література

1. Соломенцев, О.І. Аналіз впливу форми носових обводів багатоцільового надводного корабля на забризкування в умовах зустрічного хвилювання. Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2022. – С. 576–579.

2**.** Патянин, С.В. «Трёхтрубники»**.** Итальянские эсминцы типа «Паттисон». Часть 1. Морская коллекция, 2022.- № 11.- 36 с.

3. Патянин, С.В. Эскадренные миноносцы типов «Маэстрале», «Ориани» и «Сольдати» Морская кампания, 2015. – № 2. – 64 с.

4. Патянин, С.В. Крейсера-заградители Королевского флота. Морская кампания, 2016. – № 1. – 64 с.

5**.** Балакин, С.А. Легендарные «семёрки». Эсминцы «сталинской» серии М.: Коллекция, Яуза, ЭКСМО, 2007. – 208 с.

6. Патянин, С.В., Малов, А.А. Суперкрейсера Муссолини. Если бы не адмиралы! Итальянские тяжёлые крейсера типов «Тренто» и «Зара». М.: Изд. ЭКСМО – Яуза, 2011. – 144 с.

7. Целиков, Е.И. Загадка южных морей. Аргентинские крейсера «Альмиранте Браун» и «Вентисинко де Майо». Арсенал-коллекция, 2012. – № 5. – С. 40–59.

YV→Y TENDENCY FOR THE BOW SHAPE OF WARSHIPS: WHY THIS TENDENCY APPEARED, AND PRACTICAL RESULTS

Solomentsev Oleg Ivanovich

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. In history of warships building is known tendency of appearing Y-bow shape instead of YV-bow shape. In this case we have better spraying characteristic, but only if waves are not too large. In strong waves spraying of Y-shape becomes very intensive.

Key words: bow shape, warship, spraying

УДК 629.12.011.001.24

ВИЗНАЧЕННЯ ГАРАНТІЙНИХ ПРОЕКТНИХ ЗАПАСІВ ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ

Соломенцев О. І.,
доктор технічних наук, професор НУК
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м. Миколаїв
solomen@mksat.net

Анотація. Під час проектування корабля мають братися до уваги гарантійні запаси (Assurance Margins). Надана аналітична інтерпретація гарантованих проектних запасів під час проектування надводного корабля. Розглянуто ситуацію, коли не тільки характеристика

зовнішнього впливу на корабель з боку нерегулярного хвилювання є випадковою, але коли характеристика опору корабля цьому зовнішньому впливу також є випадковою.

Ключові слова: проектні запаси, надводний корабель, безпека плавання.

Вступна частина. У загальному випадку поняття проектних запасів при проектуванні надводного корабля включає в себе у США проектно – конструкторські запаси (Design and Construction Margins), запаси на майбутній розвиток та модернізацію (Future Growth Margins) та гарантійні запаси (Assurance Margins).Метою введенні саме гарантійних запасів є досягнення відповідного рівня безпеки плавання корабля. Повний запас, що охоплює усі стадії проектування корабля, носить назву Total Acquisition Margin, [1, с. 157–159]. Порядок використання запасів усіх категорій визначений у сучасній технічній літературі, [2, с. 14–16], [3, с. 7–15]. У той же час аналітична інтерпретація гарантійних запасів у наявній літературі є відсутньою.

Мета роботи. Метою роботи є пошук аналітичної інтерпретації гарантійних запасів з метою подальшого використання отриманих залежностей під час проектування надводних кораблів.

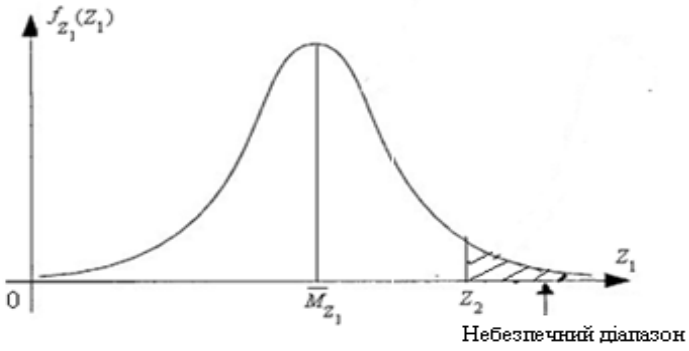
Основна частина. Нехай певна умова безпеки плавання корабля у найбільш загальному вигляді може бути записана наступним чином:

$$Z_1 < Z_2, \tag{1}$$

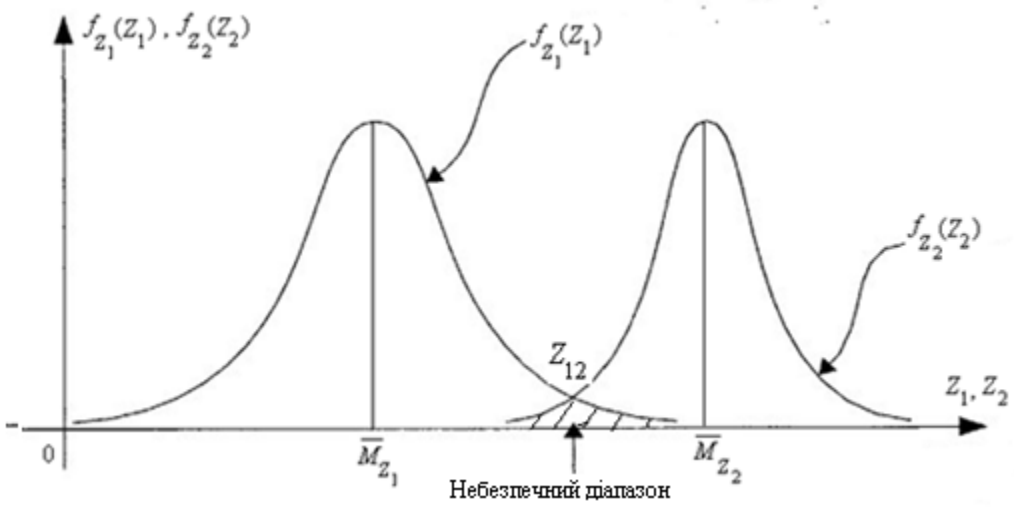
де Z_1 – певна характеристика зовнішнього впливу на корабель, в багатьох випадках пов’язана із дією на корабель вітру та хвиль (сумарний згінний момент, кінетична енергія корабля, що здійснює бортову хитавицю, та ін.);

Z_2 – відповідна характеристика опору корабля цьому зовнішньому впливу (граничний згінний момент, потенційна енергія корабля, що здійснює бортову хитавицю, та ін.).

Умова (1) може бути записаною як показник безпеки у формі різниці $Z_2 - Z_1 > 0$, а також і як показник безпеки у формы дробу $\frac{Z_2}{Z_1} > 1$. Безпосередньо у такому вигляді ця умова може бути використана тільки тоді, якщо величини Z_1 та Z_2 завдані детерміновано. На практиці, оскільки реальне хвилювання є нерегулярним, величина Z_1 зазвичай задається як випадкова величина, така, що $-\infty < Z_1 < +\infty$, її щільність ймовірності є $f_{Z_1}(Z_1)$, так що $\int_{-\infty}^{+\infty} f_{Z_1}(x)dx = 1$, математичне очікування $\bar{M}_{Z_1} = \int_{-\infty}^{+\infty} f_{Z_1}(x)xdx$, досить часто $\bar{M}_{Z_1} = 0$, і тоді дисперсія $D_{Z_1} = \int_{-\infty}^{+\infty} f_{Z_1}(x)x^2dx$.



а



б

Мал. 1. До визначення ймовірності невиконання умови безпечного плавання корабля: а – величина Z_1 випадкова із щільністю ймовірності $f_{Z_1}(Z_1)$, а величина Z_2 невипадкова; б – величина Z_1 випадкова із щільністю ймовірності $f_{Z_1}(Z_1)$, а величина Z_2 також випадкова із щільністю ймовірності випадкова із щільністю ймовірності $f_{Z_2}(Z_2)$

А величина Z_2 досить часто задається детерміновано. В цьому випадку ймовірність невиконання умови безпечного плавання корабля P'_Z матиме вигляд $P'_Z = 1 - F_{Z_1}(Z_2) = \int_{Z_2}^{+\infty} f_{Z_1}(x)_1\, dx$, де $F_{Z_1}(Z_2) = \int_{-\infty}^{Z_2} f_{Z_1}(x)dx$ – ордината інтегрального розподілу випадкової величини Z_1 при її значенні, що дорівнює Z_2 .Геометрично ймовірність P'_Z являє собою площу між віссю абсцис та графіком щільності ймовірності $f_{Z_1}(Z_1)$ в правий бік від прямої $Z_1 = Z_2$ (заштриховане на мал. 1а).

Нехай тепер не тільки Z_1, але також і Z_2 є випадкова величина, така, що $-\infty < Z_2 < +\infty$, її щільність ймовірності є $f_{Z_2}(Z_2)$, тож $\int_{-\infty}^{+\infty} f_{Z_{12}}(x)dx = 1$, математичне очікування

$\bar{M}_{Z_2} = \int_{-\infty}^{+\infty} f_{Z_2}(x)xdx$ та дисперсія $D_{Z_2} = \int_{-\infty}^{+\infty} f_{Z_2}(x)x^2dx$., мал. 1б. А у цьому випадку ймовірність невиконання умови безпеки плавання корабля P''_Z геометрично являє собою ту частину площі під кривими щільностей ймовірностей $f_{Z_1}(Z_1)$ и $f_{Z_2}(Z_2)$, яка знаходиться нижче за точку зустрічі цих кривих Z_{12} (заштриховане на мал. 1б). Обгрунтування розрахункової залежності для ймовірності P'_Z за умови застосування показника безпеки у формі різниці надані у роботах [4, с. 115–118] та [5, с.148–149]. Така сама залежність може бути отримана і за умови використання показника безпеки в формі дробу Це було показане у роботі [6, с. 207–211],

Аналітично ця ймовірність за умови $\bar{M}_{Z_1} < \bar{M}_{Z_2}$ приймає наступний вигляд:

$$P''_Z = \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{x_2}^{+\infty} f_{Z_1}(x_1)f_{Z_2}(x_2)dx_1dx_2 = 1 - \int_{-\infty}^{+\infty} F_{Z_1}(x_2)f_{Z_2}(x_2)dx_2 .$$

Відмінність від 0 ймовірності P'_Z, як правило, береться до уваги в обмеженнях математичної моделі корабля. Це більш-менш стандартна ситуація.. Але, якщо величину Z_2 також необхідно розглядати як випадкову (а така необхідність виникає, якщо коефіцієнт варіації цієї величини $Var_{Z_2} = \frac{\sqrt{D_{Z_2}}}{\bar{M}_{Z_2}}$ виявляється одного порядку із аналогічним коефіцієнтом для величини Z_1 - параметром $Var_{Z_1} = \frac{\sqrt{D_{Z_1}}}{\bar{M}_{Z_1}}$), то ймовірність виникнення небезпечної для корабля ситуації є вже не P'_Z, а P''_Z.

Може виявитися, що $P''_Z > P'_Z$. Тоді задля досягнення безпеки плавання корабля різницю між ймовірностями P''_Z и P'_Z необхідно якось компенсувати. Задля цієї компенсації як раз і використовується гарантований запас $\Delta_{ЗГ}$, який вводиться до величини Z_2, коли ця величина розглядається як невипадкова, [1, с. 159]. Нехай цей запас безрозмірний (тобто віднесений до величини Z_2), тож зазначений параметр із урахуванням запасу есть $Z_2^* = (1+\Delta_{ЗГ})Z_2$. Тоді умова для знаходження цього запасу матиме наступний вигляд:

$$\int_{Z_2(1+\Delta_{ЗГ})}^{+\infty} f_{Z_1}(x)_1\, dx = P''_Z . \qquad (2)$$

Висновок. Згідно із сучасними уявленнями, в процесі проектування корабля мають враховуватися проектні запаси, зокрема, гарантійні запаси (Assurance Margins), введення яких пов’язане із забезпеченням безпеки плавання корабля. В результаті виконаного аналізу отримане аналітичне співвідношення (2) пошуку гарантованого запасу під час проектування надводного корабля. При цьому застосування показників безпеки у формі різниці та у формі дробу веде до аналогічних результатів.

Література

1. Hockberger, W.A. Ship Design Margins- Issues and Impacts Naval Engineers Journal, 1975. – Vol. 87.- Issue 2. – P. 157–170.

2. Dwyer, D., Efatmaneshnik M. Lifecycle Value Sustainment and Planning Mission Upgrades for Complex Systems: The Case of Warships. Systems, 2023. – Vol. 11. – Article 183. – 24 p. – https://doi.org/10.3390/systems11040183

3. Bottero, M., Gualeni, P. Systems Engineering for Naval Ship Design Evolution. Journal of Marine Science and Engineering, 2024. – Vol. 12. – 19 c. – https://doi.org/10.3390/jmse12020210

4. Mansour, A. E. Methods of Computing the Probability of Failure Under Extreme Value of Bending Moment Journal of Ship Research, 1972. – Vol. 16. – № 2 – p. 113–123.

5. Faulkner, J.A, Clarke, J.D, Smith C.S. The Loss of HMS “Cobra”. Naval Architect, 1985. – № 3. – P. 125–151.

6. Mansour A.E. Approximate Probabilistic Method of Calculating Ship Longitudinal Strength. Journal of Ship Research, 1974. – Vol. 18. – № 3. – P. 203–213.

DETERMINATION OF THE ASSURANCE MARGINS IN SHIP DESIGN

Solomentsev Oleg Ivanovich

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Assurance margin must be used for ship safety. Analysis of the assurance margin in ship design was done. Was proposed analytical formula for calculation of the assurance margin.

Key words: design margins, warship, ship safety.

УДК 629.12.011.001.24

ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕЛЯЦІЙНОГО РАДІУСУ НЕРЕГУЛЯРНОГО ХВИЛЮВАННЯ

Соломенцев О. І,

доктор технічних наук, професор НУК

Национальний університет кораблебудування імені. адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

solomen@mksat.net

Аннотація. Розглянуте визначення кореляційного радіусу нерегулярного хвилювання. Потреба знати цій параметр виникає тоді, коли під час визначення ефективної площі розсіювання (ЕПР) корабля величини показника Релея виявляються значними. Отримані прості наближені залежності для визначення кореляційного радіусу.

Ключові слова: кореляційний радіус, нерегулярне хвилювання,, ефективна поверхня розсіювання

Вступна частина. Кореляційний радіус за фізичною сутністю відображає взаємний вплив двох ординат реалізації нерегулярного хвилювання, коли вони розташовані на такій відстані між собою, що дорівнює цьому радіусу. Коли виконуються такі традиційні для кораблебудування розрахунки, як визначення характеристик хитавиці усіх видів та хвильових навантажень на корпус, потреби у використанні цього параметра зазвичай не виникає.

Можливим винятком є тільки розрахунки із урахуванням групової структури хвилювання. Але нехай ми розраховуємо ефективну поверхню розсіювання (ЕПР) корабля в умовах хвилювання. В цьому випадку обов'язково мають братися до уваги вплив поверхні моря. Якщо ж параметр $\frac{\sqrt{D_r}}{\lambda_{РЛС}}$ (т.зв показник Релея) є достатньо великим, то питому вагу під час формування ЕПР отримують вже не тільки дзеркальні, але також і дифузійні відбиття. Тут D_r є дисперсія хвильових ординат та $\lambda_{РЛС}$ є довжина радіохвилі. А для визначення тієї складової ЕПР, що пов'язана саме із дифузійними відбиттями, знання кореляційного радіусу нерегулярного хвилювання виявляється необхідним, [1, с. 206–207].

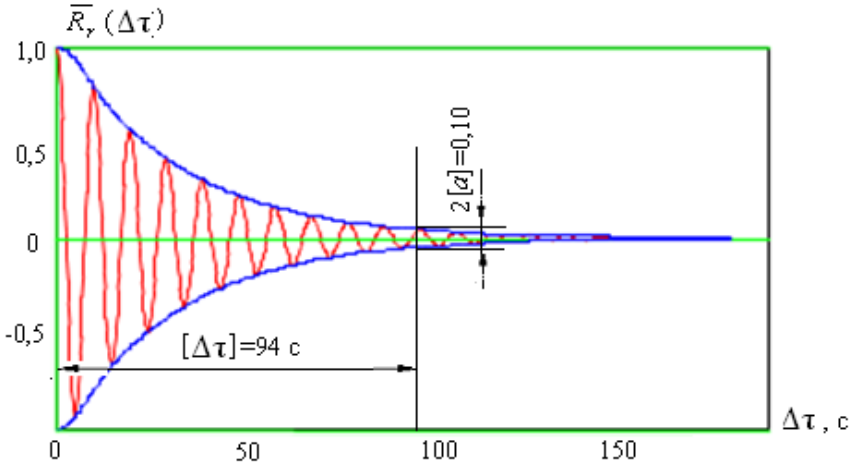
Мета роботи. Метою роботи є отримання наближених залежностей для кореляційного радіусу морського хвилювання.

Основна частина. Розглянемо спочатку теоретичне співвідношення для нормованої автокореляційної функції морського хвилювання $\bar{R}_r(\Delta\tau)$, яке має вигляд (див., наприклад, [2, с. 5]):

$$\bar{R}_r(\Delta\tau) = \frac{1}{D_r}\int_0^{\infty} S_r(\omega)\cos(\omega\cdot\Delta\tau)d\omega,$$

де $S_r(\omega)$ - спектральна щільність хвильових ординат;

$\Delta\tau$ – проміжок часу.



Мал.1. До визначення параметрів $[a]$ *и* $[\Delta\tau]$

Приклад залежності для нормованої автокореляційної функції $\bar{R}_r(\Delta\tau)$ наведено на мал.. 1 при використанні для спектральної щільності $S_r(\omega)$ спектра Бретшнейдера для інтенсивності хвилювання, що відповідає 8 баллам, [2, с.5]. Властивості цієї залежності такі, що $\bar{R}_r(0)=1$, а $\lim_{\Delta\tau\to\infty}\bar{R}_r(\Delta\tau)=0$. Ординати згинаючої, що показані кривими синього кольору на мал. 1, і характеризують ступень взаємного впливу ординат нерегулярного хвилювання одна на одну. Далі задаємося деякою достатньо малою у порівнянні з одиницею ординатою згинаючої $[a]$

та будемо вважати, що при $a > [a]$ взаємний вплив ординат має місце, а при $a < [a]$ такий вплив є відсутнім. У дослідженні з групової структури морського хвилювання рекомендовано приймати $[a] = 0,05$, [2, с. 5]. Тоді отримуємо:

$$r_K = c_\Phi[\Delta\tau];\ c_\Phi = \frac{\lambda_c}{\tau_c} = \frac{\gamma_{d0} g \tau_c}{2\pi},$$

де $[\Delta\tau]$ – часовий інтервал, по закінченні якого ордината згинаючої нормованої кореляційної функції, що відраховується від нульової лінії, дорівнює $[a]$ (на мал. 1 показано параметр $[a] + |-[a]| = 2[a]$);

c_Φ - середня фазова швидкість морської нерегулярної хвилі;

λ_c, τ_c - середня довжина та середній період морської нерегулярної хвилі відповідно;

$\gamma_{в0}$ - безрозмірний коєфіцієнт, що пов'язує між собою довжину та період нерегулярної хвилі.

Для регулярного хвилювання маємо $\gamma_{в0} = 1$, а для нерегулярного хвилювання у першому наближенні можна приймати, що

$$\gamma_{в0} \approx 0,60 + 3 \cdot 10^{-2} h_3 \le 1,$$

де висота хвилі 3 %-забезпеченості $h_3 = 5,3\sqrt{D_r}$ вимірюється у метрах, [3, с. 6].

Розрахунок величини $[\Delta\tau]$ можна суттєво спростити, якщо замість теоретичної залежності для кореляційної функції застосувати напівемпіричну залежність Звід таких залежностей міститься у роботі [4, с. 101]. Обмежемося найпростішою залежністю, яка має наступний вигляд:

$$\bar{R}_r(\Delta\tau) = \exp(-\alpha_{вг}|\Delta\tau|)\cos(\beta_{вг} \cdot \Delta\tau), \qquad (1)$$

де $\alpha_{вг}$, β_{dr} – параметри, що залежать від інтенсивності хвилювання та його спектрального складу, ці параметри мають розмірність частоти (1/с).

В формулі (1) перший множинник, що містить експоненту, являє собою апроксимацію згинаючої кореляційної функції. Тоді буде:

$$\exp(-\alpha_{вг}|[\Delta\tau]|) = [a],$$

звідки випливає, що $[\Delta\tau] = -\dfrac{\ln[a]}{\alpha_{dк}}$, і тоді отримуємо:

$$r_K = -\frac{\gamma_{d0} g \tau_c \ln[a]}{2\pi\alpha_{вг}}. \qquad (2)$$

Тут параметр $\alpha_{ввг}$ характеризує ступень нерегулярності хвилювання.. Чим він більший, тим в більшій мірі реальне хвилювання відрізняється від регулярного хвилювання. Випадок $\alpha_{ввг}$=0 відповідає регулярному хвилюванню. Із зростанням інтенсивності реального хвилювання воно усе в більшій мірі наближається до регулярного хвилювання, що узгоджується із наведеними нижче даними: функція $\alpha_{ввг} = \alpha_{ввг}(h_{33})$, зменшується із зростанням h_3. На регулярному хвилюванні взаємний вплив ординат хвилювання одна на одну будte відсутнім Тому можна вважати, що ординати регулярного хвилювання, що впливають одна на

одну, віддалені одна від одної на безкінечно велику відстань, і відповідно кореляційний радіус стає безкінечно великим. Згідно із формулою (2) при $\alpha_{ввг}=0$ так воно і виходить. На нерегулярному ж хвилюванні такий вплив буде тим вище, та кореляційний радіус буде тим менше, чим вище ступень нерегулярности хвилювання (у даному випадку пропорційно $\frac{1}{\alpha_{вг}}$).

Параметр $\alpha_{ввг}=\alpha_{ввг}(h_{33})$ визначається наступним чином, [4, с.165]:

– при $h_3=1$ м $0{,}188\,{}^{1}\!/_{c}<\alpha_{вг}<0{,}560\,{}^{1}\!/_{c}$; при $h_3=3$ м $0{,}111\ {}^{1}\!/_{c}<\alpha_{вг}<0{,}316\,{}^{1}\!/_{c}$;

– при $h_3=5$ м $0{,}086\,{}^{1}\!/_{c}<\alpha_{вг}<0{,}246\,{}^{1}\!/_{c}$; при $h_3=7$ м $0{,}072\,{}^{1}\!/_{c}<\alpha_{вг}<0{,}207\,{}^{1}\!/_{c}$;

– при $h_3=9$ м $0{,}063\,{}^{1}\!/_{c}<\alpha_{вг}<0{,}184\,{}^{1}\!/_{c}$; при $h_3=11$ м $0{,}058\,{}^{1}\!/_{c}<\alpha_{вг}<0{,}171\,{}^{1}\!/_{c}$.

Висота хвилі 3 %-забезпеченості h_3 та середній період хвилювання пов'язані співвідношенням $\tau_c=\pi\sqrt{\frac{10\beta_в h_3}{g}}$. Тут значення параметру $\beta_в=\frac{g\tau_c^2}{10\pi^2 h_3}$ порядка 0,7–0,8 відповідають хвилюванню, що розвивається, розвиненому хвилюванню відповідають значення цього параметра, близькі до 1, та хвилюванню, що послаблюється, відповідають значення цього параметра приблизно 1,3–1,5, [5, с. 47].

Висновки

1. При розрахунках ефективної поверхні розсіювання корабля в умовах хвилювання виникає потреба у визначенні кореляційного радіусу морського хвилювання.

2. Проста наближена формула для кореляційного радіусу може бути отримана на підставі напівемпіричної залежності для кореляційної функції нерегулярного морського хвилювання.

Література

1. Румянцев, В.Л., Курбатский С.А. Хомяков Д.А. Методика математического моделирования текущих значений коэффициентов отражения сигнала от морской поверхности Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. – Вып. 12. – С. 205–209.

2. Bassler, C.C. Belenky V., Dipper M.J. Application of Wave Groups to Assess Ship Response in Irregular Seas. Proceedings of the 11th International Ship Stability Workshop. – Wageningen, – 2010, 9 p.

3. Холодилин, А.Н. О спектре морского волнения. Научно-технический сборник Регистра СССР. – Л.: Транспорт, 1976. – Выпуск 4. – С. 3–15.

4. Екимов, В.В. Вероятностные методы в строительной механике корабля – Л.: Судостроение, 1966. – 328 с.

5. Липис, В.Б. Расчёт дополнительного сопротивления движению судна на нерегулярном волнении / Труды ЦНИИ морского флота. – Л.: Транспорт, 1977. – Вып. 221. – С. 43–61.

DETERMINATION OF THE CORRELATION RADIUS OF IRREGULAR SEAS

Solomentsev Oleg Ivanovich

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. When we determine the radar cross section (RCS) of warship, it is necessary to take into account influence of waves. If Rayleigh-s parameter is big enough, for the RCS determination we need to know correlation radius of irregular seas. A simple empirical formula for the correlation radius was proposed.

Key words: correlation radius, irregular waves, radar cross section

УДК 629.12.011.001.24

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ДОДАТКОВОГО ОПОРУ РУХУ В УМОВАХ ХВИЛЮВАННЯ ДЛЯ НАДВОДНОГО ДРОНА

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

Аннотація. Розглянуте визначення додаткового опору на хвилюванні для надводного дрону. Прийняті за основу перероблені дані модельних експериментів для глісерів. Наведено алгоритм відповідної переробки

Ключові слова: надводний дрон, додатковий опір в умовах хвилювання, нерегулярне хвилювання

Вступна частина. При визначенні бойової ефективності надводного дрону та ймовірності його знищення супротивником, перш ніж він виконає своє завдання, велике значення має швидкість дрону, [1, с.664–665]. Внаслідок малих абсолютних розмірів дрону зазначена швидкість може помітно зменшитися в умовах хвилювання. Зокрема, вдала атака українських дронів -камікадзе по російському корвету-катамарану із аеростатичним розвантаженням «Самум» пр.. 1239 14 вересня 2023 р. відбулася в умовах досить значного, якщо урахувати малі розміри дрону, хвилювання.[1]

Головною причиною зменшення швидкості є поява додаткового опору руху дрона в умовах хвиль. Тому визначення зазначеного додаткового опору є актуальним завданням.

Мета роботи. Метою роботи є розробка алгоритму визначення додаткового опору руху надводного дрона в умовах хвилювання.

Основна частина. При визначенні додаткового опору руху дрона має розглядатися реальне нерегулярне хвилювання, а регулярне хвилювання є в цьому випадку лише проміжнім етапом. В даній роботі ми обмежимось тільки зустрічним хвилюванням. При цьому додатковий опір на регулярному хвилюванні $\Delta R_P(h,\lambda)$ пов'язаний із додатковим опором на нерегулярному хвилюванні $\Delta R(h_3,\omega_c)$ як

[1] Сайт «Цензор Нет», 15.09.2023

$$\Delta R = \int_0^{\infty} \Phi_R(\omega) S_r(\omega) d\omega; \;\; \Phi_R(\omega) = \Phi_R(\lambda) = \frac{\Delta R_P(h,\lambda)}{r^2} = \frac{4\Delta R_P(h,\lambda)}{h^2}, \qquad (1)$$

де h, $r = \frac{h}{2}$ - відповідно висота та амплітуда регулярної хвилі; λ - довжина регулярної хвилі; $\omega = \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda}}$ – частота регулярної хвилі або частота елементарної гармоніки нерегулярного хвилювання, $g = 9{,}8\ \text{м/с}^2$ – земне прискорення; $S_r(\omega)$ - спектральна щільність нерегулярного хвилювання; $\Phi_R(\omega)$ - оператор додаткового опору.

Відмітимо, що теоретично додатковий опір на регулярному хвилюванні $\Delta\tilde{R}(h,\lambda)$ є пропорційним h^2 або r^2. Тож якщо поділити $\Delta\tilde{R}(h,\lambda)$ на h^2 або на r^2, то результат так само теоретично має залежати тільки від λ або від $\omega = \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda}}$, але не від амплітуди чи висоти хвилі.

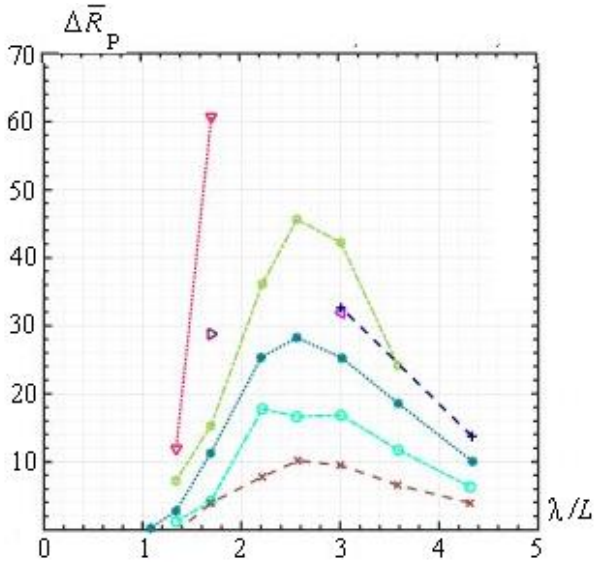


Рис. 1. Приклад представлення експериментальних даних у роботі [2]:

$-\frac{\lambda}{h}=20;$ $-\frac{\lambda}{h}=30;$ $-\frac{\lambda}{h}=35;$ $-\frac{\lambda}{h}=40;$

$-\frac{\lambda}{h}=45;$ $-\frac{\lambda}{h}=50;$ $-\frac{\lambda}{h}=60;$ $-\frac{\lambda}{h}=75$

Розглянемо можливі шляхи визначення зазначених співвідношень для надводного дрону. Форма обводів цих дронів відповідає формі обводів глісерів. Тому. визначаючи вигляд оператору додаткового опору $\Phi_R(\omega)$, слід брати до уваги саме цю форму обводів. Відповідна відома автору інформація з цього приводу з'явилася тільки у 2023 р. з публікацією експериментального дослідження італійських фахівців [2, с. 6–7]. Ці дані стосуються тільки регулярного хвилювання. Однак форма представлення даних у цій роботі така, що не дозволяє безпосередньо застосувати співвідношення (1). У роботі [2, с. 6–7] віднесений до водотоннажності при відсутності ходу *D* додатковий опір на регулярному хвилюванні наданий

як функція параметрів $\frac{\lambda}{L}$ та $\frac{h}{\lambda}$, тобто $\Delta\bar{R}_P = \frac{\Delta R_P}{D} = \Delta\bar{R}_P\left(\frac{\lambda}{L}, \frac{\lambda}{h}\right)$, де L – довжина глісера. Приклад відповідних експериментальних залежностей надано на мал. 1.

Розглянемо, яким чином можна застосувати до цих даних співвідношення (1). З цією метою використаємо очевидну залежність наступного вигляду: $\left(\frac{h}{L}\right)^2 = \frac{\left(\frac{\lambda}{L}\right)^2}{\left(\frac{\lambda}{h}\right)^2}$. Тоді оператор додаткового опору на підставі співвідношень роботи [2] визначиться наступним чином:

$$\Phi_R = \frac{4D\Delta\bar{R}_P\left(\frac{\lambda}{L}, \frac{\lambda}{h}\right)}{L^2\left(\frac{h}{L}\right)^2} = \frac{4D\Delta\bar{R}_P\left(\frac{\lambda}{L}, \frac{\lambda}{h}\right)\left(\frac{\lambda}{h}\right)^2}{L^2\left(\frac{\lambda}{L}\right)^2}.$$

Далі, як показує аналіз експериментальних залежностей роботи [2, с.6–7], ці залежності із прийнятною похибкою допускають апроксимацію у вигляді

$$\Delta\bar{R}_P\left(\frac{\lambda}{L}, \frac{\lambda}{h}\right) \approx C_R\Delta\bar{R}_P\left(\frac{\lambda}{L}\right)\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2,$$

так що для оператору додаткового опору отримуємо

$$\Phi_R = \Phi_R\left(\frac{\lambda}{L}\right) = \frac{4C_R D\Delta\bar{R}_P\left(\frac{\lambda}{L}\right)}{L^2\left(\frac{\lambda}{L}\right)^2} = \frac{4C_R\rho g\delta BT\bar{R}_P\left(\frac{\lambda}{L}\right)}{L\left(\frac{\lambda}{L}\right)^2},$$

де ρ - густина води, δ, B, T – коефіцієнт загальної повноти, ширина та осадка глісера при відсутності ходу.

Тобто в цьому випадку оператор додаткового опору стає функцією тільки довжини або частоти хвилі елементарної гармоніки нерегулярного хвилювання, але вже не висоти хвилі, як воно теоретично і має бути.

Далі, від залежності $\Phi_R = \Phi_R\left(\frac{\lambda}{L}\right)$ слід перейти до залежності $\Phi_R = \Phi_R\left(\frac{\omega}{\omega_L}\right)$, використовуючи задля цього співвідношення $\omega = \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda}}$ та $\omega_L = \sqrt{\frac{2\pi g}{L}}$. Тут ω_L є частота хвилі, довжина якої дорівнює довжині дрону. Тепер, після описаного перерахунку даних роботи [2, с.6–7], стає можливим використання співвідношень (1) для визначення додаткового опору на нерегулярному хвилюванні. Додатково, якщо на дроні передбачено використання інтерцепторів та/або транцевих плит, то можна очікувати деякого зниження додаткового опру. Тут можна керуватися даними роботи [3, с.11]. Для подальших досліджень можливі такі два шляхи.

В першому випадку ми знаходимо інтеграл у співвідношенні (1) одним з відомих чисельних методів і цим обмежуємося. В другому випадку виконується перехід до оператора додаткового опору у двічі нормованій формі $\bar{\Phi}_R(\bar{\omega})$, [4, с. 40–49]. Передумовою для цього є

те, що функція $\Phi_R = \Phi_R(\omega)$ зазвичай являє собою типову резонансну криву з єдиним максимумом, що при частоті $\omega = \omega_R$ дорівнює $\Phi_{R\max} = \Phi_R(\omega_R)$ Тоді отримуємо:

$$\Phi_R(\bar{\omega}) = \Phi_{R\max}\bar{\Phi}_R(\bar{\omega});\ \Phi_{R\max} = \max_{\bar{\omega}}\Phi_R(\bar{\omega});\ \bar{\omega} = \frac{\omega}{\omega_R} = \frac{\omega}{\omega_L}\frac{\omega_L}{\omega_R}.$$

В цьому випадку можна зреалізувати таку апроксимацію оператора $\bar{\Phi}_R(\bar{\omega})$, що разом із завданням спектральної щільності хвильових ординат у формі Барлінга інтеграл (1) можна знайти у кінцевому вигляді (через гамма-функцію). Параметр апроксимації залежить від площі s_R під графіком $\bar{\Phi}_R(\bar{\omega})$, де $s_R = \int_0^\infty \bar{\Phi}_R(\bar{\omega})d\bar{\omega}$. Усі необхідні залежності наведені у роботі [4, с. 49–60].

Висновок. На підставі аналізу експериментів з додаткового опору глісера на регулярному хвилюванні виконано перехід до нерегулярного хвилювання. Ці дані можуть бути використані для визначення додаткового опору дрону -камікадзе на нерегулярному хвилюванні.

Література

1. Соломенцев, О.І. До визначення показника бойової ефективності дрону -камікадзе. Матеріали XIVI Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2023. – С. 663–666.

2. De Luca, F., Pensa, C., Pigazzini, R. Experimental Assessment of Planing Hulls Added Resistance in Regular Waves. Journal of Marine Science and Engineering, 2023. – Vol. 11. – Article 141. – 15 p. https://doi.org/10.3390/jmse11010141

3. Kewei Song, Jie Gong, Jincun Ma a.o. Numerical Study of the Influence of Interceptor and Stern Flap on Ship Resistance and Motion Response in Regular Waves. Journal of Marine Science and Engineering, 2024. – Vol. 12. – Article 929. – https://doi.org/10.3390/jmse112060929

4. Липис, В.Б. Расчёт дополнительного сопротивления движению судна на нерегулярном волнении. Труды ЦНИИ морского флота. – Л.: Транспорт, 1977. – Вып. 221. – С. 43–61.

DETERMINATION OF THE ADDED RESISTANCE IN WAVES FOR THE SEA DRONE

Solomentsev Oleg Ivanovich

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Added resistance in irregular waves is determined for the sea drone. Were used experiments in regular waves with models of planning hulls. Also were need special methods for the case of irregular seas/

Key words: sea drone, added resistance in waves, irregular seas

УДК 629.12.011.001.24

ДВОЕТАПНА СХЕМА ПОПЕРЕДНЬОГО ВИБОРУ СКЛАДУ ПРОТИКОРАБЕЛЬНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ БАГАТОЦІЛЬОВОГО КОРАБЛЯ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені. адмірала Макарова
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

Аннотація. Запропоновано двоетапну схему вибору ракетного озброєння багатоцільового корабля для формування відповідної опції з метою подальших оптимізаційних розрахунків. Застосовано математичний апарат багатокритеріального вибору. Враховані економічні показники.

Ключові слова: багатоцільовий корабель, протикорабельне ракетне озброєння, опція

Вступна частина. Під час проектування надводного багатоцільового корабля має бути обраним склад його озброєння, і, зокрема, ракетного озброєння. В математичну модель такого корабля зазвичай входять безперервні змінні (головні розміри, коефіцієнти повноти), а також так звані опції (Options). Кожна така опція являє собою дискретну змінну. Те чи інше значення цієї змінної може передбачати певний склад озброєння, а також певну комплектацію пропульсивного комплексу. Далі виконується багатокритеріальна оптимізація корабля у цілому з використанням генетичного алгоритму. Низка подібних досліджень виконана у США, зокрема, це роботи [1, с. 18], [2, с. 32–38]. Але, для того, аби визначитися із складом опцій, є доцільним попереднє вирішення часткових оптимізаційних задач з вибору типу озброєння та пропульсивного комплексу. Один з можливих підходів до попереднього вибору протикорабельного ракетного озброєння під час проектування багатоцільового корабля описано нижче.

Мета роботи. Метою роботи є розробка пропозицій щодо попереднього вибору складу ракетного озброєння для багатоцільового корабля та визначення складу відповідних опцій для подальших оптимізаційних розрахунків.

Основна частина. Розглянемо попередню двоетапну схему вибору типу протикорабельної крилатої ракети (ПККР). Тож, нехай задані масогабаритні характеристики ПККР, що має бути розміщена на кораблі.. Будемо розглядати параметри ПККР, що наведені у роботі [3, с. 133], як часткові критерії оптимізації f_1 та f_2. Ці критерії попередньо нормалізуються. Нормалізовані критерії $\tilde{f}_1$ та $\tilde{f}_2$ визначаються як $\tilde{f}_1 = \dfrac{f_1 - f_{1\min}}{f_{1\max} - f_{1\min}}$ та як $\tilde{f}_2 = \dfrac{f_2 - f_{2\min}}{f_{2\max} - f_{2\min}}$.де. $f_{1\max}$ та f_{2ax} – максимальні, а $f_{1\min}$ та $f_{2\min}$ – мінімальні значення критеріїв f_1 та f_2. Тоді конструктор ракети опиняється перед наступним вибором:

– або максимізувати ударну міць ракети, збільшуючи параметр $f_1 = \frac{m_{БЧ}}{m_{КР}}$, где $m_{БЧ}$ - маса бойової частини ПККР, $m_{КР}$ - маса усієї ПККР; при заданій масі та габаритах збільшувати частковий критерій f_1 можна тільки за рахунок зниження швидкості ПККР $v_{ПККР}$ та дальності її польоту $R_{ПККР}$, за рахунок зниження маси двигунів та запасу палива ракети;

– або максимізувати параметр $f_2 = v_{ПККР} R_{ПККР}$, при заданих масогабаритних характеристиках це можна виконати, знижуючи ударну міць ракети та зменшуючи показник f_1.

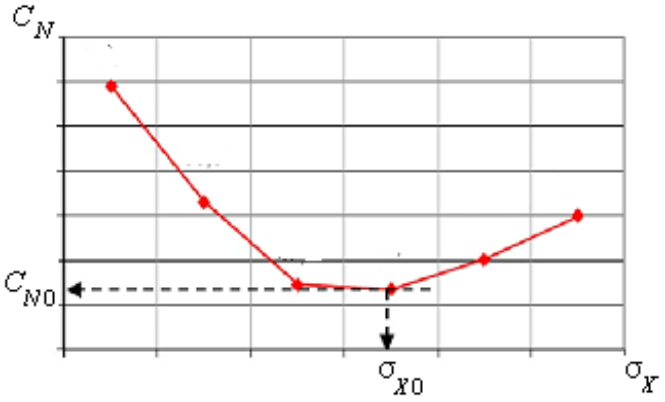
Хай тепер в нас є 1,2,… $k_{ПККР},\ldots,K_{ПККР}$ альтернатив, тобто ракет – кандидатів на застосування на кораблі, що проектується, значення часткових критеріїв $f_1 = f_1(k_{ПККР})$ и $f_2 = f_2(k_{ПККР})$ для кожної альтернативи відомі. Вважатимемо, що на цьому етапі виконується т. зв грубий вибір, коли кількість обраних альтернатив знижується у порівнянні з їхньою первинною кількістю, але все ж таки іх після завершення операції вибору залишається більше, ніж одна. Тоді номери оптимальних альтернатив $k_{ПККРi} \in K^{(0)}_{ПККР}$, $\forall i \in I_{ПККР}$, $I_{ПККР} > 1$ визначаться за наступним правилом, що відповідає лінійній згортці часткових критеріїв:

$$k_{ПККРi} \in K^{(0)}_{ПККР},\ \forall i \in I_{ПККР}:\ \Im(k_{ПККРi}) > \Im(k_{ПККР}) + \Delta\Im;$$

$$\Im(k_{ПККР}) = \lambda_1(k_{ПККР})\tilde{f}_1(k_{ПККР}) + \lambda_2(k_{ПККР})\tilde{f}_2(k_{ПККР}),$$

де $\lambda_1(k_{ПККР})$, $\lambda_2(k_{ПККР})$ - вагові коефіцієнти, $0 \le \lambda_1 \le 1$, $0 \le \lambda_2 \le 1$, $\Delta\Im$ - поступка по глобальному критерію $\Im$, що підбирається дослідним шляхом, $K^{(0)}_{ПККР}$ - сукупність оптимальних по нормалізованим частковим критеріям $\tilde{f}_1$ и $\tilde{f}_2$ альтернатив та $I_{ПККР}$ - кількість таких альтернатив.

На початкових стадіях проектування вагові коефіцієнти обираються на підставі експертних оцінок. Тут ваговий коефіцієнт $\lambda_1(k_{ПККР})$ бере до уваги ступень важкості пошкоджень, які слід нанести кораблю супротивника, із урахуванням величини цього корабля.. Ваговий коефіцієнт $\lambda_2(k_{ПККР})$ бере до уваги, по-перше, ступень важливості стрільби ракетами на ті чи інші відстані із урахуванням географічних особливостей театру військових дій, а по-друге – ймовірність враження ракетами засобами захисту в залежності від її швидкості.



Мал. 1. Якісна залежність ймовірності вартості враження цілі із завданою ймовірністю від середньоквадратичного розсіювання ПККР, [4, с. 59]

Перейдёмо далі до другого етапу выбору типу ПККР для багатоцільового корабля, що проектується. Тут береться до уваги, що ПККР, що входять ло сукупності оптимальних по частковим критеріям $\tilde{f}_1$ и $\tilde{f}_2$ альтернатив $K^{(0)}_{ПККР}$, можуть мати різну вартість та різну точність наведення.

Отже, нехай та чи інша ПККР, що належить до сукупності альтернатив $K^{(0)}_{ПККР}$, має дисперсії розсіювання у поздовжньо-горизонтальному напрямі, поперечно-горизонтальному напрямі та у вертикальному напрямі D_X, D_Y и D_Z відповідно. Цим дисперсіям відповідають середньоквадратичні похибки наведення $\sigma_X = \sqrt{D_X}$, $\sigma_Y = \sqrt{D_Y}$ и $\sigma_Z = \sqrt{D_Z}$. Ці величини у різних напрямках будуть змінюватися приблизно пропорційно одна одній. Тому як характеристику класу точності ПККР у першому наближенні можна узяти середньоквадратичну похибку тільки в одному напрямі – наприклад, у поздовжньо – горизонтальному напрямі. (σ_X).Є очевидним, що вартість ПККР тим більше, ніж вона більш точна, тобто чим менше розсіювання..Структурна залежність для визначення вартості ПККР $C_{ПККР}$ у роботі [4, с. 58–59] запропонована у такому вигляді:

$$C_{ПККР} = C_{ПККР}(\sigma_X) = \frac{A}{\sigma_X^k},$$

де A, k – емпіричні позитивні коефіцієнти (згідно із роботою [4], $k = 0,3$).

Хай тепер $P_{ПККР}$ є фактична ймовірність ураження цілі Якщо розміри цілі задані, то залежність $P_{ПККР} = P_{ПККР}(\sigma_X)$ може вважатися відомою.. Нехай $[P_{ПККР}]$ є нормативна ймовірність ураження цілі. Тоді округлена до найближчого цілого числа кількість ПККР (наряд ПККР) $N_{ПККР}$, необхідна для ураження цілі із ймовірністю $[P_{ПККР}]$, визначиться у наступному вигляді, [4, с.58]:

$$N_{ПККР} = N_{ПККР}(\sigma_X) = \frac{\lg(1-[P_{ПККР}])}{\lg[1-P_{ПККР}(\sigma_X)]}.$$

Вартість $C_N = C_N(\sigma_X)$ наряду ПККР, що є необхідним для ураження цілі із ймовірністю, не меншою заданої нормативної ймовірності, визначиться наступним чином:

$$C_N = C_N(\sigma_X) = C_{ПККР}(\sigma_X) N_{ПККР}(\sigma_X) = \frac{A}{\sigma_X^k} \cdot \frac{\lg(1-[P_{ПККР}])}{\lg[1-P_{ПККР}(\sigma_X)]}.$$

Залежність $C_N = C_N(\sigma_X)$ має мінімум при $\sigma_X = \sigma_{X0}$.[4, с. 58–59], колив еличина σ_{X0} визначається очевидною умовою $\left.\frac{dC_N(\sigma_X)}{d\sigma_X}\right|_{\sigma_X=\sigma_{X0}} = 0$, мал. 1.Тоді для застосування на кораблі, що проектується, доцільно розглянути ПККР, якій відповідає середньоквадратичне розсіювання $\sigma_X = \sigma_{X0}$ та мінімальна вартість враження цілі із заданою ймовірністю $C_N = C_{N0}$, мал. 1. У цьому випадку робиться т.зв тонкий вибір, після завершення якого залишається лише одна оптимальна альтернатива.

Висновки. 1.Перед створенням математичної моделі багатоцільового корабля, в яку входять, разом із безперервними змінними, також і дискретні змінні – опції, є доцільним

попередньо визначити склад таких опцій на підставі вирішення часткових оптимізаційних задач.

2. Можливий підхід для вирішення однієї з таких задач – складу протикорабельної ракетної зброї на багатоцільовому кораблі – було розглянуто у цій доповіді.

Література

1. Good, N.A. Multi-Objective Design Optimization Considering Uncertainty in a Multi - Disciplinary Ship Synthesis Model. Master's of Science Thesis – Virginia Polytechnic Institute and State University. – Blacksburg, 2006. – 123 p.

2. Velez, E.J. Manning Analysis in Naval Ship Concept Design. Master's of Science Thesis.- Virginia Polytechnic Institute and State University. – Blacksburg, 2014. – 115 p.

3. Dobrzynski, P., Lipski, S. Machowski, B. Capabilities to Combat Helicopters by Warships of Polish Navy in the Light of the Development of Active Systems to Counteract Sets Manpads. Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej, 2018. – № 3 (214). – S. 109–136.

4. Буравлёв, А.И., Голубятников, К.В. Оценка вероятности поражения критического элемента групповой цели при неизвестном его расположении. Вооружение и экономика, 2021. – № 4 (58). – С. 54–60.

TWO-STEPS PROCEDURE FOR DETERMINING OF THE ANTI-SHIP MISSILE OPTION FOR MULTI AIMED NAVAL COMBATANT

Solomentsev Oleg Ivanovich

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. For determining the anti-ship missile option in the optimal design process of the multi aimed naval combatant was used two-steps procedure. Where taken into account technical and economical characteristics of the missile.

Key words: naval combatant, anti-ship missiles, option

УДК 629.12.011.001.24

АНАЛІЗ ПРАКТИЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗНИЖЕННЯ СИЛИ ЦІЛІ НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ

Соломенцев О. І.

доктор технічних наук, професор НУК

Национальний університет кораблебудування імені. адмірала Макарова

Україна, м. Миколаїв

solomen@mksat.net

Аннотація. Розглянуті практичні можливості зниження сили цілі надводного корабля з метою підвищення його стійкості до активних акустичних засобів викриття та наведення супротивника. Показано, що засобів впливу на величину сили цілі в проектанта практично не

існує, і в цьому випадку залишається тільки обмежитися застосування засобів акустичної протидії.

Ключові слова: надводний корабель, сила цілі, форма корпусу

Вступна частина. При проектуванні надводної частини багатоцільових надводних кораблів зазвичай реалізується низка заходів, що спрямовані на зменшення ефективної поверхні розсіювання корабля (ЕПР).Ці заходи пов'язані із радіолокаційним опромінюванням корабля, вони відомі під назвою архітектурного захисту корабля та пов'язані у першу чергу із захистом корабля від крилатих ракет. У той же час корабель може опинитися під дією також і підводної морської зброї – торпед та мін. Частково дія підводної зброї пов'язана із дією акустичних засобів у пасивному режимі, коли реєструються шуми від корабля. Частково ж, як і при радіолокаційному випромінюванні, використовується і активний режим роботи акустичних засобів. В цьому випадку ступень захисту корабля вимірюється параметром, який є у певній мірі аналогом ЕПР та отримав назву сили цілі (Target Strength-TS). Величина сили цілі залежить від форми підводних обводів, так само, як і величина ЕПР залежить від форми надводних обводів. Але ніяких заходів по зменшенню сили цілі при проектуванні надводного корабля зазвичай не виконується – на відміну від проектування підводних човнів. Виникає запитання: з чим це пов'язане і чи є це правильним? На це питання і має відповісти той аналіз, який наведений у цій доповіді.

Мета роботи. Метою роботи є аналіз доцільності вибору форми обводів надводного корабля нижче ватерлінії по показнику зменшення сили цілі.

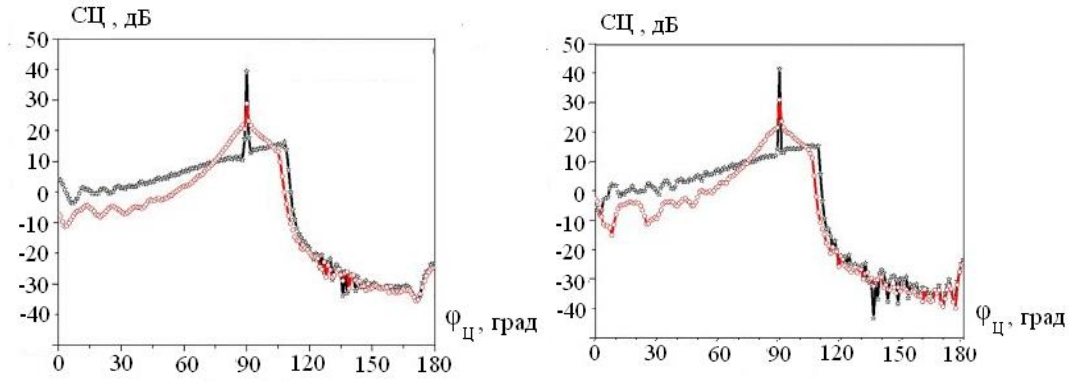
Основна частина. З'ясуємо, які саме можливості має проектант надводного корабля, аби зменшити його силу цілі шляхом відповідного вибору обводів нижче ватерлінії. Тут нам буде достатньо обмежитися аналізом результатів робіт [1, с. 5–12], [2, с. 8–12] щодо оптимізації форми корпуса підводного човна з умови зменшення його сили цілі, Обгрунтувати сказане можна наступним чином. Різниця у визначенні сили цілі підводного човна та надводного корабля пов'язана з тим, що для надводного корабля у загальному випадку слід брати до уваги т. зв «дзеркальний ефект Лойда»- відбиття акустичних променів від морської поверхні. Але на практиці, при частотах акустичних хвиль, що перевищують кілька кГц, із «дзеркальним ефектом Лойда» можна не рахуватися, це пов'язано із впливом нерегулярності реального хвилювання, [3, с. 151]. Отже, при орієнтовних оцінках сили цілі для надводних кораблів і підводних човнів можливо у першому наближенні знаходити силу цілі по одним і тим же залежностям, не рахуючись із ефектом Лойда, [4, с. 5].

Тому перейдемо до аналізу результатів роботи [1, с. 5–12]. У якості параметрів, що оптимізуються, у зазначеній роботі використовувалися такі характеристики форми корпусу підводного човна. як довжина носового загострення, циліндричної вставки та кормового загострення, коефіцієнти повноти корпуса, а також низка параметрів, що описують геометрію рубки підводного човна. Результати оптимізації наведені окремо для корпуса, для рубки і для корпуса разом з рубкою. Із зрозумілих причин для нас далі цікаві тільки ті результати, які пов'язані із оптимізацією форми корпуса, мал. 1–2. Під курсовим кутом $\varphi_{Ц}$ на мал. 2 розуміється кут між ДП підводного човна та напрямом акустичного променя. Основні результати по аналізу цих даних є наступними.

Задля зниження сили цілі корпуса підводного човна виявилося необхідним дещо збільшити повноту корпуса у носовій частині, мал. 1. Аналогічні результати були отримані і у роботі [2, с.11]. В цьому випадку для зменшення сили цілі знадобилося при довжині підводного човна 62 м зменшити відстань центру величини від носового перпендикуляру з 25,55 м до 18,84 м, тобто виконати перетворення обводів, аналогічне показаному на мал. 1.

Така операція не має особливо вплинути на в'язкісну складову опору води рухові підводного човна. Але, якщо йдеться про надводний корабель, який перетинає вільну поверхню і відповідно має хвильову складову опору, то така операція може суттєво збільшити хвильовий опір та погіршити ходові якості надводного корабля, [5, с. 364–365].

Рис. 1. Зміна форми корпусу підводного човна в результаті оптимізації по критерію зменшення сили цілі, [1, с. 8]



а *б*

Рис. 2. Зміни сили цілі СЦ корпусу підводного човна при різних курсових кутах $\varphi_Ц$ у разі оптимізації форми корпусу по критерію мінімізації сили цілі, [1, с. 8]: а- частота опромінювання 5 кГц; б- частота опромінювання 10 кГц; -сила цілі до оптимізації; – сила цілі в результаті оптимізації

З іншого боку, аналізуючи мал.. 2, можна дійти висновку, що практично увесь ефект від оптимізації окремо узятого корпусу підводного човна звівся до зрізання «піку» сили цілі у вузькому діапазоні траверзних курсових кутів. При усіх інших курсових кутах різниця в величинах сили цілі корпусу підводного човна (без рубки) для первісного варіанту і для оптимального варіанту є одного порядку із можливою похибкою розрахунків. Тож виходить, що, реалізувавши наведене на мал. 1 перетворення форми корпусу надводного корабля, ми ризикуємо суттєво погіршити його ходові якості, без помітного поліпшення його акустичних властивостей (і те тільки при використанні супротивником активної акустики). Якщо ж супротивник застосовує пасивну акустику, то тоді слід зосередитися на зменшенні рівня шумів корабля.

У той же час для підводного човна така оптимізація є корисною, оскільки вона дозволяє помітно знизити негативний вплив рубки на силу цілі, без помітного зростання опору, [1, с. 5–12].

Висновок. Навіть суттєві зміни форми корпусу підводного човна – наприклад, з метою зниження сили цілі – зазвичай не ведуть до стримкого збільшення опору води руху човна. І загалом, такі зміни є корисними, бо з урахуванням впливу рубки човна на силу цілі вони дозволяють істотно цю силу знизити. Навпаки, форма підводної частини надводного корабля вибирається з умови зниження хвильового опору, і навіть незначні відхилення від оптимальної по хвильовому опору форми корпусу можуть цей опір суттєво збільшити. Тому, з одного боку, змінюючи форму підводної частини корабля з умови зниження сили цілі, ми ризикуємо суттєво програти на ходових якостях корабля.

З другого ж боку, відсутність у надводного корабля – на відміну від підводного човна – рубки під водою, веде до того, що зниження сили цілі за рахунок оптимізації форми корпуса буде дуже незначним. Тому й нема сенсу брати до уваги зниження сили цілі під час вибору форми корпуса надводного корабля – на відміну від підводного човна. А при застосуванні супротивником активних акустичних засобів залишається тільки обмежитися застосування засобів акустичної протидії.

Література

1.Yuhan Tang, Xueren Wang, Xuhong Miao. Optimum Design of Acoustic Stealth Shape of Underwater Vehicle Model with Conning Tower. Frontiers in Physics, 2023. – Vol. 11.- doi: 10.3389/fphy.2023.1105787.- 14 p.

2.Sang-Jae Yeo, Suk-Yoon Hong, Jee-Hun Song. Deep-Reinforcement – Learning-Based Hull Form Optimization Method for Stealth Submarine Design. International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering.- 2024.- Vol. 16.- doi: 10.1016/j.jnaoe.2024.100595.- 16 p.

3. Урик, Р. Дж**.** Основы гидроакустики. Л.: Судостроение, 1978. – 448 с.

4. Zhaopeng Xu, Zhjdong Wu, Shunjie Wang. Research of the Simulation of Factors, Influencing Maximum Firing Distance of Acoustic Homing Torpedo. 3rd International Conference of Computer Science Communications and Network Security (CCSNC-2021), published in ITM WEB of Conferences, 2022.- Vol 45, https://doi.org/10.1051/itmconf/20224501022

5.Павленко, Г.Е. Сопротивление воды движению судов М: Морской транспорт, 1956.- 508 с.

ANALYSIS OF THE POSSIBLE WAYS OF THE TARGET STRENGTH REDUCING OF NAVAL COMBATANTS

Solomentsev Oleg Ivanovich

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Analysis, which was done, showed, that hull shape has very little influence on the target strength of naval combatant. From the other hand, hull form greatly influences on the power and on the speed of the ship. That is why, that, selecting of the naval combatant hull form must be done without taking into account target strength.

Key words: naval combatant, target strength, hull form.

УДК 629.12.011.001.24

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЦІЛЬВОГО МОРСЬКОГО ДРОНА

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені. адмірала Макарова
Україна, м. Миколаїв
solomen@mksat.net

Анотація. Розглянуте визначення показника ефективності надводного дрону – камікадзе. Застосовано метод коефіцієнтів використання. Розглянуті деякі аспекти побудови математичної моделі дрону.

Ключові слова: надводний багатоцільовий дрон, показник ефективності, коефіцієнт використання

Вступна частина. В Україні розроблено багатоцільовий дрон MAGURA V5 (Maritime Autonomous Guard Unmanned Robotic Apparatus).Цей дрон може використовуватися і як ударний або захисний, [1, с. 61–62], дрон-камікадзе, і також із варіантом повернення на базу. У останньому випадку дрон може виконувати функції спостереження, розвідки, патрулювання, вести пошуково-рятувальні роботи, виконувати ударні функції, а також бути задіяним у постановці мін та у протимінній боротьбі.[1]

При проектуванні дрону важливим є визначення його показника ефективності. Відповідне дослідження по дрону – камікадзе було виконане автором у роботі [2, с. 663–666]. Можливі шляхи визначення показника ефективності багатоцільового дрону описані нижче.

Мета роботи. Метою роботи є розробка аналітичних залежностей для вибору показника ефективності морського багатоцільового дрона.

Основна частина. Показник ефективності, на відміну від дрону-камікадзе, для якого був характерним один-єдиний засіб бойового застосування, в даному випадку визначається на підставі розрахункового сценарію, [3, с. 140], [4, с. 65–66]. Базове співвідношення методу коефіцієнтів використання для визначення показника ефективності має наступний вигляд:

$$Э(\bar{X}) = \sum_j \eta_{\Sigma j}(\bar{X}_2) Э_{0j}(\bar{X}_1), \qquad (1)$$

де $Э = Э(\bar{X}) = Э(\bar{X}_1, \bar{X}_2), \bar{X} = \bar{X}_1 \cup \bar{X}_2$ – показник ефективності, що залежить від вектору тактико-технічних елементів дрону $\bar{X}$;

$Э_{0i} = Э_{0i}(\bar{X}_1)$ – ідеальний показник ефективності по *j*-му сценарію, що залежить від вектору тактичних елементів дрону $\bar{X}_1$;

$\eta_{\Sigma i} = \eta_{\Sigma i}(\bar{X}_2)$ - інтегральний коефіцієнт використання по *j*-му сценарію, який залежить від вектору технічних елементів дрону $\bar{X}_2$.

[1] Український міліарний портал, 23.07.2023, https://mil.in.ua / uk /news/; Сайт Цензор нет, 24.06.2024

Розрахунковий сценарій визначається рядом задач, які має виконувати корабель, що проектується. У свою чергу, ці задачі вирішуються шляхом виконання низки елементарних тактичних операцій. Кожній такій операції відповідає свій частковий показник ефективності $э_{jkm}$. Загальний сценарій може складатися з декількох часткових сценаріїв, кількість яких є J_C, а коефіцієнт значущості j- го часткового сценарію, $j \in J_C$, є $\mathrm{K}_j = \mathrm{K}_j(j)$.Крім того, вважається, що кількість бойових задач в j-м частковому сценарії є $K_j = K_j(j)$ та коефіцієнт важливості k-й бойової задачі у j-му сценарії є $\kappa_{jk} = \kappa_{jk}(j,k)$, $k \in K_j$, $\forall j \in J_C$: $\sum_{k=1}^{K(j)} \kappa_{jk}(j,k) = 1$. Частковий показник ефективності вирішення k-й бойової задачі у j-му сценарії є $э_{jk}(j,k)$. Далі будемо застосовувати лінійну згортку часткових критеріїв,відповідний баланс переваг та недоліків цього методу розглянуто у роботі [5, с. 46–48]. Тоді співвідношення (1) приймає такий вигляд:

$$Э_0 = \sum_{j=1}^{J_C} \eta_{\Sigma j} \mathrm{K}_j(j) \sum_{k=1}^{K_j(j)} \kappa_{jk}(j,k) э_{jk}(j,k), \quad j \in J_C, \quad k \in K_j(j).$$

$$э_{jk}(j,k) = \sum_{m=1}^{M(j,k)} \lambda_{mjk}(j,k,m) \sum_{i=1}^{I(\bar{X}_1)} \mu_{ijkm} э_{ijmk}(i,j,k,m), \forall m \in M_{jk}(j,k), \quad \forall i \in I(\bar{X}_1),;$$

$$\forall j \in J_C, \forall k \in K, \ : \sum_{m=1}^{M(j,k)} \lambda_{jkm}(j,k,m) = 1; \ \forall j \in J_C, \forall k \in K, \ \forall m \in M(j,k) : \sum_{i=1}^{I(\bar{X}_1)} \mu_{ijkm}(i,j,k,m) = 1;$$

де $э_{ijkm}$ – частковий показник ефективності у j-му сценарії при виконанні m-ї елементарної тактичної операції під час вирішення k-ої тактичної задачі i-ю системою озброєння, вважається відомим з курсу дослідження операцій;

$I = I(X)$- кількість систем озброєння, що є на дроні і яка визначається вектором тактичних елементів дрону;

$M_{jk}(j,k)$ – загальна кількість елементарних тактичних операцій в k-ій тактичній задачі j-го часткового сценарію;

$\lambda_{mjk}(j,k,m)$- коефіцієнт значущості m-ї елементарної тактичної операції в k-ій тактичній задачі j-го часткового сценарію;

$\mu_{ijmk}(i,j,k,m)$- коефіцієнт значущості i-ої системи озброєння під час виконання m-ї елементарної тактичної операції в k-ій тактичній задачі j-го часткового сценарію

Конкретні значення коефіцієнтів значущості $\mathrm{K}_j(j)$, $\kappa_{jk}(j,k)$, λ_{mjk} та μ_{ijmk} знаходяться шляхом експертної оцінки із можливим використанням або апарату суб'єктивних ймовірностей, [3, с. 140–141],[6, с. 100–109], або методу аналізу ієрархій, [7, с. 193–205]. Інтегральний коефіцієнт використання по першим двом задачам у розрахунковому сценарії, коли дрон використовується як дрон – камікадзе, можуть бути визначені так само, як і у роботі [2, с. 664–666]. По іншим задачам цей коефіцієнт обчислюється як здобуток коефіцієнта оперативного використання на коефіцієнт функціональної стійкості, [8, с. 20–23]. Можливими шляхами подальших досліджень є аналіз життєвого циклу дрону з використанням т.зв

V-моделей (Vee-Model), а також моделювання відповідних бойових дій, [9, с.74], [10, с. 19–32, 57–59].

Таблиця 1. Приклад розрахункового сценарію для багатоцільового морського дрона

Номер сценарію j	**Коефіцієнт значущості сценарію** $K_j(j)$	**Найменування задачі**	**Коефіцієнт важливості задачі** $\kappa_{jk}(j,k)$
1		**ВИКОРИСТАННЯ ДРОНУ ЯК ДРОНУ-КАМІКАДЗЕ ДЛЯ ВРАЖЕННЯ КОРАБЛІВ СУПРОТИВНИКА**	
		Використання дрону як дрону -камікадзе для відволікання на себе крилатих ракет супротивника	
		Пошуково-рятувальні роботи	
		Патрулювання, спостереження та розвідка	
		Ударні функції	
		Протимінна боротьба	
		Постановка мінних загороджень	

Висновок. Розроблено схему визначення показника ефективності багатоцільового дрону з використанням розрахункового сценарію його використання.

Література

1. Викторов, Р.В., Крючков А.Н., Фатыхов Р.М. Безэкипажный катер с модулем подавления систем самонаведения оружия. Морской сборник, 2024.- № 4. – С. 61–66.

2. Соломенцев, О.І. До визначення показника бойової ефективності дрона -камікадзе. Матеріали XIVI Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2023. – С. 663–666.

3. Соломенцев, О.І. Розрахунок сценарію бойового застосування ракетно – артилерійського катера берегової оборони. Морська стратегія держави. Розвиток та реалізація морського потенціалу України. Матеріали Міжнародного наукового форуму. – Київ, 2016. – С. 139–142.

4. Никольский, В.И., Левошкин, К.А. Универсальные пусковые установки перспективных надводных кораблей как один из путей повышения их боевой эффективности. Морской сборник, 2002. – № 1. – С. 62–68.

5. Подиновский, В.В. Потапов, М.А. Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений: pro et contra Бизнес-информатика, 2013. – № 3. – С. 41–48.

6. Наумов, Г.Е., Подиновский. В.В., Подиновский Вик. В. Субъективная вероятность: способы представления и методы получения. Известия Академии Наук СССР. Серия «Техническая кибернетика». – М.: Наука, 1991. – № 5. – С. 94–110.

7. Саати, Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

8. Соломенцев, О.И. Расчёт показателя эффективности надводного корабля по методу коэффициентов использования. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції. Том 2. – Миколаїв, НУК. – 2019. – С. 16–23.

9. Casola, K.J., .Beery, P.T., Paulo E.P. System Architecting and Analysis of Medium Displacement Unmanned Surface Vehicle “Sea Hunter” as a Surface Warfare Component of Distributed Lethality. Naval Engineers Journal, 2018. – Volume 130. – Issue 4. – P. 73–81.

10. Moeher, P. Analysis and Assessment of Lethality and Survivability for the Marine Littoral Regiment. Master’s of Science Thesis. – Naval Postgraduate School. – Monterey, 2022. – 89 p.

DETERMINING OF THE MEASURE OF EFFICIENCY FOR THE SURFACE MULTI AIMED DRONE

Solomentsev Oleg Ivanovich

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Was learned the determining of the measure of efficiency for the surface multi aimed drone. Utility coefficients method was used. Also were learned some general principles of the forming of the surface multi aimed drone mathematical model

Key words: surface multi target drone, measure of efficiency,utility coefficient

УДК 629.12.011.001.24

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ УРАЖЕННЯ МОРСЬКОГО ДРОНА

Соломенцев О. І.

доктор технічних наук, професор НУК

Национальний університет кораблебудування імені. адмірала Макарова

Україна, м.Миколаїв

solomen@mksat.net

Аннотація. На підставі новітньої інформації з російських джерел отримані уточнені залежності для визначення ймовірності ураження морского дрона- камікадзе. Розглянуті відповідні ймовірності враження.

Ключові слова: надводний дрон-камікадзе, математична модель, ймовірність враження

Вступна частина. В нашій попередній роботі [1, с. 673–676] було розглянуте визначення ймовірності враження морського дрону – камікадзе. Переслідувалася мета подальшої оцінки його показника ефективності, [2, с, 663–666]. За останній рік з’явилася нова інформація, [3, с. 54–63], що дозволяє доповнити та уточнити ряд положень роботи [1, с. 673–666]. Внесення відповідних уточнень і є темою цієї доповіді.

Мета роботи. Метою роботи є аналіз тих методів боротьби з українськими дронами-камікадзе, які застосовує РФ, і розробка на цих підставах уточнених залежностей для визначення ймовірності враження морського дрону.

Основна частина. У роботі [1, с. 674–675] основним засобом боротьби з українськими морськими дронами вважалися модифікації 30 мм автоматичної гармати (АК-630, АК-230 та деякі інші). В роботі [3, с. 54–63], у якій російський автор обговорює можливі засоби боротьби з українськими дронами, ця гіпотеза автора загалом підтверджується, але із деякими доповненнями. Загалом у роботі [3. с. 59–62] розглядається за росіян наступний сценарій: на певній відстані російський корабель викриває групу дронів, що атакують його або інший російський корабель. Після цього корабель за допомогою свого озброєння має знищити ці дрони. Зауважимо, що у минулорічній роботі автора [2, с. 663–666] при виборі та обґрунтуванні показника ефективності дронів – камікадзе розглядався саме такий сценарій. Можливість викриття дронів за допомогою радіолокаційних станцій та оптично-електорнних засобів також розглянута у роботі [2, с.665].

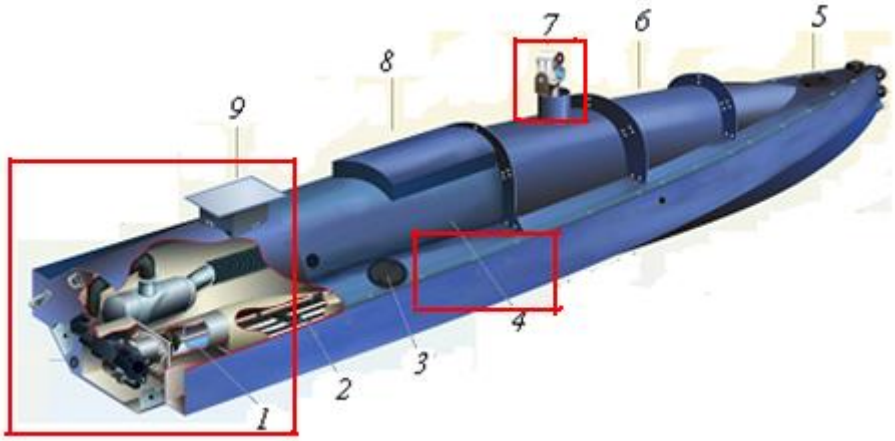
У якості озброєння корабля, що застосовується проти дронів, окрім 30 мм автоматичних гармат, можуть також бути як 76 мм гармати типу АК-176, так і кулемети великого (12,7 мм та 14,5 мм) калібру. Можливим засобом боротьби з українськими дронами автор роботи [3, с. 61] вважає дистанційно керовані бойові модулі, до складу яких входять кулемети великого калібру. Малокаліберні (7,62 мм) кулемети проти дронів, як і вогонь з ручної автоматичної збої того ж чи меншого калібру є малоефективними, [3, с. 61].

Таким чином, додатково до співвідношень роботи [1, с. 673–676], є доцільним розглянути функціонування не однієї, а двох ліній оборони корабля супротивника проти дронів, і застосування 30 мм гармат буде першою лінією оборони. При цьому перша лінія оборони відстоїть десь на 5–6 міль від корабля супротивника. Другою лінією оборони. що відстоїть приблизно на 10 каб (тобто на одну милю) від корабля супротивника, буде застосування великокаліберних кулеметів.

Тоді ймовірність враження дрону після проходження ним двох ліній оборони $P_{BP\Sigma} = P_{BP1}\tilde{P}_{BP2}$, де P_{BP1} є ймовірність враження дрону у першій лінії оборони, відповідний алгоритм наведено у роботі [1, с. 675], а $\tilde{P}_{BP2}$ є умовна ймовірність враження дрону у другій лінії оборони (за умови, що дрон не вражений у першій лінії). Вважаючи, що процеси враження дрону у першій та другій лініях є незалежними, знаходимо, що $\tilde{P}_{BP2} = (1 - P_{BP1})P_{BP2}$, де $1 - P_{BP1}$ - ймовірність того, що дрон пройде не враженим першу лінію оборони, а P_{BP2} є вже безумовна ймовірність того, що дрон буде вражений на другій лінії оборони.

Якщо у якості характеристики враження дрону прийняти середню кількість попадань $\tilde{\omega}_{ДР}$, як і у роботі [1, с. 675], то тоді аналітичні залежності для визначення ймовірності P_{BP2} будуть загалом такі самі, як і для ймовірності P_{BP1}, [1, с. 675–676]. Але використання показника $\tilde{\omega}_{ДР}$ пов’язане із похибкою, яка буде тим більше, чим менше – при незмінних розмірах цілі – маса використаного проти неї боєприпасу. Оскільки маса 12,7 мм кулі набагато менша за масу 30 мм (і, тим більш, 76 мм) снаряда, то відповідна похибка може бути значною. Це означає, що від ймовірності враження дрону в цілому – а саме це характеризує показник $\tilde{\omega}_{ДР}$ - слід переходити до ймовірності враження життєво важливої частини дрону. А показник $\tilde{\omega}_{ДР}$, більш-менш прийнятний при аналізі ймовірності гарматного враження дрону (ймовірність P_{BP1}), може призвести до суттєвої похибки при аналізі кулеметного враження

(ймовірність $P_{ВР2}$). В подальшому аналізі ми не наводитимемо аналітичних залежностей, обмежившись посиланнями на відповідну літературу.



Мал. 1. Дрон «Морський малок»: 1 – водомет; 2 – водозабірник водомёту; 3 – люк; 4 – кожух головного двигуна; 5 – корпус; 6 – заряд вибухової речовини; 7 – електронно-оптичний прилад; 8 – люк; 9 – антенна Starlink

Отже, розглянемо український дрон «Морський малюк», мал. 1.[1]

Червоним обведено життєво важливі зони, враження куль в які може призвести або до зупинки дрону, або до втрати ним керованості. Зауважимо, що якщо такі зони охоплюють увесь дрон або переважну його частину, то ми повертаємося до спрощеної розрахункової схеми із усередненим показником $\tilde{\omega}_{ДР}$.Якщо ж для визначення ймовірності $P_{ВР2}$ беруться до уваги життєво важливі зони, то в цьому випадку в літературі є відомими два метода. Це, по-перше, координатний закон враження, [4, с. 12–15], [5, с. 118–119], що в англомовній літературі відомий під назвою Cookie Cutter Function, коли використовується функція враження Карлетона (Carleton Damage Function), [6, с. 26–87], [7, с. 276–278]. Цей підхід дає результати, близькі до результатів методу статистичного моделювання, що вважається більш точним, [8, с. 285]. По-друге, це метод вразливої області цілі, [9, с. 5–9].

Слід також брати до уваги наступне. У якості закону розподілу розсіювання снарядів під час артилерійської стрільби зазвичай розглядається нормальний закон. А при використанні кулемета більш близькі до реальності результати може дати закон рівномірної щільності, [10, с. А-129].

Висновок. Беручі до уваги наміри РФ щодо боротьби із українськими дронами, при визначенні ймовірності враження дрону доцільно розглядати його проходження не через одну, а через дві лінії російської оборони. Перша лінія пов’язана із використанням 30 мм гармат, цей випадок був автором розглянутий у доповіді [1, с. 673–676]. Друга лінія пов’язана із використанням крупнокаліберних кулеметів, і при обчисленні відповідної ймовірності більш доцільно користуватися не середньою кількістю влучань, а кількістю влучань у життєво важливі частини дрону.

[1] Український міліарний портал, 29.10.2022, 11.11. 2022,28.12.2022,25.07.2023, https://mil.in.ua/uk/news

Література

1. Соломенцев, О.І. Визначення ймовірності враження в залежності від радіусу викриття надводного дрону-камікадзе «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв: НУК, 2023. – с.673–676

2. Соломенцев, О.І. До визначення показника бойової ефективності дрона -камікадзе. Матеріали XIVI Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2023. -с. 663–666

3. Тимохин, А.С. Борьба с безэкипажными катерами. Обозрение армии и флота, 2024.- № 1.- с. 54–63

4.Буравлёв, А.И. К вопросу определения приведенной зоны поражения объектов. Вооружение и экономика, 2018.- № 2 (44). – с. 11–16

5. Шатров, А.М., Гришин, В.М. Ільїна О.В., Дроль О.Ю. Методичний підхід щодо визначення живучості складних технічних систем військового призначення в умовах бойових дій. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації, 2023.- Випуск 19 (26).- с. 116–123

6. Anderson, C.M. Generalized Weapon Effectiveness Modeling Master's of Science Thesis. – Naval Postgraduate School.- Monterey, 2004.- 129 p

7. Jang Hyun Lee**,** Won Jun Choi**.** Assessment of Vulnerable Area and Naval Ships Vulnerability Based on the Carleton Damage Function Journal of the Society of Naval Architects of Korea, 2018.- Vol. 55.- № 3.- p. 274–280

8. Chusilp, P.,Charubhun, W., Koanantachai P. Monte Carlo Simulations of Weapon Effectiveness, Using Pk Matrix and Carleton Damage Function. International Journal of Applied Physics and Mathematics, 2014.- Vol. 4.- № 4.- p. 280–285

9. Kwang Sik Kim, Jang Hyun Lee**.** Simplified Vulnerability Assessment Procedure for a Warship Based on the Vulnerable Area Approach Journal of Mechanical Science and Technology, 2012.- Vol. 26.- № 7.- 11 p.

10.Liwang, H. Comparison Between Different Survivability Measures on a Generic Frigate. Transactions RINA.- vol. 157.- Part A2.- International Journal of Maritime Engineering, 2015.- p. A-125-A-134

TO DETERMINING OF THE PROBABILITY OF KILLING OF THE SURFACE DRONE-KAMIKAZE

Solomentsev Oleg Ivanovich

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Was learned the determining of the probability of killing or stopping of the surface drone-kamikaze with taking into account new information from russisn literature.. Aim of learning was correct determination of the utility coefficient, witch was used as a measure of efficiency of the surface drone kamikaze.

Key words: surface drone kamikaze, measure of efficiency, probability of killing (stopping)

СЕКЦІЯ № 12. АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 681.51

РОБАСТНО-ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ КВАДРОКОПТЕРОМ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ МОРСЬКИХ АКВАТОРІЙ

Тимченко В.Л.
доктор технічних наук,
професор кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
vl.timchenko58@gmail.com

Анотація. Представлено робастно-оптимальний підхід до керування багатовимірною нелінійною моделлю квадрокоптера на основі формування прямих критеріїв оптимізації траєкторій руху для задач моніторингу морського трафіку суден. При функціонуванні квадрокоптера в умовах неповної апріорної інформації про вітрове збурення синтезовано робастний контур керування на основі формування миттєвої похибки відхилення траєкторії фізичного квадрокоптера від програмованої оптимальної траєкторії. Наведені результати моделювання демонструють мінімальні значення похибок керування та споживання енергії для траєкторій моніторингу.

Ключові слова. Робастно-оптимальне керування, моніторинг, квадрокоптер

Використання безпілотних літальних апаратів дозволяє значно розширити функціональні можливості засобів візуального оперативного моніторингу технічних об'єктів різного призначення. Постійно зростаюча інтенсивність експлуатації морських та річкових суден в обмежених водних акваторіях вимагає забезпечення безпеки мореплавання при виконанні різних технологічних завдань, таких як: маневрування та буксирування, бункерування паливом, вантажно-розвантажувальні операції, в т.ч. на відкритих рейдах.

Використання безпілотних літальних апаратів (квадрокоптерів) для навігаційного та екологічного контролю морського середовища дозволить розширити інформаційну оцінку безпеки мореплавання, можливості маневрування морських рухомих об'єктів та запобігання виникненню аварійних ситуацій. Це дозволить приймати ефективні керуючі рішення капітанами суден та операторами (диспетчерами), які регулюють морський трафік суден, з урахуванням екстремальних ситуацій. Для виконання поставлених функціональних завдань квадрокоптер повинен забезпечити маневрування з виконанням необхідних показників економічності, а також точності та швидкодії, визначених вимогами позиціонування візуальної камери моніторингу, з урахуванням функціонування в умовах впливу морського

навколишнього середовища, що характеризується змінними повітряними потоками з можливим шквальною змінною вітру, різними умовами впливу, що обурює, на квадрокоптер.

Розвиток робастно-оптимальних систем управління рухомими об'єктами ґрунтується на фундаментальних дослідженнях, що формуються в роботах В.М. Кунцевича, С.В. Ємельянова, І. Горовиця та в інших роботах. Розвиток методів управління квадрокоптерами, у тому числі для обслуговування суден та моніторингу морського середовища, описуються в роботах А.А. Туніка та В.Б. Ларіна, Д. Островського, Т. Фоссена та інших вчених [6]. У цих роботах проблеми робастно-оптимальних систем управління розглянуті на основі:

- синтезу ефективних ПІ, ПІД регуляторів;
- оптимального керування з використанням функцій Ляпунова;
- систем зі статичними зворотними зв'язками, що ґрунтуються на лінійних матричних нерівностях;
- побудови обмеженого зворотного зв'язку із забезпеченням додаткових властивостей перехідних процесів;
- систем стабілізації на основі кількісної теорії зворотного зв'язку та інших підходів.

Система керування квадрокоптера з необхідною точністю на заданій траєкторії при виконанні завдань моніторингу водних акваторій вимагає використання оптимальних витрат енергії керуючих алгоритмів при обмежених енергетичних ресурсах квадрокоптера. Маневрування квадрокоптера на заданій траєкторії визначає високі вимоги до точності керування, водночас характер виконуваних функціональних завдань моніторингу трафіку для порівняно невисоких швидкостей суден передбачає забезпечення достатнього запасу швидкодії квадрокоптера. Проблема керування квадрокоптером також ускладняється необхідністю врахування випадкового впливу на квадрокоптер неконтрольованого (незмірного) вітрового впливу, що характерне для морського нерегулярного хвилювання.

Таким чином, формуються вимоги забезпечення оптимальної траєкторії $\mathbf{X}_{opt}(t)$ стабілізації руху квадрокоптера за всіма заданими керованими координатами з виконанням оптимального критерію мінімальної витрати енергії

$$J = \int_0^T Q(\mathbf{X}, \mathbf{U})dt = min,$$

де Q – квадратичний функціонал; $\mathbf{X}$ – вектор керованих координат; $\mathbf{U}$ – вектор керування; T – час перехідного процесу керування.

З урахуванням невизначеності інформації про дію неконтрольованих зовнішніх збурень (при цьому власні параметри моделі квадрокоптера можна прийняти досить точно визначеними) задаємо вимоги до значень вектору помилок керування $\mathbf{E}(t)$ таким чином

$$\ddot{\mathbf{E}}(t) + \mathbf{G}_1\dot{\mathbf{E}}(t) + \mathbf{G}_2\mathbf{E}(t) = 0,$$

де $\mathbf{G}_1$, $\mathbf{G}_2$ – матриці вагових коефіцієнтів.

Пропонується [5, 6] процедура синтезу системи керування квадрокоптером на основі систем із змінними структурами зворотних ланцюгів, що дозволяє вирішити проблему оптимізації траєкторій стабілізації для прямих умов оптимальності руху та нелінійних моделей квадрокоптера шостого порядку.

В умовах неповної інформації про параметри моделі квадрокоптера та впливу навколишнього повітряного середовища, сформовано робастний контур керування, який

реагує на відхилення поточної траєкторії квадрокоптера від оптимальної траєкторії та мінімізує помилки керування, що виникають у процесі руху оптимальною траєкторією.

Результати імітаційного моделювання процесу стабілізації квадрокоптера демонструють забезпечення достатнього рівня інваріантності до зовнішнього неконтрольованого збурення та параметричних шумів вимірювальної системи за мінімальних значень помилок та витрати енергії управління. Запропонований підхід застосовується для широкого класу рухомих об'єктів і дозволяє синтезувати ефективні системи керування високою точністю.

Література

[1] Kuntsevich, V.M.: Synthesis of Robust Optimal Adaptive Control Systems for Nonstationary Objects under Bounded Disturbances. In: Journal of Automation and Information Sciences, NY, Begell house inc., vol. 36, issue 3, pp.14–24 (2004)

[2] Shtessel, Y.B., Moreno, J.A., Fridman, L.M.: Twisting sliding mode control with adaptation: Lyapunov design, methodology and application. In: Automatica, vol. 75, pp. 229–235 (2017)

[3] Horowitz, I.M.: Survey of quantitative feedback theory (QFT). In: Int. Journal of Robust and Non-Linear Control, vol.11., № 10., pp. 887–921 (2001)

[4] Johansen, T., Fossen, T.I.: Control allocation–A survey. In. Automatica, vol.49, pp. 1087–1103 (2013)

[5] V.L. Timchenko, D.O. Lebedev, Optimization of Processes of Robust Control of Quadcopter for Monitoring of Sea Waters, Journal of Automation and Information Sciences. – New York, Begell house inc., Volume 51, Issue 2, pp. 1 – 10. (2013)

[6] V. L. Timchenko, D.O. Lebedev, Algorithmic Procedures Synthesis of Robust-Optimal Control for Moving Objects, In: Y.P. Kondratenko, V.M. Kuntsevich, A.A. Chikrii, V.F. Gubarev (Eds.), Recent Developments in Automatic Control Systems, Series in Automation, Control and Robotics, River Publishers, Gistrup (2022) pp. 289–323. (2022) ISBN: 978-87-7022-674-5/

ROBUST-OPTIMAL CONTROL FOR MARINE MOVING OBJECTS

V.L. Timchenko
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. A robust-optimal approach to controlling a multidimensional nonlinear model of a quadcopter based on the formation of direct criteria for the optimization of movement trajectories for the tasks of monitoring maritime traffic of ships is presented. When the quadcopter is operating in the conditions of incomplete a priori information about the wind disturbance, a robust control circuit is synthesized based on the formation of the instantaneous error of the deviation of the physical quadcopter trajectory from the programmed optimal trajectory. The presented simulation results demonstrate the minimum values of control errors and energy consumption for the monitoring trajectories.

Keywords. Robust and optimal control, monitoring, quadcopter.

УДК 004.27

ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ОПТИЧНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Тимченко В.Л.
доктор технічних наук, професор кафедри морського приладобудування Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
vl.timchenko58@gmail.com
Крейнович В.
Ph.D, професор кафедри комп'ютерних наук Університету штату Техас, м. Ель Пасо, США
vladik@utep.edu
Кондратенко Ю.П.
доктор технічних наук, завідувач кафедри інтелектуальних інформаційних систем Чорноморського Національного університету імені П. Могили, м. Миколаїв, Україна
y_kondrat2002@yahoo.com

Анотація. Доповідь присвячено опису технології інноваційного підходу до обчислювальних систем на основі представлення інформаційних нечітких множин як квантів відповідних кольорів; формуванню основних логічних операцій диз'юнкції, кон'юнкції, заперечення; конструюванню структур оптичної логічної архітектури з використанням світлокольорових фільтрів. Представлено критичний аналіз розробок у сфері оптичних обчислень, основні засади формування кольорових оптичних систем. Приведено принципи та фунціонали запропонованого підходу.

Ключові слова: квант інформації, нечіткі логічні вентилі, оптичний колороїд, світлокольорові фільтри

Незважаючи на те, що сучасні комп'ютери дуже швидкі, багато практичних задач вимагають ще швидших обчислень. У сучасних комп'ютерах зазвичай є кілька процесорів, що працюють паралельно. Отже, щоб прискорити обчислення, ми можемо прискорити кожен процесор та/або збільшити кількість процесорів. Обидві ідеї використовуються при проектуванні високопродуктивних обчислень. Щоб прискорити роботу кожного процесора, природною ідеєю є передача інформації між різними компонентами цього процесора. Згідно з сучасною фізикою, всі швидкості обмежені швидкістю світла, і єдиними частинками, які можуть рухатися зі швидкістю світла, є фотони. Таким чином, природною ідеєю є використання фотонів – зокрема, звичайного світла для обробки інформації. Використання світла також може допомогти з реалізацією паралельних структур – легко мати велику кількість світлових променів, які надсилають інформацію паралельно. Ідея оптичних обчислень – тобто використання оптичних сигналів для прискорення обробки даних – сходить від середини 20 століття. З тих пір було досягнуто великого прогресу в реалізації цієї ідеї.

В даний час в оптичних обчисленнях існує два напрямки. Першим напрямком є оптико-електронні обчислювальні пристрої, в яких оптичні компоненти використовуються для передачі інформації (і навіть для виконання деяких завдань з обробки даних), в той час як більш традиційні компоненти на основі напівпровідників перетворюють оптичні сигнали в бінарну форму і виконують решту обчислювальних завдань на отриманих, електричних сигналах. Другим – більш амбітним – напрямком є проектування повністю оптичних обчислювальних пристроїв [1–3], в яких всі логічні вентилі – основа сучасних комп'ютерів – обробляють оптичну інформацію. Оптичні комутаційні вентилі засновані на властивостях перешкод (наприклад, на основі зміщення і комбінації оптичних інтерференційних схем, використання інтерферометра Маха-Зендера і т. д.), на поляризації і когерентності світлового пучка, а також на використанні властивостей дифракційних решіток і фотонних кристалів. Ефективність таких повністю оптичних вентилів зростає в геометричній прогресії: якщо в 2009 році найкращі повністю оптичні вентилі могли обробляти 250 MB/c [1], то в 2020 році кращі повністю оптичні вентилі в 4 000 разів швидші – вони можуть обробляти 1 TB/c [2], набагато швидше, ніж електронні пристрої, які працюють тільки в діапазоні GB. З теоретичної точки зору, ці вентилі можна зробити ще швидше, єдиним фактором, що обмежує подальше збільшення швидкості обробки, є недосконалість технологій виробництва.

У зв'язку з цією недосконалістю в даний час оптичні обчислювальні пристрої складніші у виробництві і, отже, дорожчі, ніж комп'ютери на основі електроніки, і тому в основному використовуються в задачах, де традиційні комп'ютери не можуть обробляти інформацію досить швидко. Щоб проаналізувати, як ми можемо краще використовувати переваги оптичних обчислень при обробці даних, давайте згадаємо, звідки беруться вхідні дані. Велика кількість даних надходить від вимірювань, і обробка чисел, що надходять від вимірювань, була основним завданням, для якої комп'ютери були розроблені в першу чергу. Дослідники та інженери розробляють все кращі алгоритми для обробки цих чисел і все кращі і кращі пристрої для реалізації цих алгоритмів. Однак на початку 1970-х років вони зіткнулися з проблемою. Вперше ця проблема була сформульована професором Л. А. Заде. Він помітив, що в багатьох практичних застосуваннях, наприклад, на хімічних підприємствах, у виробництві і навіть в управлінні автомобілями і літаками, оптимальне управління по відношенню до всієї наявної числової інформації не таке ефективне, як управління, що формується на основі висновків експертів. Перші оптичні обчислювальні пристрої для обробки нечітких даних були засновані на декількох різних ідеях: на представленні логічних операцій за допомогою оптичного ефекту анізотропного розсіювання, на програмованому масиві призм, а також на калібруванні тіньових діаграм, наприклад, оптичної системи на основі схеми зонального кодування і методу тіньового відокремлення. Такі пристрої також допомагали при паралельності обчислювальних процесів: наприклад, оптоелектрона система нечіткого висновку для паралельної обробки багатьох нечітких правил на основі просторового модулятора світла з реалізацією різних функцій приналежності та системи мікропризм. Цікаво, що аналогічні ідеї паралельних структур були запропоновані на основі хімічної та біологічної технологій побудови вентилів для обробки нечітких даних.

Системи, в яких оптичні обчислення використовуються для обробки нечітких даних, успішно використовуються в технічних додатках. Однак такі системи поки не набули широкого поширення, і однією з причин цього є те, що ці системи, по суті, копіюють

традиційні комп'ютери при обробці даних. У процесорах традиційних комп'ютерів всі числа обробляються з дуже високою точністю, незалежно від того, чи отримані ці числа (а) в результаті надточних вимірювань, де всі біти важливі, (б) в результаті вимірювання з точністю 10 %, де надійною є тільки перша десяткова цифра, або (в) – з експертної оцінки, де експерт може фактично розрізняти 7 ± 2 ступенів оцінок. Чим більше бітів ми використовуємо, тим більше логічних вентилів нам потрібно для обробки цих даних, і, як наслідок, тим складніше виходить отримана конструкція. В результаті, пропоновані в даний час, нечіткі оптичні обчислювальні пристрої дуже складні, вимагають наявності масивів лінз і призм, складних дифракційних решіток, додаткових пристроїв у вигляді п'єзоелектричних кристалічних елементів і оптоелектронних фазообертачів, систем кодування, голограм, тіньових зображень і т.д. Велика кількість елементів обробки призводить до великих економічних витрат і енерговитрат. Відомий спосіб спрощення отриманих обчислень у задачах, пов'язаних зі штучним інтелектом – де велика кількість даних надходить від експертів, а багато інших точок даних – від вимірювань низької точності – полягає в тому, щоб враховувати цю низьку точність, тобто, по суті, «розмивати» задані числа. Це дозволить при оптичній обробці нечітких даних в повній мірі використовувати основні переваги оптичних обчислень: швидкість обробки, компактність, а також практично необмежену можливість створення паралельних структур. Як ми можемо це зробити? Щоб обробити одну нечітку ступінь на традиційному комп'ютері, нам потрібно зберегти (і обробити) дійсне число з інтервалу [0, 1]. Як ми вже згадували, на практиці нам потрібно розрізняти лише близько 7 ступенів. Отже, природною ідеєю є використання оптичного явища, коли ми також розрізняємо близько 7 різних основних кольорів – феномен кольору, де ми розрізняємо близько 7 основних кольорів у спектрі [4].

Виходячи з цієї ідеї, ми пропонуємо використовувати колір для опису можливих нечітких ступенів. Використання кольору для опису різних ступенів – це не просто технічна ідея, це цілком відповідає здоровому глузду. Наприклад, ми зазвичай використовуємо червоний колір для опису загрозливої ситуації, зелений – як ситуацію відбою тривоги, а жовтий – як проміжний ступінь небезпеки і т.д. Для обробки відповідних оптичних фільтрів ми пропонуємо використовувати кольорові фільтри. Таким чином, оптична обробка нечіткої інформації значно спрощується. Це дозволило розробити достатньо технологічну оптичну архітектуру побудови логічних компонентів [5] (колороїдів) для виконання основних операцій та на їх основі ієрархічно організовані колороїдні мережі логічного висновку задач прийняття рішень для різноманітних об'єктів з великою кількістю вхідних нечітких даних.

Література

[1] Y.J. Jung, S. Yu, S. Koo and others, Reconfigurable all-optical logic AND, NAND, OR, NOR, XOR and XNOR by photonic crystal nonlinear cavities, Conference on Lasers and Electro-Optics, Pacific Rim, 2009, paper TuB4_3. doi:10.1109/CLEOPR.2009.5292059

[2] Amer Kotb. Simulation of high quality factor all-optical logic gates based on quantum-dot semiconductor optical amplifier at 1 Tb/s. Optik, 2016, Vol. 127, N 1., pp. 320–325. doi. org/10.1016/j.ijleo.2015.10.093

[3] L. Caballero, M. Povinelli, et al., Photonic crystalintegrated logic gates and circuits, Optics Express, 2022, 30 (2), pp. 1976–1993. doi.org/10.1364/OE.444714

[4] V.L. Timchenko, Y.P. Kondratenko, V. Kreinovich, Why color optical computing?, Book Chapter: Studies in Computational Intelligence, Springer, 2023, 1097, pp. 227–233. doi.org/10.1007/978-3-031-29447-1_20

[5] V. Timchenko, Yu. Kondratenko, V. Kreinovich, The Architecture of Optical Logical Coloroid with Fuzzy Computing, CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3373, pp. 638–648.

A PROSPECTIVE APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF OPTICAL COMPUTING SYSTEMS

Victor Timchenko
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Vladik Kreinovich
University of Texas at El Paso, USA
Yuriy Kondratenko
Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. The report is devoted to the description of the technology of an innovative approach to computer systems based on the representation of information fuzzy sets in the form of light quanta of the corresponding colors; formation of basic logical operations of disjunction, conjunction, negation; construction of optical logic architecture structures using light filters. A critical analysis of developments in the field of optical computing, the basic principles of forming color optical systems is provided. The principles and functions of the proposed approach are presented.

Keywords: information quantum, fuzzy logic gates, optical coloroid, light color filters.

УДК 621.3

ADVANCED INSTRUMENTATION FOR HYDROGEN PRODUCTION AND STORAGE: ENHANCING SAFETY IN THE HYDROGEN ECONOMY

Zivenko O.V. [1]
Assistant Professor, PhD. oleksii.zivenko@nuos.edu.ua
Zhukov Yu.D.[1,2]
Full Professor, DSc. yuriy.zhukov@nous.edu.ua
[1] *– Maritime Instrumentation Department,*
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
[2] *– "C-Job Nikolayev" LLC, Mykolaiv, Ukraine*

Abstract. This paper examines hydrogen's potential as a key energy carrier, focusing on the challenges and advancements in its storage and control. Hydrogen's role in decarbonization and energy storage necessitates the development of advanced instrumentation. The research highlights the importance of innovative sensor systems, including polymetric sensors based on time domain reflectometry and thermal dispersion, to ensure accurate monitoring and safety. Integrating these technologies is vital to overcoming the technical challenges for reliable hydrogen measurement.

Keywords: instrumentation and control, hydrogen, control systems, sensors.

The Role of Hydrogen as a Potential Future Energy Carrier. The quest for sustainable and efficient energy carriers has intensified in recent years, driven by the need to mitigate climate change and reduce dependence on fossil fuels. As the global energy landscape evolves, hydrogen becomes pivotal in transitioning to a cleaner and more resilient energy system. Its unique properties as a lightweight, high-energy-density fuel make it a prime candidate for various applications, including transportation, power generation, and industrial processes. The potential of hydrogen as an energy carrier is further amplified by its ability to be produced from various sources, including water through electrolysis, hydrocarbons via reforming, and as a by-product of nuclear and renewable energy systems [1]. Hydrogen is considered as a critical energy vector for decarbonization.

This ***research aims*** to provide an overview of promising hydrogen production processes as a future essential energy carrier, analyse the instrumentation and control needs, and suggest hardware/software solutions in the context of existing/prominent hydrogen production processes.

Hydrogen's versatility is one of its greatest strengths. It can be used directly as a fuel in internal combustion engines, combusted in turbines, or employed in fuel cells to generate electricity with water as the only by-product. This makes it an attractive option for sectors that are difficult to decarbonize, such as heavy industry and long-haul transportation [2–4]. Moreover, hydrogen can serve as a medium for storing energy generated from intermittent renewable sources like wind and solar, addressing one of the key challenges in integrating renewables into the energy grid. By converting surplus electricity into hydrogen during periods of low demand, energy can be stored and converted back into electricity or used as a fuel when demand peaks.

One of the most promising methods for hydrogen production is through the electrolysis of water, where electrical energy is used to split water molecules into hydrogen and oxygen. This process can be powered by renewable energy sources, resulting in "green hydrogen," or by nuclear power plants in a co-generation mode, often referred to as "nuclear hydrogen". The latter approach, highlighted by recent advancements in nuclear technology, allows for the simultaneous generation of electricity and hydrogen, offering a low-carbon and efficient pathway for hydrogen production. This method leverages the consistent output of nuclear reactors, making it a reliable and scalable solution for hydrogen generation. Furthermore, integrating nuclear energy with hydrogen production can enhance the economic viability of nuclear power by providing an additional revenue stream and stabilizing the grid with a steady supply of electricity and hydrogen while optimizing costs for energy production, storage, etc.

Despite its potential and the latest significant efforts and stimulations from governments, hydrogen faces significant production, storage, and distribution challenges. The efficiency of electrolysis, the high costs of infrastructure, and the technical difficulties associated with storing and transporting hydrogen are critical barriers that must be addressed. The efficiencies of current water electrolysis systems vary from 70 to 90 % [1], but the cost of electrolysis systems is still high due to the high cost of catalysts and complex production cycle. Storage and distribution of hydrogen also require specialized infrastructure due to its physical properties.

However, the latest advancements in the field and solutions open diverse perspectives for the maritime industry (one of the hardest to decarbonize). As an example, one of the concepts of a hydrogen generation hub (platform) is demonstrated in Figure 1.

Two key concerns need to be highlighted: 1) A wide range of system configurations and options are being proposed, with many still in the testing phase ([4] provides an example). 2) Hydrogen can

be used directly in chemical processes or combined with CO_2 to produce substitutes for fossil fuels, such as methane, methanol, ethane, and ammonia, which are easier to store and transport.

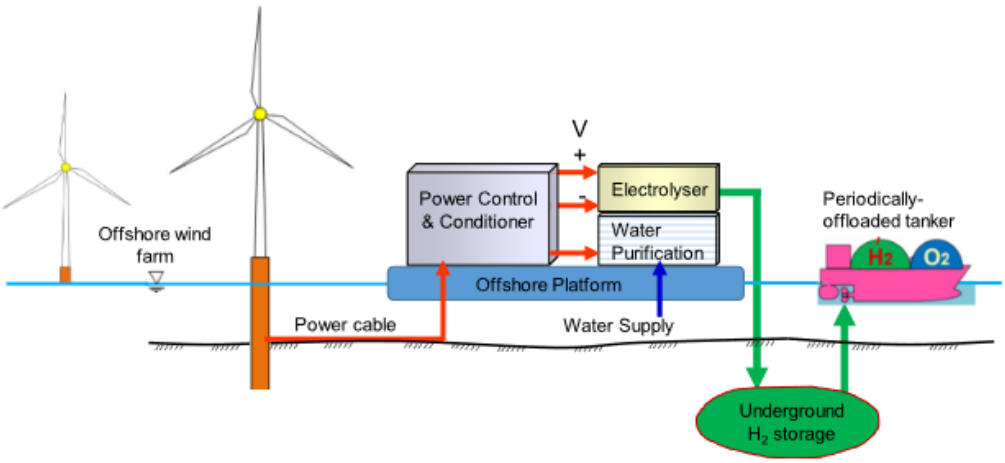


Fig. 1 – Hydrogen Production System Configured for Offshore Wind Farm [1]

Rigorous control of all associated processes is a significant challenge in improving hydrogen production efficiency and ensuring safety. Reliable measurement instrumentation is crucial across the hydrogen value chain, from production to storage and end-use. Hydrogen storage and distribution presents unique challenges, whether as compressed gas at high pressures (350–700 bar) or as cryogenic liquid at extremely low temperatures (-253°C). Both methods require stringent safety protocols, including the control of key parameters like pressure, temperature, and liquid levels (for cryogenic storage). Ensuring proper leak detection is also vital to prevent explosive hazards.

Advances in sensing technologies, materials science, and cryogenics are essential for the safe and efficient storage and handling of hydrogen. Figure 2 illustrates the structure of a proposed instrumentation system for monitoring hydrogen storage, whether liquid or gaseous: 1 – thermally isolated reservoir; 2,3 – liquid and gaseous hydrogen; 4 – reservoir inlet/outlets; 5 – pressure sensor for leakage and insulation integrity; 6 – overfill level sensor; 7 – multiparameter sensor head for temperature gradient and level measurement; 8 – temperature sensing elements; 9 – differential pressure sensor for hydrogen level/mass calculation; 10 – wiring lines; 11 – electrical cabinet for signal acquisition.

The system also monitors absolute pressure in the reservoir and can include inlet/outlet valve position sensors, flow sensors, and flow meters. Coriolis meters, in combination with the level sensors similar to the solution described in [5], provide accurate measurements of hydrogen transferred. The red dotted line in Fig. 2 indicates the boundary between the potentially explosive atmosphere and the zone with the electrical cabinet used for signal acquisition and sensor power (normal conditions).

A key engineering challenge is the continuous level measurement of generated and pressurized hydrogen/oxygen. Among the available measurement techniques [6], only a few are suitable due to the specific requirements of measuring gaseous and liquid hydrogen at low temperatures. The hydrostatic principle, based on differential pressure measurement, is the most common and straightforward method.

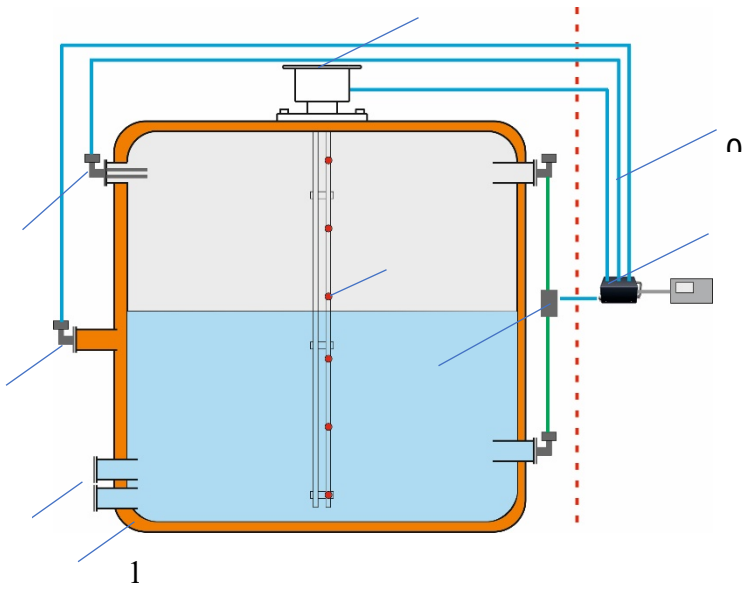


Fig. 2 – Instrumentation for Control of the Tank with Liquid/Gaseous Hydrogen

A critical future research direction involves the development of advanced sensing techniques such as polymetric sensing [7–8] based on Time Domain Reflectometry (TDR) and thermal dispersion techniques [9], both of which are applicable to a wide range of liquids and gases. The integration of these methods has the potential to create a highly intelligent sensor system, where TDR provides continuous level measurement and temperature diagnostics, while thermal dispersion serves as a reliable alternative in challenging conditions with low reflectivity. Furthermore, optimizing the design of waveguides and sensing elements for low-reflectivity liquids and high-loss gaseous phases presents a pivotal second research direction, poised to enhance the precision and reliability of hydrogen measurement systems.

Conclusions. Governments, industries, and researchers worldwide increasingly recognize hydrogen's role as a versatile, clean, and efficient energy carrier. However, realizing its full potential requires significant advancements in hydrogen production, storage, and distribution technologies. Particularly, innovation in instrumentation and control systems is essential for ensuring safe and efficient hydrogen processes. As the industry progresses, the development of advanced sensor systems and optimized measurement techniques will be crucial in overcoming current technical challenges and enabling hydrogen to become a cornerstone of the future energy landscape.

References

1. V. N. Dinh, P. Leahy, E. McKeogh, J. Murphy, and V. Cummins, "Development of a viability assessment model for hydrogen production from dedicated offshore wind farms," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 46, no. 48, pp. 24620–24631, 2021. doi: 10.1016/j.ijhydene.2020.04.232.

2. T. Xu, "Hydrogen Electrolysis Can Give Nuclear Power a Boost: Machine learning shows ways to make nuclear more profitable and reliable," IEEE Spectrum, 19 Oct. 2023. [Online]. Available: https://spectrum.ieee.org/nuclear-power-plant-2666016688 Accessed: 24-Aug-2024.

3. "Floating Offshore Wind Shot," *Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, U.S. Department of Energy*, 19-Aug-2023. [Online]. Available: https://www.energy.gov/eere/wind/floating-offshore-wind-shot. Accessed: 24-Aug-2024.

4. M. Mueller and R. Dittmeyer, “Wind-to-Hydrogen Tech Goes to Sea: Is electrolysis cheaper offshore?" *IEEE Spectrum*, 19 Aug. 2023. [Online]. Available: https://spectrum.ieee.org/green-hydrogen-2663997448. Accessed: 24-Aug-2024.

5. Y. Zhukov and O. Zivenko, “Ship Operation Analysis and Optimization via Mobile Application”, *JMM*, vol. 20, no. 03, pp. 627–650, May 2024. DOI: https://doi.org/10.13052/jmm1550-4646.2034.

6. A. Zivenko, A. Nakonechniy, and D. Motorkin, “Level measurement principles & sensors," in Proc. IX Mezinárodní Vědecko-Prac. Conf. “Věda a technologie: krok do budoucnosti-2013", Vol. 28, 2013.

7. Yu. Zhukov Polymetric Sensing in Intelligent Systems [Text] // Yu. Zhukov, B. Gordeev, A. Zivenko and A. Nakonechniy / Chapter 10, “Advances in Intelligent Robotics and Collaborative Automation”, The River Publishers Series in Automation, Control and Robotics, 2015 – pp. 211–234. doi: 10.1201/9781003337119-10

8. Yu. D. Zhukov and O. V. Zivenko, “Intelligent Polymetric Systems Industrial Applications," in Proc. 2nd Int. Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020), Mykolaiv, Ukraine, 2020, pp. 122–137. Available: https://www.ceur-ws.org/Vol-2762/paper8.pdf.

9. A. Hashemian, S. Tyler, and R. Skifton, “Multi-Parameter Sensor for Next-Generation Nuclear Reactors," in *Proc. 13th Nuclear Plant Instrumentation, Control and Human-Machine Interface Technologies (NPIC and HMIT 2023)*, Knoxville, United States, Jul. 2023, pp. 21–33. doi: 10.13182/NPICHMIT23-40427.

ПРИЛАДОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗБЕРІГАННЯ ВОДНЮ: ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ В ВОДНЕВІЙ ЕКОНОМІЦІ

Зівенко О.В.

Доцент, кандидат технічних наук, Кафедра морського приладобудування, Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова

Жуков Ю.Д.

Професор, доктор технічних наук, ТОВ «Сі-Джоб Миколаїв»

Анотація. Наведено огляд дослідження потенціалу водню як ключового енергетичного носія, зосереджуючись на викликах та досягненнях у його зберіганні та контролі. Роль водню у декарбонізації та зберіганні енергії вимагає розробки вдосконаленого приладового забезпечення. Дослідження підкреслює важливість інноваційних сенсорних систем, зокрема поліметричних сенсорів на основі рефлектометрії у області часу і термальної дисперсії. Інтеграція цих технологій підвищить надійність вимірювання водню, та дозволить отримати принципово нові якості сенсорів, подолати технічні виклики у вимірюваннях в інших галузях.

Ключові слова: інструментальне забезпечення та контроль, водень, системи контролю, сенсори.

УДК 681.5:629.5

ОСНОВНІ ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ ДВОЛАНКОВОЇ АВТОНОМНОЇ ПІДВОДНОЇ СИСТЕМИ

Блінцов В.С.,
докт. техн. наук, професор,
професор кафедри автоматики та електроустаткування ХННІ НУК,
bvs050803@ukr.net
Бабкін Г.В.,
канд. техн. наук, доцент НУК, доцент кафедри електричної інженерії
суднових та роботизованих комплексів ННІАЕ НУК,
м. Миколаїв, Україна
georgii.babkin@nuos.edu.ua
Тарчук А.А.
аспірант кафедри теорії та проектування суден НУК
tarchuk1996@gmail.com

Анотація. Розглянуто основні задачі проєктування дволанкової автономної підводної системи. Показано необхідність використання додаткових елементів у складі автономних підводних систем транспортного та пошукового призначення. Обґрунтовано необхідність створення автономних ненаселених підводних апаратів з буксируваним буєм зв'язку та навігації.

Ключові слова: засіб морської робототехніки, задачі дослідження, проектування, застосування.

Вступна частина. Засоби морської робототехніки (ЗМР) різного призначення набувають все більшого застосування як у провідних морських країнах світу, так і в Україні [1, 2]. На цей час існує попит на автономні ненаселені підводні апарати (АНПА, в англомовній літературі – autonomous underwater vehicles, UUV) транспортного, інспекційного, науково-дослідного та військового призначення.

Особливістю експлуатації таких ЗМР є рух на великих відстанях з частими маневруваннями, що призводить до появи великої похибки при досягненні кінцевої точки маршруту. Для уникнення цієї похибки під час руху ЗМР повинен коригувати своє місце знаходження. Для цього ЗМР повинен спливати на поверхню, що буде наводити до розкриття його місця знаходження або мати у складі обладнання щоглу, яка у разі потреби буде розкладатись та піднімати над поверхнею потрібне обладнання.

Обидва способи мають низку недоліків:

– втрати часу на коригування навігаційних даних;
– додаткові енергетичні втрати на додаткові маневри по спливанню та зануренню;
– додаткове потужне обладнання для розкладання та складання щогли.

Уникнути цих недоліків можливе якщо застосувати у складі АНПА буксируваного буя, якій у разі потреби буде випускатися та спливати на поверхню.

Мета роботи – визначення задач щодо створення дволанкової автономної підводної системи та її ефективного застосування в інтересах вітчизняних організацій.

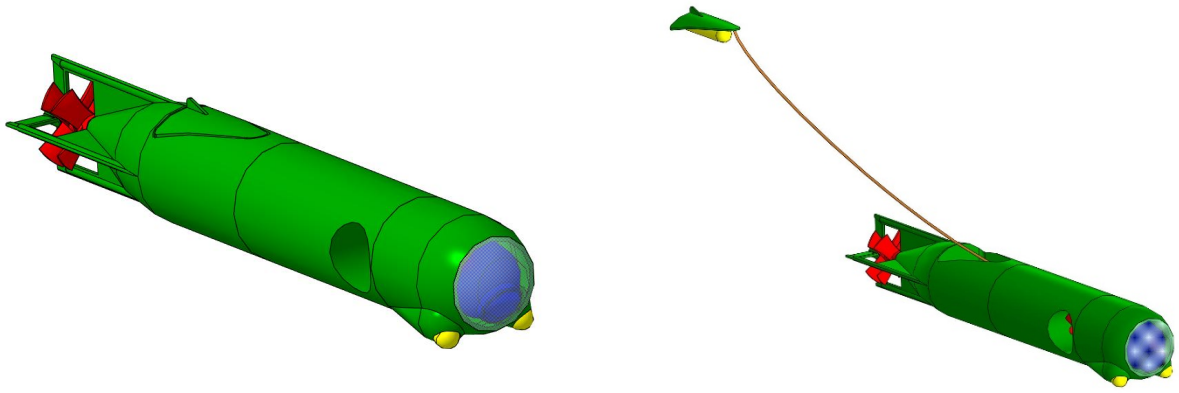
Основна частина. Таке технічне рішення використовує у складі підводних човнів багатьох провідних країн світу. На борту підводного човна розташовується спеціальний ангар, де знаходиться буксируваний буй та буксирувальна лебідка. У разі потребі ангар відкривається та випускає буй. Під дією набігаючого потоку буй, що має гідродинамічне крило, спливає до поверхні і проводить сеанс зв'язку та коригування навігаційних даних. При цьому не відбувається розкриття місця положення ЗМР, оскільки буй має меншу помітність порівняно з підводним ЗМР. По закінченню сеансу зв'язку буксирувальна лебідка вибирає кабель-буксир, підтягує буй до підводного човна та укриває його у ангарі.

Перевага такого способу полягає у: збереження прихованості підводного човна в даному районі світового океану; безперервність руху підводного човна. Але є і недоліки: використання для зв'язку та навігації додаткового обладнання; зростання гідродинамічного опору, та як наслідок енергетичних втрат під час проведення сеансу зв'язку; передбачення в конструкції підводного човна спеціалізованого ангару для розміщення буя та лебідки.

Стосовно АНПА можливо визначити наступне: ЗМР має набагато менші розміри порівняно з підводним човном; енергетична потужність джерела на АНПА набагато менше порівняно з підводним човном. Таким чином буксируваний буй у складі АНПА повинен мати малі розміри щоб не створювати значний гідродинамічний опір та займати як можливо менший простір на борту ЗМР у пасивному режимі.

Розміщення на борту АНПА додаткових об'ємів для встановлення буя з обладнанням не можливо через відсутність вільного простору у межах гідродинамічного обтічника.

Вирішити цю проблему можливо якщо використати крило та корпус буя у якості елементу гідродинамічного обтічника АНПА, як на прикладі рис. 1 [3].



а) *б)*

Рис. 1

Тоді, при звичайному русі, коли буй знаходиться у пасивному режимі (рис. 1,а), АНПА має свої звичайні гідродинамічні характеристики. При переводі буя у активний режим гідродинамічні характеристики погіршуються. Зростає гідродинамічний опір системи за рахунок: гідродинамічного опору буя; гідродинамічного опору кабель-буксиру та появи у гідродинамічному обтічнику додаткових вирізів у місці розміщення буя у пасивному режимі.

Такий підхід дозволяє сформулювати три основних завдання дослідження:

1. Оптимізація форми крила буя для досягнення мінімального гідродинамічного опору та максимального значення підйомної сили.

2. Оптимізація довжини кабель-буксиру буя для досягнення мінімального впливу на гідродинамічні характеристики системи «АНПА. – кабель-буксир – радіобуй».

3. Розробка конструкції ложемента для радіобуя у корпусі АНПА.

Для вирішення цих задач потрібно адаптування теорії аеродинаміки крила, проведення комп'ютерного моделювання та басейнові випробування моделей буїв.

Висновок. З позицій системного підходу сформульовано основні задачі прикладних наукових досліджень зі створення нових засобів морської робототехніки, результати яких мають удосконалити теоретичне підґрунтя задач проектування дволанкових автономних підводних систем та їх ефективне застосування в інтересах вітчизняних організацій, які ведуть свою виробничу діяльність на морських та річкових акваторіях України.

Література

[1]. V. Blintsov, G. Babkin. Theoretical Basis of Design and Production of Marine Robotics. Collective monograph "Prospects and priorities of research in science and technology". Vol. 1. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2020. Pages 25–43.

[2]. Блінцов В.С., Алоба Л.Т., Надточий А.В., Надточій В.А. Основи автоматичного керування групою автономних ненаселених підводних апаратів. Наукова монографія. – Херсон : Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, 2022. – 147 с.

[3]. Блінцов В.С., Тарчук А.А. Роботизовані технології охорони об'єктів морської критичної інфраструктури. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд», 15–16 травня 2024 року. Миколаїв, НУК, 2024.

MAIN TASKS OF CREATING A TWO-LINE AUTONOMOUS UNDERWATER SYSTEM

Blintsov V.S.

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Babkin G.V., Tarchuk A.A.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The main tasks of designing a two-link autonomous underwater system are considered. The necessity of using additional elements as part of autonomous underwater systems for transport and search purposes is shown. The need to create autonomous uninhabited underwater vehicles with a towed communication and navigation buoy is substantiated.

Keywords: marine robotics tools, research tasks. design, application.

УДК 681.5

КОНЦЕПЦІЯ ПРОЕКТУ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ МОРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ В УКРАЇНІ

Блінцов В.С.
доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматики та електроустаткування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
bvs050803@ukr.net
Надточий А.В.
кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автоматики та електроустаткування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
tasman.leh.85@gmail.com
Надточій В.А.
кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та електроустаткування
Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
nva074@gmail.com

Анотація. З метою подальшого розвитку прикладного науково-технічного напрямку вітчизняної робототехніки запропоновано концепцію проекту розвитку засобів морської робототехніки в Україні. Розглянуто основні завдання концепції, які включають організаційну, наукову, методичну та виробничу складові. Запропонована концепція може бути використана як науково-методична основа для утворення окремого напрямку вітчизняної робототехніки цивільного та оборонного призначення.

Ключові слова: морська робототехніка, концепція проекту, пріоритетні завдання.

Морська робототехніка на цей час в Україні знаходиться на початковій стадії свого становлення. До повномасштабного вторгнення рф в Україну основними напрямками її розвитку та застосування були:

– прикладні наукові дослідження в організаціях МОН України, МО України та ДСНС України;

– підготовка інженерних та наукових кадрів для вітчизняних організацій та країн дальнього зарубіжжя;

– окремі впровадження дослідних зразків підводних роботів в організаціях ДСНС України, НАН України, МО України;

– будівництво і поставки одиничних або малосерійних зразків зарубіжним організаціям.

З початком повномасштабного вторгнення рф в Україну забезпечення безпеки держави з морського напрямку сформувалось в невід'ємну складову оборони держави. Досвід війни на морі, яку вимушена вести Україна на протязі 2022–2024 рр. з метою захисту свого

суверенітету й територіальної цілісності, дав змогу сформулювати наступні напрямки застосування засобів морської робототехніки на морі та на внутрішніх водних шляхах в інтересах силових структур держави:

1) висвітлення морської обстановки в територіальних водах держави;

2) протимінна, протидиверсійна та антитерористична діяльність;

3) аварійно-рятувальні операції;

4) інші операції.

Крім того, зберігається і зростає актуальність застосування морської робототехніки в цивільних сферах діяльності держави.

Наведені напрямки застосування засобів морської робототехніки ставлять на порядок денний наступні завдання для вітчизняної науки та промисловості:

– аналіз потреб України у таких засобах з обґрунтуванням їх типів, технічних характеристик та кількості;

– аналіз світового ринку засобів морської робототехніки та розробка рекомендацій щодо закупівлі найбільш корисних типів з метою апробації та серійної закупівлі та/або ліцензійного виробництва на вітчизняних підприємствах;

– обґрунтування доцільності та можливості проектування та будівництва актуальних для України засобів морської робототехніки на вітчизняних підприємствах (у разі їх відсутності на світовому ринку робототехніки);

– розробка заходів щодо підвищення якості проектів створення нових засобів морської робототехніки та їх прискореної реалізації;

– підготовка берегової інфраструктури для зберігання та технічного обслуговування засобів морської робототехніки;

– підготовка кадрів для створення та обслуговування засобів морської робототехніки.

Очікується, що у повоєнний період виробництво власних засобів морської робототехніки не втратить своєї актуальності. Вбачаються наступні напрямки їх застосування:

– для задоволення потреб вітчизняних організацій, які ведуть свою діяльність на морі (у першу чергу, це операції з гуманітарного розмінування територіальному морі та внутрішніх вод України та операції з освоєння морського шельфу);

– для зовнішнього ринку морської робототехніки, де буде можливість пропонувати найбільш ефективні розробки вітчизняної науки і техніки.

Таким чином, створення засобів морської робототехніки є актуальною задачею загальнодержавного значення як під час воєнного стану в державі, так і в повоєнний період.

Метою концепції розвитку засобів морської робототехніки в Україні (далі – концепції) є ведення аналітично-експертної діяльності у напрямках:

– об’єднання науковців, проектувальників та промисловців з МОН України, Укроборонпрому, Мінстратегпрому, НАН України, профільних громадських організацій і приватних підприємств України та її країн-партнерів для виконання завдань, які стоять перед вітчизняною наукою і технікою у галузі морської робототехніки;

– науково-технічна експертиза перспективних проектів створення нових засобів морської робототехніки;

– надання науково обґрунтованих рекомендацій щодо державної політики у галузі морської робототехніки.

До пріоритетних завдань концепції слід віднести наступні чотири завдання.

Завдання організаційного характеру:

об'єднання вітчизняних організацій різних форм власності, які ведуть свою діяльність у напрямку створення і застосування засобів морської робототехніки;

створення сучасних Інтернет-комунікацій для оперативного обміну досвідом, ідеями та актуальними проектами у галузі морської робототехніки;

організація науково-експертної ради з робототехніки (за галузями) як дорадчого органу державних та приватних структур в питаннях доцільності фінансування наукових досліджень і розробок.

Завдання наукового характеру:

проведення науково-технічної експертизи проектів зі створення (закупівлі) та застосування засобів морської робототехніки, які розробляються в інтересах вітчизняних організацій за державним замовленням;

сприяння опануванню інноваційними цифровими технологіями розробки і створення засобів морської робототехніки – технології Shipbuilding 4.0, CAD/CAM/CAE, BIM-технології, адитивної технології (3D-друк), ArduPilot, ArduSub, які передбачають повну цифровізацію життєвого циклу (процесів проектування, будівництва та експлуатації) новостворюваних засобів морської робототехніки;

формування та сприяння реалізації портфелю актуальних програм науково-технічної та науково-методичної підтримки процесів створення засобів морської робототехніки в Україні, зокрема:

програми «Термінологія, стандартизація та уніфікація в галузі морської робототехніки»;

програми «Роботизація воднотранспортної галузі України», яка має включати заходи (дорожню карту) щодо створення в Україні нового прикладного наукового напрямку «Морська робототехніка»;

програми «База даних потенційних користувачів засобів морської робототехніки» та «База роботизованих технологій України», актуальних для вітчизняної морської галузі;

програми «Роботизовані технології гуманітарного розмінування акваторій України»;

програми видання серії монографічної та довідкової літератури за напрямком «Морська робототехніка»;

програми всеукраїнських з міжнародною участю наукових конференцій та семінарів за напрямком «Морська робототехніка».

Завдання науково-методичного характеру:

участь у розробках проектів навчальних програм і рекомендацій щодо науково-методичного та лабораторно-технічного забезпечення для підготовки фахівців з досліджень, проектування та експлуатації засобів морської робототехніки у рамках спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» та інших спеціальностей, які формують прикладний науково-технічний напрямок «Морська робототехніка»;

формування пропозицій та сприяння реалізації програми видання навчально-методичної літератури для підготовки фахівців з досліджень, проектування та експлуатації засобів морської робототехніки;

розробка пропозицій до програм міжнародної академічної мобільності для здобувачів освіти, які працюють за напрямком «Морська робототехніка».

Завдання виробничого характеру:

сприяння впровадженню сучасних (цифрових) технологій проектування, будівництва та експлуатації засобів морської робототехніки;

проведення науково-технічної експертизи та розробка рекомендацій для вітчизняних підприємств щодо їх спроможності виконувати проекти з проектування та будівництва засобів морської робототехніки.

Висновок. Запропонована концепція проекту засобів морської робототехніки в Україні може бути використана як науково-методична основа для утворення окремого напрямку вітчизняної робототехніки цивільного та оборонного призначення.

MARINE ROBOTICS DEVELOPMENT PROJECT CONCEPT IN UKRAINE

Blintsov V.

doctor of technical sciences, professor, professor of the department of automation and electrical equipment Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

Nadtochyi A.

PhD, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

Nadtochii V.

PhD, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

Annotation. To further develop the applied scientific and technical direction of domestic robotics, the concept of the project for the development of marine robotics in Ukraine is proposed. The main tasks of the concept, which include organizational, scientific, systematic, and production components, are considered. The proposed concept can be used as a scientific and methodological basis for forming a separate direction of domestic robotics for civil and defense purposes.

Keywords: marine robotics, project concept, priority tasks.

УДК 681.5

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ НАЛАШТУВАННЯ АВТОРУЛЬОВОГО ПРИСТРОЮ БЕЗЕКІПАЖНОГО КАТЕРА З ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Грудініна Г. С.
кандидатка технічних наук, доцентка кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів.
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
hanna.hrudinina@nuos.edu.ua
Бурунін А. П.
аспірант кафедри автоматики та електроустаткування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
splashbox98@gmail.com

Анотація. Шляхом математичного моделювання проведено оцінку якості роботи авторульового при утриманні на заданому курсі безекіпажного швидкісного судна в умовах зовнішнього впливу. Для обробки результатів моделювання, розроблено додаток якісної оцінки роботи регулятора. Запропоновано метод оптимізації роботи системи автоматичного керування малорозмірним судном.

Ключові слова: система автоматичного керування; оцінка якості керування; математичне моделювання.

Мета та актуальність роботи. Метою роботи є удосконалення засобу оцінки якості роботи системи автоматичного керування (САК) безекіпажним швидкісним судном в умовах зовнішнього впливу.

Розвиток засобів інтелектуального керування роботизованими пристроями, в тому числі і надводними апаратами (швидкісними катерами) вплинув на збільшення кількості безпілотних автоматично керованих апаратів. У випадку з швидкісними малорозмірними суднами, значного розвитку зазнали системи орієнтації, навігації та керування рухом таких суден.

Сучасні САК, як правило, складаються з декількох регуляторів, різних за структурою та функціональним призначенням. Для оптимізації роботи розробленої САК актуальним є використання математичного моделювання з різними сценаріями зовнішнього впливу.

Основна частина. Проведено оцінку якості роботи авторульового при утриманні на заданому курсі малорозмірного швидкісного судна за умов зовнішнього впливу.

Для виконання даної задачі, у якості регулятора керування перекладкою керма судна, використано по черзі ПІД регулятор, ПД регулятор та регулятор з нечіткою логікою. Моделювання динаміки судна за умов зовнішнього впливу проведено засобами програмного комплексу Cotmacs-AP-Lab [1]. Для обробки результатів моделювання, в середовищі програмування Matlab, розроблено додаток для якісної оцінки роботи регулятора.

В моделюванні використано модель малорозмірного судна з параметрами, наведеними у табл. 1.

Таблиця 1. Параметри судна

Параметри судна, що моделюється:	**“High speed boat 1»**
тип	швидкісне малорозмірне судно
водотонажність, т.	14.5
потужність двигунів, кВт.	2x800
швидкість (service speed), вуз.	37
довжина, м.	15
ширина, м.	3.7
осадка носа (draft forward)	0,45
осадка корми (draft after)	0,7
дві водоструйні машини	+

У якості зовнішнього збурення було обрано наступні початкові умови: швидкість вітру – 2 м/с; напрямок вітру – 0°; висота хвилі –1 м; напрямок хвиль – 45°.

Проведено моделювання руху судна з виходом на заданий курс та утриманням на курсі: швидкість судна – 17 вуз, (10 м/с); курс – 10°. Для динамічного позиціонування судна під час моделювання було використано моделі навігаційних датчиків: лаг, датчик кутової швидкості, та зворотній зв’язок. Налаштування ПІД-регулятора: $K_i = 10^{-3}$, $K_{d\varphi} = 2$, $K_\omega = 2$.

По завершенню моделювання програма формує базу даних у вигляді векторної залежності обраних параметрів руху, таких як: швидкість, курс, кутова швидкість, реальна перекладка керма, бажана перекладка керма (сигнал керування від регулятора). Дана форма представлення результату є дуже зручною для подальшого аналізу якості налаштування авторульового.

Засобами програмування Matlab розроблено додаток, який обробляє отриманні дані і надає кількісну оцінку щодо налаштування авторульового, а саме: тривалість перехідного процесу (ПП) в секундах, кількість перекладок керма до виходу на заданий курс, кількість перекладок керма (ПК) за хвилину руху при утриманні на заданому курсі, математичне очікування курсу та дисперсію. Дана інформація надається розробнику у вигляді текстового повідомлення та графіків, рис. 2, і може зберігатись для подальшого порівняння.

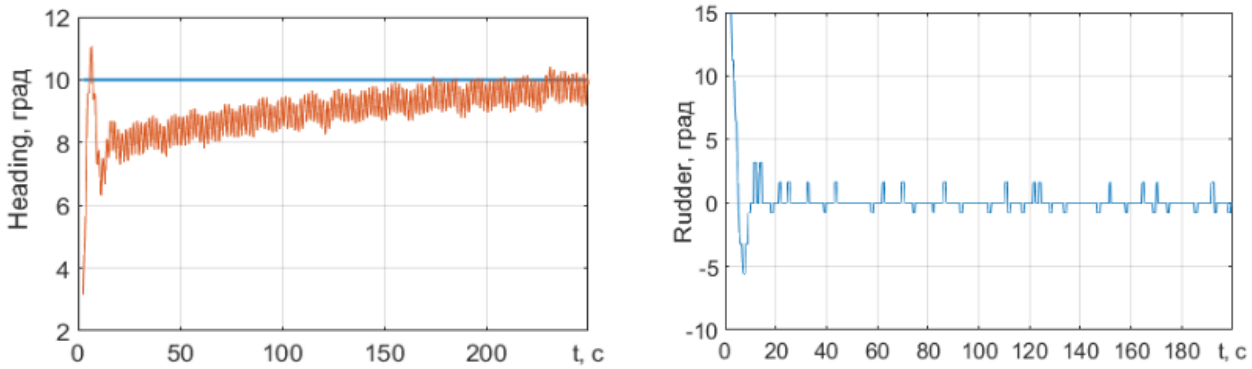


Рисунок 2 – Курс і перекладка керма судна з ПІД регулятором

Таблиця 2. Показники якості роботи регуляторів судна "High speed boat 1"

Тип регулятора	Час ПП, с.	Кіль-ть ПК ПП, од.	Кіль-ть ПК, од (за 1 хв)	Мат. очік-ня, град.	Дисперсія, град.
"High speed boat 1»					
ПІД	35	27	18	8.809	0.231
ПД	30	33	25	7.45	0.140
Fuzzy	30	90	191	10.2	0.199

Аналіз результату моделювання показав, що для даних умов зовнішнього впливу, застосовані регулятори потребують додаткового підлаштування. Для зменшення часу перехідного процесу та підвищення точності керування збільшимо коефіцієнт підсилення інтегральної та пропорційної ланок ПІД-регулятора [2, 80 с.]. Також, підкорегуємо правила керування нечіткого регулятора. Налаштування ПІД-регулятора: K_i = 0,08, $K_{d\varphi}$ = 2, K_ω = 20. Результати моделювання роботи регулятора, зкорегованого під зовнішні умови, представлені на рис. 3. Аналіз показиків якості – таблиця 3.

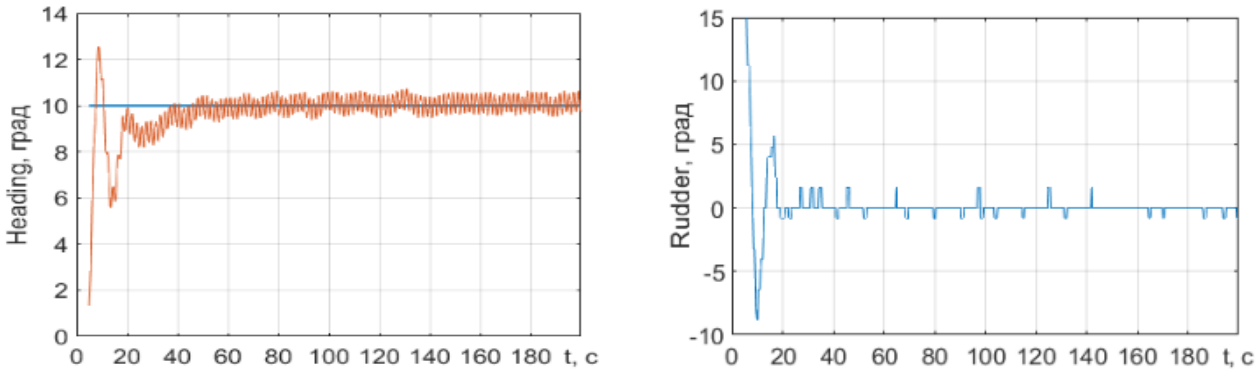


Рисунок 3 – Курс і перекладка керма судна з ПІД регулятором

Таблиця 3. Показники якості роботи зкорегованих регуляторів

Тип регулятора	Час ПП, с.	Кіль-ть ПК ПП, од.	Кіль-ть ПК, од (за 1 хв)	Мат. очік-ня, град.	Дисперсія, град.
"High speed boat 1"					
ПІД	30	29	16	9.79	0.217
ПД	40	94	48	8.6	0.165
Fuzzy	20	80	84	9.72	0.125

З таблиці 3 видно, що якість налаштування ПІД-регулятора покращена 11 % за кількістю перекладок керма при утриманні на курсі, на 21 % за точністю керування. Таким чином, маємо можливість визначити оптимальні параметри налаштування регулятора для різних умов зовнішнього впливу. Даний підхід дозволить оптимизувати роботу регуляторів за кількістю перекладок керма та точністю керування, поділивши їх роботу на режими в залежності від зовнішнього впливу. Багаторівнева САК, в залежності від зовнішніх умов, буде обирати необхідний режим роботи регулятора, що дозволить оптимізувати енергетичні витрати вцілому.

Висновки. Представлено результати роботи розробленого засобами програмування Matlab додатку, який обробляє данні від авторульового і надає кількісну оцінку щодо його налаштувань.

Запропановано метод оптимізації роботи САК безекіпажним катером, що складається з декількох регуляторів, застосувавши персональні налаштування регулятору відповідно до обраного режиму роботи.

Література

1. Фан, Ван Ван. Совершенствование системы управления движением маломерного судна при стабилизации на траектории. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. УДМТУ, Миколаїв, 2003р.

2. Попович, М. Г., Ковальчук, О. В. Теорія автоматичного керування. Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. К.: Либідь, 2007, 656 с.

OPTIMIZATION OF THE TUNING PARAMETERS FOR THE AUTOPILOT SYSTEM OF AN UNMANNED VESSEL USING MATHEMATICAL MODELING TECHNIQUES

Hrudinina H. S.

candidate of engineering sciences, associate professor of the Department of Electrical Engineering of Ship and Robotic Complexes.

Burunin A. P.

graduate student of the Department of Automation and Electrical Equipment

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Through mathematical modeling, an evaluation of the performance of the autopilot system in maintaining a specified course for a small high-speed vessel under external disturbances has been conducted. To process the modeling results, an application for qualitative assessment of the regulator’s performance has been developed. A method for optimizing the operation of the automatic control system for the small vessel has been proposed.

Keywords: automatic control system; control quality assessment; mathematical modeling.

УДК 681.518

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТРЕНІНГОВИХ КУРСІВ В ДИСТАНЦІЙНОМУ РЕЖИМІ

Гайдай Г.Ю.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
anna.haidai@nuos.edu.ua
Грєшнов А.Ю.
доцент кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
hrieshnov@gmail.com

Анотація. У роботі вдосконалено комп'ютерну систему для проведення навчальних курсів в дистанційному режимі для роботи в умовах карантину, війни та поза ними, що дозволило реалізувати віддалене навчання з можливістю прямої взаємодії студента та викладача в режимі реального часу.

Ключові слова: дистанційне навчання; автоматизована система; віддалений доступ; робоча станція; онлайн курс.

Вступ. Система освіти змінюється під впливом зовнішніх факторів, таких, наприклад, як пандемія або війна, а дистанційна форма освіти набуває попиту серед населення. Для того, щоб більш ефективно організувати процес навчання онлайн, важливим питанням є вивчення та введення у користування педагогічних технологій в організації дистанційної освіти. Такі нововведення окрім основної функції захисту життя і здоров'я студентів та персоналу навчального закладу несуть додаткові переваги, серед яких можливість для студентів та викладачів фізично знаходитись далеко від навчального закладу, можливість індивіда набувати освіту, що не потребує нагляду, у зручний для нього час, можливість за певний проміжок часу надавати освіту більшій кількості людей шляхом автоматизації великої кількості процесів та ін. [1, 2].

Метою роботи є розробка та практична реалізація комп'ютерної системи для проведення навчальних онлайн курсів в дистанційному форматі з можливістю придбання студентами практичних навичок, та яку може бути реалізовано як у вищих навчальних закладах, так і поза ними.

Основна частина. Запропонована система складається з двох функціонально непов'язаних модулів: теоретичного та практичного. Виходячи з цього, і того, що функції модулів не протидіють одна одній, останні можуть бути апаратно реалізовані за допомогою одного ЕОМ-сервера, а також, за умови необхідності, модулі системи можуть бути реалізовані за допомогою різних ЕОМ-серверів або ЕОМ-сервера та хостингу [3, 4].

Теоретичний модуль системи уявляє собою сайт, розроблений за допомогою конструктора сайтів Moodle і який вдосконалюється силами виділеної команди спеціалістів за допомогою веб-сервісу для хостингу проектів на базі систем керування версіями (github, bitbucket, тощо). Розташовуватися сайт буде на ЕОМ-сервері (рис. 1), який доступний студентам за доменним ім'ям через мережу Інтернет для перегляду та взаємодії з контентом сайту (матеріали різного роду лекцій, тести з пройденого матеріалу, план проведення практичних занять, тощо).

Практичний модуль системи складається з ЕОМ-сервера та робочих станцій (рис. 2), що знаходяться в одній локальній мережі, і до яких будуть віддалено підключатися студенти, використовуючи програму TeamViewer [5].

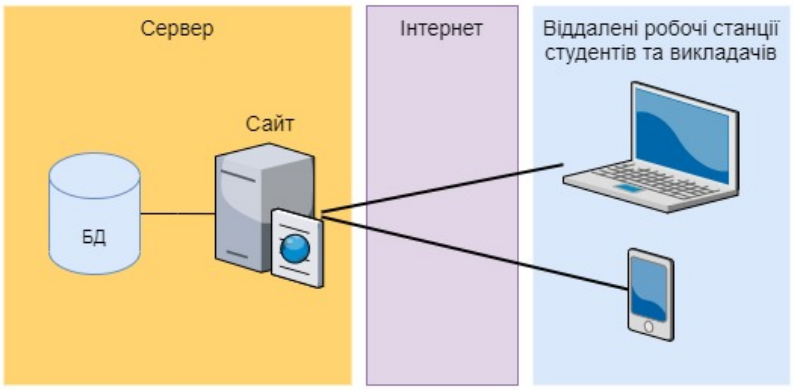


Рис. 1. Структурна схема теоретичного модуля системи

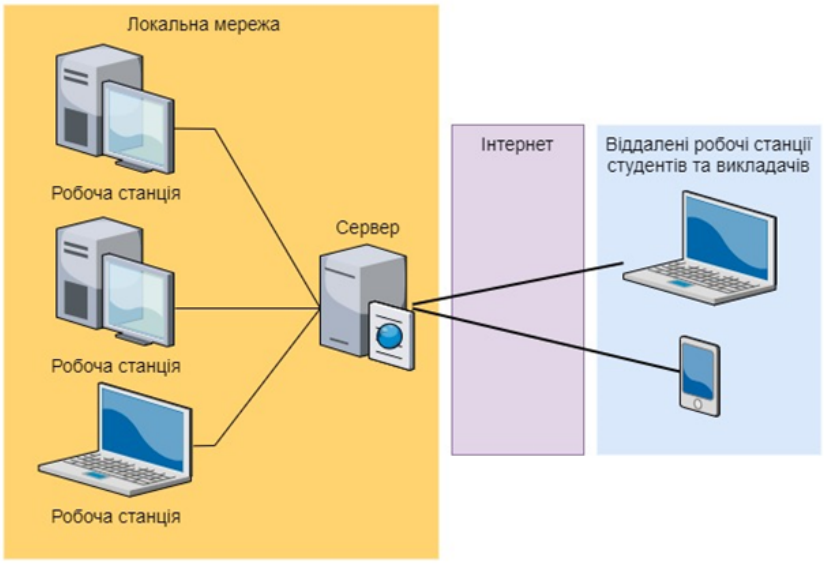


Рис. 2. Структурна схема практичного модуля системи

Для запуску описаної вище системи попередньо необхідно встановити програму TeamViewer на віддалені робочі станції студентів.

Для віддаленого запуску робочої станції викладачем необхідне додаткове налаштування TeamViewer. Для цього необхідно активувати функцію "Wake-On-Lan" через BIOS комп'ютера.

Після початку тренінгового курсу кожен студент отримує від викладача пароль для доступу до курсу, або до окремих його частин, та до графіка проведення практичних та лабораторних занять. Після чого студент може переглянути матеріали електронних лекцій, а також методичні вказівки та відео-уроки з підготовки до практичних робіт. Після проходження кожної теми студент проходить проміжний тест, а по завершенню курсу – контрольний тест, що є підставою для допуску до лабораторного заняття.

При настанні дати практичного заняття студент отримує від викладача ідентифікатор робочої станції/сесії, що може змінюватися від заняття до заняття, і одноразовий, тимчасовий пароль для доступу за допомогою системи дистанційного керування до управління віддаленою робочою станцією з необхідним програмним забезпеченням. Дані для встановлення сеансу з виконання практичної або лабораторної роботи передаються студенту викладачем за допомогою «подій», створених на сайті з навчальними матеріалами.

Висновки. У роботі вдосконалено комп'ютерну систему для проведення тренінгових курсів в дистанційному режимі для роботи в умовах карантину, війни та поза ними, що дозволило реалізувати віддалене навчання з можливістю прямої взаємодії студента та викладача в режимі реального часу, а також зробити акцент на придбанні під час навчання саме практичних навичок роботи, оскільки система вирішує проблему дороговартісних ліцензій, які «не по карману» звичайному студенту.

Література

[1] Arkorful, V., & Abaidoo, N. (2015). The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoptions in higher education. *International Journal of Instructional Technology and distance learning*, *vol. 12*, *no. 1*, 29–43.

[2] Lemeshko, O.V., Yankovets, O.V., Lemeshko, V.V., Yankovets, A.V., & Basaraba, I.O. (2020). Massive open online courses as a means of border guards' professional competence development. *Information Technologies and Learning Tools*, *vol. 75*, *no 1*, 279–293.

[3] Pogorilyi, V.V., Dudikova, L.V., Yakymenko, O.Hr., Poyda, S.A., & Koval, B.F. (2020). Improvement of learning outcomes in educational process of intern-pharmacists using distance learning elements. *Information Technologies and Learning Tools*, *vol. 76*, *no 2*, 236–249.

[4] Zhukov, Yu.D., Haidai, H.Yu., & Kudin, O.O. (2022). The current state and prospects of the use of distance learning instruments during study ship engineering. *Information Technology and Learning Tools*, *vol. 87, 1,* 151–165.

[5] Basvin, D. (2020). TeamViewer growth powered by pandemic work-from-home. *REUTERS*. Retrieved from http://reuters.com/article/us-teamviewer-results-idUSKBN220OJO.

COMPUTER SYSTEM FOR DISTANCE TRAINING COURSES IMPLEMENTATION

Haidai H.Yu.

candidate of technical sciences, associate professor of marine instrumentation department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Hrieshnov A.Yu.

associate professor of marine instrumentation department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The computer system for conducting training courses in remote mode for work in conditions of quarantine, war and outside them, which made it possible to implement remote learning with the possibility of direct interaction between the student and the teacher in real time, was improved in the paper.

Keywords: distance learning; automated system; remote access; workstation; online course.

УДК 004.43

ДО ПРОБЛЕМИ ЛОКАЛЬНИХ МІНІМУМІВ ПРИ НАВЧАННІ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Гайда А.Ю.[1], Морозова Г.С.[2], Лученков Є.Є.[3]
к.т.н., доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій[1],
ст. викладач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій[2]
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
інженер, директор компанії Ектів Стракчурал Інжинірінг[3]
м. Миколаїв, Україна
cetus@ukr.net[1], amorozova711004@gmail.com[2], luchenkov@yahoo.com[3]

Анотація: В роботі розглянута проблема локальних мінімумів при навчанні повно-зв'язних штучних нейронних мереж, що виявляється у завмиранні навчання в області нераціональних або неприйнятних рішень. Виконано порівняльний аналіз стану мережі при потраплянні у локальний мінімум для нейронних мереж з різною кількістю шарів. На основі результатів аналізу запропонована модель навчання, що дозволяє зменшити вплив локальних мінімумів на процес навчання глибоких нейронних мереж шляхом визначення нейронів, що обумовлюють завмирання процесу навчання, і їх модифікації для виходу з локального мінімуму. Показані результати практичної апробації розробленої моделі.

Ключові слова: штучна нейронна мережа, глибока нейронна мережа, навчання штучної нейронної мережі, локальний мінімум, глобальний мінімум, «Іриси Фішера», «Червоне вино».

Вступна частина

Повно-зв'язна штучна нейронна мережа (ШНМ) прямого поширення – це математична, програмна або апаратна модель, представлена як послідовне укладання декількох шарів нейронів таким чином, що кожен шар ШНМ приймає від попереднього шару (або з входу мережі, якщо попередній шар відсутній) набір даних, здійснює їх обробку і передає отримані результати в наступний шар (або на вихід мережі, якщо поточний шар виявився останнім у мережі). Шар мережі, що не є вхідним або вихідним, розглядаються як внутрішній (прихований). ШНМ, що налічують декілька прихованих шарів, отримали назву глибоких штучних нейронних мереж (ГШНМ). На поточний момент кількість прихованих шарів ШНМ, що дозволяє розглядати таку ШНМ як ГШНМ звичайно приймається як «понад 3», але, загалом, це питання досі є дискусійним (як приклад, в окремих сучасних ГШНМ число шарів

може сягати понад 100, у порівнянні з такими мережами мережа з кількістю шарів “3 або більше» сприймається скептично).

Алгоритми навчання ШНМ базуються на послідовному уточненні вагових коефіцієнтів нейронів для мінімізації помилки (також відомої як функція втрат). Якби поверхня припустимих рішень задачі була унімодальною (Рис. 1) такі алгоритми навчання загалом дозволили б гарантовано отримати прийнятно низьке значення функції втрат (ефект перенавчання мережі тут не враховуємо).

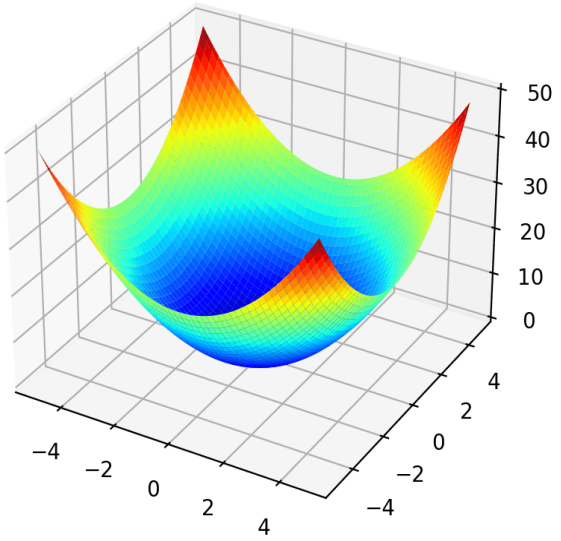


Рис. 1. Приклад унімодальної функції 2-х аргументів (запозичено з [2])

В реальних задачах, тим більше – в реальних задачах, де застосовуються ШНМ, поверхня припустимих рішень є мультимодальною (Рис. 2) і може мати багато локальних мінімумів та сідлових точок [1]. Як наслідок, при навчанні ШНМ типовою є ситуація, в якій мережа знаходить деяку локальну точку мінімуму функції втрат і на наступних кроках навчання нездатна вийти за межі області навколо цієї точки – навіть при наявності точок мінімумів зі значно меншим значенням функції втрат.

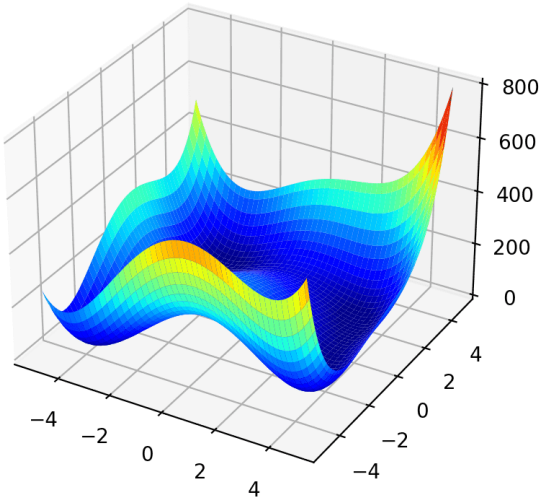


Рис. 2. Приклад мультимодальної функції 2-х аргументів (запозичено з [2])

Як приклад, на Рис. 3 представлений графік типової залежності значення функції втрат від кількості кроків навчання ШНМ з 9-ма шарами при вирішенні задачі регресії на відносно простому наборі даних «Іриси Фішера». Як видно з рисунку, між кроками в межах 300 та 1800 мережа перебувала у локальному мінімумі (або локальних мінімумах) зі сталою помилкою, що часто сприймається як завершення процесу навчання. Починаючи з 1800 до 2200 кроку алгоритм навчання ШНМ намагався вийти з локального мінімуму (або локальних мінімумів) і лише після 2700 кроку вдало подолав «бар'єр» між локальними та, ймовірно, глобальним мінімумом. При завершенні навчання помилка мережі становила 0,24 %, а помилка регресії на тестових даних знаходилась в межах 0,1–0,5 % для всіх кортежів з тестового набору, що свідчить про наближення до глобального мінімуму.

Тут треба зазначити, що отримані результати стали можливими завдяки оригінальному алгоритму навчання з регуляризацією для запобігання ефекту перенавчання мережі [5] (його розгляд виходять за рамки даної роботи). Тим не менше ці результати, зважаючи на простоту набору даних, були отримані надмірними зусиллями на навчання мережі, що практично унеможливлює застосування подібного підходу на промислових наборах даних. Отже, розробка алгоритмів навчання ШНМ, які дозволили б більш ефективно визначати і долати локальні мінімуми поверхні припустимих рішень є актуальною і практично значимою задачею.

Мета роботи. Мета роботи полягає у розробці на основі результатів аналізу особливостей навчання повно-зв'язних ШНМ з алгоритмом зворотнього поширення помилки моделі навчання, яка дозволить зменшити вплив проблеми локальних мінімумів на якість навчання ШНМ**.**

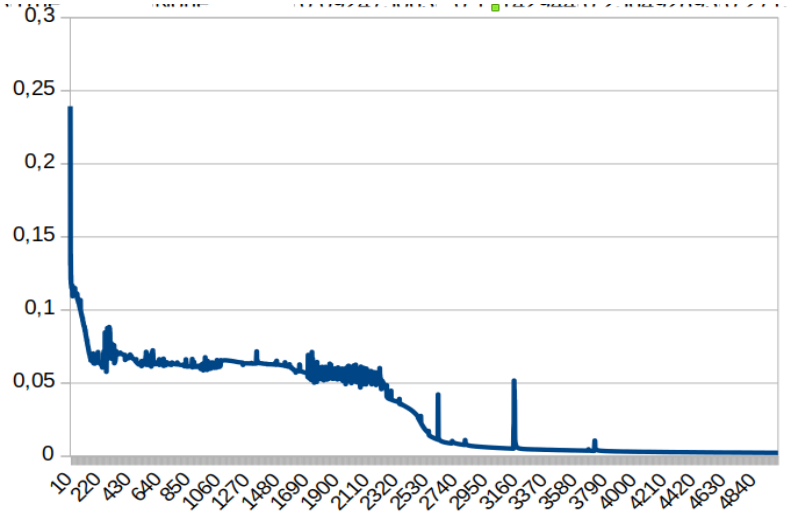


Рис. 3. Графік типової залежності значення функції втрат від кроку навчання ШНМ з 9 шарів в задачі регресії на наборі даних «Іриси Фішера»

Основна частина. З метою дослідження впливу кількості прихованих шарів ШНМ на можливість виходу з локальних мінімумів було створено декілька ШНМ з кількістю шарів від 3 до 18 і здійснено навчання мереж на основі попередньо розробленої моделі навчання [3, 4].

Для визначення реакції базових алгоритмів навчання необхідно визначити, які значення функції помилок відповідають локальним, а яке значення – глобальному мінімуму. Для цього, необхідно використати тестовий набір даних, для якого ці значення наперед відомі або можуть

бути отримані аналітичними методами. Як приклад, для вирішення цієї задачі цілком придатна функція з [2], графік якої представлений на Рис. 2:

$$z = (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2$$

За наведеним рівнянням було згенеровано тестовий набір даних з координат точок, що випадковим чином покривав поверхню двовимірного простору рішень. Цілком очікувано було визначено, що можливість виходу з локальних мінімумів визначається швидкістю навчання. Для зазначеного набору даних також було визначено, що вихід з локального мінімуму слабко пов'язаний з числом шарів у мережі. Тим не менше, зважаючи на відносну простоту застосованої для генерації набору даних функції, питання впливу кількості шарів на можливість виходу з локального мінімуму потребує більш детальних досліджень. Зважаючи на неможливість представити у даній роботі достатню інформацію про згенерований набір даних, більш повні результати щодо тестування на даному наборі даних тут не наводяться.

Для подальшої апробації розроблених ГШНМ на академічних наборах даних були використані набори: «Іриси Фішера», «Червоне вино». Відповідно до складності цих наборів даних були обрані декілька варіантів нейронних мереж, які відрізнялись числом нейронів у шарах і передаточними функціями. В процесі тестування вирішувалась задача регресійного аналізу. Всі набори даних були попередньо нормалізовані, а набір «Червоне вино» також збалансований шляхом циклічного додавання у набір наявних даних з міноритарних класів, недостатньо представлених у вхідному наборі.

Оскільки для вказаних наборів даних недоступні розподіли функції помилок, визначення глобальних мінімумів здійснювалось шляхом багаторазового повторення процесів навчання, тестування і фіксації помилок з подальшим порівнянням отриманих результатів з результатами для мінімальної помилки мережі. При цьому було визначено, що кореляція можливості виходу з локального мінімуму та швидкості навчання є невисокою і не дозволяє обґрунтовано визначити раціональну швидкість навчання для кожної мережі та кожного набору даних. Це можна пояснити тим, що хоча висока швидкість навчання дозволяє проходити локальні мінімуми, але також призводить і до проходів глобального мінімуму. Так само мала швидкість навчання хоча і дозволяє зупинитись в глобальному мінімумі, але часто призводить до зупинки у локальному мінімумі або на сідловині. Отже, потрібний механізм, який дозволив би з одного боку мати достатню швидкість навчання, щоб пройти локальні мінімуми, і недостатню, щоб вийти з глобального. Загалом, спроби розробити такі механізми відомі, і найпростішим з них є поступове зменшення швидкості навчання. Використання цього механізму в поточному дослідженні дещо покращило результати навчання, але ці покращення не є суттєвими.

З метою подолання зазначеної проблеми був розроблений оригінальний адаптивний алгоритм навчання, здатний визначати потрапляння в мінімум з подальшим визначенням нейронів, що сприяють осіданню мережі в точках мінімуму з подальшою корекцією їх вагових коефіцієнтів для пришвидшеного виходу з області мінімуму в раціональному з точки зору виходу з мінімуму напрямку.

Типовий результат застосування розробленого алгоритму навчання для набору даних «Червоне вино» представлений на Рис. 4.

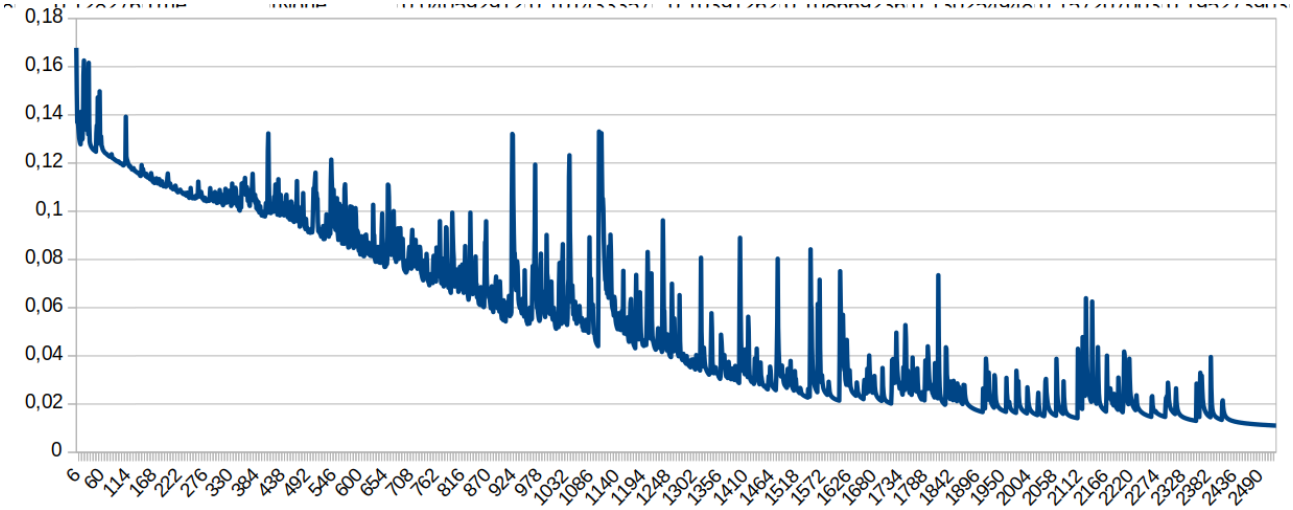


Рис. 4. Типовий графік залежності функції втрат від кроку навчання для набору даних «Червоне вино» ШНМ з 9 шарів

З рисунка видно, що не зважаючи на значно більш складний порівняно з «Ірисами Фішера» характер даних, ШНМ змогла ефективно долати локальні мінімуми та сідлові точки і досягти низького значення функції втрат. При завершенні навчання помилка мережі становила 1,12 %, що підтверджує працездатність розробленого алгоритму.

Апробація. Представлені в роботі результати були застосовані в практичній задачі мінімізації вібрації корпусу судна в межах міжнародного науково-дослідного проєкту [6]. Вирішення задачі здійснювалось на нейромережевій моделі корпусу судна з встановленим головним валопроводом.

Висновки. На основі отриманих результатів моделювання можна зробити висновок: проблема виходу з локальних мінімумів повно-зв'язних ШНМ може бути частково вирішена за рахунок впровадження у мережу адаптивної моделі навчання мережі з визначенням нейронів, що сприяють осіданню мережі в точках мінімуму.

Література

1. S. Hochreiter, Y. Bengio, P. Frasconi, J. Schmidhuber, (2001). Gradient flow in recurrent nets: the difficulty of learning long-term dependencies. / Kremer, S. C.; Kolen, J. F. *A Field Guide to Dynamical Recurrent Neural Networks*. IEEE Press. ISBN 0-7803-5369-2.

2. Brownlee, J. Two-Dimensional (2D) Test Functions for Function Optimization. URL: https://machinelearningmastery.com/2d-test-functions-for-function-optimization/

3. Гайда А.Ю., Фарионова Т.А., Ворона М.В. Механизмы эффективного управления динамическими системами с нечетко выраженными состояниями «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». VII Міжнародна науково–практична конференція – Миколаїв: 2016.

4. Гайда А.Ю., Михелєв І.Л., Морозова Г.С. До проблеми зникаючого градієнту при навчанні глибоких штучних нейронних мереж. *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці*: XIV Міжнародна науково-технічна *конференція*: матеріали. – Миколаїв: НУК, 2023.

5. Гайда А.Ю., Морозова Г.С. Механізм адаптивного навчання глибоких штучних нейронних мереж. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 35 (74) No 3 2024 – Херсон: 2024. С. 48–53.

6. Gaida, A., Luchenkov, Ye., Orischuck Yu. Application of Artificial Intelligence and Finite Element Method for Design of Marine Propulsion Units and Reduction of Noise and Vibration. During 8-th International SUT (China) Technical Conference – Zhejiang Ocean University / Zhoushan of Zhejiang, Chine: 2019

TO THE PROBLEM OF LOCAL MINIMA IN LEARNING DEEP NEURAL NETWORKS

Anatolii Gaida, Hanna Morozova

National University of Shipbuilding, Ukraine, Yehor Luchenkov, Ukraine

Abstract. The paper examines the problem of local minima in the training of fully connected artificial neural networks, which manifests itself in the freezing of training in the area of irrational or unacceptable solutions. A comparative analysis of the state of the network upon reaching a local minimum for neural networks with different number of layers is performed. Based on the results of the analysis, a learning model is proposed, which allows reducing the influence of local minima on the learning process of deep neural networks by identifying the neurons that cause the learning process to freeze and modifying them to exit the local minima. The results of practical testing of the developed model are shown.

Key words: artificial neural network, deep neural network, artificial neural network training, local minimum, global minimum, “Fisher irises”, “Red wine”.

УДК 519.6

РОЗРОБКА НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ПЛАЗМОТРОНА

Верещаго Є. М.
кандидат технічних наук,доцент кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, ventkua@gmail.com
Стогнієнко Є. В.
аспірант, кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, yevhen.stohniienko@ukr.net
Маслик В. С.
студентка,
кафедри менеджменту та бізнес-адміністрування
Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
м. Харків, Україна, maslikviktoria641@gmail.com

Анотація: В цій доповіді розглянуто створення нечіткої системи керування для імпульсного джерела живлення, що використовується в плазмовому різанні металів. Нечіткий

регулятор дає можливість враховувати нелінійності та невизначеності процесу, покращуючи перехідні характеристики системи. Порівняння з еталонною системою, що використовує пропорційний регулятор, показало, що нечіткий забезпечує зменшений час наростання і перерегулювання без суттєвого збільшення енергоспоживання. Це сприяє підвищенню якості поверхні зрізу та зменшенню витрат на додаткову обробку й може забезпечити конкурентні переваги.

Ключові слова: система автоматичного керування, пропорційний регулятор, ПІД регулятор, нечіткий регулятор, нейро-нечіткий регулятор, імпульсне джерело живлення, плазмове різання, перехідний процес, MATLAB, Simulink, PID Tuner.

Плазмове різання металів є важливим процесом у сучасному виробництві, а якість поверхні зрізу має важливе значення. Джерело живлення є одним з ключових чинників, що впливають на якість різання. Джерела живлення з традиційним ПІД регулятором часто не можуть забезпечити необхідну точність і стабільність через нелінійності та невизначеності процесу. У цьому дослідженні ми пропонуємо використання нечіткого регулятора для керування імпульсним джерелом живлення і розглядаємо, як використання нечіткої логіки дає можливість покращити перехідні характеристики системи.

Метою цього дослідження було розробити нечітку систему керування для імпульсного джерела живлення, щоби покращити показники якості перехідного процесу. Призначенням нашого джерела живлення є плазмове різання металів, де такі характеристики, як час наростання і перерегулювання мають суттєвий вплив на якість поверхні зрізу. Покращення якості поверхні зменшує потребу в додаткових процесах обробки, заощаджуючи час і кошти в процесі виробництва, а це може забезпечити конкурентні переваги [1, с. 1–2].

Нечіткий регулятор дає змогу враховувати нелінійності та невизначеності, що властиві для плазмового різання, оскільки для цього процесу проблематично побудувати точну модель [2, с. 1; 3, с. 1–2]. Цей тип регулятора використовує нечітку логіку для формування сигналу керування, що може забезпечувати покращення перехідних характеристик джерела живлення і, відповідно, якості різання, порівняно зі звичайним ПІД регулятором [2, с. 1].

Оцінювати ефективність та якість системи керування можна з використанням різних метрик чи показників. Зокрема, можна порівняти показники якості перехідного процесу для системи, де застосовано досліджуваний регулятор із тими самими показниками для еталонної системи. Однією з переваг цього методу є полегшення ітеративного налаштування досліджуваного регулятора.

Для еталонної системи ми створили пропорційний регулятор, який забезпечує доволі високі характеристики продуктивності. Цей регулятор ми створили з використанням інструменту PID Tuner, який використовується для візуального та автоматичного налаштування параметрів PID-регулятора в MATLAB Simulink.

Експериментальний нечіткий регулятор створено на основі нейро-нечіткого, який повторює поведінку пропорційного. Нейро-нечіткий регулятор застосовано для спрощення налаштування нечіткого регулятора [4, с. 52–59]. Для нечіткого регулятора, отриманого на основі нейро-нечіткого, були експериментально підібрані такі значення функцій належності, за яких досягаються найкращі характеристики перехідного процесу (рис. 1). Отриманий регулятор реалізує нелінійний закон керування (рис. 2).

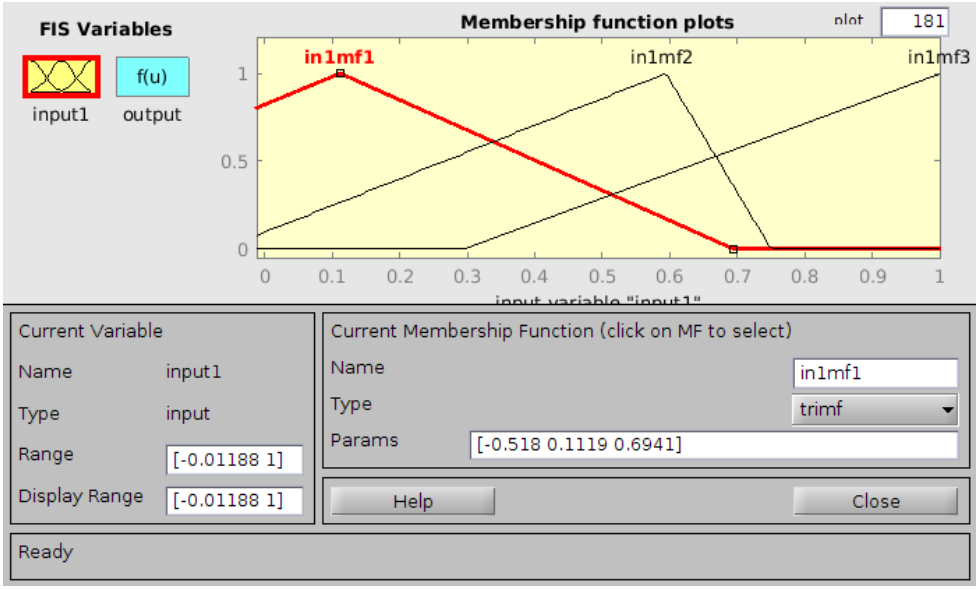


Рис. 1 – Функції належності, визначені експериментально

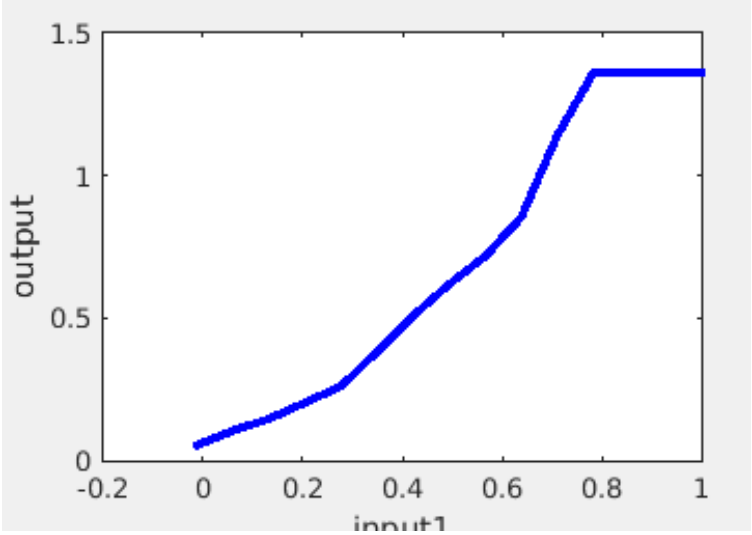


Рис. 2 – Залежність виходу від входу отриманого регулятора

Для оцінювання якості керування із застосуванням отриманого регулятора ми виконали порівняння часу наростання та перерегулювання експериментальної системи та еталонної. Для цього ми промоделювали реакцію системи на одиничний сходинковий сигнал. Для наочності також ми промоделювали реакцію еталонної системи та системи з нейро-нечітким регулятором (рис. 3).

У результаті виконання побудованої моделі ми визначили та порівняли показники якості перехідних процесів, а також оцінили витрати енергії для кожної промодельованої системи (рис. 4). З результатів моделювання видно, що нейро-нечіткий регулятор повністю повторює еталонний, а створений на його основі нечіткий регулятор, що реалізує нелінійний закон керування, демонструє зменшений час наростання і зменшене перерегулювання. Витрати енергії при цьому не виявляють суттєвого збільшення.

Тож, наша система керування джерелом живлення для плазмового різання може забезпечити поліпшення якості поверхні зрізу без суттєвого збільшення енергоспоживання і

рівня складності системи. Це дає змогу заощадити час і кошти в процесі виробництва із застосуванням плазмового різання, та, отже, підвищити конкурентоздатність продукції.

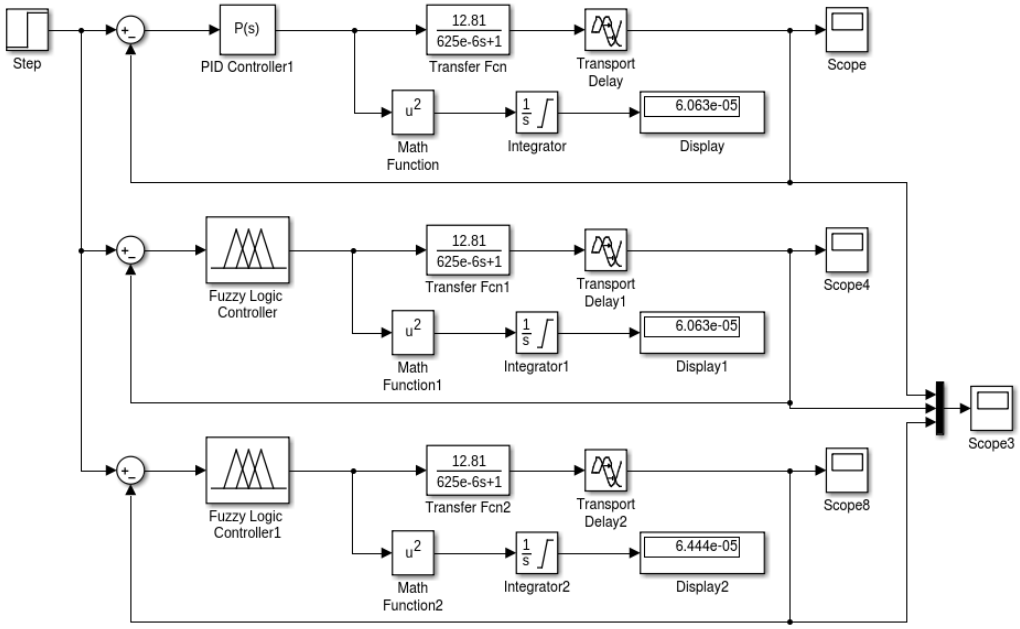


Рис. 3 – Модель, побудована для порівняння варіантів системи з різними регуляторами

Рис. 4 – Результати моделювання варіантів системи з різними регуляторами

Література

[1]. Gostimirović M. et al. An experimental analysis of cutting quality in plasma arc machining // Advanced Technologies and Materials. 2020. Vol. 45, № 1. P. 1–8.

[2]. Jia D., He J., Zhao C. Fuzzy control and simulation for inverted plasma cutting power supply // 2009 9th international conference on electronic measurement & instruments. 2009. P. 3–523–3-527.

[3]. Верещаго Е. Н. и др. Схемотехника инверторных источников питания для дуговой сварки : Учеб. Пособие для студ. Николаев: Укр. гос. мор. техн. ун-т им. Адм. Макарова, 2000. 283 с.

[4]. Верещаго Є. М. та ін. Створення нейро-нечіткого контролера для керування джерелом живлення // Сучасні проблеми автоматики та електротехніки: Матеріали всеукр. Наук.-техн. конф. / ed. Обрубов А.В. Миколаїв: НУК, 2024. 68 с.

DESIGN OF FUZZY CONTROL SYSTEM FOR PLASMA TORCH POWER SUPPLY

Vereshchago Eugen Mykolaiovych
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, NUOS
Stohniienko Yevhen Valentynovych
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, NUOS
Maslyk Viktoriia Stanislavivna
National Aerospace University – Kharkiv Aviation Institute, NAU "KhAI"

Abstract. This paper discusses the design of a fuzzy control system for a switching power supply used in plasma metal cutting. The fuzzy controller allows for accounting for nonlinearities and uncertainties of the process, improving the transients of the system. Comparison with a reference system using a proportional controller showed that the fuzzy controller provides reduced rise time and overshoot without a significant increase in energy consumption. This contributes to improved cut surface quality and reduced post-processing costs, potentially providing competitive advantages.

Keywords: automatic control system, proportional controller, PID controller, fuzzy controller, neuro-fuzzy controller, switching power supply, plasma cutting, transient, MATLAB, Simulink, PID Tuner.

УДК 621.3

КОМ'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ СЛУЖБ ОХОРОНИ СУДНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ ОНЛАЙН РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ

Капура І.А.
кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування
Первомайського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Первомайськ, Україна, ihor.kapura@nuos.edu.ua

Анотація. Одна із пріоритетних серед задач, які поставлені перед комп'ютерно-інтегрованими технологіями, це підвищення ефективності інформаційних технологій на підприємствах. У роботі наведено відомості про комп'ютеризовану систему підтримки для служб охорони на основі використання потокового розпізнавання та супроводження осіб. Робота базується на використанні технологій та бібліотек розпізнавання OpenCV.

Ключові слова: Система відеоспостереження, рухомий об'єкт, відеоматеріал, OpenCV, відеоспостереження, охорона, EigenFaces, FisherFaces, LBPHFaces, відеопотік, кодек, відеофайл, бібліотека, кадр, інтерфейс, бібліотека, трекінг.

Вступна частина. Прагнення збільшити рівень безпеки і захищеності людей і підприємств призводить до повсюдного використання систем відеоспостереження. Широке застосування системи відеоспостереження знаходять на виробництвах, беручи участь в процесах контролю та управляння, технологічними процесами, а також у системах охоронної діяльності. Робота базується на використанні алгоритмів та підходів, шо наведені у [1–3] та використанні бібліотек OpenCV.

Мета. Розвиток системи розпізнавання та супроводження осіб для служби охорони суднобудівних підприємств. Основне завдання це розробка системи, що виконує сповіщення для службі охорони при порушеннях режиму та/або периметру охорони, підвищення якості розпізнавання осіб.

Основна частина. Виходячи з проведеного аналізу, визначено ряд недоліків, які можна об’єднати в кілька груп. До першої групи недоліків можна віднести відсутність даних про можливості системи. Не визначено максимальну кількість камер, які система може обробляти, їх розміщення. Відсутність таких даних не дозволяє розрахувати економічну ефективність системи і оцінити площу території, що охороняється. Наступний недолік полягає в тому, що в системі відбувається обробка декількох кадрів в секунду, а особа перебуває в зоні визначення камери більший час. В результаті особа буде розпізнаватися багаторазово, і в службу охорони відправлятиметься звіт кожен раз, як воно розпізнається. Таким чином, звіт про одне й те ж людину може з’являтися у охорони кілька разів за хвилину. Для того, щоб позбутися від багаторазового виникнення звіту про одну й ту ж проблему.

До другої групи недоліків можна віднести низьку якість розпізнавання. Низька якість розпізнавання залежить від розподільчої здатності відеокамери, а від цього залежить розмір зони найкращого розпізнавання. Також на якість результат від загальної кількості і якість фотографій, які знаходяться в базі даних і можливі положення особи на фото.

Окрім завдання підвищення якості розпізнавання обличчя для ідентифікації осіб та визначення їх реквізитів, потрібно вирішувати задачі розвитку функціональної частини системи, а саме – додавання пакету додаткових можливостей: трекінгу місцеположення персон для збереження інформації про їх переміщення, визначення порушення режиму доступу до приміщень з обмеженим доступом з використанням чи без використання перепусток. Для системи для підвищення захисту від несанкціонованого доступу осіб до контрольованого периметру запропоновано алгоритм, що дозволяє адаптивно визначати найбільш вірогідні місця порушення периметру.

Для аналізу впливу параметрів на якість розпізнавання потрібно використовувати два відеопотоку, на вхід системи з проходом одного і двох чоловік. людини. Максимальна відстань від відеокамери, з якого починається прохід, становить 5 метрів і мінімальне 0.5 метра.

Для зменшення кількості варіантів по заданих параметрах було визначено основні параметри, за якими провести тестування з визначенням їх оптимальних значень, які в наступних експериментах будуть фіксуватися. Визначено три параметра: обробник кадрів (N1), розподільча здатність (R1min, R1max) і поріг (Th).

Спочатку було визначено оптимальну швидкість обробки кадру. Наприклад, чотири тести з параметром N1 при значеннях 1, 4, 8 і 10, який означає, що обробляється кожен перший, кожен четвертий, восьмий і десятий кадри. Інші параметри, що впливають на швидкість,

мають таке значення: R1min = 50 і R1max = мінімальна сторона відеокадру (без обмеження максимального дозволу).

Однак, після обмеження розподільчої здатності зображення особи в вирізаному кадрі до R1min = 75 і R1max = 140, швидкість обробки кадру значно зростає.

Швидкість обробки кадру в залежності від кількості кадрів (параметра N1) падає, що пов'язано з часовими витратами на підрахунок і пропуск системою незадіяних в обробці кадрів. При цьому загальний час обробки відео в рази знижується за рахунок збільшення параметра N1 до 8, так як зменшується число кадрів. при N1 = 10 загальний час обробки відео знижується незначно, а, як зазначалося вище, при швидкості руху людини в 1м/сек, ми маємо всього 2 кадри в секунду для аналізу, що для вибору оптимальних параметрів системи недостатньо.

Далі потрібно зрозуміти яке обмеження по вирішенню необхідно виставити, щоб була досить висока швидкість обробки кадру, але не було пропуску осіб, які правильно розпізнаються. Якщо розглядати роботу методів в шкалі часу розрізі швидкодії, то відбувається розпізнавання осіб і присвоєння коефіцієнта впевненості, що надходять в порядку черги зображень.

Висновки. В результаті аналізу були отримані графіки, що показують залежність коефіцієнта впевненості K1 від R1 і залежність вірно і невірно розпізнаних осіб від дозволу R1. По осі X розташоване дозвіл R1, (тільки по одній стороні вирізаного з кадру особи, так як особа за замовчуванням визначається у вигляді квадрата – наприклад, 60x60). Синій графік показує, вірне чи було розпізнавання (верхнє розташування) або невірне (нижнє розташування) в залежності від R1.

У результаті експериментальних досліджень найкращий результат показав алгоритм LBPHFaces, отримані значення розподільної здатності, при яких розпізнавання виконується це 60x60.

Максимальна роздільна здатність R1max обрати набагато складніше, тому що занадто мале значення може відсіяти ряд правильно розпізнати осіб, а надто велике значення може зменшити швидкість обробки кадру і відповідно збільшити час цієї ж обробки. Мінімальний коефіцієнт впевненості розташований близько дозволу в 200x200 пікселів. Тож у результаті прийнято R_{1min} = 65 і R_{1max} = 200. Отримано також дані про залежність якості розпізнавання (при використанні методів EigenFaces, FisherFaces) від освітлення на відміну від третього методу (LBPHFaces).

При проходженні невідомих осіб (інформації про яких немає в базі даних) система повинна реагувати належним чином. Для цього реалізовано пороговий обмежувач, що за значенням коефіцієнтів впевненості робить однозначний вирок – чи відома системі особа чи ні.

Література

[1] Новіков Р. С.; Розробка системи потокового розпізнавання і супроводу осіб з використанням декількох джерел відеозображення. 2018 р.

[2] Karunaratne P., Karunasekera S., Harwood A. Distributed stream clustering using microclusters on Apache Storm // Journal of Parallel and Distributed Computing. – 2017. – Т. 108. – С. 74–84

[3] Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library. – "O'Reilly Media, Inc.", 2008. p.

COMPUTERIZED SYSTEM FOR SECURITY SERVICES OF SHIPBUILDING ENTERPRISES BASED ON ONLINE FACE RECOGNITION

Kapura I.A.

Pervomaisk Educational Scientific Institute of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Pervomaisk

Abstract. One of the priority tasks for computer-integrated technologies is increasing the efficiency of information technologies at enterprises. The work provides information on a computerized support system for security services based on the use of stream recognition and tracking of persons. The work is based on the use of OpenCV recognition technologies and libraries.

Keywords: CCTV system, moving object, footage, OpenCV, video surveillance, security, EigenFaces, FisherFaces, LBPHFaces, video stream, codec, video file, library, frame, interface, library, tracking.

УДК 164.053:629.1:658.788

РОБОТИЗОВАНІ ЗАСОБИ ТРАНСПОРТУВАННЯ В ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСАХ LAST-MILE DELIVERY

Мазура М.В.

магістр, sachji.mm@gmail.com

Герасін О.С.

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління, oleksandr.gerasin@nuos.edu.ua

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

Анотація. Робота присвячена огляду роботизованих засобів транспортування в логістичних процесах доставки «останньої милі» (Last Mile Delivery, LMD), які є перспективною альтернативою традиційним методам доставки. Запропоновано класифікацію автономних транспортних роботів (АТР) за ключовими параметрами, такими як: середовище функціонування, вантажопідйомність, тип завдань та ступінь автономності, що дозволяє оцінити переваги та недоліки доставки за допомогою АТР.

Ключові слова: доставка «останньої милі», автономний транспортний робот, класифікація, безпілотні літальні апарати, логістика.

Термін «доставка останньої милі» (Last Mile Delivery, LMD) стосується фінального етапу обслуговування бізнесу для споживача, під час якого товари доставляються від складу до пункту призначення за допомогою певного виду транспорту. При цьому компанії прагнуть впроваджувати нові транспортні технології для зменшення заторів, уникнення обмежень інфраструктури, зменшення часу доставки. Наприклад, альтернативою класичному наземному транспорту є безпілотні літальні апарати (БПЛА), які можуть виконувати доставку у надзвичайних ситуаціях.

Дослідження використання БПЛА як транспортних засобів для доставки товарів знаходиться на початковій стадії, з деякими практичними випробуваннями, проведеними лідерами галузі, такими як Google та Amazon. Крім того, використання наземних автономних транспортних систем у доставці мало досліджено, хоча використання автономних роботів для вирішення цих завдань виглядає перспективно.

Метою цієї роботи є огляд та класифікація автономних транспортних роботів (АТР), а також аналіз перспектив розвитку технологій LMD на їх основі.

АТР можна класифікувати за різними ознаками, які дозволяють сформувати певне уявлення про них та в подальшому визначити критерії для їх аналізу як об'єктів керування. Розглянемо далі основні категорії класифікації АТР.

1. За середовищем функціонування:

- наземні роботи (Automated Guided Vehicles, AGV) використовуються на дорогах і тротуарах. Starship Technologies – маленькі автономні роботи для доставки дрібних вантажів (до 10 кг) на короткі відстані у міських умовах [1]. Robby Technologies – автономний робот, що пересувається тротуарами і дорогами, здатний доставляти вантажі різних розмірів [2];
- повітряні роботи (Unmanned Aerial Vehicles, UAV), використовуються для доставки через повітря. Amazon Prime Air – безпілотний літальний апарат для швидкої доставки малих посилок, товарів з Інтернет-магазинів (до 2,3 кг) на короткі відстані[3];
- надводні роботи (Surface Robots) працюють на поверхні води. Roboats (MIT) – автономні надводні човни, які використовуються для транспортування невеликих вантажів через водні канали в міських умовах [4]. Sea Machines Robotics – надводні автономні системи для транспортування великогабаритних вантажів по воді;
- підводні роботи (Underwater Robots) використовуються під водою для спеціалізованих завдань. Boxfish ROV [5] – дистанційно керований робот для доставки спеціалізованих вантажів та технічного обслуговування морських об'єктів під водою.

2. За вантажопідйомністю:

- малогабаритні роботи призначені для транспортування малих і легких вантажів (до 10 кг). Wing (Google) – безпілотний літальний апарат для доставки легких товарів (ліків, продуктів харчування та дрібної електроніки) у важкодоступні місця, а також у міські райони [6];
- середньогабаритні роботи можуть транспортувати вантажі середнього розміру (до 100 кг). Nuro – безпілотний автомобіль для доставки побутових товарів [7];
- великогабаритні роботи призначені для перевезення важких і великогабаритних вантажів (понад 100 кг). CargoCopter – високопотужний БПЛА, здатний транспортувати великі вантажі на значні відстані [8]. Volocopter – літальний апарат, призначений для перевезення пасажирів і великих вантажів [9].

3. За типом завдань:

- універсальні логістичні роботи використовуються для доставки товарів кінцевим споживачам у міських умовах. Вони працюють на дорогах, тротуарах або в повітрі, забезпечуючи швидку і точну доставку (Starship Technologies, Wing (Google);
- спеціалізовані роботи призначені для виконання особливих завдань, таких як: доставка медикаментів, проведення моніторингу, рятувальні операції або обслуговування важкодоступних об'єктів. Вони оснащуються спеціалізованими інструментами або

обладнанням для виконання завдань в екстремальних умовах. Прикладами таких АТР є Boxfish ROV, медевакшассі Мамонова – гусеничні безпілотна платформа для евакуації поранених, ТУРАН [10] та інші;

- роботи для виконання завдань в складних умовах (сільська місцевість, гірські райони, ліси або інші складні ландшафти). Sea Machines Robotics, Volocopter, Rover Systems – наземні роботи, здатні пересуватися по важкопрохідній місцевості для доставки необхідних матеріалів або проведення розвідки.

4. За ступенем автономності керування:

- повністю автономні роботи мають повну автономію і не потребують контролю з боку людини (Starship Technologies, Nuro);
- напівавтономні роботи можуть працювати автономно, але потребують часткового контролю або нагляду з боку оператора. Handle (Boston Dynamics) – робот з високою вантажопідйомністю, який розроблений для роботи у складських умовах [11];
- дистанційно керовані роботи для виконання завдань знаходяться під постійним керуванням оператора (Boxfish ROV).

Ця класифікація не є вичерпною, але достатньою для розуміння різнотипних роботизованих систем доставки і їхніх можливостей для задач LMD.

Аналіз сучасних АТР показує, що наземні автономні транспортні системи мають значний потенціал для розвитку, особливо в контексті вирішення логістичних завдань доставки на «останній милі». Їх переваги включають високу адаптивність до міського середовища, можливість транспортування як малогабаритних, так і великогабаритних вантажів, а також нижчу вартість експлуатації порівняно з БПЛА або водними системами. Наземні системи також мають менше обмежень щодо керування порівняно з БПЛА, і вони можуть використовувати існуючу дорожню інфраструктуру.

Разом з тим, наземні АТР стикаються з труднощами під час навігації в складному міському середовищі, зокрема через необхідність уникати перешкоди, дотримуватися правил дорожнього руху та взаємодії з пішоходами. Швидкість переміщення наземних роботів часто обмежена, особливо в умовах густонаселених міських районів, що може впливати на ефективність доставки. Крім того, існує ризик пошкодження або втрати наземних роботів під час виконання ними завдань, в тому числі в громадських місцях спільного користування.

Перспективи розвитку АТР полягають в удосконаленні технологій автономного керування за допомогою засобів штучного інтелекту та машинного навчання, що дозволить роботам більш ефективно орієнтуватися в складних умовах, ухилятися від перешкод і оптимізувати маршрути, взаємодіяти з іншими видами транспорту та розширити межі їх застосування для більш широкого кола завдань у LMD-логістиці.

Література

[1]. Starship Technologies – The Future of Delivery. URL: https://www.starship.xyz/the-starship-robot/.

[2]. H. Liu, Y. Wang & T. Li. Autonomous Delivery Vehicles: System Design and Application. Journal of Autonomous Systems and Robotics, 15 (3), 2018. с. 239–255.

[3]. Amazon Prime Air – Швидка доставка через небо. URL: https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air.

[4]. Wang, Z. & Liu, J. Autonomous Boats: Innovations and Future Directions. Journal of Marine Engineering and Technology, 23 (2), 2019. с. 97–112.

[5]. Campbell, R. & Davies, P. Remote Operated Vehicles for Underwater Exploration and Service. In Journal of Marine Robotics. Journal of Marine Robotics, 29 (1), 2017. с. 22–38.

[6]. Wing – Дрони, що доставляють майбутнє. URL: https://wing.com/how-it-works/.

[7]. Clarke, R. & Bedford, P. Autonomous Vehicles for Urban Delivery: Nuro's Case Study. Urban Mobility Journal, 7 (2), 2020. с. 89–105.

[8]. Dorr, B. & Kim, S. Heavy-Lift Drones: Challenges and Innovations in Cargo Transport. In Aerospace Engineering Review, 33 (4), 2019. pp. 224–242.

[9]. Volocopter. URL: https://www.volocopter.com/en/air-mobility.

[10]. Безпілотна платформа для логістики ТУРАН. URL: https://temerland.com/rishennya/bezpilotna-platforma-dlya-logistyky-turan/.

[11]. Beringer, T. & Sullivan, E. Robotics in Warehousing: The Evolution of Material Handling. Journal of Industrial Robotics, 16 (3), 2018. с. 140–157.

ROBOTIC MEANS OF TRANSPORTATION IN LAST-MILE DELIVERY LOGISTICS PROCESSES

Mazura Maksym Volodymyrovych

Master's Degree

Gerasin Oleksandr Serhiyovych

PhD, Associate Professor, Computerized Control Systems Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The study is devoted to reviewing robotic transportation means in logistics processes of "last mile delivery" (LMD), which present a promising alternative to traditional delivery methods. A classification of autonomous transport robots (ATR) has been proposed based on key parameters such as: operating environment, payload capacity, task type and degree of autonomy, which allows for assessing the advantages and disadvantages of using ATR for delivery purposes.

Keywords: last mile delivery, autonomous transport robot, classification, unmanned aerial vehicles, logistics.

УДК 681.5

АСПЕКТИ ЕСКІЗНОГО ПРОЕКТУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ МОРСЬКИХ БЕЗЕКІПАЖНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Надточій В.А.
кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та електроустаткування Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна, nva074@gmail.com
Бурунін А.П.
аспірант, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна.

Проектування морських безекіпажних транспортних засобів складний, ітеративний, мультизадачний, недетермінований, науковмісний етап їх життєвого циклу. Особливо це стосується етапів пошуку концептуальних рішень, розробки технічних умов і ескізного проектування коли необхідно узгодити безліч суперечливих вимог та вирішити безліч задач, у тому числі тих, що вимагають проведення наукових досліджень, пошуку і впровадження нових підходів і методів. Проектування акумуляторних батареї для морських роботів в повній мірі відповідає віще наведеному.

Ключові слова: системний підхід, ескізне проектування, безекіпажне надводне судно, електроенергетична система, акумуляторна батарея, надійність.

Безекіпажні надводні судна (БНС) будуються із застосуванням взаємопов’язаного комплексу автоматичних систем енергетики, навігації, руху, палубних механізмів і корисного вантажу [1–3]. Широке поширення мають БНС з суто електроенергетичною системою на основі хімічних джерел струму. Запас енергії акумуляторної батареї (АКБ) може перевищувати 0,5 МВт·г [4] (при напрузі більше 200 В) що еквівалентно більш ніж 400 кг тротилла. Такі АКБ необхідно розміщувати у вкрай стиснутих герметичних корпусах з одночасним дотриманням високими вимогами до надійності, безпечності, контрольованості, керованості, зручності обслуговування і т. д. На перших етапах проектування БНС з АКБ великої потужності, оперуючи розрахунковими значеннями напруга-ємність-струм, перебором різних варіантів застосування різних зразків акумуляторів, визначається її тип, масо-габаритні показники, число і розміщення секцій, топологія з’єднань, рівень автоматизації та інформаційні властивості з врахуванням вимог до надійності, безпечності та обслуговування. Секційність, або іншими словами модульність АКБ, відіграє важливу роль при подальшому проектуванні, будівництві та експлуатації БНС, оскільки підвищує її надійність (опосередковано сприяє непотоплюваності судна) і безпечність а також спрощує обслуговування та ремонт.

АКБ як правило складається з окремих герметичних секцій, (залежно від умов експлуатації призматичної, циліндричної або сферичної форми) які в свою чергу містять певну кількість акумуляторів що мають циліндричну форму або форму прямокутного

паралелепіпеда. Акумулятори можуть бути в корпусах чи безкорпусними що складаються з елементарних комірок з вбудованою або зовнішньою системою захисту та контролю (BMS). Початкова задача полягає в оптимальному заповненні акумуляторами внутрішнього об'єму секції, забезпечивши номінальний рівень напруги і певну ємність. Далі, встановлюється кількості таких секцій для досягнення розрахункової ємності АКБ (рис. 1). Наступним кроком є визначення масо-габаритних показників акумуляторної збірки в секції, розміри секції та можливість розміщення всіх секцій на борту. При незадовільних масо-габаритних показниках і утрудненій компоновці АКБ, розглядаються інші варіанти акумуляторів і процес повторюється.

При застосуванні акумуляторів одного типу, зміна секційності АКБ від 4 до 10 може впливати на загальну ємність в широких межах (впритул до +45 % –17 %) від розрахункового значення. Теж саме стосується маси акумуляторної збірки та її обома.

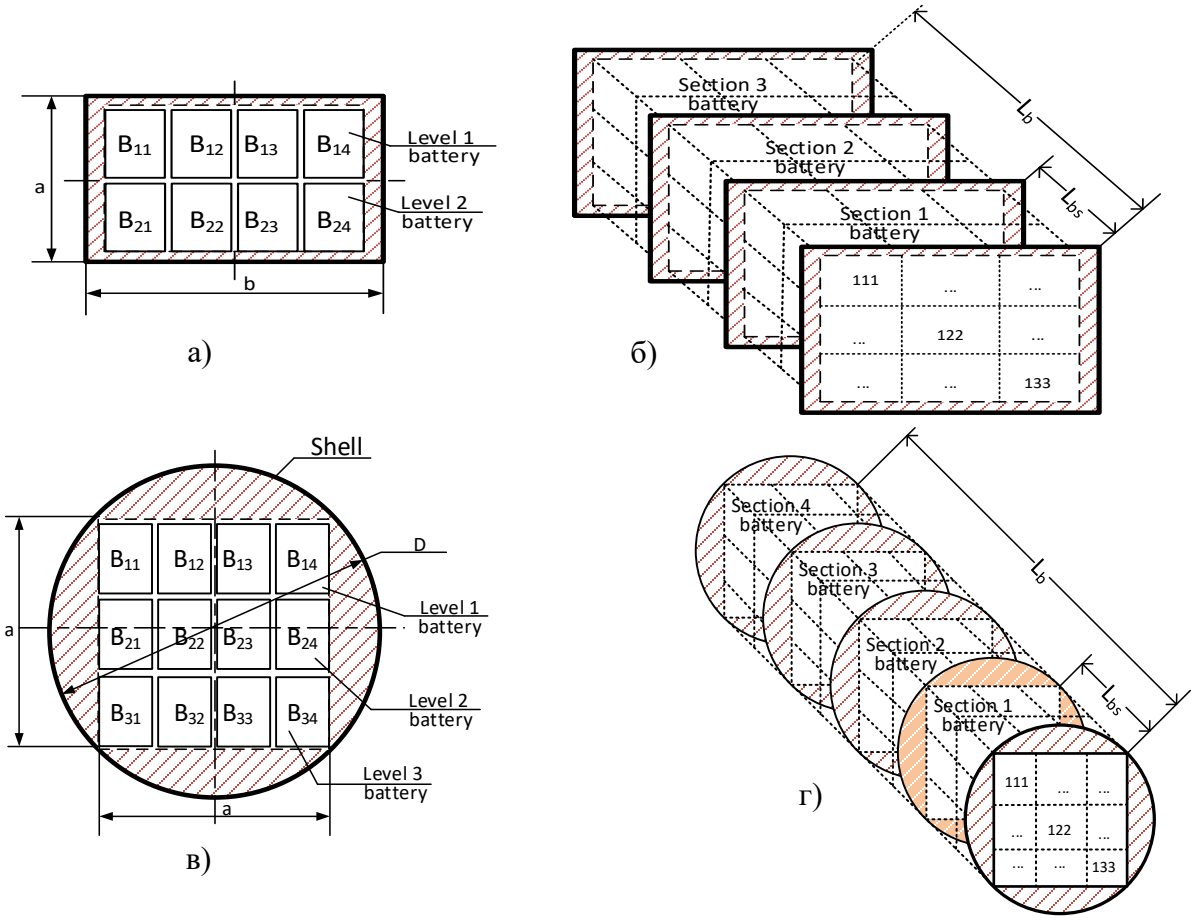
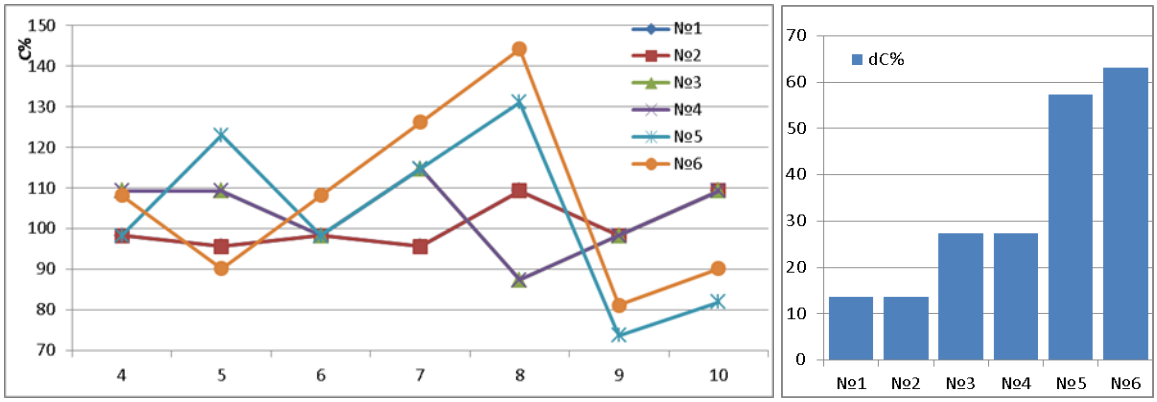


Рис. 1 – Компоновка секцій батареї у призматичному та циліндричному об'ємі: а) необхідно передбачати простір для розміщення опорних конструкцій, комунікацій, BMS, комутаційної та інформаційної систем, в) до 32 % простору гарантовано забезпечені для комунікацій та додаткового обладнання, б), г) параметри акумуляторів в секціях представляються як просторові матриці.



а) *б)*

Рис. 2 – Ємність% АКБ при зміні секційності від 4 до 10: а) для різних акумуляторів б) діапазони відхилення ємності при застосуванні різних акумуляторів.

Висновки. На початкових етапах проектування АКБ великої потужності, враховується велика кількість важливих умов, серед яких, компактність, легкість, надійність, безпечність, зручність обслуговування та ремонту. Секціонування АКБ дозволяє в певній мірі вирішити ці завдання ціною ускладнення конструкції БНС і її здороження. Розбивка по секціям суттєво впливає на кінцеві масо-габаритні показники, і ємність АКБ. Вибір оптимального варіанту вимагає проведення оціночних розрахунків для кожного варіанту розбивки.

Література

[1]. Justin E. Manley. Unmanned Surface Vehicles, 15 Years of Development. Battelle Applied Coastal and Environmental Services. (2008). Conference: OCEANS 2008. DOI:10.1109/OCEANS.2008.5152052. https://www.ieeeoes.org/history/080515-175.pdf.

[2]. McMurry, John; Fay, Robert C.; Robinson, Jill K. (2015). Chemistry (7th ed.). Boston: Pearson. p. 762. ISBN 978-0-321-94317-0. OCLC 889577526

[3]. ABS Rules for building and classing underwater vehicles, systems and hyperbaric facilities. 2018

[4]. U.S. Department of the Navy, The Navy Unmanned Surface Vehicle (USV) Master Plan, July 23, 2007. [Электронный ресурс] Дата обращения 27.08.2014. URL: https://www.hsdl.org/?view&did=479083.

ASPECTS OF OUTLINE DESIGN OF ACCUMULATOR BATTERIES OF MARINE UNMANNED VEHICLES

Nadtochii V.

PhD, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine.

Burunin A.

PhD student, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine.

Abstract. The design of marine unmanned vehicles is a complex, iterative, multitasking, non-deterministic, science-intensive stage of their life cycle. This especially applies to the stages of finding conceptual solutions, developing technical conditions, and a sketch project. At this time, it is necessary to reconcile many conflicting requirements and solve many problems, including those that

require scientific research, search, and implementation of new approaches and methods. The development of rechargeable batteries for marine robots fully corresponds to the above.

Keywords: system approach, draft design, unmanned surface vessel, electric power system, battery, reliability.

УДК 629.735.33:504.064

ВИКОРИСТАННЯ КВАДРОКОПТЕРІВ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЛИМАННИХ АКВАТОРІЙ

Тимченко І.В.
кандидат технічний наук, доцент,
доцент кафедри садово-паркового господарства та екології
Луганського національного університету імені Тараса Шевченка
inna.tymchenko@gw.necu.org.ua
Грубий М. В.
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
kinburn_co@ukr.net
Крисінська Д. О.
доцент кафедри екології Чорноморського Національного університету імені Петра Могили,
d_krysinska@chmnu.edu.ua

В роботі проведено аналіз можливостей використання квадрокоптерів для дистанційного екологічного моніторингу лиманних та морських акваторій. Визначено задачі, ефективність яких значно підвищується з застосуванням квадрокоптерів, особливості їх застосування для моніторингу Тилігульського лиману та прибережної частини.

Екологічний моніторинг, квадрокоптер, штучні рифи, лиманні та морські акваторії

Сьогодні традиційні методи моніторингу поверхневих вод, в тому числі відбору проб води значно застарілі та мають ряд обмежень: розташування точок відбору близько до берега, невелика глибина забору води або значні витрати на організацію процесу відбору проб, процесів спостереження та ін. В противагу традиційним методам поширення набувають сучасні дистанційні методи, зокрема з використанням квадрокоптерів. Квадрокоптери мають кілька переваг перед традиційними методами моніторингу лиманних акваторій, серед яких можна виділити:

– мобільність та доступність до віддалених та важкодоступаних місць, де використання човнів або наземного транспорту складне або неможливе;

– швидкість збору даних та охоплення великої площі, що дозволяє значно прискорити процес збору даних порівняно з традиційними методами;

– висока точність, завдяки тому, що квадрокоптери обладнані сучасними сенсорами та камерами високої роздільної здатності. Це дозволяє отримувати точні та детальні дані про стан акваторій, зокрема щодо якості води, забруднень або змін у структурі рельєфу дна та ін;

– зниження людського фактору та мінімізація ризику людських помилок, що підвищує надійність та точність результатів моніторингу.

– економічна ефективність, адже не дивлячись на високу вартість самих квадрокоптерів, в процесі експлуатації їх ціна виправдовується мінімальними витратами на проведення моніторингу порівняно з традиційними методами збору даних, особливо на великих територіях.

Отже моніторинг екологічного стану природоохоронних територій та акваторій з використанням квадрокоптерів є актуальною та перспективною задачею.

Метою роботи є аналіз можливостей використання квадрокоптерів для екологічного моніторингу лиманних акваторій на прикладі Тилігульського лиману.

Тилігульський лиман – це найбільша водойма північного Причорномор'я, яка вирізняється чистотою води, з прозорістю до 7 метрів. Високий рівень солоності, який у певні періоди досягає 30 проміле, формує унікальні умови для розвитку флори та фауни, а також лучних екосистем уздовж берегової лінії. Лиман входить до складу Смарагдової мережі і має статус важливого водно-болотного угіддя міжнародного значення. Тут зареєстровано понад 270 видів птахів, з яких 67 занесені до Червоної книги України. Важливу роль у збереженні цього природного багатства відігравав регіональний ландшафтний парк «Тилігульський», який сприяв збереженню біорізноманіття та підтримці екологічного балансу в регіоні.

Однак, після повномасштабного вторгнення Росії в Україну влітку 2022 року, тиск на рекреаційні зони парку значно зріс.

Зокрема, Велика українська (Чілова) коса, місце гніздування птахів стала популярним місцем для кемпінгу, який призвів до перезвантаження території коси туристами та автотранспортом. Застосування автоматизованих засобів моніторингу, до яких відносяться і квадрокоптери може значно підвищити охорону заповідних територій та сприяти збереженню цінних земель.

Серед задач екологічного моніторингу при цьому можна виділити:

– аерофотозйомка природоохоронних територій з подальшим створенням ортофотоплану;

– моніторинг стану акваторії, зокрема ідентифікація джерел забруднення, спостереження за місцями «цвітіння» та ін.;

– відбір проб для скринінгу фізико-хімічних параметрів лиману;

– оцінка стану берегової лінії, зокрема щодо антропогенного навантаження;

– облік птахів, включаючи перелітних, які годуються, гніздуються або зимують;

– моніторинг штучних екологічних рифів;

– екологічний контроль туристичної діяльності, зокрема, виявлення незаконних місць для кемпінгу, стоянок автомобілів,

– контроль браконьєрства та незаконних рибальських знарядь;

– інші завдання.

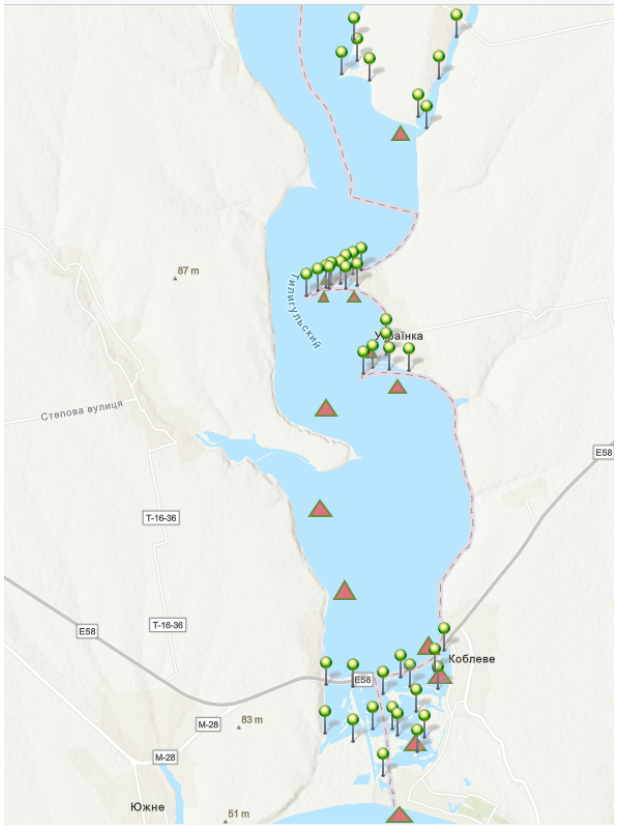


Рис. 1. Точки моніторингу Тилігульського лиману, де трикутником позначено запропоновані місця відбору зразків за допомогою квадрокоптера

Серед квадрокоптерів, які успішно виконують такі задачі, зокрема, можна виділити квадрокоптер MEDUSA [1, с.2–4]. Використання MEDUSA, безпілотного літально-водного апарату, який здатний здійснювати підводний відбір проб на глибині до 10 м і складається з мультироторної платформи, блоку керування тросом і прив'язаного мікропідводного апарату дозволяє збирати до двох незалежних зразків за одну місію. Застосування квадрокоптера такого типу в реаліях захисту довкілля в Україні дозволить проводити екологічний моніторинг та контроль ефективно, отримуючи дані високої точності.

Література

[1]. André Farinha, Julien Di Tria, Marta Reyes Off-shore and underwater sampling of aquatic environments with the aerial-aquatic drone MEDUSA// Frontiers in Environmental Science Volume 10-2022 | https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1023269

USE OF QUADCOPTERS FOR ECOLOGICAL MONITORING OF ESTUARINE WATER AREAS

Inna Tymchenko
Taras Shevchenko Luhansk National University
Mykola Hrubyy
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Diana Krysinska
Petro Mohyla Black Sea National University

Abstract. The article analyzes the potential use of quadcopters for remote environmental monitoring of lagoon and marine areas. The tasks that can be significantly improved with the use of quadcopters are identified, as well as the specific features of their application for monitoring the Tyligul estuary and the coastal zone.

Keywords: environmental monitoring, quadcopter, artificial reefs, lagoon and marine areas.

УДК 621.865.8

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТІВ НА ПІДВІСНИХ СИСТЕМАХ У СУДНОБУДУВАННІ

Угольніков Г.Г.
аспірант кафедри комп'ютеризованих систем управління
Герасін О.С.
к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
genchik98@gmail.com, oleksandr.gerasin@nuos.edu.ua

Анотація. Робота присвячена аналізу переваг застосування роботів на підвісних системах у суднобудуванні. Розглянуто сучасний стан технологічних процесів, виявлено недоліки традиційних методів. Обговорюються основні особливості та визначаються перспективи впровадження таких роботів для покращення ефективності операцій.

Ключові слова: автоматизація; робот; підвісна система; суднобудування; судноремонт.

Суднобудування, як одна з найстаріших галузей промисловості, продовжує відігравати ключову роль у глобальній економіці. Незважаючи на розвиток технологій, цей напрямок все ще значною мірою залежить від ручної праці, що призводить до низької продуктивності, високих витрат на виробництво, тривалих термінів будівництва та підвищених ризиків для здоров'я і безпеки працівників. Традиційні підходи до виготовлення і збирання суден, які передбачають високу залученість людських ресурсів, потребують значної модернізації для того, щоб забезпечити високі ефективність та безпеку технологічних процесів [1].

Зважаючи на ці виклики, впровадження новітніх технологій є невід'ємним кроком для забезпечення розвитку суднобудівної галузі. Одним із перспективних напрямів є використання підвісних роботів для виконання різноманітних завдань, таких як: збирання конструкцій, інспекція, обслуговування та інше [2]. В свою чергу, підвісні роботи, завдяки своїй гнучкості, високій вантажопідйомності, точності та здатності працювати на великих площах, можуть стати ефективною альтернативою традиційним методам виробництва [3].

Метою роботи є дослідження можливостей застосування підвісних роботів у суднобудуванні, аналіз їхньої ефективності при виконанні виробничих завдань, а також оцінка перспектив впровадження цих технологій для підвищення продуктивності та безпеки в галузі.

Роботи на підвісній системі належать до особливого класу паралельних роботів, де рухома платформа з'єднана з базовою рамою за допомогою кабелів (рис. 1). Мотори встановлені на жорсткій рамі та приводять у рух лебідки. Кабель, намотаний на ці лебідки, спрямовується через вихідні точки з блок-роликами, які розташовані на рамі, до точок кріплення на рухомій платформі. Положення рухомої платформи визначається шляхом контролю довжини кабелів [4].

Така конструкція має кілька переваг у порівнянні з класичними паралельними роботами. Вони недорогі та можуть охоплювати великі робочі простори [5]. Легкі кабелі сприяють зменшенню інерції рухомої платформи, що забезпечує кращі динамічні характеристики у порівнянні з класичними паралельними роботами. Важливою характеристикою таких систем є гнучкість, яка полягає у відносно простій перебудові. Конфігурацію загальної геометрії робота можна здійснити шляхом зміни вихідних і кріпильних точок.

CAROCA (див. рис. 2) – це прототип кабельного паралельного робота (розроблений у IRT Jules Verne, Нант, Франція), який призначений для переміщення металевих пластин різної форми та ваги (до 700 кг) з високою точністю (≈ 1 см) і повторюваністю дій [6].

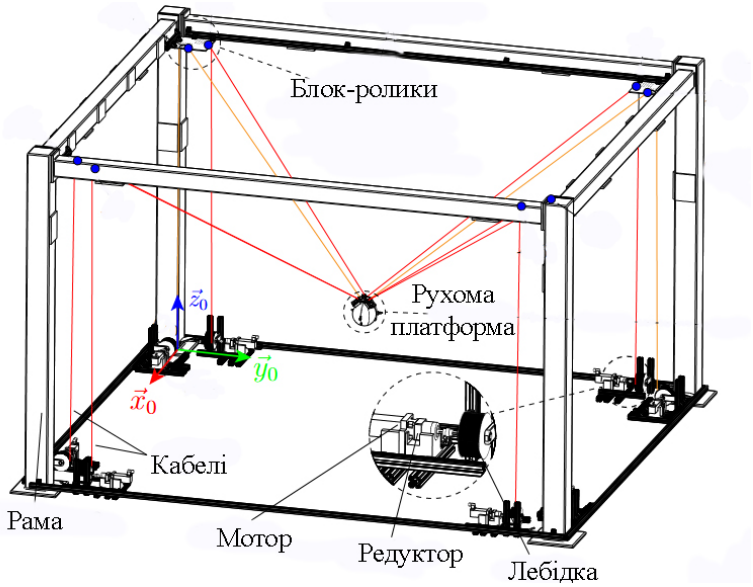


Рис. 1. Типова схема робота на підвісній системі

Такий робот змінює власну конфігурацію завдяки можливості переміщення шківів по рамі, що дозволяє роботу працювати у різних площинах, залежно від цільового застосування. Розмір прототипу складає 7 м у довжину, 4 м у ширину та 3 м у висоту. Він складається з 8 кабелів, намотаних на лебідки діаметром 120 мм, які натягують рухому платформу. Лебідки приводяться в рух синхронними двигунами з номінальною швидкістю 2200 об/хв і номінальним крутним моментом 15,34 Н·м. Між кожним двигуном і кожною лебідкою встановлено двоступеневий редуктор із передавальним числом 40. Максимальна вантажопідйомність всієї системи наближаються до 1 тонни.

На рис. 2 показана роботизована рухома платформа розміром 1,5×1,5×1 м і масою 366 кг, виконана зі стандартних промислових компонентів. П'ять магнітів вбудовано під рухомою платформою для захоплення та утримання металевих деталей. Робот також оснащений датчиками сили, розташованими між кабелями та точками кріплення рухомої

платформі. Програмування робота здійснюється в Automation Studio 4.7. Вся система працює на промисловому контролері X20CP3586 (процесор Intel Atom 1,6 ГГц, 512 МБ DDR2 SDRAM) в режимі реального часу (відгук становить 2 мс).

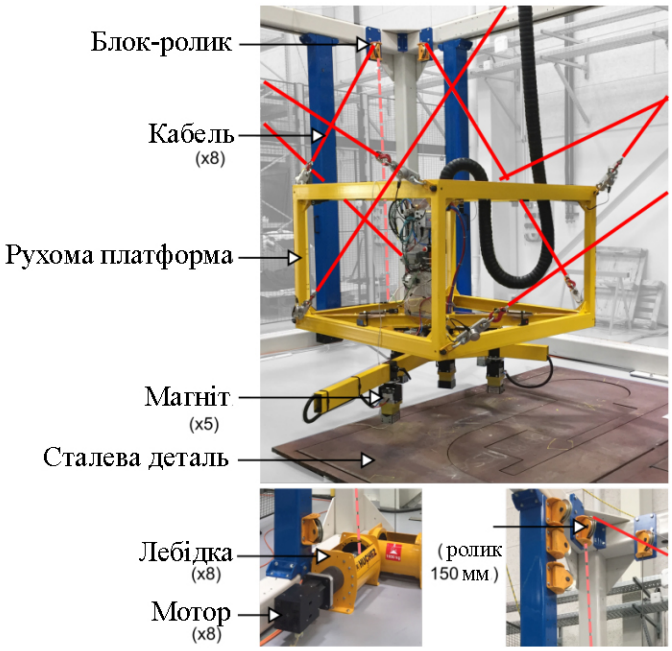


Рис. 2. Прототип підвісного робота CAROCA

Підсумовуючи вищевикладене, можна зазначити наступне. Роботи на підвісних системах мають великий потенціал для подальшого розвитку та впровадження в суднобудування. Зокрема, такі засоби автоматизації дозволяють вдосконалити технологічні процеси та, як наслідок, підвищити конкурентоспроможність підприємств на світовому ринку.

Однією з найбільших переваг цих роботів є їх здатність ефективно функціонувати у великих просторах, що особливо важливо для суднобудівних підприємств, де є потреба опрацьовувати конструкції значних розмірів. Використання підвісних роботів дозволяє підвищити продуктивність праці та скоротити кількість помилок, пов'язаних із людським фактором. Крім того, вони сприяють підвищенню рівня безпеки, оскільки роботи можуть виконувати завдання у небезпечних зонах, де перебування людини є ризикованим або взагалі неможливим.

Література

1. Герасін О.С., Топалов А.М. Застосування робототехніки для автоматизації технологічних процесів суднобудування та судноремонту // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XIV Міжнародна науково-технічна конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 21–22 вересня 2023. С. 401–403.

2. Угольніков Г.Г., Недо А.О., Герасін О.С. Аналіз особливостей сучасних роботів-маніпуляторів. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, № 2 (495), 2024. 85–94 с.

3. Qian, S., Zi, B., Shang, W. W. & Xu, Q. S. A review on cable-driven parallel robots. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 31 (1), 2018, pp. 1–11.

4. Métillon, M., Cardou, P., Subrin, K., Charron, C. & Caro, S.. A cable-driven parallel robot with full-circle end-effector rotations. Journal of Mechanisms and Robotics, 13 (3), 2021, 031017.

5. Hussein, H., Santos, J. C. and Gouttefarde, M. "Geometric optimization of a large scale CDPR operating on a building facade". In 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), IEEE, 2018, pp. 5117–5124.

6. Picard, E., Plestan, F., Tahoumi, E., Claveau, F. & Caro, S. Control strategies for a cable-driven parallel robot with varying payload information. Mechatronics, 79, 2021, 102648.

ADVANTAGES OF USING ROBOTS ON SUSPENDED SYSTEMS IN SHIPBUILDING

Uholnikov Hennadiy Hennadiiovych

PhD student of the Computerized Control Systems Department

Gerasin Oleksandr Serhiyovych

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Computerized Control Systems Department

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The work is devoted to the analysis of the advantages of using robots on suspended systems in shipbuilding. The modern state of technological processes was considered, the shortcomings of traditional methods were revealed. The main features are discussed and the prospects for the implementation of such robots to improve the efficiency of operations are determined.

Keywords: automation; robot; suspended system; shipbuilding; ship repair.

УДК 004.716

КОНЦЕПЦІЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ОТОЧУЮЧОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПОБУТІ ЛЮДИНИ

Хода В.М.

аспірант,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

walhoda@gmail.com

Топалов А.М.

кандидат технічних наук, доцент

доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна.

topalov_ua@ukr.net

Анотація. У роботі було розглянуто концепцію оточуючого інтелекту, що включає інтеграцію розумних технологій для покращення взаємодії людини з навколишнім

середовищем в побуті. Проведено аналіз основних аспектів цієї концепції для зручності користування побутовими речами та моніторингу стану здоров'я користувача. Окремо розглянуто приклади впровадження технологій.

Ключові слова: оточуючий інтелект, адаптивність, прогнозування, моніторинг, датчики.

У сучасному технологічному середовищі, де новітні розробки швидко проникають у наше повсякденне життя, концепція оточуючого інтелекту (англ. Ambient Intelligence, AmI) стає важливим інструментом для інтеграції розумних систем у наш простір, створюючи інтерфейси, які активно взаємодіють із користувачами та адаптуються до їхніх потреб [1, 2]. Оточуючий інтелект пропонує створення середовища, насиченого численними електронними пристроями, які здатні не тільки реагувати на присутність і дії користувачів, але й передбачати їхні потреби та бажання без явного втручання з боку людини.

Концепція оточуючого інтелекту має ряд визначальних характеристик:

1. **Вбудованість.** Численні мережеві пристрої інтегровані у навколишнє середовище.
2. **Контекстна орієнтованість.** Пристрої здатні розпізнавати користувача та враховувати його ситуаційний контекст, що дозволяє їм краще відповідати на його потреби.
3. **Кастомізація.** Технології можуть бути адаптовані під індивідуальні вимоги користувача, забезпечуючи більш точну і зручну взаємодію.
4. **Адаптивність.** Пристрої можуть змінювати свої функції та поведінку в залежності від реакцій і дій користувача, забезпечуючи динамічну підтримку.
5. **Прогнозування.** Системи можуть передбачати бажання та потреби користувача без потреби в явних діях з його боку, що дозволяє створити більш проактивне та інтуїтивно зрозуміле середовище.

Ці особливості формують основу концепції оточуючого інтелекту, забезпечуючи інтеграцію технологій у наше середовище таким чином, щоб вони максимально відповідали індивідуальним потребам і підвищували загальний комфорт користування. Приклад застосування концепції наведено на рисунку 1.

Технологія покращення умов в побуті (рис. 1., а) ілюструє кухню, де інтегровані різні датчики та виконавчі механізми, які забезпечують автоматизовану безпеку та контроль у домашньому середовищі. Зокрема, показано датчики водопостачання, температури, присутності та ваги, а також газового постачання. Ці датчики виявляють витоки води та газу, а також залишену ввімкненою кухонну плиту, і відповідно через виконавчі механізми здійснюють реакцію: автоматично вимикають газопостачання, повідомляють користувача про проблему та вживають заходів для усунення небезпеки. Це забезпечує безпечніше та комфортніше проживання, особливо для людей, які можуть потребувати додаткової допомоги у повсякденному житті.

Технологія моніторингу здоров'я людини (рис. 1., б) включає моніторинг дому, соціальну інтеграцію та забезпечення догляду і безпеки. Моніторинг дому охоплює життєво важливі параметри, такі як розпізнавання падінь та інтелектуальний контроль. Соціальна інтеграція спрямована на забезпечення комунікації через телекомунікації та відеотелефонію, що дозволяє підтримувати зв'язок із друзями та родиною. Догляд і безпека включають функції домашнього екстреного виклику, нагадування і пропозиції щодо лікування, а також взаємодію

з соціальними працівниками та іншими постачальниками послуг. Загальна схема підкреслює взаємодію між будинком, системою та зовнішніми постачальниками послуг, що забезпечує покращену якість життя, особливо для літніх людей.

а)

б)

Рис. 1. Технологія оточуючого інтелекту: а) для покращення умов в побуті; б) для моніторингу здоров'я людини.

Технологія моніторингу здоров'я людини (рис. 1., б) включає моніторинг дому, соціальну інтеграцію та забезпечення догляду і безпеки. Моніторинг дому охоплює життєво важливі параметри, такі як розпізнавання падінь та інтелектуальний контроль. Соціальна інтеграція спрямована на забезпечення комунікації через телекомунікації та відеотелефонію, що дозволяє підтримувати зв'язок із друзями та родиною. Догляд і безпека включають функції домашнього екстреного виклику, нагадування і пропозиції щодо лікування, а також взаємодію з соціальними працівниками та іншими постачальниками послуг. Загальна схема підкреслює взаємодію між будинком, системою та зовнішніми постачальниками послуг, що забезпечує покращену якість життя, особливо для літніх людей.

У формуванні оточуючого інтелекту може бути використаний широкий спектр технологій, зокрема Bluetooth з низьким енергоспоживанням, RFID, імплантовані мікрочіпи, датчики, програмні агенти, нанотехнології та біометрія. Ці технології забезпечують гнучкість, персоналізацію та безпеку систем, дозволяючи створювати середовища, що реагують на потреби користувачів і покращують якість їхнього життя.

Література

[1]. Aarts, E., Wichert, R. Ambient intelligence. In Technology guide: Principles–applications–trends. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 244–249.

[2]. Wakeling, Joseph, and Per Bak. "Intelligent systems in the context of surrounding environment". Physical Review E 64.5 (2001): 051920.

THE CONCEPT AND IMPLEMENTATION OF AMBIENT INTELLIGENCE IN HUMAN DAILY LIFE

Khoda V.M., Topalov A.M.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine.

Abstract. This paper explores the concept of ambient intelligence, which involves the integration of smart technologies to enhance human interaction with the surrounding environment in daily life. An analysis of the key aspects of this concept is conducted to improve the usability of household items and monitor the user's health. The paper also examines specific examples of technology implementation.

Keywords: ambient intelligence, adaptability, forecasting, monitoring, sensors.

УДК 681.51

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОПЕРАЦІЯМИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО РОБОТА

Єгоров О. П.
студент,
аспірант кафедри комп'ютеризованих систем управління
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
alex.yegorov@gmail.com

Анотація. Автоматизація промислових процесів, зокрема зварювання, є критично важливою для забезпечення високої якості та продуктивності виробництва. У цій роботі досліджуються сучасні підходи до інтеграції машинного навчання, систем керування, обробки даних та оптичних обчислень для покращення ефективності та стабільності зварювальних операцій. Особлива увага приділяється методам контролю якості, які дозволяють знизити кількість дефектів та підвищити надійність кінцевого продукту.

Ключові слова: Зварювальні роботи, машинне навчання, системи керування, оптичні обчислення, контроль якості, автоматизація.

Сучасні зварювальні роботи стикаються з численними викликами, пов'язаними з варіативністю матеріалів, змінами в умовах роботи та необхідністю забезпечення стабільної якості зварювання. Для вирішення цих проблем запропоновано використання комплексних підходів, включаючи відомі алгоритми та системи машинного навчання, адаптивного керування, обробки даних та оптичних обчислень.

Метою даної роботи є інтеграція сучасних технологій, таких як машинне навчання, адаптивне керування, обробка даних та оптичні обчислення, для підвищення якості та надійності зварювальних операцій.

Пропонується використати наступні методи:

1. Машинне навчання: Відомі алгоритми, такі як нейронні мережі та методи ансамблів (наприклад, Random Forests, Gradient Boosting), використовуються для аналізу даних зварювання і прогнозування дефектів [1]. Алгоритми глибокого навчання, зокрема Convolutional Neural Networks (CNNs), можуть бути застосовані для аналізу зображень зварювальних швів, що дозволяє автоматично виявляти дефекти та коригувати процес у режимі реального часу.

2. Системи керування: Для забезпечення стабільності та адаптивності процесу зварювання використовуються адаптивні системи керування, зокрема, Моделі прогнозованого керування (Model Predictive Control, MPC) та Лінійні квадратичні регулятори (LQR) [2]. Такі підходи дозволяють системам автоматично налаштовувати параметри зварювання залежно від умов роботи. Крім того, використовується робастне керування, яке забезпечує стійкість до зовнішніх збурень.

3. Обробка даних: Збір та аналіз даних у реальному часі можливий завдяки застосуванню алгоритмів фільтрації, таких як фільтр Калмана та Фур'є-перетворення для виділення корисних сигналів та усунення шуму. Великі обсяги даних можуть бути оброблені за допомогою методів великих даних (Big Data) [3], що дозволяє отримати більш точні моделі для керування зварювальним процесом та контролю якості.

4. Оптичні обчислення та контроль якості: Відомі методи оптичних обчислень, такі як спектральний аналіз [4] та кольорові світлофільтри, дозволяють моніторити якість зварювальних швів у реальному часі. Наприклад, за допомогою спектрометрії відбитого світла можна виявляти дефекти, такі як тріщини чи нерівності. Інтеграція цих методів з системами зворотного зв'язку дозволяє негайно коригувати процес зварювання, що значно підвищує якість кінцевого продукту.

Машинне навчання та адаптивні системи керування можуть ефективно поєднуватися для покращення роботи зварювальних роботів через наступні механізми:

1. Навчання моделей: Алгоритми машинного навчання аналізують історичні дані та дані з поточних процесів для створення моделей, які можуть передбачати поведінку системи або ймовірність виникнення дефектів. Наприклад, за допомогою машинного навчання можна побудувати модель, яка прогнозує температуру та інші критичні параметри зварювального процесу.

2. Інтеграція в реальний час: Адаптивні системи керування використовують результати цих моделей для коригування параметрів процесу в режимі реального часу. Наприклад, якщо модель прогнозує підвищення температури, система може автоматично зменшити струм або змінити швидкість подачі дроту, щоб уникнути перегріву.

3. Постійне оновлення: Машинне навчання дозволяє системі постійно вдосконалювати свої моделі на основі нових даних, що надходять у процесі роботи. Це означає, що адаптивна система керування з часом стає точнішою і більш ефективною, оскільки вона постійно враховує нові умови та змінні, що виникають у процесі зварювання.

4. Зворотний зв'язок: Дані, зібрані під час роботи, можуть бути використані для постійного навчання моделі, що покращує адаптивну систему керування. Це забезпечує циклічний процес, де машинне навчання постійно коригує та оновлює параметри, що в свою чергу оптимізує роботу системи.

Інтеграція алгоритмів машинного навчання, адаптивних систем керування, обробки даних та оптичних обчислень має значно підвищити ефективність та якість зварювальних процесів. Наприклад, застосування нейронних мереж для аналізу зварювальних швів має знизити кількість дефектів, а впровадження адаптивних систем керування – знизити вплив зовнішніх збурень. Оптичні системи контролю якості могли б забезпечити постійний моніторинг зварювальних швів, що дозволило б негайно виправляти будь-які відхилення від норм.

Запропонована система інтеграції сучасних технологій у керування зварювальними роботами є ефективним рішенням для підвищення якості та надійності зварювальних процесів. Використання відомих алгоритмів машинного навчання, адаптивних систем керування, методів обробки даних та оптичних обчислень для контролю якості забезпечує стабільність та точність зварювальних операцій, що є особливо важливим у сучасних промислових умовах.

Література

1. Liu B., Jin W., Lu A., Liu K., Wang C., Mi G. «Оптимальне проектування параметрів процесу зварювання з подвійним лазерним променем за допомогою штучних нейронних мереж та генетичного алгоритму для аустенітної нержавіючої сталі SUS316L". *Optics and Laser Technology*, 2020, 125:106027.
2. Тимченко В.Л. «Системы робастно-оптимальной стабилизации морских подвижных объектов", Palmarium Academic Publishing, 2015.
3. Kuntsevich, V.M. "Synthesis of Robust Optimal Adaptive Control Systems for Nonstationary Objects under Bounded Disturbances", *Journal of Automation and Information Sciences*, vol. 36, issue 3, pp.14–24, 2004.
4. Cheng Y., Wang Q., Jiao W., Yu R., Chen S., Zhang Y., Xiao J. «Виявлення динамічного розвитку зварювальної ванни за допомогою машинного навчання на основі інноваційних композитних зображень для адаптивного зварювання". *Journal of Manufacturing Processes*, 2020, 56:908–915.

INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS FOR WELDING ROBOT TECHNOLOGICAL OPERATIONS

Iegorov Oleksandr Petrovych

Ph.D. student Department of Computerized Control Systems, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Automation of industrial processes, particularly welding, is crucial for ensuring high quality and productivity in manufacturing. This paper explores modern approaches to integrating machine learning, control systems, data processing, and optical computing to improve the efficiency and stability of welding operations. Special attention is given to quality control methods that help reduce defects and increase the reliability of the final product.

Keywords. Welding robots, machine learning, control systems, optical computing, quality control, automation.

УДК 681.5

ОБЧИСЛЕННЯ КООРДИНАТ ІЗ ГЕОЦЕНТРИЧНОЇ В ЛОКАЛЬНУ СИСТЕМУ ВІДЛІКУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ОБ'ЄКТІВ

Горбов В. Ю.
аспірант
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
volodymyr.horbov@gmail.com
Демідов І.А.
аспірант
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
admildemidov@gmail.com

Анотація. З розвитком технологій навігації та популяризації застосування GPS-сенсорів у галузі дронів стає актуальним завдання розробки моделей руху об'єктів у локальних системах координат з прив'язкою до інформації, отриманої від GPS, що дозволить покращити точність та ефективність моделювання для різних просторових завдань. Запропоновано алгоритм використання прямокутної локальної системи координат для моделювання руху об'єкта за геоцентричними точками. Запропоновано подальші шляхи дослідження.

Ключові слова: навігація дронів, моделювання руху, локальна система координат, геоцентричні координати, алгоритми навігації;

Моделювання руху об'єктів з використанням GPS-координат (Global Positioning System) є складним завданням, особливо за необхідності переходу від глобальної географічної системи координат (широта, довгота, висота) до локальної прямокутної системи координат. Основна проблематика полягає у перетворенні координат, обліку висоти, а також дотриманні високої точності та мінімальної похибки. Зі зростанням розвитку навігації та автономних систем широко поширилося завдання розробки ефективних та точних моделей руху об'єктів у локальних системах координат [1], але для кращих результатів аналізу та повноти даних моделювання для різних просторових та геоінформаційних завдань необхідно враховувати координати GPS та перераховувати їх для локальної системи відліку, в якій моделюється динаміка об'єкту.

GPS (Global Positioning System) – це система супутникової навігації, яка використовується для визначення місцезнаходження на Землі [2]. Координати, отримані з GPS, зазвичай представлені у вигляді широти, довготи та висоти над рівнем моря. В GPS для визначення місцезнаходження як стандарт використовується WGS84 (World Geodetic System 1984), яка описує форму та розміри Землі, включає модель геоїду та систему координат. Геоцентрична система відліку (Geocentric Reference System) – це система координат, в якій центр Землі є початковою точкою відліку, а осі координат орієнтовані щодо земної осі обертання та екватора [3]. Існує дві основні геоцентричні системи координат, це ECIF (Earth-Centered Inertial Frame) та ECEF (Earth-Centered Earth-Fixed Frame). ECIF – інерційна система координат, нерухома

щодо зірок, використовується для моделювання руху об'єктів у космосі. ECEF – система координат, фіксована щодо Землі, обертається разом із нею, використовується для об'єктів на поверхні Землі або в її атмосфері, таких як дрони та літаки. ENU (East-North-Up) – це локальна система координат, яка використовується для представлення положення об'єктів щодо певної точки на поверхні Землі (рис. 1). Вона часто використовується для локальних завдань, таких як політ дрону для зйомки, картографування та навігації, де важливо відображати координати об'єктів щодо місцевого орієнтира.

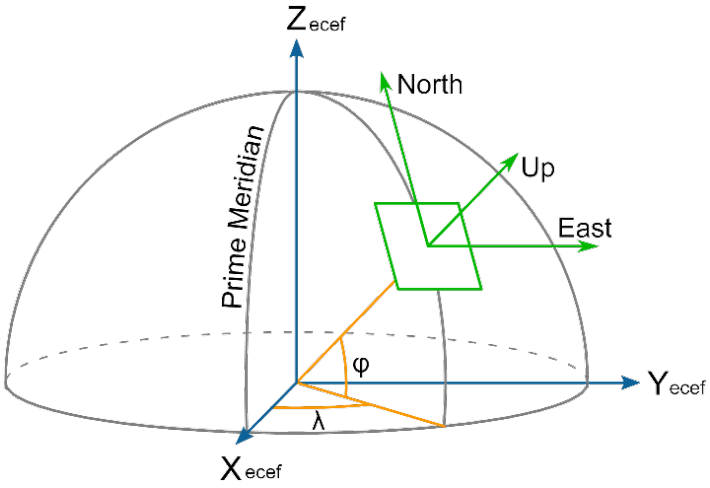


Рис. 1. Візуальне взаємовідношення ECEF та ENU

Розглянемо процес створення локальної прямокутної системи координат щодо Землі з центром в точці P з координатами (широта ϕ, довгота λ, висота h), які являють собою набір GPS-координат. ENU координати випливають з геоцентричних в два етапи: з геоцентричних в ECEF, з ECEF в ENU. Перехід від геоцентричних координат до ECEF відбувається за допомогою наступних рівнянь [4]:

$$X = (N+h)\cos\phi\cos\lambda; \quad Y = (N+h)\cos\phi\sin\lambda; \quad Z = (b^2/a^2\, N+h)\sin\phi,$$

де ϕ – широта (north/south), λ – довгота (east/west), a і b – екваторіальний радіус (велика напіввісь) і полярний радіус (мала напіввісь) відповідно, h – еліпсоїдальна висота (геодезична висота), N – простий вертикальний радіус кривизни, який має залежність від широти ϕ: $N = \dfrac{a^2}{\sqrt{a^2\cos^2\phi + b^2\sin^2\phi}}$.

Координати ENU і ECEF можна зв'язати за такою формулою:

$$\mathbf{p}_{ENU} = \mathbf{R}_{ECEF}^{ENU}(\mathbf{p}_{ECEF} - \mathbf{p}_{REF}),$$

де $\mathbf{p}_{ENU}$ – координата в системі відліку ENU, $\mathbf{p}_{ENU}$ – координата в системі відліку ECEF, $\mathbf{p}_{REF}$ – координата в системі відліку ENU яка є початком координат цієї системи, $\mathbf{R}_{ECEF}^{ENU}$ – матриця перетворення [5]:

$$\mathbf{R}_{ECEF}^{ENU} = \begin{bmatrix} -\sin\lambda & \cos\lambda & 0 \\ -\sin\phi\cos\lambda & -\sin\phi\sin\lambda & \cos\phi \\ \cos\phi\cos\lambda & \cos\phi\sin\lambda & \sin\phi \end{bmatrix}.$$

На рис. 2 зображено структурну схему системи для руху в локальній системі координат за заданими контрольними точками (нодами) за допомогою GPS-координат.

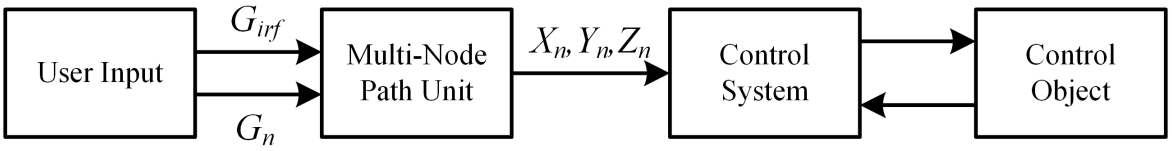


Рис. 2. Структура системи для руху за заданими GPS-координатами точками в локальній системі координат

Блок “User Input” задає координату G_{irf}, яка буде початком координат локальної системи відліку та множину координат G_n по яким повинен будуватися маршрут. “Multi-Node Path Unit” перераховує множину G_n в локальну систему координат відносно G_{irf} та подає координати кожної контрольної точки (ноду) X_n, Y_n, Z_n на вхід системи керування “Control System”, яка рухає об’єкт “Control Object” по траєкторії з заданими точками.

На рис. 3 проілюстровано застосування даного методу на прикладі побудови маршруту за допомогою точок GPS та перенесення умовного маршруту руху об’єкту в локальну прямокутну систему відліку.

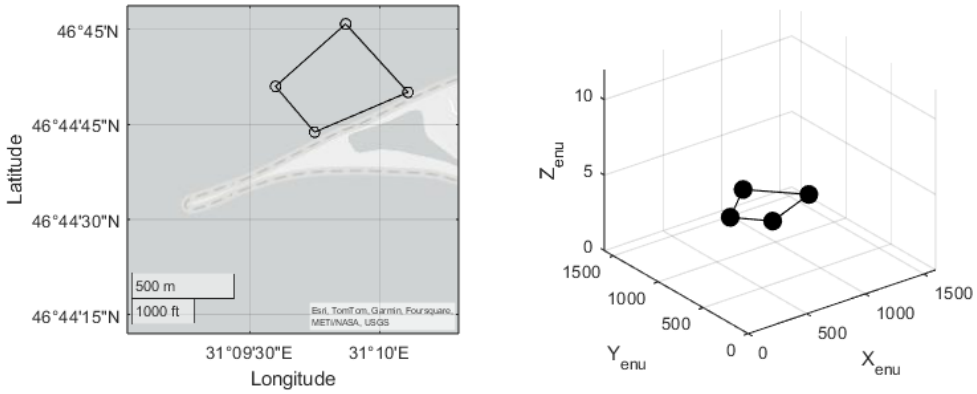


Рис. 3. Маршрут моніторингу місцевості на поверхні води заданий GPS-координатами та переведений в прямокутну локальну систему координат

Таким чином, даний алгоритм дозволяє отримати вихідні дані для моделювання руху об’єкта в реальному просторі, що може покращити ефективність і точність у завданнях моніторингу, логістики та інших. Подальша робота можлива з впровадження зворотного перетворення у зворотних зв’язках, поліпшення точності позиціонування, введення алгоритмів корекції GPS-помилок, інтеграцію з додатковими датчиками (IMU – inertial measurement unit, LIDAR – Light Identification, Detection and Ranging), використання фільтрів Калмана з зменшення похибок вимірювань, інтеграція з реальними картами та цифровими моделями, методами SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) для більш точного відображення та аналізу руху, поліпшення алгоритмів обробки та моделювання руху в реальному часі для зниження обчислювальних витрат, інтеграція з різними платформами та пристроями.

Висновки. Проаналізовані глобальні просторові системи відліку та взаємозв'язок GPS з іншими системами координат. Запропоновано алгоритм використання прямокутної локальної системи координат для моделювання руху об'єкта по геоцентричних точках, що дозволяє покращити точність, повноту даних та підвищити ефективність моделювання в різних просторових задачах. Розроблено структурну схему системи та візуалізовано приклад застосування алгоритму для побудови шляху в просторі. Запропоновано подальші шляхи дослідження.

References

[1] Timchenko, V.L. & Horbov, V.Y.. (2023). Robust Stabilization of an Autonomous Marine Vehicle on Programmed Trajectories. 101–105. 10.1109/MSNMC61017.2023.10329125.

[2] Leick, Alfred & Rapoport, Lev & Tatarnikov, Dmitry. (2015). GPS Satellite Surveying. 10.1002/9781119018612.

[3] Kenneth R Britting, Inertial Navigation Systems Analysis, Book / Publisher: Artech House Publishers, 2010 – 270 p.

[4] X B. Hofmann-Wellenhof; H. Lichtenegger; J. Collins (1997). GPS – theory and practice. Section 10.2.1. p. 282. ISBN 3-211-82839-7.

[5] J. Sanz Subirana, J.M. Juan Zornoza and M. Hernández-Pajares, Transformations between ECEF and ENU coordinates, Technical University of Catalonia, Spain, 2011

CALCULATION OF COORDINATES FROM GEOCENTRIC TO THE LOCAL REFERENCE SYSTEM FOR MODELING MOVEMENT OF OBJECTS

Horbov Volodymyr Yuriyovych

Postgraduate, National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

Demidov Ilya Anatolievich

Postgraduate, National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

Abstract. *With the advancement of navigation technologies and the popularization of GPS sensor applications in the field of drones, the task of developing motion models for objects in local coordinate systems, tied to GPS data, becomes relevant. This will improve the accuracy and efficiency of modeling for various spatial tasks. An algorithm for using a rectangular local coordinate system to model the movement of an object along geocentric points is proposed. Further research paths are suggested.*

Keywords: *drone navigation, motion modeling, local coordinate system, geocentric coordinates, navigation algorithms.*

УДК 681.5

ВПРОВАДЖЕННЯ ХМАРНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ АНАЛОГОВИХ МЕТАЛОДЕТЕКТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОКОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Роботько С.П.
аспірант,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
robotkos@gmail.com

Анотація. У сучасному світі металодетекція є важливою складовою багатьох галузей, включаючи археологію, екологію, безпеку та виявлення нерозірваних боєприпасів. Проте, ефективність традиційних металодетекторів обмежена їх аналоговою природою, що ускладнює можливість детального аналізу отриманих даних та інтеграції сучасних обчислювальних інструментів. У даній роботі розглядається економічно вигідний підхід до модернізації традиційного аналогового металодетектора за допомогою цифрових технологій, зокрема використання Raspberry Pi Zero W та плати Waveshare High-Precision AD/DA для оцифровки сигналів детекції. Система обробляє ці сигнали і поєднує їх з даними GPS від автопілота Pixhawk 6C, що дозволяє створювати детальні карти металодетекції для подальшого аналізу в хмарі. Реалізація із застосуванням недорогих компонентів та відкритого програмного забезпечення покращує можливості металодетекторів та підтримує застосування в археологічних дослідженнях, екологічних проєктах та інших сферах.

Ключові слова. Python, металодетекція, хмарні сервіси, аналіз даних.

Сучасний розвиток технологій докорінно змінює багато галузей, і металодетекція не є виключенням. Традиційні аналогові металодетектори, які широко використовуються в різних сферах – від археологічних розкопок до екологічних досліджень, мають обмежені можливості в частині аналізу даних. Зокрема, аналогові прилади не забезпечують можливості інтеграції з цифровими системами обробки та зберігання даних, що значно звужує їхні функціональні можливості.

Однак, завдяки розвитку мікрокомп'ютерів та хмарних технологій, з'являється можливість значно покращити функціональність традиційних металодетекторів [1]. Це дозволяє не тільки підвищити точність та ефективність металодетекції, але й зробити ці вдосконалення доступними та економічно вигідними для широкого кола користувачів. Зокрема, використання мікрокомп'ютерів, таких як Raspberry Pi, дозволяє не тільки оцифрувати аналогові сигнали, але й передати ці дані для подальшого аналізу до хмарних сервісів, що забезпечує більш глибоке та якісне дослідження отриманих результатів.

Метою даного дослідження є продемонструвати, як базовий аналоговий металодетектор, оснащений сучасною цифровою обробкою та хмарною інтеграцією, може досягти суттєвого покращення своїх робочих характеристик без значних витрат. Для цього було використано Raspberry Pi Zero W та плату Waveshare High-Precision AD/DA для оцифровки вихідних сигналів звичайного українського металодетектора. Система захоплює сигнали

металодетекції, обробляє їх за допомогою Raspberry Pi та передає ці дані до бази даних MySQL, розміщеної в хмарі Hetzner, для проведення подальшого аналізу. Крім того, система інтегрує GPS дані від автопілота Pixhawk 6C, що дозволяє проводити просторовий аналіз металодетекції.

З розвитком технологій Інтернету речей (IoT) та хмарних обчислень, вчені та інженери все більше звертають увагу на інтеграцію цих технологій у традиційні галузі, такі як контроль та моніторинг, автоматизація промислових процесів і навіть у дослідженнях природного середовища. У зв'язку з цим було проведено значну кількість досліджень, спрямованих на покращення ефективності збору та аналізу даних з використанням хмарних сервісів.

Одним із напрямів досліджень є використання хмарних платформ для обробки великих обсягів даних, які надходять від різноманітних сенсорів та пристроїв IoT. Наприклад, у роботі [2,3] розглянуто питання побудови розподіленої системи збору та обробки даних з використанням технологій IoT та хмарних сервісів. Автори досліджували можливості інтеграції сенсорних мереж з хмарними платформами для забезпечення реального часу аналізу даних у сільському господарстві, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в умовах навколишнього середовища.

Розроблена система (Рис. 1) передбачає використання кількох основних компонентів, які об'єднуються для досягнення найкращих результатів. Основу системи складає мікроконтролер ATMEGA16A, що відповідає за первинну обробку сигналів металодетекції. Мікроконтролер підключений до плати Waveshare High-Precision AD/DA, яка конвертує аналогові сигнали в цифровий формат. Ці сигнали обробляються Raspberry Pi Zero W, який також отримує GPS дані від автопілота Pixhawk 6C, підключеного до модуля Holybro M9N GPS.

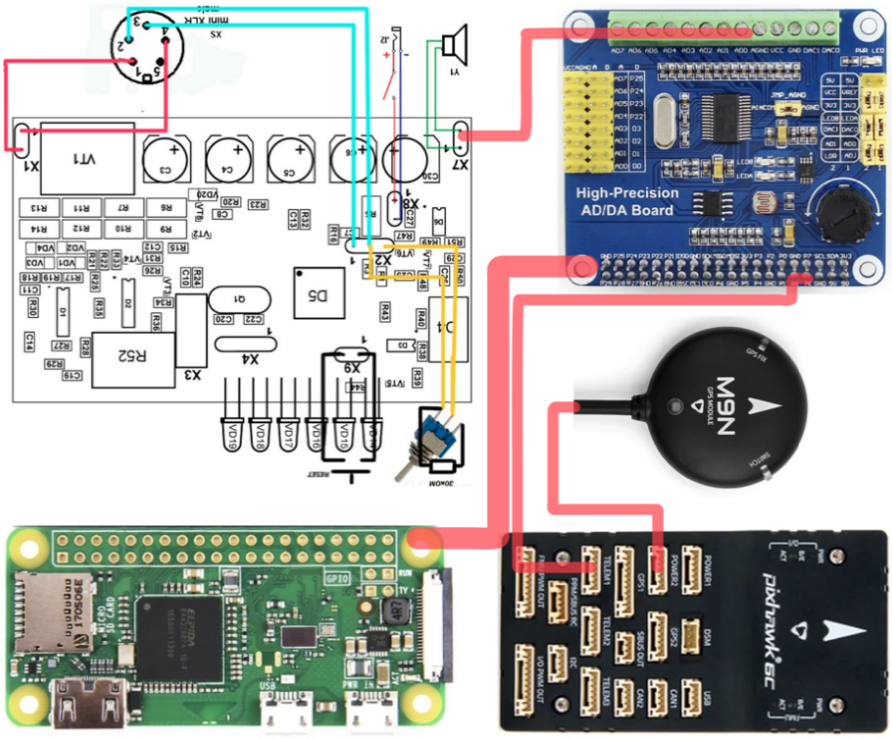


Рис. 1. Схема компонентів системи

Важливу роль у даній системі відіграє Raspberry Pi Zero W, який виконує дві основні функції: прийом GPS даних та захоплення сигналів металодетекції [4]. Завдяки цьому пристрою забезпечується точна геоприв'язка кожної події виявлення металу.

Ще одним важливим компонентом системи є модуль GPS Holybro M9N, який забезпечує високоточне отримання географічних даних. Цей модуль підтримує одночасний прийом сигналів від кількох супутникових систем, таких як GPS, ГЛОНАСС, Galileo та BeiDou, що значно підвищує точність позиціонування.

Програмна інфраструктура системи базується на використанні мови програмування Python та бібліотеки pymavlink для взаємодії з протоколом MAVLink, що забезпечує отримання GPS координат від автопілота Pixhawk 6C. Одночасно, сигнали металодетекції, що спочатку мають аналоговий характер, оцифровуються за допомогою плати Waveshare High-Precision AD/DA, а потім обробляються Raspberry Pi [5] для обчислення рівнів сигналу в децибелах.

Для забезпечення безперебійного функціонування та управління базою даних використовується Docker, який дозволяє швидко і зручно розгортати додатки. MySQL база даних розміщується на хмарному сервері Hetzner, що забезпечує високу доступність та масштабованість.

Дослідження продемонструвало значні можливості використання цифрових технологій для модернізації традиційних аналогових металодетекторів. Впровадження Raspberry Pi Zero W та Waveshare High-Precision AD/DA значно покращує точність і ефективність металодетекції, дозволяючи отримувати більш глибокий аналіз даних завдяки інтеграції з хмарними сервісами.

Подальші дослідження будуть зосереджені на розробці веб-інтерфейсу для візуалізації даних та використанні методів машинного навчання для прогнозування місць, де з найбільшою ймовірністю можуть знаходитися металеві об'єкти.

Література

[1]. J. Smith, R. Brown, "Advances in Metal Detection Technologies", Journal of Applied Engineering, Vol. 32, 2020, ст. 55–70.

[2]. K. Johnson, M. Davis, "Integration of IoT and Cloud Computing for Enhanced Data Analysis", International Journal of Cloud Computing and Services Science, Vol. 12, No. 4, 2021, ст. 102–116.

[3]. L. Thompson, "Microcontroller Applications in Environmental Monitoring", Sensors and Systems, Vol. 45, 2019, ст. 178–192.

[4]. Williams, "Digital Signal Processing for Metal Detectors: A Comprehensive Guide", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 68, 2019, ст. 240–260.

[5]. M. Martinez, E. Lopez, "Utilizing Raspberry Pi in Remote Sensing Applications", Journal of Open Source Hardware, Vol. 5, 2022, ст. 101–112.

LEVERAGING CLOUD-BASED DATA ANALYSIS FOR ANALOG METAL DETECTORS WITH MICROCOMPUTER SYSTEMS

Serhii Robotko

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. In the modern world, metal detection is a crucial component in various fields, including archaeology, ecology, security, and the detection of unexploded ordnance. However, the effectiveness of traditional metal detectors is limited by their analog nature, which complicates the detailed analysis of collected data and the integration of modern computational tools. This paper presents a cost-effective approach to modernizing a traditional analog metal detector using digital technologies, particularly the Raspberry Pi Zero W and the Waveshare High-Precision AD/DA Board for signal digitization. The system processes these signals and combines them with GPS data from a Pixhawk 6C flight controller, enabling the creation of detailed metal detection maps for further analysis in the cloud. The implementation, using affordable components and open-source software, enhances the capabilities of metal detectors and supports applications in archaeological research, environmental projects, and other fields.

Keywords: Python, metal detection, cloud services, data analysis.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

СТОХАСТИЧНА ТЕОРІЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЄКТУВАННЯ СУДЕН ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ
Нєкрасов В.О. 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ХОДОВИХ ЯКОСТЕЙ РІЧКОВИХ ТА РІКА-МОРЕ ПАСАЖИРСЬКИХ СУДЕН НОВОГО ПОКОЛІННЯ
Єгоров О.Г., Демідюк О.В., ... 15

ПРОПУЛЬСИВНІ КОМПЛЕКСИ МАЛИХ НАДВОДНИХ РІЧКОВИХ ДРОНІВ
Бондаренко О.В., Ястреба О.П., Геляра В.В., ... 18

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ОБВОДІВ І РОЗРАХУНКУ ХОДОВОСТІ МОРСЬКИХ ГЛІСУЮЧИХ СУДЕН
Король Ю.М., Малінкін О.Ю., Єрмоленко Б.О., Соломаха М.В., Корнелюк О.М. 23

КАДРОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ SHIPBUILDIN 4.0
Слободян С.О., Харитонов Ю.М. 29

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ВИКИДІВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ СИСТЕМАМИ СЕУ
Коробко В.В. 32

СЕКЦІЯ № 1. ПРОЕКТУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ СУДНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОГІДРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШВИДКІСНИХ СУДЕН ТИПУ WIG-CRAFT
Мороз В.В., Кочін В.О. 36

ПРОЄКТЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАВУЧИХ СПОРУД ДЛЯ ТИМЧАСОВОГО ЗБЕРІГАННЯ РОЗІГРІТИХ ВАНТАЖІВ
Казимиренко Ю.О., Савочкіна В.В 40

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ ЯХТ ДОВЖИНОЮ 30–35 ФУТІВ
Коваль С.С. 43

ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ МАТЕРІАЛІВ У ЕКОЛОГІЧНОМУ ДИЗАЙНІ ІНТЕР'ЄРІВ СУДЕН
Сергієнко О.М., Кульчинська В.А. 45

ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ, ПРОЄКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ НОВІТНІХ ТИПОВ АМФІБІЙНИХ СУДЕН НА ПОВІТРЯНІЙ ПОДУШЦІ
Зайцев В.В., Зайцев Вал. В., Зайцев Д.В., Лукашова В.В. 47

ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПЛАВУЧІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ – FPV(FLOATING PHOTOVOLTAIC SYSTEMS)
Ніруманд М.М., Зайцев В.В. 52

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ГОЛОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ШВИДКІСНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА З АУТРИГЕРАМИ
Морозов К.О., Морозов О.О. 56

ВИКОРИСТАННЯ BIM ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЗАСОБІВ МОРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ
Бабкін Г.В. 61

СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ БУКСИРУВАНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА
Войтасик А.М. 64

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МІЦНОГО ВОДОНЕПРОНИКНОГО ПОЛІЕТИЛЕНОВОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ
Литвиненко Д.Ю., Нужний С.М. 67

VERIFICATION OF SOME FORMULAE OF UKRAINIAN REGISTER OF SHIPPING FOR CONSIDERING OF WEAR AND CORROSION FOR HOT ROLLED PROFILES
Sokov V.M. ... 70

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СУДЕН: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗМЕНШЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ
Соценко В.В. ... 74

РОЗРОБКА І ПОБУДОВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ КОМПОЗИТНИХ ДОКІВ ДЛЯ РЕМОНТУ СУДЕН ТА ІНШИХ ПЛАВУЧИХ СПОРУД
Щедролосєв О.В., Алхімов Є.М., Коновалова Г.В. ... 78

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАВУЧОГО РЕМОНТНОГО ДОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАЛІЗОБЕТОНУ
Щедролосєв О.В., Коновалова Г. В., Кузнєцов А.І. ... 82

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У СУДНОБУДУВАННІ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ
Щедролосєв О.В., Соценко В.В., Коновалова Г.В. ... 87

СЕКЦІЯ № 2. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ДЕФОРМОВАНИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ ТА НАПИЛЕНИХ ПОКРИТТІВ
Дубовий О.М., Lu Sheng, Карпеченко А.А., Бобров М.М. ... 92

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ НАНОСТРУКТУРУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЮ ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ
Карпеченко А.А., Бобров М.М. ... 97

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ AGILE В МАШИНОБУДУВАННІ
Боду С.Ж., Новошицький А.В. ... 100

ВИСОКО-ТЕМПЕРАТУРНА СОЛЬОВА КОРОЗІЯ СПЛАВУ NI(L)-HF-CR_3C_2
Костін О.М., Шаблій Т.Ю., Ярос Ю.О. ... 103

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ МЕТОДОМ СТРУКТУРНИХ ОДИНИЦЬ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ
Шаповал Н.О., Коваль С.С., Бойко О.П. ... 107

DEVELOPMENT OF TOOLING FOR SOLDERING METAL-CERAMIC HERMETIC FEEDTHROUGHS WITH CONTROLLED STRESS-STRAIN STATE
Labartkava Al.V., Labartkava A.V., Matviienko M.V., Karpechenko A.A., Bobrov M.N., Kondratieva A.A. ... 111

ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАННЯ
Гладченко Д.С., Сімутєнков І.В., Драган С.В. ... 113

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ГАРЯЧЕПРЕСОВАНИХ РАДІАЦІЙНО СТІЙКИХ КОМПОЗИТІВ З ПОРОШКУ АЛЮМІНІЮ
Казимиренко Ю.О., Лебедєва Н.Ю. ... 116

MODELING AND ANALYSIS OF THE STRESS STATE AND WORKING CAPACITY OF SOLDERED JOINTS
Matviienko M.V., Labartkava Al.V., Labartkava A.V. ... 120

DYNAMICS MODELS IMPROVING OF THERMAL ACTUATOR AND ADAPTIVELY CONTROLLED ELEMENTS BASED ON SHAPE MEMORY ALLOYS
Olexandr Nikolaiev, Vitaliy Polishchuk, Vyhovska Tetiana, Ihnatenko Oleksandra, Liashenko Oleksandr ... 123

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СУДНОВИХ ТОНКОСТІННИХ ПРОФІЛІВ З МАЛОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ
Новошицький А.В., Боду С.Ж. ... 127

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУДНОВИХ ТОНКОСТІННИХ ПЕРФОРОВАНИХ ПРОФІЛІВ З МАЛОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ
Новошицький А.В., Боду С.Ж. ... 130

ПЕРСПЕКТИВНИЙ МЕТОД ЗВАРЮВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КРУПНИХ ЗАГОТОВОК КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ З ЧАСТИН
Ошовський В.Я. 133

НОВАЦІЇ УДОСКАНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА В ДВЗ СУДНА ТА ЗАХОДИ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ
Хачатуров Е.Б., Черкес С.В. 136

ІМПУЛЬСНІ ТА ВІБРАЦІЙНІ ВПЛИВИ ПРИ ЕЛЕКТРОДУГОВОМУ МЕХАНІЗОВАНОМУ ЗВАРЮВАННІ ТА НАПЛАВЛЕННІ
Лебедєв В.О., Лой С.А., Спіхтаренко В.В. 140

ЕЛЕКТРОПРИВІД МЕХАНІЗМУ ПОДАЧІ ЕЛЕКТРОДНОГО ДРОТУ
Лебедєв В.О., Лой С.А., Спіхтаренко В.В. 143

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ ТА ЧАСТОТ КРУТИЛЬНИХ КОЛИВАНЬ МОДЕЛІ ВАЛОПРОВОДУ
Ткач М.Р., Золотий Ю.Г., Костріков О.А 148

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КРУГЛОЇ ПЛАСТИНИ
Ткач М.Р., Золотий Ю.Г. 151

ВІЙСЬКОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛИХ НАДВОДНИХ ДРОНІВ
Геляра В.В. 155

ПЕРСПЕКТИВА ЗАСТОСУВАННЯ СМАРТ-СКЛА В ІНТЕР'ЄРІ ЯХТИ
Сергієнко О.М. 156

DEVELOPMENT OF BRAZING TECHNOLOGY FOR COPPER AND CHROME PARTS
Matviienko M.V., Buturlia Ye.A. 159

TYPES OF CORROSION AFFECTING STEEL STRUCTURAL ELEMENTS OF SHIP HULLS UNDER OPERATING CONDITIONS
Anna Kondratieva 161

СЕКЦІЯ № 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДОПАЛЮВАЧА ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ДЛЯ СУДНОВОЇ СИСТЕМИ SOFC-GT
Сербін С.І., Ващиленко М.В., Патлайчук О.В. 165

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДОПАЛЮВАННЯ ГАЗІВ ДЛЯ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ «ТВЕРДООКСИДНИЙ ПАЛИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ – ГАЗОВА ТУРБІНА»
Сербін С.І., Патлайчук О.В. 168

EFFICIENCY OF METHODS OF WATER INPUT INTO THE FLAME ON COMBUSTION QUALITY AND NITROGEN OXIDE EMISSIONS
Kolbasenko O., Dymo B. 172

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ГІБРИДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ НА БАЗІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ КОМПАНІЇ SOFTINWAY INC.
Чередніченко О.К., Сербін С.І., Личко Б.М. 175

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК
Бідніченко О.Г. 178

ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ
Кісєтов Ю.В. 182

МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У РОЗРОБЦІ ПРОГРАМ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН
Кісєтов Ю.В. 185

КИСНЕВО-ПАЛИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ
Патлайчук В.М. 190

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАКСИМАЛЬНОГО ТИСКУ В ЦИКЛІ АЛЛАМА НА ЙОГО ЕФЕКТИВНІСТЬ
Патлайчук В.М. 193

ОСНОВНІ КОНЦЕПЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПАЛИВНОГО ГАЗУ В ПОРШНЕВИХ ДВИГУНАХ.
Доценко С.М., Вульчин Є.М. 197

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ГАЗОДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ КОЕФІЦІЄНТУ НАДЛИШКУ ПОВІТРЯ.
Доценко С.М., Урсуленко І.О. 200

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ
Канц В.В. 203

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СУЧАСНИХ СХЕМ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА НА ЯКІСТЬ ПРОЦЕСУ ЙОГО ЗГОРЯННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ІНДИКАТОРНОГО ККД ДВИГУНА
Пошивай М.І., Авдюнін Р.Ю. 207

USE OF EXCESSIVE ENERGY OF COMBUSTION PRODUCTS FOR CHARGE AIR COOLING OF LOW-SPEED MARINE DIESEL ENGINES
Andrieiev A.A., Andrieieva N.B. 210

HEAT-UTILIZING SYSTEMS FOR CHARGE AIR COOLING IN MODERN MARINE LOW-SPEED DIESEL ENGINES
Andrieiev A.A., Andrieieva N.B. 213

UTILIZATION OF EXHAUST GAS HEAT FOR CHARGE AIR COOLING OF LOW-SPEED MARINE DIESEL ENGINES
Andrieiev A.A., Andrieieva N.B. 217

INCREASING THE EFFICIENCY OF CHARGE AIR COOLING SYSTEMS IN MARINE DIESEL ENGINES
Andrieiev A.A., Andrieieva N.B. 220

IMPROVING THE EFFICIENCY OF A MARINE LOW-SPEED DIESEL ENGINES BY CHARGE AIR COOLING WITH A HEAT-RECOVERY SYSTEM
Andrieiev A.A. 223

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ У СКЛАДІ ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСУ В СУЧАСНИХ БОЙОВИХ КОРАБЛІВ
Діасамідзе Б.Т. 226

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ ТЕРМОСИФОННОГО КОТЛА-УТИЛІЗАТОРА ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ КОМБІНОВАНОГО ЦИКЛУ
Долганов Ю.А., Єпіфанов О.А., Пацурковський П.А. 230

ВПЛИВ ВМІСТУ СІРКИ В ПАЛИВІ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ТЕХНІЧНИЙ СТАН ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА
Калініченко І.В. 232

ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ В КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА, ЩО ПРАЦЮЄ НА АМІАКУ
Колесников А.Б., Єлеонська О.С. 236

ОЦІНКА РЕСУРСУ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ З ТРУБЧАСТИМИ ТЕПЛООБМІННИМИ АПАРАТАМИ
Кузнецов В.В., Шевцов А.П. 239

ПРОГНОЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОНТАКТНИХ ГАЗОПАРОТУРБІННИХ УСТАНОВОК НА ПЛАВЛЕКТРОСТАНЦІЯХ
Кузнецова С.А. 244

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЕШЕВИХ НИЗЬКОЯКІСНИХ ПАЛИВ У СУДНОВИХ ДИЗЕЛЯХ
Лисих А.Ю., Нестеренко В.В. 248

ГІБРИДНА ЕНЕРГОУСТАНОВКА НА ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ
З ГЛИБОКОЮ УТИЛІЗАЦІЄЮ ТЕПЛА
Митрофанов О.С., Тимошевський Б.Г., Проскурін А.Ю. 251

ПЕРСПЕКТИВИ ЗМЕНШЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ТА ДИМНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВЗ
ШЛЯХОМ МЕТОДУ КЕРОВАНОЇ ПОДАЧІ ПОВІТРЯ ДО КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ
Пирисунько М.А., Гук В.В., Левочко Д.О. 256

ПРОБЛЕМА ТЕПЛОВОЇ НАПРУЖЕНОСТІ В КАТАЛІТИЧНИХ ФІЛЬТРАХ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ
ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ В МОРСЬКИХ СУДНОВИХ УСТАНОВКАХ
Пирисунько М.А., Шершньов А.М., Шум С.В. 259

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЖЕКТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ В СИСТЕМІ
РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ
ПОКАЗНИКІВ СДВЗ
Пирисунько М.А., Лабушев М.Є., Кондратюк М.М. 263

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В СУДНОВОМУ
ЕНЕРГЕТИЧНОМУ ОБЛАДНАННІ
Пирисунько М.А., Подвигін В.В. 266

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ТА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ
ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ ШЛЯХОМ ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НА ВХОДІ ТУРБІНИ
Савушкін В. В. 269

ПОКАЗНИКИ ВІБРАЦІЇ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЗАЛИШКОВИЙ РЕСУРС
КОРАБЕЛЬНИХ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ
Свиридов В.І. 272

ВІБРАЦІЇ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ
Свиридов В.І. 275

АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ ГІДРАВЛІЧНОЇ ЧАСТИНИ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ
Свиридов В.І. 278

АНАЛІЗ ВІБРАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ
НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ
Свиридов В.І. 281

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ ПІДШИПНИКІВ
Свиридов В.І. 283

EFFICIENCY OF THE METHANOL USAGE AS FUEL FOR MARINE RECIPROCATING ENGINES
Borys Tymoshevskyy 286

ВПЛИВ ПОЗДОВЖНІХ РОЗРІЗІВ НА ВЛАСНІ КОЛИВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ
Ткач М.Р., Галинкін Ю.М., Монахов А.А., Золотий Ю.Г., Костріков О.А. 292

ВПЛИВ СОЛЕВМІСТУ ВОДИ ВОДОМАЗУТНОЇ ЕМУЛЬСІЇ НА ШВИДКІСТЬ
ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КОРОЗІЇ
Філіпщук О.М., Шевцов А.П. 295

НОВІ ВИДИ ПАЛИВА ДЛЯ СЕУ
Демченко О.С. 299

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ІНТЕГРАЦІЇ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ
В СУДНОБУДУВАННІ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ
Шалапко Д.О., Кухаренко О.О., Ульянов В. 303

ВПЛИВ ГІБРИДНИХ І ЕЛЕКТРИЧНИХ СУДЕН НА МАЙБУТНЄ МОРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
Шалапко Д.О., Кухаренко О.О. 308

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В СУДНОБУДУВАННІ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
Шалапко Д.О., Шалапко Г.Г., Скороновський Д. 312

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ СУДЕН
Шалапко Д.О., Шалапко Г.Г., Кухаренко О.О. 315

ІНТЕГРАЦІЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУДНОБУДУВАННЯ
Шалапко Д.О., Шалапко Г.Г. 318

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ГОЛОВНОГО ДВИГУНА 9L48/60B ТАНКЕРА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВОДНЕВИХ ДОБАВОК В ОСНОВНЕ ПАЛИВО
Шалапко Д.О., Шалапко Г.Г. 322

ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОГІДРИДНИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ КОМПАКТНОГО СУДНА
Шалапко Д.О. 326

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ІНТЕГРАЦІЇ ВОДНЕВИХ СИСТЕМ ДО СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ
Шалапко Д.О. 329

ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ
Шалапко Д.О., Шалапко Г.Г. 332

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОЄВОЇ СИРОВИНИ
Швець І.А., Грабовенко О.І. 336

ІМІТАЦІЙНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОБОВОЇ ВИТРАТИ ПАЛИВА ГОЛОВНИМ ДВИГУНОМ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА
Шостак В.П., Личко Б.М. 340

ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ В ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНАХ
Яковлєв М.Ф. 344

DETERMINATION OF THE MODERN SINGLE SHAFT MARINE GAS TURBINE ROTOR BLADES FATIGUE STRENGTH
Natalia Smetankina, Serhii Morhun, Mykola Semenov 348

ЗАСТОСУВАННЯ РОТОРНО-ПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
Митрофанов О. С., Познанський А. С. 351

ПРАКТИЧНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ КОНІЧНИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ СЕУ НА КОНТАКТНУ МІЦНІСТЬ
Савенков О.І., Філіпішина Л.М., Кондратьєва А.А. 358

FIREPROOF DRONES. A NEW SOLUTION TO CONTROL AIR POLLUTION FROM SHIPS UNDER MARPOL ANNEX VI
Kerimov M., Kandelaki G. 363

EFFICIENCY OF SHIP POWER PLANTS AND SYSTEMS: UTILIZATION OF SUPER SLOW STEAMING (SSS)
Tsintsadze M. 365

SELECTION OF THE TYPE OF SHIPMENT AND GEORGIA'S PERSPECTIVES IN THE MARITIME SHIPPING PROCESS
Purtskhvanidze Giorgi, Khintibidze Kakhaber, Topuria Romanoz, Nemsadze Vladime 367

СЕКЦІЯ № 4. ХОЛОД В ЕНЕРГЕТИЦІ, ПРОМИСЛОВОСТІ

THERMODYNAMIC PROCESS ANALYSIS IN THERMOPRESSORS: APPLICATIONS TO CONTACT COOLING SYSTEMS
Halina Kobalava, Maksym Solianyk 371

INNOVATIONS IN COOLING STRATEGIES AND THERMAL CONTROL FOR MODERN ELECTRIC MOTORS
Dmytro Konovalov, Halina Kobalava 374

THE LOW TEMPERATURES HERMETIC COMPRESSORS FOR MARINE AND AGRIINDUSRIAL REFRIGERATING SYSTEMS
Lytosh Olena 378

RESEARCH ON ALTERNATIVE REFRIGERANTS IN HEATING, VENTILATION, AND AIR CONDITIONING SYSTEMS
Olena V. Lytosh, Anatolii Prylutskyi 380

ANALYSIS OF MODERN HEATING, VENTILATION, AND AIR CONDITIONING TECHNOLOGIES
Olena V. Lytosh, Anatolii Prylutskyi 384

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ СТІН БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ СТАРОЇ ЗАБУДОВИ
Димо Б.В. 388

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ
Димо Б.В., Анастасенко С.М., Голеншин В.В. 392

СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ БАГАТОСТУПЕНЕВОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСУ
Бузник А.І., Радченко А.М. 395

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ПРИ ТЕПЛОПОСТАЧАННІ
Калініченко І.В. 399

ANALYZING EXERGY LOSSES WHEN UTILIZING THE HEAT OF GASES IN EXHAUST GAS BOILER
Victoria Kornienko 402

СЕКЦІЯ № 5. ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА І ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФУЛЬВОВИХ ТА ГУМІНОВИХ КИСЛОТ НА ПРОЦЕСИ БІОДЕГРАДАЦІЇ ЗАЛИШКІВ ГЕРБІЦИДІВ У ҐРУНТІ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЇХ «ФІТО – ТОКСИЧНОСТІ»
Трохименко Г.Г., Кібаров О.І. 407

АНАЛІЗ ЖОРСТКОСТІ ВОДИ ЗІ СВЕРДЛОВИН ЯК ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД МІСТА МИКОЛАЄВА
Гостєва Д.В., Трохименко Г.Г. 410

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ
Літвак О.А. 414

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ КОАГУЛЯНТІВ У ПРОЦЕСАХ ВОДОПІДГОТОВКИ
Честних Ю.В., Трохименко Г.Г. 417

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОРБЕНТІВ НАФТИ, ВИГОТОВЛЕНИХ З СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІДХОДІВ
Літвак О.А., Літвак С.М. 421

ФОРМУВАННЯ ШТУЧНИХ РИФІВ ЯК ПРИКЛАД СПРИЯННЯ ПРИРОДНОМУ ВІДНОВЛЕННЮ ЕКОСИСТЕМ АКВАТОРІЙ НА ЛОКАЛЬНОМУ РІВНІ
Мірошниченко О.В., Грубий М.В., Тимченко І.В., Трохименко Г.Г. 425

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БІОРЕМЕДІАЦІЇ У МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМАХ
Недорода В. М. 427

АДАПТАЦІЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА МІСЬКОМУ КОМУНАЛЬНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ «МИКОЛАЇВВОДОКАНАЛ» ДО ЧИННОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ
Ремешевська І.В., Гурець Н.В., Господаренко О.О. 430

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ МІКРОБНИХ БІОЦЕНОЗІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР
Кособуцька О.О., Трохименко Г.Г. 433

ПОЖЕЖІ В ОБ'ЄКТАХ ПЗФ БУЗЬКО-ДНІПРОВСЬКОГО СТЕПУ ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА

Наконечний І.В., Андрєєва А.В. 437

ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР ЯК ОСНОВНА ПРИЧИНА НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ НА СУДНАХ
Грушина О.Г. 440

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА СУДНАХ
Грушина О.Г. 443

НЕБЕЗПЕКА ПОБУТОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ
Войтасик А.М. 445

ПРОБОПІДГОТОВКА ТА ЕКСПЕРТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УЛАМКІВ ЗРУЙНОВАНИХ СТЕКОЛ
Дрозд О.В., Андрєєва Н.Б., Карпасюк О.О. 448

ОЦІНКА ОБСЯГІВ УТВОРЕНИХ ВІДХОДІВ ВНАСЛІДОК ЗАТОПЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ПІСЛЯ РУЙНУВАННЯ ГРЕБЛІ КАХОВСЬКОЇ ГЕС
Магась Н.І., Свинарчук К.О. 452

ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗА ДАНИМИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ
Магась Н.І., Соченінова І.О. 455

ОЦІНКА СУЧАСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ СИНЮХА
Магась Н.І. 458

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ СТРАТЕГІЧНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ВПРОВАДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ
Мозговий А.М. 460

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОЗАПРАВНОЇ СТАНЦІЇ
Благодатний В.В. 464

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF SHIPYARD
Remeshevska I., Gurets N. 467

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ В УКРАЇНІ
Ушкац С.Ю., Жолобенко Н.Ю. 470

СЕКЦІЯ № 6. ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СУДНОВОГО РЕЗОНАНСНОГО ІНДУКТИВНОГО ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ
Павлов Г.В., Обрубов А.В., Вінниченко І.Л. 472

ІЗОЛЮЮЧІ ПІДСИЛЮВАЧІ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ СИНУСОЇДАЛЬНИХ СИГНАЛІВ
Рябенький В.М., Худякова І.М. 478

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ У СКЛАДІ ПРОПУЛЬСИВНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНУ СУМІСНІСТЬ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ
Жук Д.О., Жук О.К., Козлов М.О. 482

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ У ХВИЛЬОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ
Білюк І.С., Савченко О.В., Баришник Ю.М., Гриненко В.Р. 488

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ КРАН-БАЛКИ
Васильєв О.Г., Смірнова І.М., Довгань Н.О. 492

ЗАСТОСУВАННЯ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ПРИ ВІДКЛЮЧЕННІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
Войтасик А.М. 496

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА З ЕКРАНОВАНИМИ ПОЛЮСАМИ СТАТОРА
Ставинський Р.А., Авдєєва О.А., Савченко О.В., Ставинський О.Р. 499

IMPROVEMENT OF THE FUNCTIONAL STRUCTURE OF THE SHIP GENERATORS SYNCHRONIZATION AND LOAD SHARING SYSTEM

Ushkarenko O.O. 503

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА
Шарейко Д.Ю., Бойченко А. А. 506

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ЕЛЕКТРОПРИВОДУ
Шарейко Д.Ю., Козловський В.О. 509

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА
Шарейко Д.Ю., Надолішний О.С. 512

КОМПЛЕКТНІ ЕЛЕКТРОПРИВОДИ У СІЛЬХОЗГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІЦІ
Шарейко Д.Ю., Перевозчиков П.К. 516

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РІШЕННЯ ЗАДАЧ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИ СИНТЕЗІ КОНСТРУКЦІЙ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
Волянська Я.Б., Волянський Ю.С., Ковальчук М.С. 519

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ДВИГУНІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОРУШІЙНИХ СИСТЕМ УНІВЕРСАЛЬНИХ АВТОНОМНИХ ПЛАВАЛЬНИХ АПАРАТІВ
Волянський С.М., Ященко В.С. 522

ОГЛЯД БІБЛІОТЕКИ АВТОПІЛОТУ ARDUPILOT
Іванов Д.В., Желтов В.С. 524

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ПЛАВУЧОСТІ ПІДВОДНОГО АПАРАТА З РЕЛЕЙНИМ ВИХОДОМ
Сірівчук А.С. 526

ІМПУЛЬСНИЙ СТАБІЛІЗАТОР СТРУМУ З ЦИФРОВИМ КЕРУВАННЯМ ДЛЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ПЛАЗМОТРОНУ
Верещаго Є.М., Костюченко В.І., Новогрецький С.М., Стогнієнко Є.В. 529

АНАЛІЗ КАДРУ В АДАПТИВНОМУ РЕГУЛЮВАННІ ОСВІТЛЕННЯ ПІДВОДНИХ ВІДЕОСИСТЕМ
Касьянов Ю.І. 534

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД «ДЖЕРЕЛА СВІТЛА»
Костенко Д.В., Писарєв О.С., Патенко Д.С., Смалієвський В.Ю., Онищенко О.В., ... 538

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНИХ РКІ У СУЧАСНИХ ІНТЕРФЕЙСАХ ЛЮДИНА-МАШИНА
Ольшевський С.І., Білюк І.С., Савченко О.В., Журжа С.Д. 543

РЕФЛЕКТОМЕТРИЧНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДОВЖИНИ КАБЕЛЮ
Прищепов Є.О. 546

ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ТЕЛЕКЕРОВАНИХ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ
Трибулькевич С.Л., Трибулькевич В.В. 549

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ В ГРЕБНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВКАХ ПОДВІЙНОГО СТРУМУ
Чекунов В.К., Алесандровський С.Ю., Бандура С.І. 553

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ У РОЗПЛАВІ ПРИ ОБРОБЦІ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ У ЧАСТОТНИХ РЕЖИМАХ ТА ВИКОРИСТАННІ РІЗНИХ ЕЛЕКТРОДНИХ СИСТЕМ
Честних М.В., Іванов А.В. 558

ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ
Шостак О.В. 561

СЕКЦІЯ № 7. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НЕЛІНІЙНИХ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ РЯДКІВ КОДУ JAVA-ЗАСТОСУНКІВ
Орєхов О.С., Фаріонова Т.А. 563

ВИБІР СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОТОТИПІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
Беркунський Є.Ю., Книрік К.О., Беркунський О.Є. 566

INFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE STATE PROTECTION IN WAR CONDITIONS
Voinov O.P., Samokhvalov V.S., Kobalava H.O. 568

ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУР ДАНИХ У РОЗРОБЦІ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
Беркунський Є.Ю., Павленко А.Ю., Смикодуб Т.Г. 571

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛІКУВАННЯ ОНКОЗАХВОРЮВАНЬ З
А ДОПОМОГОЮ СКЛЯНИХ МІКРОСФЕР
Казимиренко Ю.О., Гайдаєнко О.В., Гайдаєнко В.А. 573

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ СТРУКТУРИ БАЗИ ДАНИХ
У КОРПОРАТИВНИХ ЗАСТОСУНКАХ
Беркунський Є.Ю., Книрік Н.Р., Беркунський О.Є. 576

ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА НА СЕРЕНДИПОВОМУ ЕЛЕМЕНТІ Q16
Гучек П.Й., Дудченко О.М., Карпова С.О., Литвиненко О.І. 579

КОНЦЕПЦІЯ “SMART CITY” ПРОЕКТУ В УПРАВЛІННІ МІСТОМ МИКОЛАЄВОМ
Запорожець І.М., Трушлякова А.Б. 583

ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ГРАФІКУ РОБІТ ІТ ПРОЄКТУ
З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАГАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ ЛІНЕАРИЗАЦІЇ
Чернова Лб.С., Титов С.Д., Чернова Лд.С., Майстер І.В., ... 586

АНАЛІЗ СПОСОБІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ГРАФІЧНІЙ СИСТЕМІ *AUTOCAD*
Бідніченко О.Г. 590

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РОБІТ
Бідніченко О.Г. 594

REGRESSION MODELS FOR ESTIMATING THE SIZE OF WEB APPLICATIONS CREATED
USING THE REACT FRAMEWORK
Vorona Mikhailo..... 597

СОЦІАЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ У КОНТЕКСТІ КІБЕРБЕЗПЕКИ УКРАЇНИ
Божаткін С.М., Гусєва-Божаткіна В.А., Пасюк Б.Б..... 599

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ З КОМП’ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ «РОЗУМНЕ МІСТО»
ДЛЯ ПОДАЧІ ЕВАКОТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ
Буренко В.О., Гусєва-Божаткіна В.А. 602

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ КІЛЬКІСНОГО АНАЛІЗУ РИЗИКІВ
Гайдаєнко О.В., Меліксетов О.І. 605

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ЗАСТОСУНКІВ,
ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ 2D ГРАФІЧНІ РУШІЇ
Камінський С.С., Макарова Л.М. 607

АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ МЕТРИК ЧИДАМБЕРА І КЕМЕРЕРА
З ПРОГРАМНИХ ПРОЕКТІВ, РЕАЛІЗОВАНИХ МОВОЮ JAVA
Макарова Л.М., Татаренко М.А. 610

АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ СТЕЙКХОЛДЕРІВ ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
Маршак О.І., Смикодуб Т.Г., Ратушняк І.О., Дончик Т.О. 613

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМИ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ БЕЗЕКІПАЖНОГО
НАДВОДНОГО СУДНА
Надточій А.В., Буруніна Ж.Ю. 616

МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
Гайдаєнко О.В., Серік О.А..... 619

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПОШТОВОГО ВІДДІЛЕННЯ
Гайдаєнко О.В., Сипалов М.Г. 622

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ
НОВОСТВОРЕНИМ ВИРОБНИЦТВОМ
Сімутєнков І.В., Гладченко Д.С., Драган С.В., ... 625

3D МОДЕЛЬ ВИРОБНИЦТВА ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ СТВОРЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА
Сімутєнков І.В. 629

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СФЕРІ АВТОСЕРВІСНОГО БІЗНЕСУ
Мошківський В.А., Павленко А.Ю. 632

СЕКЦІЯ 8. ЕКОНОМІКА НА ЗАХИСТІ НЕЗАЛЕЖНОСТІ ТА СВОБОДИ УКРАЇНИ

ВИЗНАЧЕННЯ СУТНОСТІ МОРСЬКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
Жукова О., Парсяк В., Коба М. 635

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ
Руснак А.В. 637

ПРИЧИНИ ПОСИЛЕННЯ УВАГИ ДО ДУАЛЬНОЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ
Парсяк В. 641

ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ КРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ
Хмарська І.А. 644

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ У СУДОВО-БУХГАЛТЕРСЬКІЙ ЕКСПЕРТИЗІ
Балаценко О.Г., Погорєлова О.В., Шаповалов Ю.О. 647

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЛОГІСТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РЕГІОНУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ
Мігай Н.Б. 650

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОРПОРАТИВНОГО НАВЧАННЯ ТА РОЗВИТКУ
Рогов В.Г. 653

ВПЛИВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ НА ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВ МОРЕГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ
Рогов В.Г. 656

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ HR-ФУНКЦІЙ
Рогов В.Г. 659

ADAPTIVE MANAGEMENT OF BUSINESS ENTITIES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF THE ECONOMY
Zhuvahina Iryna 662

SUPPORTING UKRAINES PRIVATE SECTOR DURING WARTIME
Zhuvahina Iryna 666

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ПІДПРИЄМСТВА ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ
Бурунсуз К.С. 670

МІЖНАРОДНА ФІНАНСОВА ПІДТРИМКА, ЯК СКЛАДОВА ЗМІЦНЕННЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ
Гришина Л.О., Карась П.М.

РОЗВИТОК ПОРТОВОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ В ПЕРІОД ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ
Кубатко В.М. 677

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ, ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА УМОВИ РОЗВИТКУ РЕКЛАМНОЇ СФЕРИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА
Луц Д.М. 681

ЕКОНОМІЧНА СТІЙКІСТЬ КРАЇНИ ЯК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ МАКРОРІВНЯ
Марущак С.М. 683

ФУНКЦІОНАЛ ІННОВАЦІЙНОГО БІЗНЕСУ ЯК ЕЛЕМЕНТ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА
Надточій І.І., Огорь Г.М. 686

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ LI-ION АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ
Надточій І. І. 691

РОЛЬ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ В РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ МЕРЕЖ
Руснак А.В., Година О.В. 694

ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ КЛАСИФІКАЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ АКТИВІВ
У КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОДАТКОВИХ РЕФОРМ
Шевчук С.В. 698

МОДЕЛЬ ОПОДАТКУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ АКТИВІВ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД
Шевчук С.В. 700

ЛОГІСТИЧНА СТРАТЕГІЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ СОРТУВАЛЬНОГО ДЕПО
ТОВ «НОВА ПОШТА»
Грищенко О.В. 703

IMPLEMENTING ESG BY UKRAINIAN COMPANIES AND BANKS
Rohov H. 705

СКЕЦІЯ 9. ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИЩОЇ ШКОЛИ

ЦИФРОВЕ І ЗМІШАНЕ НАВЧАННЯ: ДО П'ЯТОЇ РІЧНИЦІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ І НЕОБХІДНОСТІ
ПРОАНАЛІЗУВАТИ ВЛАСНИЙ ДОСВІД (2020–2024)
Бобіна О.В. 708

ВИКОРИСТАННЯ ЗАРУБІЖНИХ ЗМІ НА ЗАНЯТТЯХ З АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ
ЗАВДАНЬ НАЦІОНАЛЬНО-ПАТРІОТИЧНОГО ВИХОВАННЯ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ
ПРОТИСТОЯННЯ УКРАЇНИ РОСІЙСЬКІЙ АГРЕСІЇ (2022–2024 Р.Р.)
Міняйлова А.В., Шляхтіна О.С. 711

ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ВИЩОЇ ОСВІТИ
В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ
Матвієнко Л. В., ... 714

BENEFITS OF COMMUNICATIVE APPROACH IN ESP COURSE
Shliakhtina O.S., Miniailova A.V. 717

МОВНІ КЛІШЕ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА НАУКОВОЇ МОВИ
Гарбар А.І. 720

ЧИСЛІВНИК У МОВЛЕННІ ПРОФЕСІЙНОГО КОМУНІКАНТА
Гарбар І.В. 722

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО МЕТОДІВ НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ
В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ
Задорожна Т.П. 724

ГЕЙМІФІКАЦІЯ У ВИКЛАДАННІ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ
Кириченко С.В. 727

МОДЕЛЬ "LEARNING AND DEVELOPMENT" ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ
Літвінова М.Б., Штанько О.Д., Карпова С.О. 730

РОЛЬ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ І 3D-МОДЕЛЮВАННЯ
В ПРОЦЕСІ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕР'ЄРУ ЯХТ
Матійко Н.О. 733

ПРИНЦИПИ ЕРГОНОМІЧНОГО ДИЗАЙНУ В ІНТЕР'ЄРІ САЛОНУ ХАУСБОТА
Матійко О. В. 736

АВТОРСЬКІ КОЛАБОРАЦІЇ В ПРОЄКТУВАННІ ДИЗАЙН-ІНТЕР'ЄРУ ЯХТ
Матійко О.В., Матійко Н.О. 738

ENGLISH SPEAKING DRILLS FOR QUALITY COMMUNICATION
Ponomarenko N.M., Smuhliakova M.K. 741

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LANGUAGE LEARNING APPS
IN LEARNING FOREIGN LANGUAGES
Smuhliakova M.K., Ponomarenko N.M. 744

СЕМАНТИКА КОНЦЕПТУ *ВІЙНА / WAR*: ЛІНГВОДИДАКТИЧНИЙ АСПЕКТ
Філіппова Н.М., Фомічова В.О. ... 746

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНИХ СХЕМ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ»
Шаманова Н.Є. ... 749

THE SIGNIFICANCE OF THE TEXT IN TEACHING ENGLISH READING
Bielousova S.M. ... 752

THE IMPACT OF MODERN TECHNOLOGIES ON THE FORMATION OF POSITIVE MOTIVATION FOR ONLINE LEARNING
Boiko Liubov, Smirnova Iryna ... 755

ACADEMIC INTEGRITY IN VIRTUAL CLASSROOM
Boiko Liubov ... 757

ПОТЕНЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ
Патлайчук О.В. ... 759

ЧИ Є ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЗАГРОЗОЮ ДЛЯ ЛЮДСТВА?
Патлайчук О.В. ... 762

У свою чергу до помилок в алгоритмах відносять: ... 763

МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ЗВ'ЯЗОК ЯК КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ДИЗАЙН-ПРОЄКТУВАННЯ
Данильченко Н.В. ... 765

ФІРМОВИЙ СТИЛЬ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЯК ЕЛЕМЕНТ КОРПОРАТИВНОЇ КУЛЬТУРИ
Данильченко Н.В. ... 768

ЦИФРОВЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В ТЕХНІЧНИХ ЗВО
Кисельова Т.В. ... 770

ІНСТИТУЦІЙНИЙ РЕПОЗИТАРІЙ. РОЛЬ НАУКОВОЇ БІБЛІОТЕКИ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА В УПРАВЛІННІ ДОСЛІДНИЦЬКИМИ ДАНИМИ
Костирко Т.М., Білоножко К.С., Бондар О.А., Диндеренко К.С. ... 774

ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ ВИНИКНЕННЯ АЛГОРИТМІЧНОЇ УПЕРЕДЖЕНОСТІ У ШТУЧНОМУ ІНТЕЛЕКТІ
Мельникова О.Є., Ступак О.П. ... 779

THE IMPORTANCE OF LISTENING SKILLS FOR STUDENTS OF HIGHER EDUCATIONAL NON-LINGUISTIC INSTITUTIONS
Ovsyanko G.V. ... 783

ФОРМИ ТА МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН «РИСУНОК» ТА «ЖИВОПИС» В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ
Портнов Д.В. ... 786

АКТУАЛЬНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧАСНИКІВ ОСВІТНЬОГО В УМОВАХ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ
Щедролосєв О. В., Коновалова Г. В. ... 790

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ В ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ
Романчук Н., Майборода О. ... 794

СИСТЕМА ВИЩОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ: ПОВОЄННІ ПЕРСПЕКТИВИ
Сонечко О.С. ... 797

ПЛАКАТИ ВОЄННОГО ЧАСУ ЯК СИМВОЛИ ВІЙНИ
Булавицький І.Я., Струкачова Л.М. ... 799

ПРО ПЕРЕДУМОВИ СУЧАСНОЇ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ
У КОНТЕКСТІ КУРСУ ІСТОРІЇ УКРАЇНИ ТА УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ
Федоренко М. О. 802

ПОСТТРАВМАТИЧНЕ ЗРОСТАННЯ ЯК ФЕНОМЕН ПЕРЕЖИВАННЯ
ТРАВМАТИЧНОГО ДОСВІДУ ВІЙНИ
Чугуєва І.Є 804

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.
Чигінцев С.І., Чигінцева О.В. 807

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЛАВУЧОГО БУДИНКУ
Чигінцев С.І., Чигінцева О.В. 809

ВПЛИВ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА РЕГУЛЯРНИХ ЗАНЯТЬ СПОРТОМ ПІД ЧАС ВІЙНИ
Вакуліна Л., Сокол О. 812

СЕКЦІЯ № 10. ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ НА ЗАХИСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

ІННОВАЦІЇ В ОСВІТІ ЯК НАПРЯМ ДО ЗМІНИ ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ
Дубинський О.Ю. 816

ПРОБЛЕМИ АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ТА КОНТРОЛЬНО-НАГЛЯДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН В УКРАЇНІ
Борко А.Л. 818

РОЛЬ ІННОВАЦІЙ У РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ
Бортник Н.П. 821

ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ У МОРСЬКОМУ ПРАВІ:
МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ ТА НАЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ
Бараненко Д.В. 823

ПРАВОВІ МЕХАНІЗМИ ПРОТИДІЇ КОРУПЦІЇ В СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ
Дмитрук І.М. 826

ВІДШКОДУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТА МОРАЛЬНОЇ ШКОДИ
ЗАВДАНОЇ ЗБРОЙНОЮ АГРЕСІЄЮ РФ ПРОТИ УКРАЇНИ
Достдар Р.М., Доля А.М. 829

ЗМІНА ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ПІДСУДНОСТІ СУДОВИХ СПРАВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ
Достдар Р.М., Лозицька О.В. 833

РОЗГЛЯД ЦИВІЛЬНИХ СПРАВ ЩОДО КОМПЕНСАЦІЇ ШКОДИ, ЗАПОДІЯНОЇ
НЕПРАВОМІРНИМИ ДІЯМИ ОРГАНІВ, ЩО ЗДІЙСНЮЮТЬ ОПЕРАТИВНО-РОЗШУКОВУ
ДІЯЛЬНІСТЬ, ОРГАНІВ ДОСУДОВОГО РОЗСЛІДУВАННЯ, ПРОКУРАТУРИ І СУДУ
Достдар Р.М., Сидоров Д.А. 836

СУЧАСНИЙ СТАН ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИКИ В КОНТЕКСТІ
НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ
Сандюк Г.О. 840

ПІДСТАВИ ПЕРЕГЛЯДУ СУДОВИХ РІШЕНЬ ЗА НОВОВИЯВЛЕНИМИ АБО ВИКЛЮЧНИМИ
ОБСТАВИНАМИ В ЦИВІЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ
Достдар Р.М., Спінатій І.В. 844

СУБ'ЄКТИ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ЗА ШКОДУ СПРИЧИНЕНУ
МАЛОЛІТНЬОЮ І НЕПОВНОЛІТНЬОЮ ОСОБОЮ
Достдар Р.М., Тарасенко О.О. 848

ВАГОМІСТЬ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ
В ІННОВАЦІЙНОМУ КОНТЕКСТІ
Ломакіна О. А. 852

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПОНЯТТЯ: ЛІКАРСЬКА ТАЄМНИЦЯ
Філіппських М.О. 854

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛІТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ
Кравчук О.Ю. 859

МОЖЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ЗА ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ У ВИЩІЙ ШКОЛІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ
Ворчакова І.Є. 861

ПРО РОЛЬ ПАРЛАМЕНТУ В УМОВАХ ВІЙНИ
Ломжець Ю.В. 864

ВІДСТУП УКРАЇНИ ВІД ЗОБОВ'ЯЗАНЬ ЗА КОНВЕНЦІЄЮ ПРО ЗАХИСТ ПРАВ ЛЮДИНИ І ОСНОВОПОЛОЖНИХ СВОБОД
Дубова К.О. 867

БРОНЮВАННЯ ФОП: ПЕРСПЕКТИВИ ЗАКОНОДАВСТВА
Гавриленко Н.В. 871

ЄДИНИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕЛЕКТРОННИЙ РЕЄСТР ПРИЗОВНИКІВ, ВІЙСЬКОВОЗОБОВ'ЯЗАНИХ ТА РЕЗЕРВІСТІВ ЯК НОВАЦІЙНИЙ, ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ ВІЙСЬКОВОГО ОБЛІКУ
Набокова О.Г. 873

СЕКЦІЯ № 11. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

ПРОЄКТИ РОЗВИТКУ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ
Слободян С.О, Жуков Ю.Д., Харитонов Ю.М. 876

РОЗРОБКА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДІЛОВИХ ІГОР ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ «СИСТЕМОТЕХНІКА ОБ'ЄКТІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ»
Казарєзов А.Я., Харитонов Ю.М. 879

ВИКОРИСТАННЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДАНИХ ПРОЄКТІВ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
Приходько С.Б., Кудін О.О. 882

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧОЇ СИСТЕМИ В СКЛАДІ КОРАБЕЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ
Кузнецов Г.В., Харитонов Ю.М. 886

ОЦІНКА КОРИСНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ СУДЕН ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ЧОРНОМОРСЬКОЇ ЗЕРНОВОЇ ІНІЦІАТИВИ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ AIS
Дьяконов О.С., Іхсанов Ш.М., Рябенький В.М. 890

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ДЕРЕВНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА У МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
Подаєнко М.Ю., Харитонов М.Ю., Голеншин Є.В. 894

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ХОДУ МОТОРНОЇ ЯХТИ НА ВИБІР МАТЕРІАЛУ КОРПУСУ
Казарєзов А.Я., Комишник В.І. 899

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА МОТОРНОЇ ЯХТИ ЗА ФРАНЦУЗСЬКОЮ ТА АНГЛІЙСЬКОЮ ФОРМУЛАМИ
Казарєзов А.Я., Комишник В.І. 902

ОЦІНКА ВАРТОСТІ БУКСИРА ТРАДИЦІЙНОЇ КОНСТРУКЦІЇ
Казарєзов А.Я., Комишник В.І. 905

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ В ВОЄННИЙ ЧАС
Тубальцев А.М., Тубальцева Н.П., Дацюк Д.О. 909

УКРАЇНА В СИСТЕМІ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ
Тубальцева Н.П., Тубальцев А.М., Жавко С.М. 912

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ БЕЗПІЛОТНИХ СУДЕН ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕШКОД ПРИ ПЛАВАННІ
Калініченко І.В. 918

ТЕНДЕНЦІЯ YV → Y ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ ФОРМИ НОСОВИХ ШПАНГОУТІВ НАДВОДНИХ КОРАБЛІВ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ПРАКТИЧНІ НАСЛІДКИ
Соломенцев О.І. 921

ВИЗНАЧЕННЯ ГАРАНТІЙНИХ ПРОЕКТНИХ ЗАПАСІВ ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ
Соломенцев О.І. 924

ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕЛЯЦІЙНОГО РАДІУСУ НЕРЕГУЛЯРНОГО ХВИЛЮВАННЯ
Соломенцев О.І. 928

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ДОДАТКОВОГО ОПОРУ РУХУ В УМОВАХ ХВИЛЮВАННЯ ДЛЯ НАДВОДНОГО ДРОНА
Соломенцев О. І. 932

ДВОЕТАПНА СХЕМА ПОПЕРЕДНЬОГО ВИБОРУ СКЛАДУ ПРОТИКОРАБЕЛЬНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ БАГАТОЦІЛЬОВОГО КОРАБЛЯ
Соломенцев О.І. 936

АНАЛІЗ ПРАКТИЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗНИЖЕННЯ СИЛИ ЦІЛІ НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ
Соломенцев О.І. 939

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЦІЛЬВОГО МОРСЬКОГО ДРОНА
Соломенцев О.І. 943

ВИКОРИСТАННЯ ДРОНУ ЯК ДРОНУ-КАМІКАДЗЕ ДЛЯ ВРАЖЕННЯ КОРАБЛІВ СУПРОТИВНИКА ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ УРАЖЕННЯ МОРСЬКОГО ДРОНА
Соломенцев О.І. 946

СЕКЦІЯ № 12. АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

РОБАСТНО-ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ КВАДРОКОПТЕРОМ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ МОРСЬКИХ АКВАТОРІЙ
Тимченко В.Л. 950

ПЕРСПЕКТИВНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ОПТИЧНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ
Тимченко В.Л., Крейнович В., Кондратенко Ю.П. 953

ADVANCED INSTRUMENTATION FOR HYDROGEN PRODUCTION AND STORAGE: ENHANCING SAFETY IN THE HYDROGEN ECONOMY
Zivenko O.V., Zhukov Yu.D. 956

ОСНОВНІ ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ ДВОЛАНКОВОЇ АВТОНОМНОЇ ПІДВОДНОЇ СИСТЕМИ
Блінцов В.С., Бабкін Г.В., Тарчук А.А. 961

КОНЦЕПЦІЯ ПРОЕКТУ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ МОРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ В УКРАЇНІ
Блінцов В.С., Надточий А.В., Надточій В.А. 964

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ НАЛАШТУВАННЯ АВТОРУЛЬОВОГО ПРИСТРОЮ БЕЗЕКІПАЖНОГО КАТЕРА З ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
Грудініна Г.С., Бурунін А.П. 968

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТРЕНІНГОВИХ КУРСІВ В ДИСТАНЦІЙНОМУ РЕЖИМІ
Гайдай Г.Ю., Грєшнов А.Ю. 972

ДО ПРОБЛЕМИ ЛОКАЛЬНИХ МІНІМУМІВ ПРИ НАВЧАННІ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ
Гайда А.Ю., Морозова Г.С., Лученков Є.Є. 975

РОЗРОБКА НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ПЛАЗМОТРОНА
Верещаго Є.М., Стогнієнко Є.В., Маслик В.С. 980

КОМ'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ СЛУЖБ ОХОРОНИ СУДНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ ОНЛАЙН РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ
Капура І.А. 984

РОБОТИЗОВАНІ ЗАСОБИ ТРАНСПОРТУВАННЯ В ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСАХ LAST-MILE DELIVERY
Мазура М.В., Герасін О.С. 987

АСПЕКТИ ЕСКІЗНОГО ПРОЕКТУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ МОРСЬКИХ БЕЗЕКІПАЖНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
Надточій В.А., Бурунін А.П. 991

ВИКОРИСТАННЯ КВАДРОКОПТЕРІВ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЛИМАННИХ АКВАТОРІЙ
Тимченко І.В., Грубий М.В., Крисінська Д.О. 994

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТІВ НА ПІДВІСНИХ СИСТЕМАХ У СУДНОБУДУВАННІ
Угольніков Г.Г., Герасін О.С. 997

КОНЦЕПЦІЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ОТОЧУЮЧОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПОБУТІ ЛЮДИНИ
Хода В.М., Топалов А.М. 1000

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОПЕРАЦІЯМИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО РОБОТА
Єгоров О.П. 1004

ОБЧИСЛЕННЯ КООРДИНАТ ІЗ ГЕОЦЕНТРИЧНОЇ В ЛОКАЛЬНУ СИСТЕМУ ВІДЛІКУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ОБ'ЄКТІВ
Горбов В.Ю., Демідов І.А. 1007

ВПРОВАДЖЕННЯ ХМАРНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ АНАЛОГОВИХ МЕТАЛОДЕТЕКТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОКОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ
Роботько С.П. 1011

Наукове видання

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XV Міжнародна науково-технічна конференція

Матеріали

26–27 вересня 2024 рік

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9

(українською і англійською мовами)

Відповідальний за випуск *Г. В. Павлов*
Комп'ютерне верстання *В. В. Коровченко*

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 120,00. Тираж 150. Зам. № 1709-41
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.