НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

XIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

27–28 жовтня 2022 року

Миколаїв ■ 2022

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

МАТЕРІАЛИ

XIII міжнародної науково-технічної конференції

27-28 жовтня 2022 року

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

Миколаїв
Видавець Торубара В. В.
2022

УДК 001.895:629.5
І-66

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ

ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство інфраструктури України: ДП «Адміністрація морських портів», ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП СК «Ольвія» (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); Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (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 (Китай); Університет науки і технологій Цзянсу (Китай); Шаньдунський науково-технічний університет (Китай); Таджикський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикістан); Гданьський технологічний університет (Польща); Західно-Померанський технологічний університет (Польща); Кошалінський технічний університет (Польща); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія)

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ:

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

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.
Претензії до організаторів не приймаються.

Відповідальний за випуск:
Павлов Геннадій Вікторович

Інновації в судобудуванні та океанотехніці : Матеріали XIII Міжнародної науково-
І-66 технічної конференції. — Миколаїв : Видавець Торубара В.В., 2022. — 620 с.

ISBN 978-617-7472-98-7

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

УДК 001.895:629.5

ISBN 978-617-7472-98-7
© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2022

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

ГЛИБОКА МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА КОНВЕРСІЯ СУДЕН ЯК МОЖЛИВІСТЬ ЗБЕРЕЖЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ

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

Анотація. Показано необхідність будівництва нових суден для забезпечення існуючих та перспективних вантажопотоків. В умовах підвищених ризиків та обмежених фінансових можливостей одним з основних варіантів розвитку суднобудівної та судноплавної галузей є глибока модернізація або конверсія суден із застосуванням елементів суден-донорів.
Ключові слова: суднобудування; проектування; судноплавство; екологія; економіка.

Старіння суден є серйозною проблемою для всієї транспортної галузі. Як наслідок фізичного та морального старіння, суттєво зростають витрати на підтримку суден у безпечному стані, неухильно знижуються їх експлуатаційні якості та конкурентоспроможність.

Базовим рішенням є будівництво нового флоту, але в умовах обмежених фінансових ресурсів та підвищених ризиків слід розглядати варіанти глибокої модернізації або конверсії із застосуванням елементів суден-донорів.

Прикладами глибокої модернізації без зміни року будівництва можуть бути переобладнання з нафтоналивних суден у суховантажні - проекти RSD22, RSD26, RSD29, RSD01M, а також розмірні модернізації без зміни призначення суден – проекти RSD04L, RSD03L та ін.

Конверсія із застосуванням елементів суден-донорів, по суті, глибока модернізація із зміною року будівництва вимагає врахування наступних накопичених у процесі експлуатації базового судна дефектів:

- корозійне та механічне зношування корпусних конструкцій та зварних швів, особливо витончення локального характеру, які погано документуються та у традиційних перевірочних розрахунках міцності не враховуються;
- деформації настилів другого дна та другого борту в результаті контакту з вантажем та засобами вантажообробки в портах, деформації зовнішньої обшивки в результаті контакту з ґрунтом на мілководді, стінками шлюзів, каналів, причальних споруд, льодом;
- накопичені втомні ушкодження в зоні концентрації напруг, особливо мікротріщини та порушення кристалічної структури матеріалу, які не можуть бути виявлені при оглядах;
- можлива зміна фізико-механічних властивостей матеріалу корпусу (старіння).

Прикладами конверсій є багатоцільові суховантажні судна змішаного плавання типу «Челсі» проектів 005RSD06, RSD11, побудовані на Херсонському суднобудівному заводі, на базі існуючих суден річка-море плавання, нафтоналивне судно-хімовоз проекту RST26, нафтоналивні судна річка-море плавання проектів RST11, RST05.

Висновок. Глибока модернізація чи конверсія суден із застосуванням елементів суден-донорів дозволяє у середньостроковій перспективі створити досить сучасний, безпечний та у певній мірі ефективний флот.

Significant Modernization And Conversion Of Vessels As Possibility To Keep Native Cargo Transportations

Egorov Alexander

Text of the annotation. The necessity of new vessels' construction for securing existing and future cargo flows is shown. In conditions of increased risks and limited financial instruments, one of the main options for the development of the shipbuilding and shipping industries is a significant modernization or conversion of vessels using elements of donor vessels.

Keywords: shipbuilding; design; shipping; ecology; economy.

УДК 629.5

ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ І ПОПОВНЕННЯ СЛУЖБОВО-ДОПОМІЖНОГО ТА ТЕХНІЧНОГО ФЛОТУ

Нєкрасов В.О.
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри теорії та проектування суден,
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
valery.nekrasov@nuos.edu.ua

Анотація: Наводиться формулювання та алгоритм розв'язання оптимізаційних задач визначення складу та поповнення службово-допоміжного та технічного флотів, побудовані на єдиній методологічній основі стохастичної теорії сучасного концептуального проектування суден.

Ключові слова: Судно, Службово-допоміжний флот, Технічний флот, Оптимізація, Стохастична теорія, Концептуальне проєктування суден

До службово-допоміжного флоту морської держави відносять: флот морської охорони; флот екологічної безпеки, включаючи морські судна-сміттєзбирачі; науково-дослідний флот; буксирний флот; рятувальний флот, включаючи пожежні судна, а також: криголамні судна; водолазні судна, судна забезпечення підводна-технічних робіт; лоцманські судна; бункерувальники; плавучі перевантажувачі; обстановкові судна, лоцмейстерські судна, плавучі маяки; навчальні судна.

До складу технічного флоту входять: днопоглиблювальні судна; землесоси чи рефулери; ґрунтовози (шаланди); ґрунтовозні баржі; баржі, що самоперекидаються; грязьові баржі.

В даний час методи забезпечення ефективності при проектуванні окремо взятих суден різних типів суден відносно повно для практичного застосування розроблено [1].

Метою даної роботи є розробка способів вирішення проблем збільшення ефективності перелічених флотів і окремо взятих суден на єдиній методологічній основі теорії сучасного концептуального проектування суден.

Відповідно до цієї теорії, дослідження проблем поповнення та оптимізації службово-допоміжного та технічного флотів має здійснюватися на основі створення математичної моделі віртуального простору експлуатації флоту, яка включає:

- модель складу та довкілля флоту;
- Модель функціонування його елементів;
- модель функціонування флоту загалом,

та формування на цій основі оптимізаційної задачі, основними складовими якої є:

- цільові функції та критерії оптимізації складу та поповнення флоту;

- Алгоритм оптимізації.

Фіксованими часовими інтервалами, у яких розглядаються функціональні операції флоту загалом та її елементів, є: доба, місяць, календарний рік, термін служби судна. Оптимізація здійснюється, як правило, на тимчасовому інтервалі, що дорівнює одному календарному році.

Методами, за допомогою яких здійснюється побудова моделей функціонування та оптимізація роботи флоту, є методи стохастичної теорії концептуального проектування суден

При цьому віртуальний простір експлуатації флоту формується на основі розгляду географічного середовища його проживання, погодних умов району експлуатації, сукупності виробничих та фінансових операцій процесів створення та експлуатації елементів флоту.

Географічне середовище експлуатації флоту визначається картографічним положенням району експлуатації та місцями позиціонування його елементів у районі функціональних операцій флоту (портами з їх причалами, а також позиціями суден та інших технічних засобів в акваторіях експлуатації). Параметричне уявлення географічної довкілля найбільш спрощеному випадку задається координатами і відстанями між місцями позиціонування елементів флоту. У загальних випадках розробляються схеми позиціонування, приклад якої представлений на рис.1.

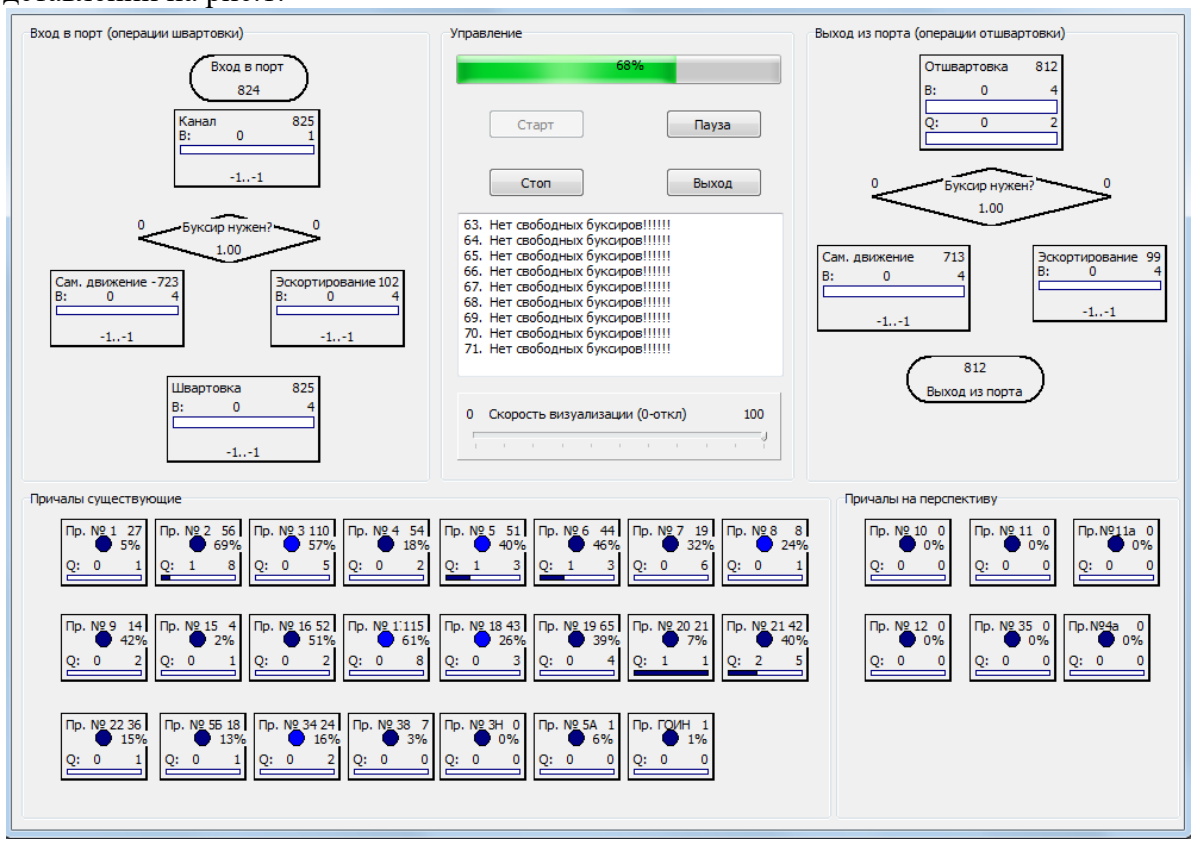


Рис. 1 – Схема довкілля буксирного флоту морського порту [2]

Наступними основними характеристиками віртуального простору експлуатації флоту є ймовірнісні характеристики погодних умов: інтенсивність морських течій, вітру та хвилювання; параметри льодової ситуації. Географічним становищем району експлуатації визначається річний розподіл швидкостей течій $v_т$, м/с. Зміна інтенсивності вітрового та хвильового впливів на судна флоту протягом року їх експлуатації визначається за допомогою довготривалих (режимних) розподілів середніх швидкостей вітру $v_в$, м/с та характерних висот хвиль (висот хвиль 3% забезпеченості $h_{3\%}$, м). Як закони розподілу інтенсивності впливів вітру,

$_{в}$ і хвиль, $h_{3\%}$ використовуються закони Вейбулла і Логнормального розподілу. Вплив льодового покриву під час існування оцінюється законом розподілу товщин льоду $h_{л}$.

Вихідний склад флоту визначається типами суден їх призначенням та кількістю у кожному типі, головними розмірами та розподілом суден за пунктами позиціонування. До складу віртуального простору довкілля флоту також входить сервісне обладнання портів базування, обладнання та елементи місії суден в інших пунктах позиціонування, основною характеристикою яких є продуктивність портового та спеціального обладнання, а також властивості та розмірення інших елементів місії.

Моделі функціонування елементів флоту будуються на основі моделювання операцій портового обслуговування суден, транспортних операцій, що здійснюються судами внаслідок переміщень між портами та іншими пунктами позиціонування, а також виробничих операцій у пунктах або сферах виробничого позиціонування, визначених місіями елементів флоту. Основними характеристиками цих операцій є такі ймовірнісні характеристики: часу операції, "речовини", що бере участь в операції, вартості операції, її швидкості та ймовірності виконання в комплексі погодних та виробничих умов функціонування елемента флоту. У випадку характеристики операцій визначаються рішеннями стохастичних диференціальних рівнянь роботи портового і спеціального устаткування, переміщення суден в акваторії експлуатації флоту. У разі, близьким до стаціонарним режимам роботи, випадкові функції рішень диференціальних рівнянь замінюються відповідними рівняннями випадкових величин. Ймовірнісні характеристики вартості устаткування, суден і витратних матеріалів їх експлуатації, що бере участь в експлуатації флоту, визначаються на основі обробки статистичних даних за цінами на відповідних ринках товарів і послуг на момент розгляду проблеми оптимізації.

Побудова моделей функціонування різних типів суден докладно викладено у роботі [1].

Стохастичний характер та різноманітність функціональних операцій судна та їх характеристик, необхідність оцінки результатів операцій з точки зору їх ефективності, ініціюють використання як при описі самих операцій, так і при формуванні показників ефективності, повного набору об'єктів теорії ймовірностей – випадкових подій, величин, функцій та їх імовірнісних характеристик. Для суден комерційного використання як показник ефективності зазвичай використовується імовірнісна характеристика прибутку [1]:

$$\overline{OF}_{1k} = (\sum_{l=1}^{L} P_{Il}(\bar{I}_l - \bar{E}_l^*) - \bar{B})_k, \quad (1)$$

яка є математичним сподіванням річного прибутку від експлуатації k-го судна, що входить до складу флоту.

У формулі (1) L – кількість основних функціональних операцій судна, що приносять дохід, реалізованих протягом року його експлуатації; $\bar{I}_l$ – дохід від виконання l-ої основної функціональної операції; $\bar{E}_l^*$ – витрати при виконанні основної функціональної операції судна та всього комплексу пов'язаних з нею допоміжних операцій; $\bar{B}$ – річні амортизаційні витрати k-го судна; P_{Il} – ймовірність виконання комплексу основної та пов'язаних з нею функціональних операцій; I – кількість операцій комплексу.

Для судна службового використання показник ефективності визначається виразом [1]

$$\overline{OF}_{2k} = \frac{(\sum_{l=1}^{L} \bar{E}_l^* + \bar{B})_k}{\sum_{l=1}^{L}(\prod_{i=1}^{I} P_i)_{lk}}, \quad (2)$$

де $(\prod_{i=1}^{I} P_i)_{lk}$ – ймовірність виконання комплексу основної та пов'язаних із нею функціональних операцій k-го судна флоту.

Моделі функціонування окремих суден підпорядковуються алгоритму роботи флоту загалом, з допомогою якого будується модель його функціонування та визначаються такі показники ефективності функціонування:

– для флоту, що складається з K суден комерційного використання

$$\overline{SOF}_1 = \sum_{k=1}^{K} \overline{OF}_{1k}, \quad (3)$$

– для флоту суден службового використання

$$\overline{SOF_2} = \sum_{k=1}^{K} \overline{OF_{1k}}\ , \qquad (4)$$

Для флоту, до складу якого входять судна комерційного та службового використання, застосовується формула (3).

На основі моделі функціонування флоту та показників ефективності його роботи (цільових функцій) формується наступне оптимізаційне завдання:

Знайти: $\overline{SOF_m} => extr\ ,\ \ m = 1{,}2$ (5)

при:

$$E_n(\mathrm{x}) \geq 0, \qquad n = 1{,}2; \qquad (6)$$

$$F_p(\mathrm{x}) \geq 0, \qquad p = 1{,}2{,}3, \dots, P; \qquad (7)$$

$$PC_q(\mathrm{x}) \geq 0, \qquad q = 1{,}2{,}3, \dots, Q; \qquad (8)$$

$$X \geq X_r, \qquad r = 1{,}2{,}3, \dots R \qquad (9)$$

де

$E_n(\mathrm{x}) \geq 0$ – обмеження ефективності, що забезпечують необхідний рівень працездатності флоту (обмеження, плавучості та місткості суден, продуктивності устаткування, що використовується);

(x) ≥ [F_p] - обмеження надійності, що забезпечують безаварійність виконання судами флоту функціональних операцій; [F_p] - нормативні значення цих показників, які регламентуються класифікаційними товариствами;

] ≤ [PC_q] - функціональні обмеження фінансових коштів на проектування, будівництво, поповнення та експлуатацію суден флоту, а також на відшкодування можливої шкоди; [PC_q] - граничні значення цих коштів;

– вектор параметрів довкілля, типу використовуваних суден та устаткування, і навіть інших умов функціонування суден флоту певного призначення;

- вектор незалежних змінних (кількості суден певного типу, їхньої вантажомісткості, продуктивності використовуваного обладнання, швидкості ходу тощо);

вектор обмежень на незалежні змінні.

Для флоту комерційного використання цільова функція цієї задачі максимізується, для службового – мінімізується.

Пошук екстремумів цільових функцій виконується за допомогою методів нелінійного програмування за алгоритмом, представленим на рис. 2.

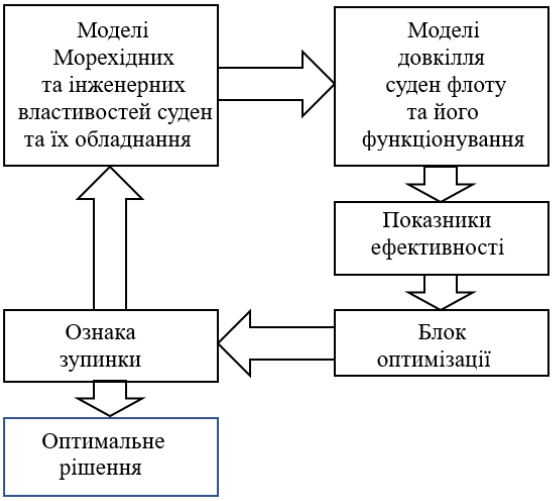


Рис. 2 Блок схема процесу оптимізації складу та поповнення флоту

Приклад розв'язання такого завдання флоту портових буксирів викладено в [2].

Представлений метод розв’язання задач оптимізації складу та поповнення флоту призначений для вирішення відповідних проблем службово-допоміжних та технічних флотів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Nekrasov V. Conceptual Designing of Ships: monograph / Valeriy Nekrasov. – Kyiv-Kherson: Oldi-Plus, 2019.-112 p. (In English)
[2] Effectiveness and Optimization of Harbour Tug Fleet [Text] / O. Bondarenko, V. Nekrasov, O. Yastreba // Transport and Telecommunication, 2018. – 19 (2). – P. 140–150. (Scopus, Web of Science)

Tasks Of Composition And Supplement Optimizing Of The Service-Auxiliary And Technical Fleets

Niekrasov V.O.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract: The formulation and algorithm for solving the optimization problems of determining the composition and replenishment of the service and auxiliary and technical fleets, built on the single methodological basis of the stochastic theory of modern conceptual design of ships, are presented.

Keywords: Ship, Service and auxiliary fleet, Technical fleet, Optimization, Stochastic theory, Conceptual design of ships

УДК 621.4:620.9

СУДНОВА ЕНЕРГЕТИКА, СУЧАСНИЙ СТАН ТА МОЖЛИВІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ

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. В роботі розглянуто сучасний стан суднової енергетики. Аналізуються вимоги міжнародних фахових організацій, які визначають подальші шляхи розвитку судноплавства та суднової енергетики. За результатами зроблений прогноз відносно можливих напрямів розвитку суднових енергетичних установок, та задач для фахових освітніх закладів.
Ключові слова: Суднові енергетичні установки, довкілля, IMO, викиди, GHG.

Суднова енергетика, як окрема технічна галузь, сформувалась у відповідності до низки нормативних документів, які запроваджені Міжнародною Морською Організацією – IMO, яка діє згідно до рішень UN [1–3]. Можна стверджувати, що сучасне мореплавство є слідством реалізації загально **визнаної парадигми** пріоритетності збереження довкілля, коли на перше місце виходять питання екологічності суден та їх енергетичних установок.

В сукупності, діючи та додаткові вимоги IMO дали загальний позитивний ефект. Так, були створені високо ефективні економічні двигуни, здатні споживати різни види рідинних вуглецевих палив видобувних та штучних, а також кріогенні палива, таки, як скраплені природний газ – LNG та водень.

Виробниками двигунів готовляться до випуску двигуни, що будуть працювати на аміаку. Для підвищення екологічності сучасні суднові двигуни, головні та допоміжні, оснащуються спеціальними системами очистки скидних газів. Це так звані системи EGR та SCR, які зменшують викиди окислів азоту – NOx, та скраберні системи для видалення таких компонентів забруднень, як CO та SOx. Велику проблему становить «metan sleep», або метановий слід – результат неповного згоряння метану, оскільки метан в 80 – 90 разів більш агресивний агент GHG, ніж CO2. Та сама проблема виникає при застосуванні аміаку в якості

палива, до цього додаються великі витрати запального палива та спеціальних циліндрових мастил. Застосування нових хімічно не стабільних малосіркових (LSFO) та ультрамалосіркових (ULSFO) палив в ряді випадків призводило до відказів обладнання паливних систем та втрати хода суднами.

В результаті маємо суттєве ускладнення СЕУ та зниження їх надійності, оскільки додаткове обладнання, доволі складне, має великі габарити та працює з корозійно активними речовинами. Більш того, таке підвищення екологічності суден досягається збільшенням витрат судновласників.

Для сьогодення набула актуальності задача **декарбонізації** суднової енергетики, яка має за мету максимальне скорочення споживання вуглецевих палив, що є ключовим фактором для зменшення емісії речовин, сприяючих розвитку парникового ефекта, так званих – Greenhouse Gas (GHG) [3,4]. Можна припустити, що впровадження подальших екологічних обмежень стане великою проблемою, оскільки технологічні можливості для вдосконалення СЕУ з тепловими двигунами, що спалюють палива, майже вичерпані.

Іншими словами, проблема полягає в методах отримання енергії від палив, тобто в технологіях – Combustion Technology або Non-Combustion Technologies. Впровадження в судновій енергетиці Non-Combustion Technologies на основі паливних елементів, зокрема твердооксидних – Solid Oxide fuel cells (SOFC) може стати вирішенням цієї проблеми .

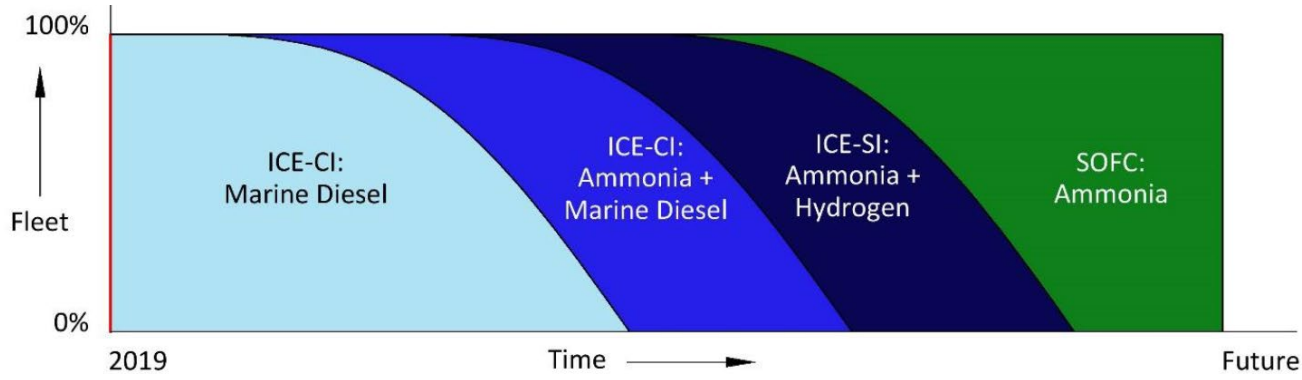


Рис. 1 Прогноз DNV розвитку СЕУ від ICE до SOFC

На поточний момент створені та перебувають на стадії широкого впровадження енергетичні установки на основі паливних елементів з агрегатною потужністю в діапазоні 0.4 – 25 МВт, рис.2.

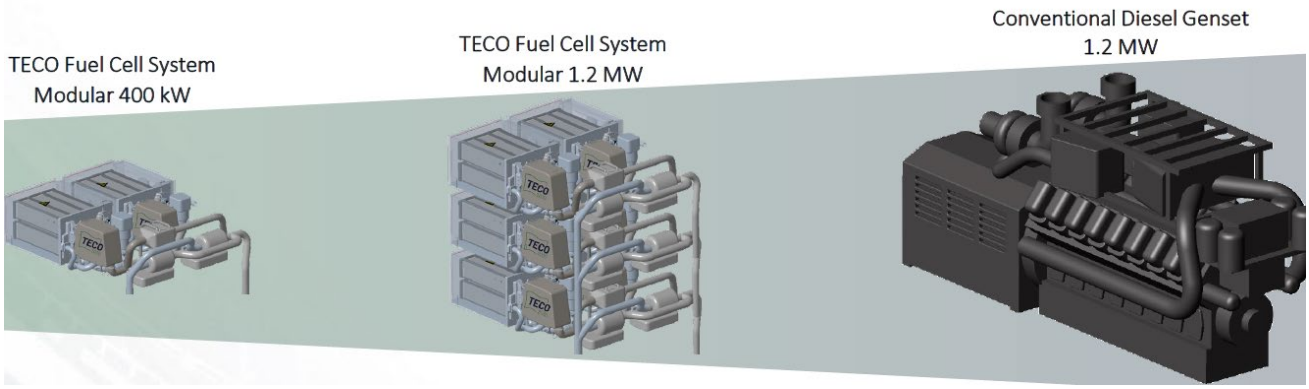


Рис.2 Порівняння габаритів електрогенераторів SOFC фірми TECO та типового дизель-генератора [7]

Провідні компанії, виробники енергетичного та хіміко-технологічного обладнання активно працюють в цій області, ставлячи за мету зменшення вартості паливних елементів,

підвищення їх ефективності та надійності. Для суднової енергетики найбільш доцільним рішенням можна вважати використання установок, побудованих на основі SOFC паливних елементів, які мають певні переваги, а саме:

- термодинамічна ефективність сучасних паливних елементів сягає 58 – 65%, що перевищує ефективність існуючих теплових двигунів, крім того можливе подальше підвищення їх ефективності;
- здатність працювати на різних типах палив – нафтових та штучних вуглецевих паливах, газових паливах – водні, аміаку;
- відсутність будь яких рухомих механічних вузлів суттєво зменшує рівень вібрації та шуму СЕУ, що є важливим для пасажирських суден та кораблів;
- висока екологічність, відсутність окислів азоту а також температури в робочій зоні SOFS становлять 600 – 1000 ^{0}C, що унеможливлює виникнення;
- паливні елементи є оптимальним рішенням для створення електричних та гібридних СЕУ оскільки безпосередньо продукують електричний струм;
- спрощення конструкції суден за рахунок виключення механічних передач – редукторних та прямих.

В зв'язку з цим, перед закладами освіти морської галузі та суднобудування постає задача завчасної корекції учбових програм та оновлення матеріального оснащення учбових лабораторій для підготовки кадрів відповідної кваліфікації. Звісно, масова поява суден з такими СЕУ є питанням часу і можлива за умов покращення їх масогабаритних характеристик, збільшення питомої потужності та зменшення вартості. Тим не менш, фахівці, підготовлені ЗВО України, мають бути готові до роботи з таким обладнанням.

ВИСНОВКИ

1. Діючи вимоги IMO щодо екологічності СЕУ та суден призвели до значного ускладнення СЕУ з ДВЗ, ускладненню їх експлуатації та зниженню надійності.
2. Можливою альтернативою СЕУ з двигунами згоряння мажуть стати енергетичні установки на базі високотемпературних SOFC.
3. На поточний момент існують судна та кораблі, які оснащені ЕУ, побудованими виключно на базі паливних елементів, більш широко поширені комбіновані та гібридні установки з паливними елементами.
4. Створення комбінованих або гібридних СЕУ з паливними елементами позволяє досягнути значного синергетичного ефекту, що дає можливості для розробки принципово нових технічних рішень для морського судноплавства.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. IMO. Third IMO GHG Study 2014. Executive Summary and Final Report. International Maritime Organization. – London, 2015.

[2]. Environment/PollutionPrevention. International Marine Organization (IMO), accessed 22 June 2019: http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/ PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Air-Pollution.aspx".

[3]. Take urgent action to combat climate change and its impacts. – Retrieved from https:// https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/goal-13/.

[4]. IMO. Low Carbon Shipping and Air Pollution Control. Available online: http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/GHG/Pages/default.aspx

[5]. Mariko GmbH, FME, Institute for Combustion Engines VKA, „Perspectives for the Use of Hydrogen as Fuel in Shipping. A Feasibility Study," The MariGreen project, October 2018.

[6]. J. W. P. John J. Minnehan, „Practical Application Limits of Fuel Cells and Batteries for Zero Emission Vessels," Sandia National Laboratories, 2017. Powering the Maritime Industry's

Nransport to Zero. https://teco2030.no/wp-content/uploads/2021/05/TECO-2030-ASA-Company-Presentation-May-2021-2.pdf.

Ship Power Engineering Current Status And Possible Development Directions

Korobko V.V. Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Operation of Ship Power Plants and Thermal Power Engineering, of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The paper examines the current state of ship power engineering. The requirements of international professional organizations that determine further ways of development of shipping and ship energy are analyzed. Based on the results, a forecast was made regarding the possible directions of development of ship power plants and tasks for professional educational institutions.

Key words: Ship power plants, IMO, environment, emissions, GHG.

УДК 629.5.015.2, 629.5.03

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ В РОЗРАХУНКАХ ХОДОВОСТІ БАРЖО-БУКСИРНИХ СОСТАВІВ

Король Ю.М. *кандидат технічних наук, доцент, професор НУК, керівник ННЦГ, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна,* yuriy.korol@nuos.edu.ua
Дєдов С.М. *керівник миколаївської філії Trans Ship Design Corporation, м. Миколаїв, Україна,* dedov@transship-design.ua
Корнелюк О.М. *старший викладач кафедри управління судном, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна*, olganikkornelyuk@gmail.com

Анотація. Наведено результати визначення за допомогою CFD методів опору буксиру, баржо буксирних составів та виконання робіт з проектування рушійного комплексу буксира проекту Т2012 в CAD, CAE системі SolidWorks.

Ключові слова: визначення опору буксиру, баржо буксирних составів, проектування рушійного комплексу буксира проекту Т2012, CFD методи, CAD, CAE система SolidWorks.

Вступ. Суттєвою особливістю проектування рушійного комплексу буксирів і, зокрема, буксира Т2012 є визначення розрахункового складу баржо буксирного составу, для чого необхідно виконати розрахунки опору як окремих складових составу, так і багатьох варіантів компоновки цих складових з урахуванням їх гідродинамічної взаємодії. На сьогоднішній день існує декілька підходів для розв'язування таких задач.

Перший підхід – використання накопиченої інформації по прототипах і виконання на її основі наближених розрахунків [1,2]. Якщо проект не дуже відрізняється від прототипу, то такі розрахунки можуть дати цілком прийнятний результат. В випадку, що розглядається буксир проекту Т2012 не має прототипів, тому результати таких розрахунків можуть давати суттєві похибки не сумісні з вимогами до точності проектних розрахунків.

Другий підхід – визначення опору по результатах модельних випробувань в науково-дослідних басейнах. Цей метод до недавнього часу був єдиним джерелом інформації по опору буксирів і баржо буксирних составів. Досвід використання цього методу довів, що перерахунок на натуру результатів моделювання може бути не зовсім коректним і давати суттєві похибки [1].

Третій підхід – оснований на використанні чисельних методів обчислювальної гідродинаміки реалізованих в спеціальних CFD [5] програмних комплексах. Саме цей підхід використовується в наступному дослідженні з використанням CAD, CAE систем SolidWorks,

Flow Simulation, Free Ship+, GSS3D, GSP3D, GSN3D, Get Data Graph Digitizer, Advanced Grapher. Для реалізації цього методу необхідно створити 3D моделі натурних об'єктів дослідження, побудувати проекти і виконати досить великий обсяг розрахунків.

Основна частина. Дослідження виконувалося в декілька етапів. На *першому етапі* здійснювалася побудова 3D моделей буксиру Т2012, барж проектів D4000, D6000 та варіантів баржо буксирних составів при кільватерному і бортовому з'єднанні. Основою для побудови було обрано теоретичні креслення, які за допомогою Get Data Graph Digitizer оцифровувалися і відображалися в Advanced Grapher у безрозмірному вигляді 2D кривих шпангоутів, батоксів і ватерліній. Далі за допомогою програми GSS3D відбувалося масштабування і створення 3D моделей цих кривих, які в системі SolidWorks перетворювалися спочатку на модель суднової поверхні, а потім на тверде тіло. Варіанти побудованих 3D моделей наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Варіанти 3D моделей буксиру, барж і составів

№	3D модель	№	3D модель
1	$(T2012)_{T=2.5}$	8	$(D4000 - D4000)_{T=3.5}$ - T2012
2	$(D4000)_{T=3.5}$	9	$(D6000 - D6000)_{T=3.8}$ - T2012
3	$(D6000)_{T-3.8}$	10	$(D4000 + D4000)_{T=3.5}$ - T2012
4	$(D4000 - D4000)_{T=3.5}$	11	$(D6000 + D6000)_{T=3.8}$ - T2012
5	$(D6000 - D6000)_{T=3.8}$	12	$(D4000)_{T=0.6}$ -T2012
6	$(D4000 + D4000)_{T=3.5}$	13	$(D4000 - D4000)_{T=0.6}$ - T2012
7	$(D6000 + D6000)_{T=3.8}$	14	$(D4000 + D4000)_{T=0.6}$ - T2012

На *другому етапі* за допомогою CAE модуля Flow Simulation системи SolidWorks здійснюється [5] визначення опору зазначених у табл.1 варіантів 3D моделей. На рис.1, в якості прикладу, наведена картина вільної поверхні для 8 варіанту, а на рис.2 – криві опору руху.

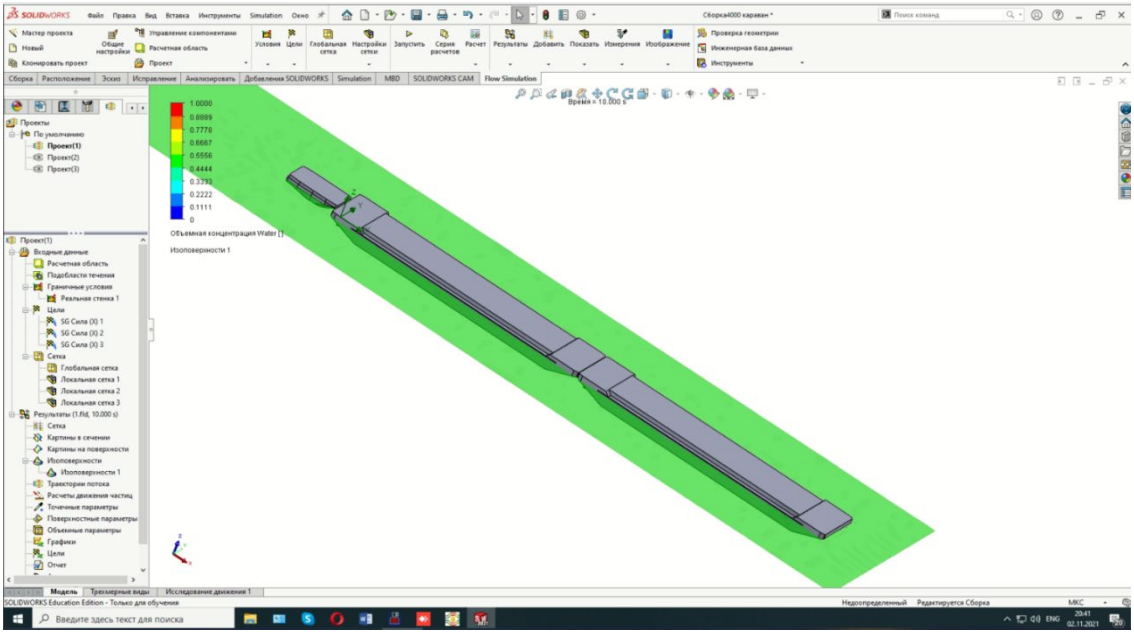


Рисунок 1 – Зображення вільної поверхні на швидкості 3.5 м/с

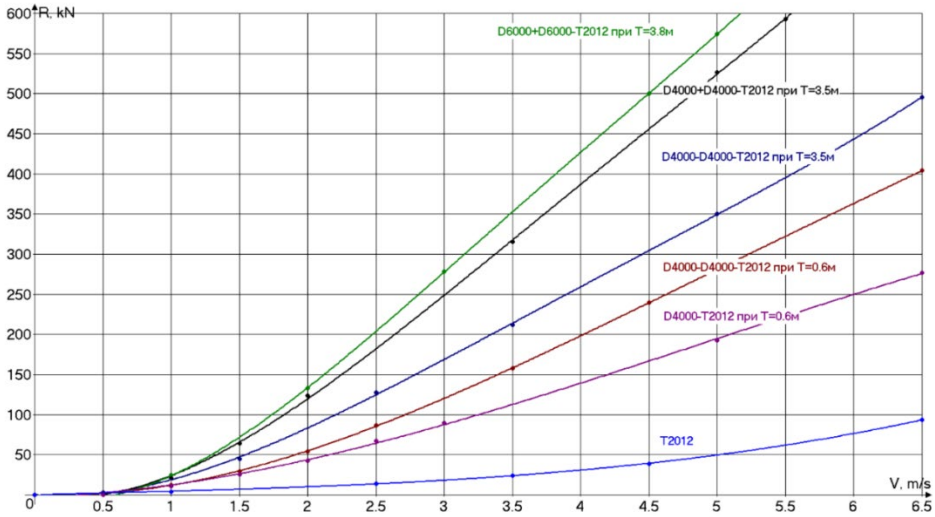


Рисунок 2 – Залежність опору руху буксиру та баржо буксирних составів від швидкості руху в м/с

На *третьому етапі* здійснюється проектування рушійного комплексу буксира Т2012. Розрахунковим режимом було обрано 8 варіант комплектації по табл.1. Розрахунок гребного гвинта баржо буксирного составу D4000 – D4000 – T2012 виконується за допомогою програми Free!Ship Plus [4], причому опір руху в діапазоні від 2 до 6 вузлів знімається з діаграми рис.2, коефіцієнти взаємодії Wt = 0.166, t = 0.120 визначені за допомогою інженерної методики [1]. Оскільки потужність головних двигунів 2х500 кВт і діаметр гребного гвинта D = 1.600 м задано замовником, то частота обертів, та його потрібні характеристики визначаються за допомогою методу поступових наближень. Отримано наступні характеристики гребного гвинта в насадці: Тип - FPP NT-4-75; D=1.599 м; P/D=0.819; Ae/Ao=0.750; Z=4; J=0.203; Kt =0.255; 10*Kq=0.239; ETAd=0.363;
e/D=0.060; dh/D=0.200; Hi = 0.0°; n=400об/хв. Також виконано розрахунок і побудову паспортної діаграми, яка підтвердила розрахункову швидкість 8-го варіанту баржо буксирного составу в 5.042вуз. і 6.02вуз. для варіанту 12.

На *четвертому етапі* за допомогою авторських програм [3] GSP3D, GSN3D здійснено побудову 3D моделей гребних гвинтів в насадках. З метою верифікації і модернізації здійснено моделювання їх роботи в у вільному потоці.

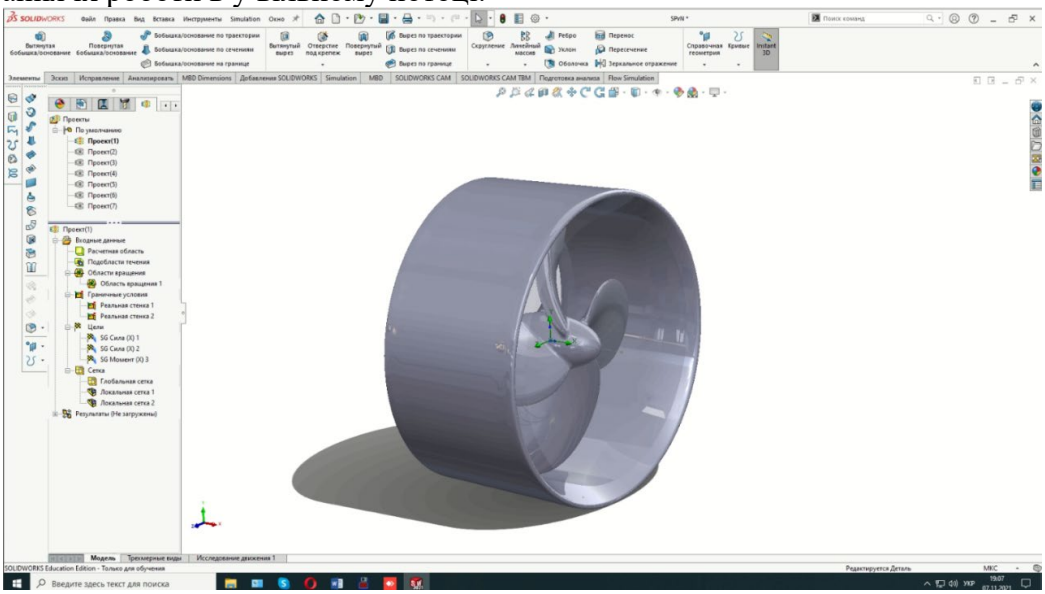


Рисунок 3 – Загальний вигляд 3D моделі гвинта в насадці в модулі Flow Simulation

Висновки. При проектуванні барж слід уникати спрощених обводів, наприклад обводів типу «сані», тому що економія на будівельній вартості їх корпусу не компенсується суттєвим зростанням експлуатаційних витрат за рахунок плохої обтічності і зростання опору руху. Пропонується збільшити діаметр гребного гвинта до D = 2.0 м, що дасть змогу уникнути ризику виникнення кавітації, підвищити ККД до 0.437 та швидкість руху під час штовхання розрахункового баржо буксирного составу з 5.042 до 5.401 вузла.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Ваганов Е.И., Воронин В.Ф., Шанчурова В.К. Тяга судов, -М.: Транспорт, 1986, 199с.

[2] Справочник по теории корабля / Войткунский Я.И., -Л.: Судостроение 1985, т.1, 764с.

[3] Король Ю.М. Разработка и использование программного обеспечения для мульти параметрической генерации 3D моделей гребных винтов. -: НУК, Миколаїв, Інновації в суднобудуванні та океанотехніці, МНТК, 2018, с.296-298.

[4] Інтернет ресурс http://hydro.ucoz.net/index.html,

[5] Інтернет ресурс https://www.solidworks.com

The Use Of Modern Methods In The Calculations Of Barge Performance Of Towing Equipment

Korol Yu.M., Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine,
Dedov S.M. Trans Ship Design Corporation, Mykolaiv, Ukraine
Kornelyuk O.MKherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,

Abstract. The results of determination using CFD methods of tug resistance, barge towing units and execution of work on the design of the propulsion complex of the T2012 tug in the CAD, CAE SolidWorks system are given.

Keywords: determination of resistance of the tug, barge towing trains, design of the propulsion complex of the T2012 project tug, CFD methods, CAD, CAE SolidWorks system.

УДК 005.8: 338.28

ТЕХНОЛОГІЧНА ПЛАТФОРМА SHIPBUILDING 4.0: ВИКЛИКИ ДО СУДНОБУДІВНОЇ ОСВІТИ

Слободян С.О.
кандидат технічних наук, професор
проректор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
slo71nuos@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. Розглянуті основні складові технологічної платформи Shipbuilding 4.0. Показано, що її запровадження на суднобудівних підприємствах потребує, перш за все, підготовки фахівців з її відповідних напрямків. Запропоновано заходи щодо адаптації діяльності університету за умов започаткування на суднобудівних підприємствах України ідеології технологічної платформи Shipbuilding 4.0.

Ключові слова: суднобудування; технологічна платформа Shipbuilding 4.0; суднобудівна освіта.

На теперішній час одним із світових трендів подальшого розвитку суднобудування вважається перехід суднобудівної галузі на побудову інфраструктури, яка задовольняє вимогам технологічної платформи Shipbuilding 4.0 (ТП) [1..3]. Основу технологічної платформи Shipbuilding 4.0 складають процеси цифровізації життєвого циклу судна. Головними елементами технологічної платформи Shipbuilding 4.0 є: моделювання та числові експерименти; технології отримання та безпосередньо нові матеріали; роботизація процесів; віртуальна та доповнена реальності; Інтернет речей; кібербезпека; технологія блокчейн; технології роботи з великими даними; автономні транспортні елементи та системи; технології штучного інтелекту, 3D-друк, 3D-сканування, 3D-моделювання; «хмарні» технології та цифрові платформи.

Аналіз отриманих практичних результатів впровадження елементів ТП на суднобудівних підприємствах (країн-лідерів суднобудування) вказує на суттєве підвищення їх конкурентоздатності та укріплення позицій на світовому ринку.

Суднобудівна галузь України, за умов її сучасного стану, потребує реформування [4]. Вирішення проблеми реформування суднобудівної галузі держави має загальнодержавне значення.

Перехід на технологічну платформу Shipbuilding 4.0 потребує вирішення завдання підготовки фахівців за відповідними напрямками.

Виконаний аналіз сучасного стану суднобудівної освіти різних країн світу доводить, що їх освітній простір перебуває у стані формування та впровадження освітніх програм підготовки фахівців з відповідних напрямків [5, 6].

Основним вищим навчальним закладом в Україні, який забезпечує підготовку фахівців для суднобудівної галузі держави, є Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова.

Аналіз освітніх програм, стану ресурсного забезпечення кафедр, навчально-наукових центрів та науково-дослідних підрозділів університету свідчить про необхідність розробки та запровадження заходів щодо їх адаптації до умов підготовки фахівців за напрямками технологічної платформи Shipbuilding 4.0. Організаційним вирішенням питання подальшого розвитку університету у даному напрямку слід вважати розробку і затвердження спільно з суднобудівними підприємствами та органами влади перспективної програми розвитку університету, яка включає: проекти формування контингенту викладачів з відповідними компетенціями, проєкти розвитку лабораторної бази та бібліотечного фонду тощо.

З метою формування програми наводяться основні першочергові заходи: проведення найближчим часом відповідних зустрічей з представниками інститутів з висвітленням основних принципів та складових технологічної платформи Shipbuilding 4.0: створення комісії по розробці та запровадженню відповідних заходів, проведення перегляду та затвердження нових навчальних дисциплін та освітніх програм тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bernard Ash. Digital shipyard sounds great but what is it? The technologies making it possible. DXC Technology Company. November 2018. – 11 c.
2. Hribernik K., 2016. Industry 4.0 in the Maritime Sector, SEA, Tokio, Japan.
3. Zhavoronkov D. Tsifrovizatsiya Shryodingera: kak v sudprome i na flote (ne) voploschayutsya novyie IT-resheniya (2020). URL: http://flotprom.ru/2020/ Tehnologii7.
4. Lisenko, S. (2015). Vessel life of Ukraine: problems and directly її revival. Economic Bulletin of NTUU " KPI", volume 12, pp. 139-145.
5. Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy morskoy tehnicheskiy universitet: [ofitsialny sayt] (St. Petersburg State Marine Technical University: [official site]). URL: https://www.smtu.ru/ru/listeduprog/
6. The_Digital_Shipyard_Opportunities_and_Challenges URL:https://www.flinde

rs.edu.au/content/dam/documents/research/aiti/The_Digital_Shipyard_Opportunities_and_Challenges.pdf Information model of the shipbuilding cluster

Technological Platform Shipbuilding 4.0: Challenges To Shipbuilding Education

Slobodian Serhii Kharytonov Yuriy
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The main components of the technological platform Shipbuilding 4.0 are considered. It is shown that its implementation at shipbuilding enterprises requires, first of all, the training of specialists in its respective areas. Measures are proposed to adapt the activities of the university under the conditions of the introduction of the ideology of the technological platform Shipbuilding 4.0 at the shipbuilding enterprises of Ukraine.

Key words: shipbuilding, technological platform Shipbuilding 4.0, shipbuilding education

УДК 621.314.26

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ І УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ БЕЗКОНТАКТНОЇ ЗАРЯДНОЇ СИСТЕМИ МАЛОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО СУДНА

Жук О.К.[1], Дзисюк Я.В. [2]

[1] *канд.техн. наук, професор кафедри програмованої електроніки, електротехніки та телекомунікацій*
akzhuk2@gmail.com

[2] *аспірантка кафедри програмованої електроніки, електротехніки та телекомунікацій*
yana_dz@ukr.net

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Виконано порівняльний аналіз принципів схемотехнічної побудови та управління суднових індуктивних зарядних систем (ІЗС) на основі двох топологій резонансних інверторних перетворювачів: двоконтурного з послідовно-послідовною (SS) компенсацією реактивної потужності і амплітудною модуляцією вихідної напруги та одноконтурного LLC - типу з частотною модуляцією. Розглянуто напрями створення удосконалених енергоефективних ІЗС для малих електричних суден типу GMV Zero. Запропоновано принципи розрахунку оптимальних параметрів компонентів зарядного пристрою, зокрема резонансного контуру та напівпровідникового LLC перетворювача з частотним управлінням коефіцієнта передачі для забезпечення інваріантності зарядного струму (потужності) при зміні умов індуктивного зв'язку. Одержані результати перевірені на маломасштабному лабораторному прототипі шляхом проведення натурного експерименту та комп'ютерного моделювання.

Ключові слова: акумуляторні судна з електричними та гібридними пропульсивними енергоустановками, безконтактні зарядні системи, індуктивні зарядні системи. силові напівпровідникові резонансні перетворювачі з амплітудною та частотною модуляцією.

Вступ. При перевезеннях на суднах з короткими маршрутами (наприклад, на поромах або портових буксирах) використання чисто електричних рухових установок з удосконаленими літій-іонними батареями високої ємності може забезпечити значну економію палива та роботу з нульовим рівнем викидів за умови підзарядки до достатнього рівня енергії на кожній стоянці. Для поромів час стоянки, протягом якого здійснюється підзарядка, може становити всього лише 4-5 хв. [1]

З огляду на відомі недоліки штекерних контактних стикувальних вузлів , мотивація використання індуктивної безконтактної передачі енергії для суднових систем зарядки акумуляторів є настільки ж великою, як і для подібних систем для електромобілів.
Індуктивні зарядні системи (ІЗС) можуть забезпечити негайну передачу
енергії на судно, з повним використанням всього часу стоянки. Проте, впровадження технології індуктивної зарядки в морському секторі вимагає вирішення деяких конкретних проблем [1, 2, 3, 4]:
1. На відміну від наземних морський індуктивний зарядний пристрій повинен мати номінальну потужність порядку кількох одиниць мегават.
2. Пришвартоване судно під час зарядки може переміщуватися по відношенню до нерухомої берегової частини зарядної системи. Це означає, що ефективність такої системи повинна бути незалежною від зсуву і зміни взаємного розташування елементів індуктивного зв'язку (котушок), а також довжини повітряного зазору між ними.
Метою даної роботи є удосконалення ІЗС малого електричного судна типу GMV Zero шляхом пошуку та реалізації енергоефективних принципів забезпечення стабілізації зарядного струму (потужності), незалежних від зміни умов індуктивного зв’язку.
Задачі, які необхідно вирішити для досягнення мети:
1. Огляд та порівняльний аналіз принципів схемотехнічної побудови та управління існуючих ІЗС та оцінка можливостей їх використання для судна типу GMV Zero [3].
2. Математичне моделювання режимів резонансних LLC інверторів у складі безконтактних зарядних пристроїв.
3. Розробка принципів розрахунку оптимальних параметрів компонентів зарядного пристрою, зокрема резонансного контуру, та розробка напівпровідникового перетворювача з частотним управлінням коефіцієнта передачі для незалежності зарядного струму від зміни умов зв’язку.
4. Розробка конструкції та розрахунок котушок індуктивного зв’язку з урахуванням скін-ефекту.
5. Проведення модельних та експериментальних досліджень маломасштабної ІЗС.

Основна частина.

1. Аналіз проблем створення удосконаленної ІЗС для малого електричного судна типу GMV

GMV Zero – електричний акумуляторний робочий катер-катамаран для рибних ферм (рисунок 1.1).

Розміри: 13,97x7,6 м Швидкість: 10 вузлів. Дальність плавання: понад 26 морських миль при крейсерській швидкості 8 вузлів. Палубні електричні механізми: вантажопідйомний кран на 32 тонни, якірна лебідка з рекуперативним гальмуванням, два шпилі по 3 тонни, гідравлічні омивачі високого тиску. Головні гребні електричні двигуни: 2 ×107 кВт. Акумуляторні батареї ємністю 350 кВт ·год. Переваги: Річне зменшення викидів CO_2 приблизно на 90 тонн та NOx на 900 кг . Економія палива при експлуатації в норвезьких водах перевищує 200 000 NOK на рік.

Рисунок1.1. Катер-катамаран GMV Zero

Проблема полягає у відсутності швидких зарядних пристроїв з достатньою потужністю та досить низькою вагою, які можна було б встановити на борт для електричного судна рибного господарства. Штатна зарядка GMV Zero здійснюється береговою зарядною системою , що приєднується механічними контактами. Головні незручності створює товстий і важкий кабель, який екіпажу потрібно щодня підключати, щоб зарядити човен. Час стикування набагато довший, ніж у порому, оскільки човен переважно заряджається протягом ночі . Бездротова зарядка і відмова від контактних з'єднувачів може полегшити та автоматизувати процедуру зарядки, забезпечити надійність і електробезпеку. Система зарядки повинна бути спроектована таким чином, щоб зарядна потужность та енергоефективність не змінювались під час заряджання через поєднану дію вітру, хвиль та осадки судна, також внаслідок зміни нахилу та осадки що виникає при завантаження та розвантаженні судна. Це означає, що ІЗС повинна мати високу толерантність до зміщення передавальної та приймальної котушок та зміни довжини повітряного зазору між ними. Система повинна мати здатність контролювати і автоматично компенсувати вплив таких відмінностей у відносному положенні [1].

2. Принципи побудови, управління та особливості експлуатаційних режимів суднових ІЗС на основі резонансних перетворювачів.

До останнього часу у морських зарядних системах використовувались механічні контактні стикувальні вузли. Але на першому в в світі норвезькому акумуляторному автомобільному поромі MF Ampere, який побудованио у 2014 р., мали місце аварії, пов'язаніз відмовою гравітаційного штекера. Щоб уникнути проблем і обмежень, пов'язаних з механічними контактними вузлами, норвезька суднобудівна промисловість розробляє технологію бездротової безконтактної індуктивної передачі енергії на судно, принцип якої показано на рисунку 2.1 [5].

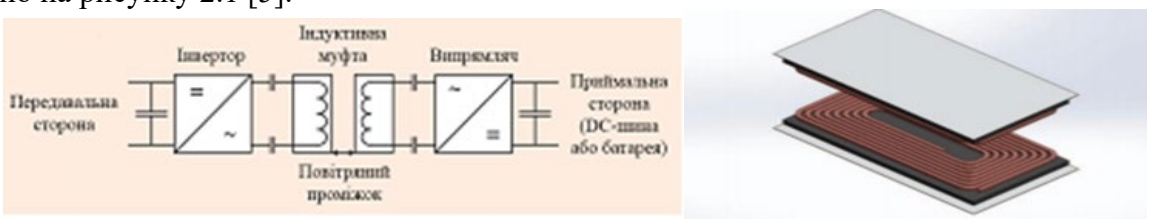


Рисунок 2.1. Структурна схема індуктивної зарядної системи і конструкція котушок

Така система містить береговий та судновий компоненти, які не потребують гальванічного контакту. Технологія працює за рахунок досить близького розміщення двох індуктивних котушок, які утворюють т. з. індуктивну або магнітну муфту, через яку здійснюється безконтактна передача енергії через змінне магнітне поле. У 2017 р. вперше в світі компанією Wärtsilä Marine Solutions вироблено, змонтовано і випробувано індуктивний зарядний пристрій на гібридному поромі MF Folgefonn. Реалізований пристрій забезпечує потужність передачі енергії до 2,5 МВт з ККД не менше 95% в умовах зміни повітряного проміжку між 15 і 50 см. Берегові та бортові частини пристрою зазвичай використовують напругу 690 В на змінному струмі. Також існує можливість підключення до розподільчих шин постійного струму. Щільність потужності, переданої через індуктивну муфту, складає 500 кВт/м2 на робочій частоті в діапазоні 2.1 – 8 кГц. На вибір діапазону робочих частот впливає переважне використання у береговому інверторі ІЗС порівняно дешевих і доступних стандартних мостових IGBT-модулів. З урахуванням значних очікуваних відносних зміщень котушок муфти у напрямі вгору – вниз для зменшення відносної зміни зони перекриття і коефіцієнта зв'язку між ними використовується їх конструкція, подовжена у вертикалі (рис.2.1)

2.1. Аналіз основних енергетичних характеристик ІЗС з серієсно-серієсною (SS) компенсацією реактивної потужності при незмінній резонансній частоті .

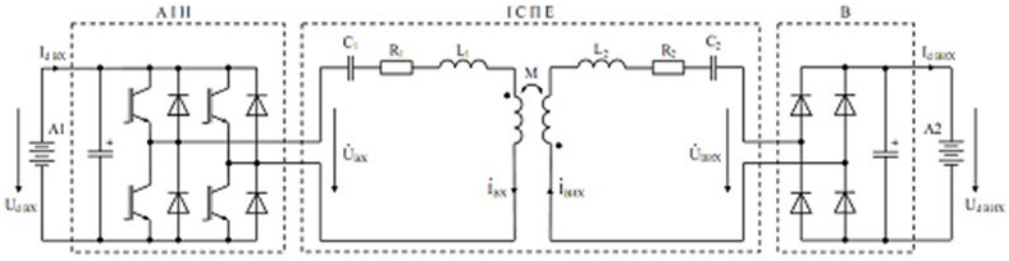


Рисунок 2.2. – Топологія типової ІЗС з SS компенсацією

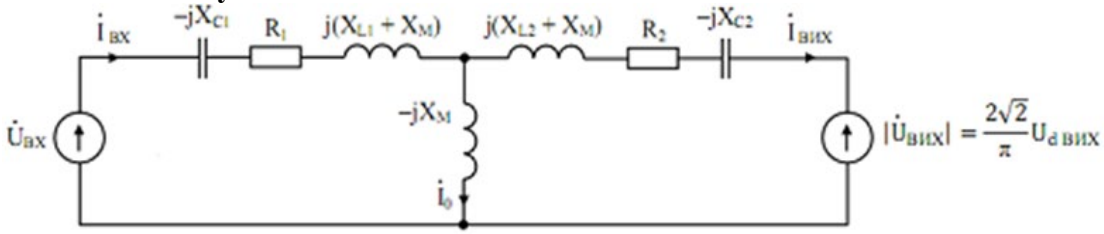


Рисунок 2.3. Еквівалентна розрахункова схема ІЗС з SS компенсацією

На рисунках 2.2 і 2.3 показані принципова та еквівалентна схеми двоконтурної ІЗС з SS компенсацією. Прийняті позначення: А1, А2- берегова та бортова акумуляторні батареї; АІН- автономний інвертор напруги, ІСПЕ- індуктивна система передачі енергії; В- випрямляч; R1, L1; R2, L2 - активні опори та індуктивності розсіювання передавальної і приймальної котушок; М - взаємна індуктивність. котушок; С1, С2 - компенсаційні ємності. Обидва контури (вхідний і вихідний) налаштовані на однакову резонансну частоту

$$\omega_0 = \omega_{вх} = \omega_{0\,вих} = \frac{1}{(L_1C_1)^{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{(L_2C_2)^{\frac{1}{2}}} = 2\pi f_0 \quad (2.1)$$

При аналізі використовуємо гармонічну апроксимацію змінних напруг і струмів; навантаження розглядаємо як еквівалентний опір. Діючі значення комплексів вхідної і вихідної напруги і струму

$$0 \le U_{вх} \le 2\sqrt{2}\frac{U_{d\,вх}}{\pi};\ U_{вих} = 2\sqrt{2}\frac{U_{d\,вх}}{\pi};\quad (2.2)$$

$$I_{вх} = \pi\frac{I_{d\,вх}}{2\sqrt{2}};\ I_{вих} = \pi\frac{I_{d\,вх}}{2\sqrt{2}}$$

Еквівалентний опір навантаження

$$R_{EK} = \frac{I_{вих}}{U_{вих}} = \frac{8}{\pi^2} = \frac{U_{d\,вих}}{I_{d\,вх}} \quad (2.3)$$

У [2] показано, що максимальний ККД індуктивної системи передачі енергії

$$\eta_{max} = \frac{k^2Q_1Q_2}{\left(1+(1+k^2Q_1Q_2)^{\frac{1}{2}}\right)^2}, \qquad (2.4)$$

досягається за умови

$$a = \frac{R_{ЕК}}{R_2} = (1+k^2Q_1Q_2)^{\frac{1}{2}}, \quad (2.5)$$

де $k = \frac{M}{(L_1L_2)^{\frac{1}{2}}}$ -коефіцієнт зв'язку; $Q_1 = \frac{\omega_0 L_1}{R_1},\ Q_2 = \frac{\omega_0 L_2}{R_2}$,-добротності котушок зв'язку.

Теоретично максимальна величина ККД системи може досягати 97%.

Елементарний аналіз резонансного режиму еквівалентної схеми з нульовими втратами показує, що за умови $\dot{U}_{ВХ} = U_{ВХ}$

$\dot{I}_{\text{ВХ}} = \frac{U_{\text{ВИХ}}}{\text{X}_{\text{M}}};\ i_{\text{вих}} = -j\frac{U_{\text{ВХ}}}{\text{X}_{\text{M}}};\ \dot{U}_{\text{ВИХ}} = j \quad U_{\text{ВИХ}}$.

Тоді виходить, що комплексні і активні потужності вхідного і вихідного контурів співпадають за модулем, але протилежні за знаком, тобто вхіднийконтур є генеруючим, а вихідний - споживаючим:

$$\tilde{S}_{\text{ВХ}} = -\tilde{S}_{\text{ВИХ}} = P_{\text{ВХ}} = -P_{\text{ВИХ}} = \frac{U_{\text{ВХ}}U_{\text{ВИХ}}}{(\omega_0 \text{M})}; (2.6)$$

Номінальна передана потужність ІЗС

$$P_{НОМ} = \frac{U_{\text{ВХ}\,НОМ}\ U_{\text{ВИХ}\,НОМ}}{(\omega_0 \text{M}_{НОМ})} \ (2.7)$$

За умови $\text{M} = const$ і $U_{\text{ВИХ}} \approx const$ передану потужність можна регулювати лише зміною $U_{\text{ВХ}}$. Якщо через зміну позиціонування котушок взаємна індуктивність змінюватиметься у діапазоні $\text{M}_{min} \leq M \leq M_{max}$(при цьому вважається, що у слабко зв'язаних системах індуктивності L_1 і L_2, а отже і резонансні частоти обох контурів ω_0 залишаються сталими), то при номінальній переданій потужності $P_{ном}$ виконуються наступні співвідношення:

$$P_{НОМ} = \frac{U_{\text{ВХ}\,max}\ U_{\text{ВИХ}}}{(\omega_0 \text{M}_{max})} = \frac{U_{\text{ВХ}\,min}\ U_{\text{ВИХ}}}{(\omega_0 \text{M}_{min})} \qquad (2.8)$$

Отже, у резонансному режимі ІЗС з регульованою вхідною напругою $U_{\text{ВИХ}}$ забезпечується одиничний коефіцієнт потужності у всьому діапазоні зміни взаємної індуктивності М. Це означає, що

$$P_{НОМ} = U_{\text{ВХ}\,max}\ I_{\text{ВХ}\,min} = U_{\text{ВХ}\,min}\ I_{\text{ВХ}\,max} \quad (2.9)$$

Таким чином, максимальне значення необхідної встановленої потужності передавального АІН

$$S_{\text{ВХ}\,max} = U_{\text{ВХ}\,max}\ I_{\text{ВХ}\,max} = \left(\frac{M_{max}}{M_{min}}\right) P_{НОМ} = \left(\frac{k_{max}}{k_{min}}\right) P_{НОМ} \qquad (2.10)$$

Останній вираз свідчить про те, що встановлена потужність пропорційна відношенню максимального і мінімального значень k , тобто, чим більшим є діапазон зміни коефіцієнта зв'язку k, тим вищим буде необхідний номінал встановленої потужності АІН при заданому номіналі переданої активної потужності.

Отже, інваріантність ІЗС до значних позиційних переміщень і відповідних змін коефіцієнта зв’язку може бути досягнута двома способами: 1) механічне позиціонування для фіксації взаємного положення обох котушок індуктивного зв’язку; 2) деяка припустима варіація коефіцієнта зв’язку має бути компенсована системою керування силового інверторного перетворювача за рахунок зміни вихідної напруги і частоти інвертора. Недоліками першого шлях є складність, недостатня надійність і значна вартість. Другий шлях вимагає

попереднього теоретичного дослідження умов забезпечення високих енергетичних показників ІЗС разом і стабільності зарядного струму при зміні

коефіцієнта зв’язку за рахунок керування вихідною частотою і напругою інвертора. Вже виконаний попередній аналіз показав, що досягнення інваріантності шляхом амплітудного регулювання вихідної напруги АІН при незмінній резонансній частоті не є економічно доцільним, оскільки вимагає запасу по номінальній встановленій потужності передавального АІН, який збільшується пропорційно діапазону зміни коефіцієнту індуктивного зв’язку k. Іншим способом стабілізації зарядної потужності і струму при зміні умовзв’язку є частотне регулювання , яке вимагає додаткового дослідження.

2.2. ІЗС з використанням частотного регулювання резонансного LLC перетворювача .

Резонансний LLC перетворювач має багато переваг у порівнянні з послідовно-послідовним (SS) резонансним перетворювачем; він може стабілізувати вихідну напругу і струм при широкому діапазоні зміни навантажень і коефіцієнту зв'язку шляхом порівняно незначної зміни частоти перемикань ключів інвертора [6,7,8]. В LLC перетворювачі може бути досягнута «м'яка» комутація, коли ключі перемикаються при нульовій напрузі (ZVS) у всьому робочому діапазоні [9,10]. Цьому сприяє природне використання всіх істотних паразитних параметрів елементів схеми перетворювача, в тому числі емностей переходів напівпровідникових пристроїв та індуктивності намагнічування трансформатора. LLC перетворювачі мають більш високу ефективність (ККД), більш високу питому потужність при менших розмірах. Проте розробка таких перетворювачів пов'язана з багатьма проблемами, зокрема з тим, що резонансний LLC напівмостовий перетворювач виконує перетворення потужності з частотною модуляцією замість широтно-імпульсної модуляції, що потребує іншого підходу до проектування. Насамперед, з метою досягнення нижчих втрат на перемикання необхідно скоротити високочастотний діапазон регулювання робочої частоти.

Схема зарядного пристрою з використанням мостового резонансного LLC перетворювача представлена на рис.2.4. Загалом, LLC резонансна топологія DC/DC перетворення складається із трьох ланок, показаних на рисунку:

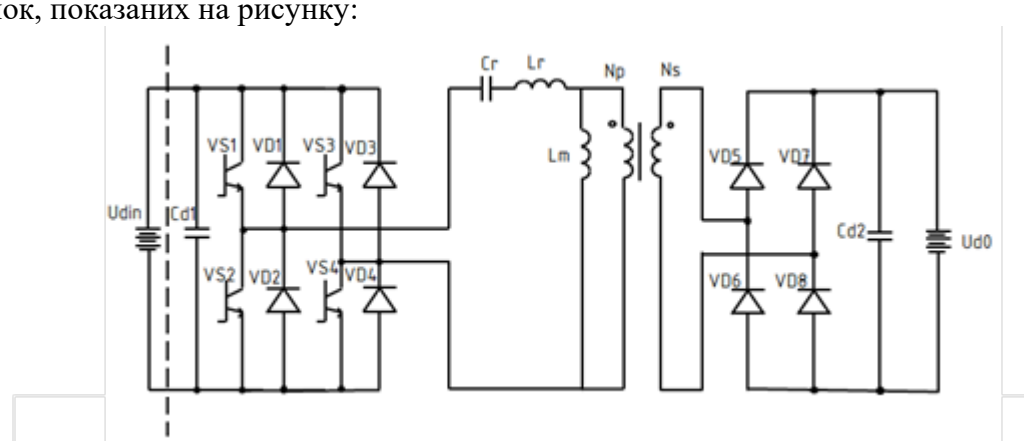


Рисунок 2.4. Схема мостового резонансного LLC перетворювача

Вихідна прямокутна напруга інвертора одночасно є вхідною напругою Uin ac резонансного контуру. Контур містить два індуктивних елементи: послідовну індуктивність розсіювання трансформатора, показану як резонансний дросель Lr та індуктивність намагнічування трансформатора Lm, яка використовується як додатковий індуктивний елемент, підключений паралельно до первинної обмотки трансформатора. Резонансна ємність Cr створюється послідовним резонансним конденсатором. Еквівалентна схема резонансного LLC перетворювача показана на рисунку 2.5.

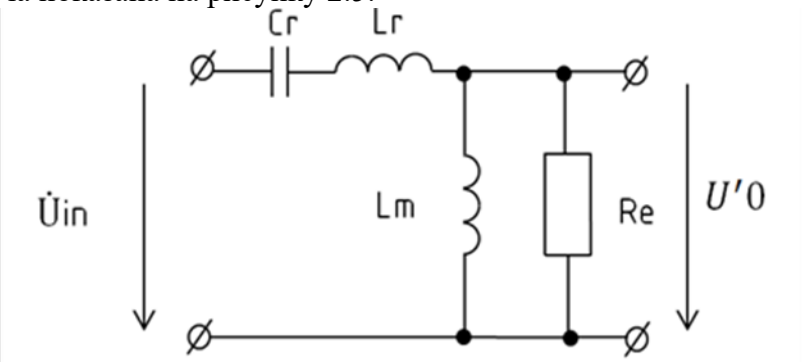


Рисунок 2.5. Еквівалентна схема резонансного LLC перетворювача

Оскільки індуктивність намагнічування відносно невелика, існує досить значний струм намагнічування Im, який не бере участі у передачі потужності. Струм первинної обмотки (Ip) є сумою струму намагнічування і еквівалентного струму вторинної обмотки Ie, приведеного до первинної. Отже, резонансний перетворювач LLC має дві резонансні частоти. Елементи Lr і Cr утворюють високу резонансну частоту, а елементи Lm, Lr і Cr формують низьку резонансну частоту, які визначаються рівняннями

$$f_{r1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r C_r}} \quad (2.11)$$

$$f_{r2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_r + L_m)C_r}} \quad (2.12)$$

Характеристична частота перетворювача постійного струму близька до резонансної частоти fr2 у режимах, близьких до холостого ходу (під час легкого навантаження), але під час пікових навантажень характеристична частота перетворювача постійного струму наближається до fr1. Випрямляч виробляє напругу постійного струму, випрямляючи змінний струм вторинної обмотки трансформатора за допомогою діодів та конденсатора.

3. Принципи проектування ІЗС на основі резонансного LLC перетворювача .

3.1. Коефіцієнт підсилення напруги перетворювача та його частотні характеристики.

Коефіцієнт підсилення напруги перетворювача можна розглядати як добуток коефіцієнтів передачі інверторного моста, резонансного контуру та коефіцієнта трансформації *Ns/Np*. Коефіцієнт передачі повномостового інвертора дорівнює 1.

Коефіцієнт передачі резонансного контуру можна розрахувати, проаналізувавши еквівалентну резонансну схему, яка показана на рисунку 2.5.

$$K(Q, m, F_x) = \left|\frac{V_{0ac}(S)}{V_{inac}(S)}\right| = \frac{F_x^2(m-1)}{\sqrt{(mF_x^2 - 1) + F_x^2(F_x^2 - 1)^2(m-1)^2 Q^2}} \quad (3.1)$$

Де хвильовий опір: $Z_r = \sqrt{\frac{L_r}{C_r}}$ (3.2)

Добротність: $Q = \frac{\sqrt{\frac{L_r}{C_r}}}{R_{ac}}$ (3.3)

Опір навантаження, приведений до первинної обмотки трансформатора:

$$R_{ac_min} = \frac{8}{\pi^2}\frac{N_p^2}{N_s^2}R_0 \quad (3.4)$$

де $Ro = Udo/Ido$ – еквівалентний опір бортового акумулятора

Коефіцієнт взаємноіндуктивного зв'язку: $K = \frac{L_m}{L_r}$ (3.5)

Індуктивність намагнічування: $L_m = \frac{X_m}{(2\pi f_r)}$ (3.6)

Резонансна індуктивність: $L_r = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C_r}$ (3.7)

Резонансна ємність: $C_r = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 L_r}$ (3.8) $C_r = \frac{1}{2\pi Q f_0 C_{ac}}$ (3.9)

Резонансна частота: $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r C_r}}$ (3.10)

Нормована частота перемикання: $F_x = \frac{f_s}{f_r}$ (3.11)

Відношення загальної первинної індуктивності до резонансної індуктивності: $m = \frac{L_r + L_m}{L_r}$ (3.12)

Згідно з наведеними виразами на рисунку 3.1 побудовані графіки сімейства залежностей коефіцієнта передачі резонансного контуру K від нормованої частоти перемикання Fx при різних значеннях добротності Q і значенні статичного параметра m=6

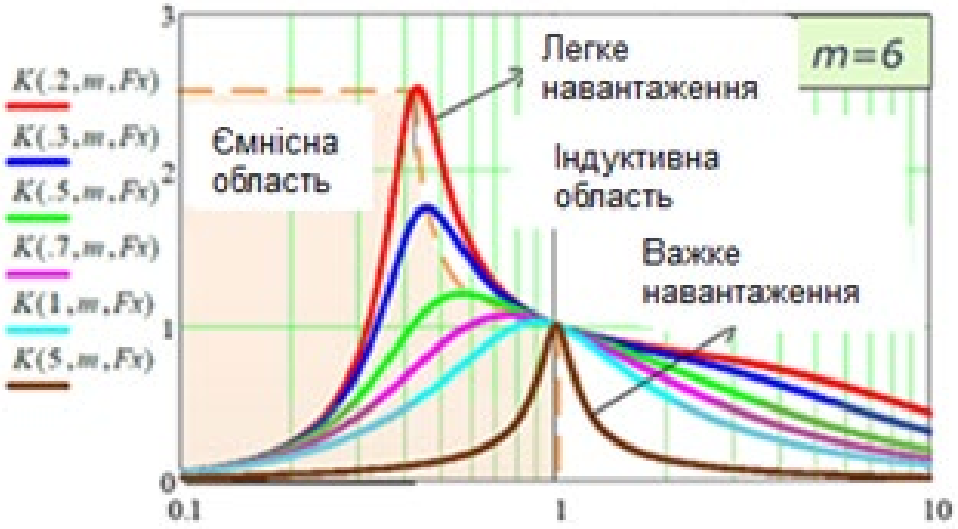


Рисунок 3.1. Графіки залежностей коефіцієнта передачі K(Q,m,Fx)

На рисунку 3.1 показано, що кожна крива має власну точку максимуму, яка одночасно є точкою розмежування між індуктивним та ємнісним характером опору резонансного контуру, отже, геометричне місце цих точок є лінією розмежування між виділеними областями індуктивного та ємнісного режимів. Визначення зазначених областей суттєво важливе, оскільки мета керування перетворювачем полягає в тому, щоб підтримувати режим безперебійної роботи лише в індуктивній області при будь-яких параметрах вхідної напруги та значеннях струму навантаження, не потрапляючи в ємнісну область. Ця вимога є необхідною, оскільки перемикання при нульовій напрузі (ZVS) може бути досягнуто лише в індуктивній області. Робота в ємнісній області призводить до жорсткої комутації зворотного діода , а також може спричинити високі стрибки струму та вихід силового ключа пристрою з ладу [10].

3.2 Режими роботи та методологія проектування резонансного LLC інвертора

Режими, в яких може працювати перетворювач, показані на рисунку 3.2:

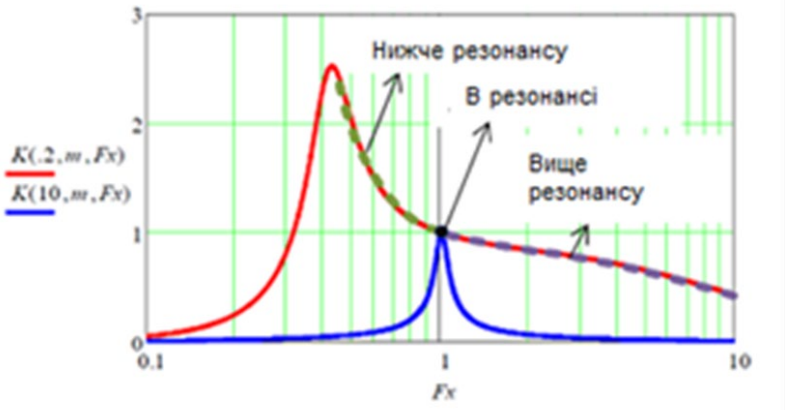


Рисунок 3.2. Три режими роботи перетворювача (m =6)

1) Коли частота перемикання/робоча дорівнює резонансній частоті fs =fr;
2) Коли частота перемикання більше резонансної частоти fs > fr;
3) Коли частота перемикання менше резонансної частоти fs < fr.

З рисунку 3.2 видно, що при конкретних поєднаннях параметрів Q і m можлива робота перетворювача у всіх трьох режимах, якщо робоча точка не потрапляє в небезпечну ємнісну область.

Пріоритетом у визначенні оптимальних параметрів резонансного LLC перетворювача є успішне досягнення найкращої ефективності при одночасному забезпеченні необхідного підсилення для всіх можливих змін умов навантаження та мережі. Для цього необхідно з'ясувати найменшу частоту перемикання, яку контролер перетворювача має обмежити , щоб всі робочі режими потрапляли б в індуктивну, а не в ємнісну область. На рисунку 3.3 показано блок-схему алгоритму , яка пояснює методологію проектування перетворювача

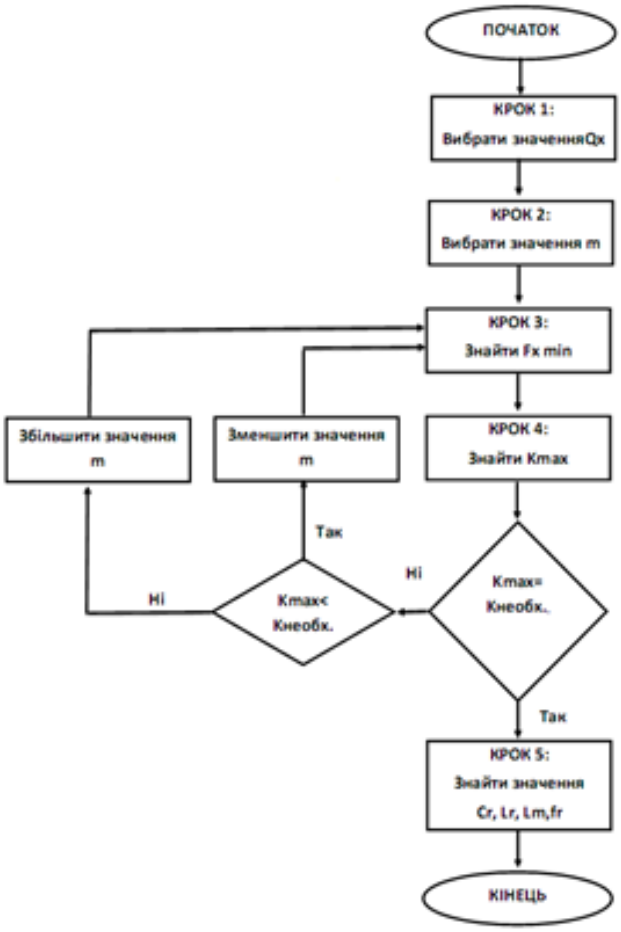


Рис. 3.3. Блок-схема алгоритму проектування LLC перетворювача

На першому кроці важливо встановити максимальне значення Qmax, яке відповідає умовам максимального навантаження. Вплив добротності на можливість частотного регулювання напруги ілюструється відповідними залежностями коефіцієнта передачі напруги K, показаними на рисунку 3.4. При подальшому аналізі слід виходити з припущення, що для компенсації зміни умов зв'язку коефіцієнт передачі K має змінюватись в діапазоні від 0,8 до 1,2. З графіків K(Q,m,Fx) на рис. 3.4 видно, що вибір низького значення Q (Q=0,3 – червона крива) дозволяє досягти більшого значення K, але за рахунок зменшення чутливості до частоти

модуляції області fs>fr. Тобто для досягнення мінімального коефіцієнта К=0.8 частота перемикання повинна збільшитися у значно ширшому діапазоні , що призведе до додаткових втрат на перемикання. При більш високому значенні Q (Q=1 – зелена крива) можна досягти мінімального К=0,8 при меншій частоті перемикання, але в такому випадку не можна досягти максимального підсилення (К=1,2). Отже, оптимальним буде значення Qmax=0,5 (синя крива), яке відповідає вимозі забезпечення необхідного діапазону регулювання коефіцієнта передачі напруги .

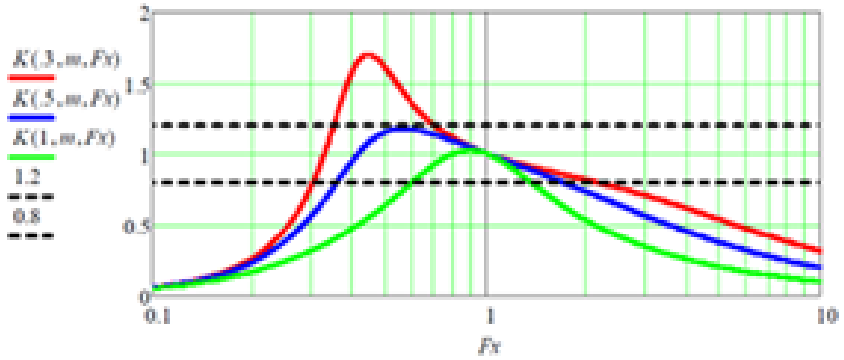


Рис.3.4. Частотні залежності коефіцієнта передачі резонансного контуру при різних значеннях Q (m=12)

На другому кроці встановлюється значення статичного параметра m=(Lr+Lm)/Lr. . Для графічного відображення впливу значення m на роботу перетворювача на рисунку 3.5 побудовані графіки коефіцієнта передачі резонансного контуру, подібні показаним на рисунку 3.4, але для окремих значень m, таких як: m = 3 , m = 6 і m= 12.

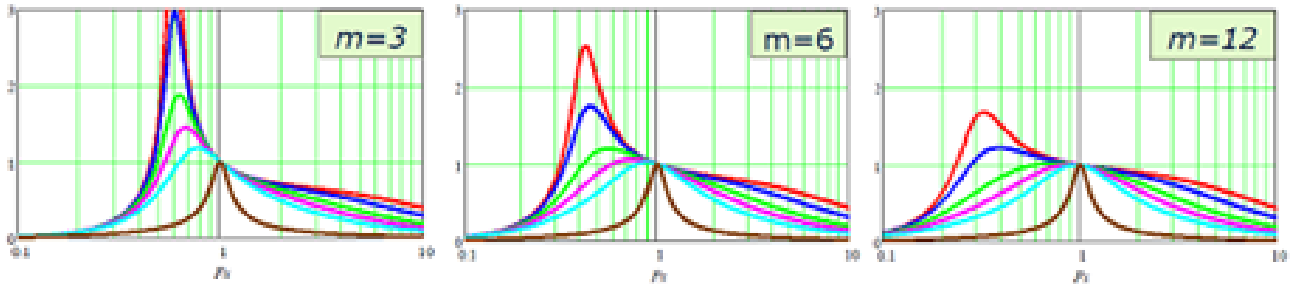


Рис. 3.5. Частотні залежності коефіцієнта передачі при різних значеннях m

Вибираючи довільно початкове значення m в діапазоні від 5 до 10, та виконуючи ітерації згідно з алгоритмом на рисунку 3.3, визначаємо оптимальне значення m, яке дозволяє досягти максимального коефіцієнта передачі, бажаного для різних умов навантаження.

На третьому кроці, коли значення Qmax та m вже визначені, вибрано і форму початкового значення визначено, знаходимо найменшу нормалізовану частоту перемикання, яка гарантує роботу в індуктивній області. Ця частота відповідає умові максимуму коефіцієнта передачі. Як приклад, при Qmax=0,4 і m=6,3

$$\frac{d}{dF_x} K\left(Q, m, F_{x_min}\right)\Big|_{Qmax=0.4, m=6.3} = 0 \quad (3.13)$$

Вирішуючи (3.13), знаходимо, що Fx min=0,489, як показано на рисунку 3.6

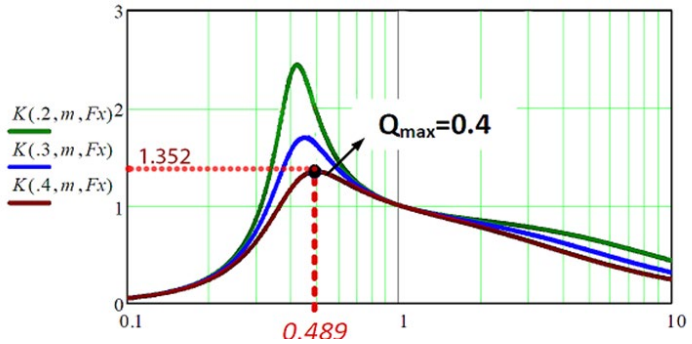


Рис. 3.6. Графіки коефіцієнта підсилення K(Q, m, Fx).

На четвертому кроці згідно з рівнянням (3.14) перевіряємо, чи є максимальний коефіцієнт передачі достатнім при максимальному навантаженні

$$K_{max} = K\left(Q_{max}, m, F_{x_min}\right) \qquad (3.14)$$

На п'ятому кроці, коли виконано ітерацій поточного алгоритму і досягнуте оптимальне значення m, можна перейти до розрахунку параметрів компонентів резонансного контуру. Рівняння (3.3),(3.4),(3.7),(3.8) можна використовувати для визначення для Lr і Cr. Значення Lm можна розрахувати за допомогою рівняння (3.12). Слід зазначити, що вибір резонансної частоти fr не впливає на роботи LLC перетворювача і тому прямо не пов'язаний методологією його проектування. Частота fr повинна вибиратися попередньо з урахуванням частотних властивостей обраних напівпровідникових ключів.

4. Опис лабораторної установки та результати досліджень.

Загальний вигляд установки , яка реалізує маломасштабний варіант індуктивної зарядної системи, показано на рисунку 4.1. Основу ІЗС складає резонансний інверторний LLC перетворювана наведена на рисунку 2.4. Силовий блок і система керування виконані на елементній базі, рекомендованій INFINEON. В мостовому інверторі використані MOSFET-ключі, а у випрямлячі – діоди Шоткі. Основу системи керування ключами інвертора складає контролер резонансного режиму ICE2HS01G разом з драйверами управління затворами LM5100AM/NOPB. Для стабілізації напруги і струму заряду використані відповідні зворотні зв'язки з ізолюючими DC/DC перетворювачами. Сигнали зворотних зв'язків програмно обробляються контролером ICE2HS01G, який коригує частоту інвертора і, відповідно, коефіцієнт передачі перетворювача таким чином, що зарядний струм (напруга) інваріантні до зміни умов індуктивного зв'язку

Безконтактна передача енергії здійснюється через передавальну та приймальну котушки індуктивного зв'язку , виготовлені з з Litz-дроту. Зовнішній вигляд котушок показано на рисунку 4.2.

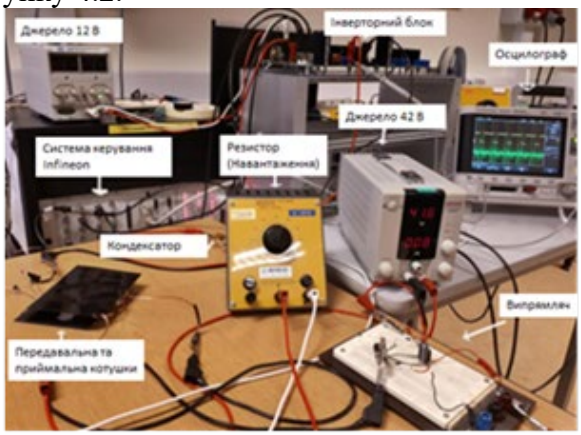


Рисунок 4.1. Зовнішній вигляд лабораторної установки

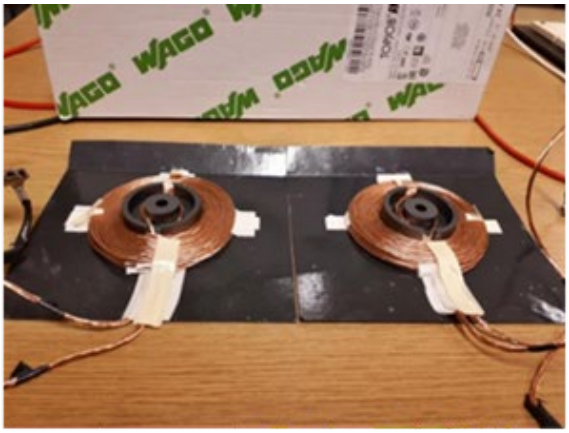


Рисунок 4.2. Передавальна та приймальна котушки з Litz-дроту

Основні параметри установки: вхідна напруга: Uin =12 В, DC; Вихідні напруга та струм:Uo=12В, Io=1,5А,DC. Діапазон частот,fmin – fmax: 24.5 кГц – 74 кГц;резонансна частота: , fr=50 кГц.
Осцилограми вихідного струму перетворювача та показані на рисунку 4.3.

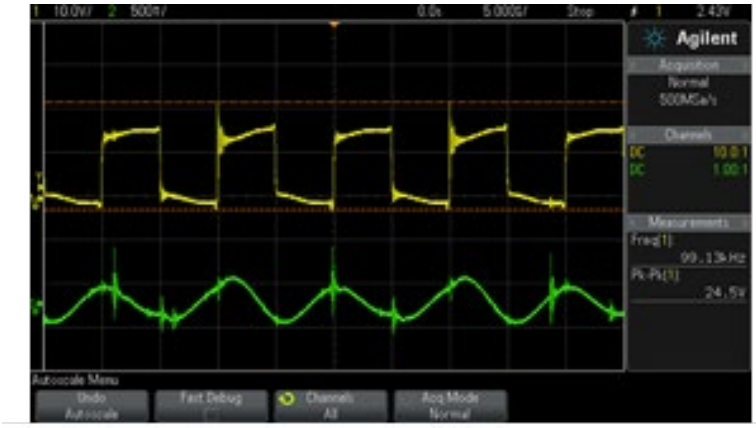


Рисунок 4.3. Форми сигналів вихідної напруги та струму LLC перетворювача лабораторної установки

Висновки

1. Виконано пошук енергоефективних принципів побудови та управління удосконаленої енергоефективної ІЗС , для малого електричного судна типу GMV Zero з забезпеченням стабілізації зарядного струму (потужності) незалежно від зміни умов індуктивного зв'язку. Зазначені принципи реалізовані на основі використання резонансного інверторного LLC перетворювача.
2. У даній роботі як теоретичне моделювання, так і експериментальні дослідження виконуються для перехресної перевірки ефективності проектних рішень для системи бездротової зарядки для малих електричних суден. Помічено, що результати моделювання MATLAB/SIMULINK добре узгоджуються з результатами лабораторних експериментів. Результати підтверджуються компактною та ефективною недорогою конструкцією лабораторного прототипу 12/12 В.

ЛІТЕРАТУРА

1. G. Gildi, J. A. Suul, F. Jenset, and I. Sørfonn, "Wireless Charging for Ships, High-power inductive charging for battery electric and plug-in hybrid vessels," IEEE Electrification Magazine, pp. 23 -32, Sept. 2017.
2. I. Nastali, "Electrified fishing in Norway," https://www.imarest.org/themarineprofessional/item/2498-electrified-fishing-in-norway, Institute of Marine Engineering, Science & Technology (IMAREST), The Marine Professional, July. 2016; retrieved on 21st December 2018.
3. GMV, "Bnr. 138 – GMZ Zero," https://www.gmv.no/portfolio-item/bnr-138-gmv-zero/, GMV Grovfjord Mek. Verksted AS, retrieved on 21st December, 2018.
4. Anish, "Battery Charging On Board Ship," Marine Insight, https://www.marineinsight.com/marine-electrical/battery-charging-on-board-ship/, retrieved 8th November, 2018.
5. MOBIMAR (Mobile Marine Applications), "Electric Propulsion and Charging," http://www.mobimar.com/electric-propulsion-and-charging, retrieved 13th November, 2018.
6. Z. Jianyun, C. Li, W. Bin, X. Linjuan, "Optimal design of a hybrid electric propulsive system for an anchor handling tug supply vessel," Applied Energy 226 (2018), pp. 423-436, 2018.
7. M. Lempriere, "Wireless power transfer: working on the future of electric vehicles,"

https://www.power-technology.com/features/featurewireless-power-transfer-working-on-the-future-of-electric-vehicles-5933632/, retrieved 2nd November, 2018.
8. G. Liu, and B. Zhang, “Dual-Coupled Robust Wireless Power Transfer Based on Parity-Time-symmetric Model,” Chinese Journal of Electrical Engineering, Vol.4, No.2, pp. 50-55, June 2018.
9. T. Q. Dinh, T. M.N. Bui, J. Marco, C. Watts, J. I. Yoon, “Optimal Energy Management for Hybrid Electric Dynamic Positioning Vessels,” IFAC Papers Online, pp. 98-103, 2018.
10. K. A. Kalwara, M. Aamir, and S. Mekhilef, “A design method for developing a high misalignment tolerant wireless charging system for electric vehicles, Measurement,” Vol 118, pp. 237-245, March 2018.

Principles Of Construction And Management Of An Energy-Efficient Non-Contact Charging System Of A Small Electric Vessel

Zhuk O.K.[1], Dzysyuk Y.V.[2]
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. High-capacity shore charging systems for battery ships using the latest technologies and components are considered: improved switching elements (connectors), wireless inductive energy transfer, ship power electronics, shore storage devices, optimization of the charging process. A comparative analysis of possible topological solutions of charging systems was performed, based on the condition of achieving the highest energy efficiency, taking into account the type of ship electric power system (SEE), the available charging time, the capabilities of the port electrical network and the high-level management strategy.

Keywords: battery ships with electric and hybrid propulsion power plants, contactless charging systems, inductive charging systems. power semiconductor resonant converters with amplitude and frequency modulation.

Секція 1. ПРОЕКТУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ СУДНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ОКЕАНОТЕХНІКИ

УДК 629.58

ОСНОВНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО НАПРЯМКУ «МОРСЬКА РОБОТОТЕХНІКА» В УКРАЇНІ

Бабкін Г.В.
кандидат технічних наук, доцент НУК, доцент кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова м. Миколаїв
gvbabkin@gmail.com

Анотація. Сформульовано наукову проблему створення засобів морської робототехніки в інтересах України та зовнішнього ринку. Розглянуто шляхи реалізації наукової проблеми. Сформульована гіпотеза, яка передбачає використання сучасних інформаційних технологій. Розроблено концепцію реалізації наукової проблеми.

Ключові слова: засоби морської робототехніки, інформаційні технології, наукова проблема, концепція створення засобів морської робототехніки

Вступна частина. Останнім часом зросла актуальність питання підвищення безпеки експлуатації морських об'єктів передбачає використання нових технологій та технічних засобів, а саме засобів морської робототехніки [1]. Таки технології та технічні засоби надають наступні переваги над традиційними:
– необмежений час виконання підводно-технічних робіт;
– передача усіх видів інформації з борту морського робота на поверхню у реальному часі;
– можливість дистанційного керування технологічним обладнанням без участі водолазів;
– супровід підводно-технічних робіт з документуванням процесу їх виконання;
– відсутність людини на борту підводного засобу, що знижує вартість створення такої техніки та її використання.
Отриманий досвід зі створення і застосування засобів морської робототехніки для морських операцій на Чорному та Азовському морях свідчить про доцільність і можливість створення в Україні широкого класу морських робототехнічних систем та комплексів в інтересах вітчизняних організацій та зовнішнього ринку. Ця теза базується на багаторічному досвіді створених у НУК низки зразків засобів морської робототехніки.

Мета роботи. Сформулювати наукову проблему серійного створення засобів морської робототехніки в Україні, та шляхи її реалізації.

Основна частина. Сучасні засоби морської робототехніки (ЗМР) є окремим класом робототехнічних засобів для якого характерні власні завдання, технології застосування, склад систем та особливості створення. Але, не зважаючи на те, що у даному напрямі науково-технічної діяльності вже на сьогоднішній час отримані значні результати, висловлюватись про те, що цей вид діяльності вже сформував окрему промислову галузь, ще зарано. Причина цього полягає у тому, що досягнуті наукові результати носять розрізнений характер, тобто найчастіше кожен науковий результат стосується окремого елементу ЗМР. Як наслідок цього – значні витрати коштів та часу на створення ЗМР та їх низьку конкурентоздатність порівняно до традиційних морських технічних засобів та технологій застосування.

На підставі вище викладеного можливо сформулювати наукову проблему, яка полягає у тому, що створення ЗМР в інтересах України і зовнішнього ринку вимагає підвищення їх конкурентоздатності.

Для вирішення цієї наукової проблеми можливо використати декілька традиційних шляхів:

– скорочення термінів проектування;
– підвищення обсягів створення ЗМР;
– підвищення якості ЗМР;
– скорочення витрат на створення ЗМР;
– бенчмаркінг.

Підвищення обсягів створення ЗМР можливо не розглядати як шлях для вирішення тому, що частіш за все, у світової практиці ЗМР створюються одиничними, дослідними зразками під конкретні завдання, вирішення яких з застосуванням традиційних технічних засобів або технологій неможливо. Але не зважаючи на зростання попит на даний вид технічних засобів все ще програє.

Підвищення якості також не допоможе вирішенню наукової проблеми тому, що створені зразки ЗМР залишаються на рівні дослідного зразка і всі виявлені недоліки конструкції можуть бути враховані лише у наступному проекті.

Бенчмаркінг не спрацює завдяки тому, що досвід зі створення ЗМР у всіх, хто займається цією діяльністю, знаходиться приблизно на одному рівні.

Тому вирішення наукової проблеми створення конкурентоздатних ЗМР можливо лише з використанням останніх двох шляхів: скорочення термінів проектування та скорочення витрат на створення. Для її вирішення була сформульована гіпотеза, яка передбачає використання для створення ЗМР сучасних інформаційних технологій, математичного моделювання та автоматизованого виробництва на кожному з етапів проектно-конструкторських та будівельних робіт.

Концепція розв’язання сформульованої наукової проблеми може містити два шляхи реалізації, які базуються на двох відомих та апробованих технологіях:

– Building Informational Modeling, скорочено BIM [2];
– адаптована концепція Shipbuilding 4.0, на підставі Industry 4.0 [3].

Використання BIM технології передбачає повний перехід від фізичного та «гібридного» моделювання до математичного, об’єднання розрізнених математичних моделей елементів ЗМР в єдину комплексну модель з використанням: віртуальних прототипів, чисельного моделювання та результатів натурних випробувань, комплексні бази даних елементів ЗМР зі всіма відомими характеристиками елементів, поєднаних загальним програмним забезпеченням з елементами штучного інтелекту. Тобто створити інформаційно-моделюючий програмний комплекс (ІМПК). Для створення ефективного ІМПК який вирішує проектні завдання необхідно сформулювати систему критеріїв, за допомогою яких ІМПК буде приймати рішення по формуванню складу ЗМР, а головний конструктор оцінювати результат його роботи.

Застосування сучасних інформаційних технологій під час проектування ЗМР робіть процес більш ефективним та скорочує час проектно-конструкторських робіт та скорочений термін підготовки виробництва. Досягається це за рахунок того, що такий спосіб передбачає не роботу з документацією в її класичному розумінні, а з комплексами програм, які генерують модель і всі необхідні для виробництва на верстатах з ЧПК файли, а потім самі ними розпоряджаються. Завдяки чому на першому етапі проектування є можливість отримати орієнтовну, не оптимізовану конструкцію майбутнього ЗМР і заощадити час та інші ресурси проекту.

Другий шлях передбачає повну цифровізацію процесу виробництва ЗМР шляхом впровадження в виробничий процес елементів роботизованого керування та виробництва.

Враховуючи, що ЗМР частиш за все створюється одиничними зразками, витрати на процеси управління виробництвом та технологічної підготовки виробництва співмірні з витратами на саме виробництво. Застосування для виготовлення елементів та вузлів ЗМР автоматичних оброблювальних центрів, верстатів з ЧПК та сучасних технологій 3D-друку скорочує витрати на виготовлення зразка ЗМР.

Висновки: Сформульовані концептуальні шляхи впровадження цифрових інформаційних технологій як реалізації гіпотези для успішного розв'язку наукової проблеми створення конкурентоздатних ЗМР.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Управління інноваційною діяльністю підприємств та організацій морегосподарського комплексу: монографія / С.І. Бай, В.С. Блінцов, С. Д. Бушуєв, О. М. Возний, А. Ю. Гайда, І. М. Запорожець, Б. Ю. Ко-зирь, А. В. Косенко, К. В. Кошкін, М. В. Маслак, П. Г. Перерва, І. П. Покотилов, С. С. Рижков, М. В. Фатєєв, С.К. Чернов, Л.С. Чернова, В.С. Шовкалюк, Х.Танака. — Миколаїв: видавець Торубара О.С, 2013. — 448 с.

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

[3] Липкин Евгений. Индустрия 4.0: Умные технологии - ключевой элемент в промышленной конкуренции. – М.: Остек-СМТ, 2017. – 224 с.

Main ways of development of the scientific and technical field "marine robots" in Ukraine

Babkin G.V.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The scientific problem of creating marine robotics in the interests of Ukraine and the foreign market is formulated. Ways of implementing the scientific problem are considered. A hypothesis is formulated, which involves the use of modern information technologies. The concept of implementation of a scientific problem has been developed.

Keywords: marine robotics tools, information technologies, scientific problem, the concept of creating marine robotics tools

УДК 656.61.052

SOLVING PROBLEMS OF SEAWORTHINESS OF THE VESSEL USING COMPUTER TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

Kyrychenko K.V.
Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer the Department of Ship handling
Kherson State Maritime Academy
Ukraine, Kherson
kvklecturer@gmail.com

Abstract. The current stage of development of shipbuilding and shipping is characterized by the creation of complex models of marine technology, which are increasingly difficult to manage and make the right decisions in dangerous situations. Analysis of ship accidents shows that a significant proportion of them is due to ignorance of the actual performance of navigation in stormy conditions, so the problem of ensuring the safety of navigation at all times remains relevant. The growing influence of the «man-ship» system in the operation of ships necessitates the need to take into account the increased safety requirements.

Keywords: maritime safety, seaworthiness, computer complex, innovative computer technologies and systems, «e-navigation», unmanned navigation.

In modern conditions, one of the main trends in navigation is to ensure a higher level of seaworthiness of ships [1, p. 170]. The relevance of this task is determined by the fact that the share of the work of a sea vessel in wind and excitement conditions averages 65–70% of its running time. One of the effective means of improving the safety of storm navigation is to computerize the control of navigation on the ship [2, p. 235].

The most effective direction in obtaining the values of navigation indicators are calculated methods that are widely used to assess, predict and optimize navigation in research design and in determining the parameters of the ship's response to disturbances. They are based on the works of many scientists: V. G. Vlasov, L. M. Nogid, Y. V. Remez, G. E. Pavlenko, M. D. Haskind, I. K. Borodai, A. V. Bronnikov, I. G. Zakharov, V. O. Nekrasov, Y. I. Nechaev, Konoli, Lewis, Ochi, Tasaki and others.

The main task of this work is the need to more clearly analyze the possibilities of the main technologies for controlling the navigation of the vessel and highlight the most promising from the point of view of seaworthiness of vessels.

The vessel handling process is cyclical continuous in nature and takes place in time and space. To control the direct movement, the following data from the automated navigation system of the vessel are necessary:

– handling goal and description of its achievement (rules, guidelines, guidelines) with the peculiarities of the movement of vessels in these climatic conditions;

– handling system with the required parameters (data on the state of the case vessel, data on mechanisms and equipment, information on the maneuverable and seaworthy qualities of the vessel, information on established traffic routes, areas of navigation, on vessels communication systems and vessels traffic services, on measures to protect the marine environment, data on visual and radio equipment);

– information about the external environment (information about navigation and hydrometeorological conditions, information about ports, data on current weather and forecast, data on the current position of the vessel) taking into account information coming from land systems for conducting the movement of vessels.

Data processing in an automated navigation system is carried out using information, technical and software tools installed on the vessel. However, the uncertainty of the initial information and the incompleteness of the data on the physical pictures of the interaction of the vessel with the external environment lead to the need for a comprehensive study of the features of the dynamics of the vessel [3, p. 65].

Research nautical qualities and features of the problems of vessel dynamics on excitement show that mathematical models that describe the behavior of a vessel have specific properties namely a single structure and a common sign of nonlinearity. For their creation requires complex mathematical developments and the use of modern computing tools [4, p. 112].

Thus, to develop effective methods for analyzing and predicting the behavior of a vessel in stormy conditions, it is necessary to have sufficiently reliable algorithms for transforming information to make informed decisions. Formalization of knowledge can be carried out on the basis of modern approaches to the organization of onboard computing systems (OCS) (Fig. 1) [5, p. 14].

The main attention should be paid to the control and forecast of the development of an extreme situation in conditions of continuous change in the dynamics of the vessel under the influence of external unrest.

Conclusions. The analysis of the use of computer technologies and systems in the problems of studying the nautical qualities of vessels showed that using the means and methods of mathematical modeling of the vessel's behavior in conditions of continuous change in the external environment, it is possible to substantiate and formulate the concept of creating an onboard computing systems (OCS) to ensure the safety of navigation.

Within the framework of the formulated OCS concept, it is necessary to create instrumental and applied software tools for generating wind wave disturbances, modeling the dynamics of the vessel's interaction with the external environment, filling and testing the knowledge base of the on-board system for analyzing and forecasting the maritime qualities of vessels operating in real time.

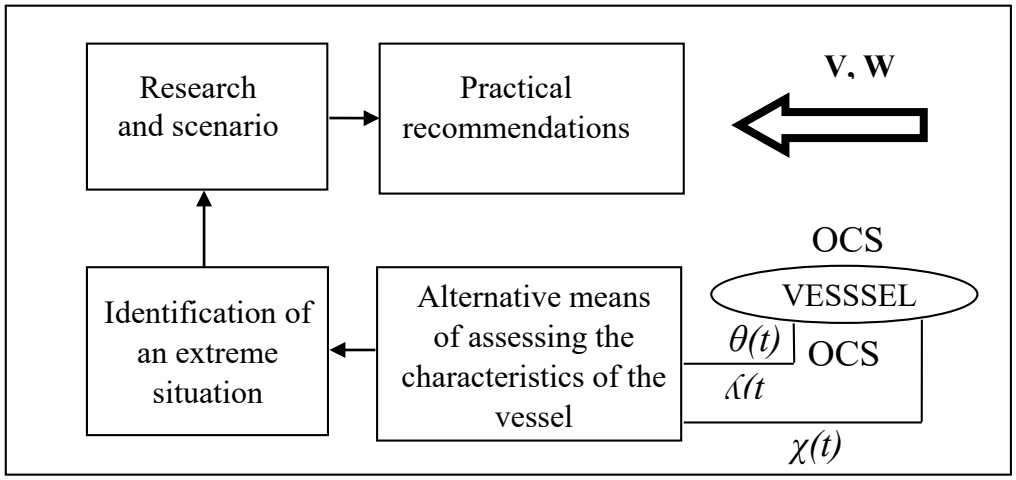


Fig.1. General scheme of functioning OCS (onboard computing systems) research and monitoring of nautical qualities of vessels:

V, **W** – vectors of speed and direction of wind and excitement;

λ(t),…χ(t) – parameters of the oscillatory movement of the vessel during swinging

LITERATURE

1. Yahlytskyi Y.K., Kyrychenko K. V. Systemic issues of navigation safety. Proceedings of the I International scientific-practical conference «Current transport safety issues, in energy, infrastructure (STEI-2021)». pp. 170-172.
2. Kyrychenko K.V., Zinchenko S.M., Nosov P. S. Minimizing damage in the event of imminent collision. Proceedings of the I International scientific-practical conference «Current transport safety issues, in energy, infrastructure (STEI-2021)», pp. 234-238.
3. Mamenko P., Zinchenko S., Nosov P., Kyrychenko K.V., Popovych I., Nahrybelnyi Ya., Kobets V. Research of divergence trajectory with a given risk of ships collisions. Modeling, control and information technologies: Materials of V international scientific and practical conference [Electronic edition]. – Rivne : National University of Water and Enviromental Engineering, 2021, pp. 64-67.
4. Kyrychenko K.V., Grosheva O.O., Tovstokoryi O.M., Mateichuk V.M., Moiseenko V.S., Mamenko P.P. Solving the problem of minimization damage in the event of imminent collision. Materials of the Ith international scientific and practical conference «Problems of sustainable development of the marine industry (PSDMI-2021)», pp. 112-115.
5. Яглицький Ю.К., Кириченко К.В. Сучасні комп'ютерні технології і системи в задачах дослідження морехідних якостей суден. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 33 (72) № 2 2022. С. 12-18. DOI: 10.32838/2663-5941/2022.2/03

УДК 656.61.052

CREATING A VIRTUAL MODEL OF THE VESSEL IN FOUR-DIMENSIONAL SPACE

Kyrychenko K.V.
Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer the Department of Ship handling
Kherson State Maritime Academy
Ukraine, Kherson
kvklecturer@gmail.com

Abstract. Significant changes are currently taking place in the world markets of marine technology, which are related to the optimization of production and technological processes, introduction of automated design and control systems, calculation of product life cycle, mass use of modern information and computer systems. Growing competition in the world practice of shipbuilding, which is constantly changing the set of CAD tools, forces design organizations to turn to new design technologies [1, p. 237]. One of the most discussed technologies in recent years is the technology of creating information 4D-model of the vessel which combines a parametric 3D-model with graphs of network planning.

Keywords: automated systems of design and management, parametric 3D-model of the vessel, information virtual 4D-model of the vessel, calendar-network planning, production preparation management.

In modern conditions, the main design and technological feature of the ship's creation is the introduction of new techniques, systems and design methods based on digital methods of project development, storage and transmission of structured digital information at all stages of the life cycle.

To draw up the right balance between the benefits of introducing new technologies and costs throughout the entire life cycle of the vessel, it is necessary to use a technical and economic approach to design, which is focused on the introduction of innovative information modeling technologies and IT techniques that create qualitative transformations in vessel design and project management.

Currently, the main tool that provides solutions to issues at different stages of design, design and technological preparation and construction of the vessel is the electronic 3D model of the vessel [2, p. 33], which should be used using real design technology already starting from the signing of a contract for the design and construction of the vessel. Then it should be informationally expanded to the scale of the real vessel in the development of the technical project, and subsequently used at the construction plant in the design and technological preparation of production and construction, as well as in mooring and sea trials.

The time factor in the overall process of development and construction of the vessel also plays a big role - time must be taken into account and included in the model being created as one of the essential elements. Thus, we get the concept of a 4D model of the product (vessel), which combines a parametric 3D model with schedules of calendar network planning [3, p. 67].

The main task of this work is to provide recommendations for the creation of virtual models of the vessel, which can be used as a basis for modeling various technological processes.

Today, considering the shipbuilding market of consumers of automated design systems, it can be stated that it is more or less saturated. Shipyards aimed at an intensive and high-tech approach to design are mostly owners of various software. Among them are means of three-dimensional design, modeling, engineering calculations and other programs. Nevertheless, the purchased software must be skillfully used - to build a technological chain, to form a single design environment in order to ensure the continuity of the transition of the object (vessel) to different stages of the life cycle.

It is quite obvious that the main tool for solving these problems is to create an electronic 3D model of the vessel. At the moment, 3D modeling is mainly used for the production of working drawings and the design of systems as part of hull structures.

The structure of the ship construction project consists of the following main elements (Fig. 1) [4, p. 9]:

- structural element - a task or a group of tasks that need to be solved during the project;
- operation - specific work that must be performed in order to implement the task of the structural element of the project with which the operation is associated;
- stage - an information object associated with events that are of particular importance for the course of the project.

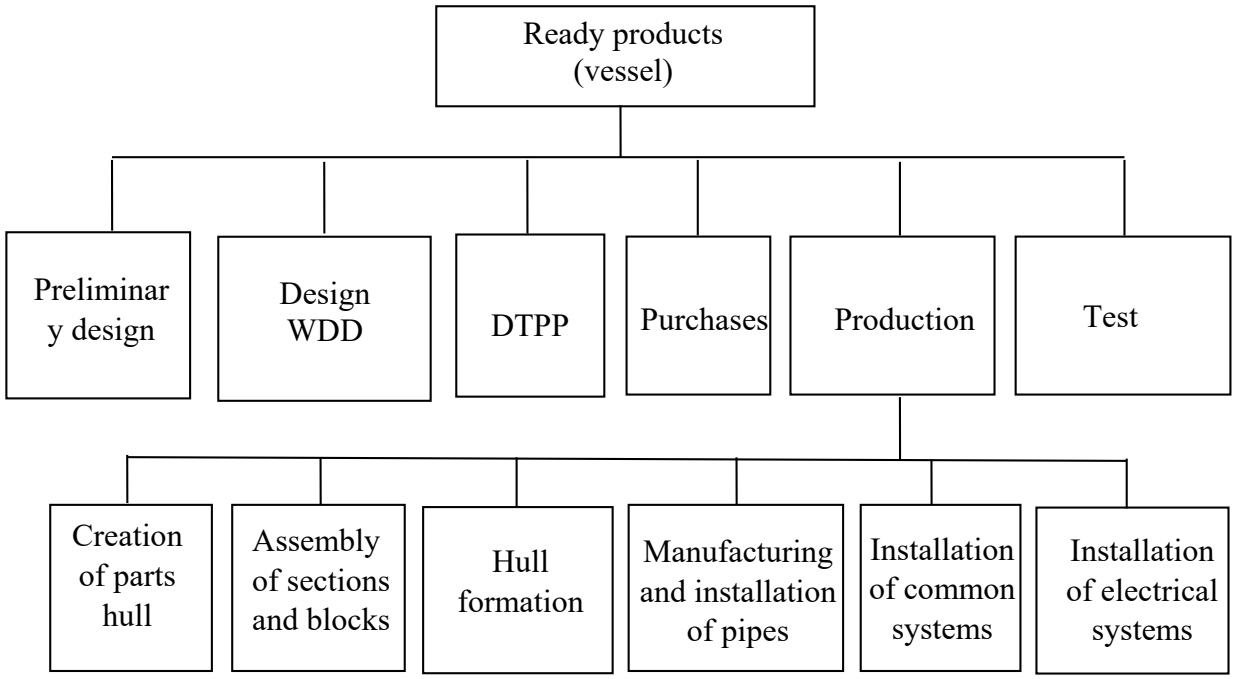


Fig. 1. The structure of the shipbuilding project: WDD - working design documentation, DTPP - design and technological preparation of production

During the implementation of the project, production orders (most often these are orders for the manufacture of machine-building facilities) relating to this project may be associated with the corresponding operations of the project network schedule (technical staff), which ensures the accumulation of data reflecting the process of implementing the production order on the corresponding structural element of the project.

The project schedule simplifies project planning and management. It provides a graphical picture of the entire project and offers various information processing functions. With the help of these functions, it is possible, in particular, to carry out scheduling of resources, to balance the load of production capacities, to calculate costs.

Thus, it can be seen that the current planning, general construction schedule and project implementation tools are associated with the virtual 4D model of the vessel, and the update of the master schedule occurs in parallel with the adjustment of the model.

Conclusions. Summarizing the above, according to the results of the assessment, it was found that the 4D model is more optimal and versatile compared to the 3D model of the vessel. 4D modeling combines the 3D model of the vessel and its construction schedule, which allows you to form a visually supported schedule of work, which makes it possible to optimize the process immediately before the start of the construction of the vessel.

LITERATURE

1. Горин Е. А. Цифровые технологии в отечественном судостроении. Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017, №11 (24), С. 236-242.
2. Попадюк С. 3D-технологии в судостроении. Rational Enterprise Management/ 2017, №2, С. 32-34.
3. Давидович А. Н. Использование виртуального и материального цифрового производства - будущее судостроительной отрасли. CADmaster. - 2010. - №2, С. 66-74.
4. Яглицький Ю.К., Кириченко К.В. Дослідження концепції віртуальної моделі судна у чотиривимірному просторі. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 33 (72) № 3 2022. С. 6-12. DOI: 10.32838/2663-5941/2022.3/02

УДК 629.5.01.001.13

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ АКВАТОРІЙ ПОРТІВ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ МОРСЬКИХ ПРИВ'ЯЗНИХ СИСТЕМ

Трунін К. С.
доцент, кандидат технічних наук,
Доцент кафедри менеджменту Факультету економіки моря
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
trunin.konstantin.stanislav@gmail.com

Анотація. В результаті мінування північно-західної частини Чорного моря виникла проблема забезпечення судноплавства для українських операторів. Проблема очищення акваторій та портів від мін та інших вибухонебезпечних предметів в умовах воєнних дій та після закінчення війни між Російською Федерацією та Україною потребує використання для цього спеціальних засобів морської техніки: морських прив'язних систем з гнучкими зв'язками та підводних апаратів-роботів.
Ключові слова: безпека акваторії, морська прив'язна система МПС) з гнучким зв'язком (ГЗ), підводний апарат-робот (ПАР).

1. Вступна частина. В умовах війни на морі особливого значення набуває забезпечення морських перевезень та дій ВМФ. Враховуючи те, що останні роки ВМФ України практично був у занепаді і недостатньо фінансувався з боку держави й у війну з Російською Федерацією увійшов практично небоєздатним. В таких умовах українському флоту довелось використовувати наявні сили та вибудовувати захист власного узбережжя. Негативний вплив на це справили: окупація Кримського півострова, наявність ВМБ Російського Чорноморського флоту у Севастополі, захоплення острова Зміїний з можливістю впливу на Чорноморське узбережжя України. Крім того, для переривання морського сполучення суден торгівельного флоту та кораблів ВМФ України та послабленню військово-економічної могутності України кораблями ЧФ Російської Федерації (РФ) були застосовані морська блокада узбережжя, операції на морських сполученнях проти торгівельного флоту України та іноземних суден шляхом мінних постановок, операції морської авіації та ракетно-артилерійські обстріли ВМБ та портів України. Відомо, що не зважаючи відносну дешевизну та простоту у порівнянні з іншими видами зброї, мінна зброя має великий психологічний вплив на особовий склад ВМФ та має певну скритність і є доволі ефективним засобом у війні на морі, про що говорить військово-морська історія [1, с. 720; 752]. При цьому, вважаючи на закриття чорноморських проток Босфору та Дарданелли Туреччиною, очевидно на складах ЧФ

РФ не виявилось останніх зразків мінної зброї. Судячи з фотографій мін, які були зірвані під час штормів, то це зброя майже середини XX ст.

На жаль в умовах війни Український військово-морський флот (ВМФ) виявився не готовим до мінної загрози з боку агресора – ВМФ РФ, і у цей період в Українського ВМФ були відсутні засоби для захисту та розмінування акваторій та узбережжя (тральні сили, пошукові підводні апарати (ПА) та ін.). Не дивлячись на потенційні можливості у створенні подібних ПА (Нуково-дослідний інститут підводної техніки, НУК імені адмірала Макарова) фінансування було практично відсутнім. Планується допомога Великої Британії у наданні декількох ПА для розмінування (тральники-шукачі мін типу Sandown).

Таким чином, для налагодження нормального функціонування торгового та військового флотів України на Чорному морі після закінчення війни виникає проблема очищення акваторії та морського дна від морських мін та вибухонебезпечних предметів. Ця робота може зайняти доволі багато часу (до 10 років). Такими засобами можуть стати ПАР та МПС з ГЗ.

2. Мета роботи. Метою роботи є визначення проблеми очищення акваторій Чорного моря та портів від мін та інших вибухонебезпечних предметів в умовах воєнних дій та після закінчення війни між РФ та Україною та використання для цього МПС з ГЗ.

3. Основна частина. Ідея використання НПА для захисту акваторій портів не є новою [2]. Для цього намагалися використовувати всі наявні засоби: від водолазів-бойових пловців і бойових тварин (дельфінів і косаток) до ПА. Не зважаючи на наявність сучасних підводних апаратів-роботів (ПАР) [3] та штучного інтелекту, МПС з ГЗ можуть бути теж широко застосовувані, маючи таку перевагу як значну дешевизну та невеликі габарити потрібного носія у порівнянні з ПАР [4]. Повноцінна експлуатація української частини Азово-Чорноморського басейну обумовлює створення спеціальних засобів морської техніки – ПАР, які забезпечили б моніторинг донної поверхні та водної товщі в природоохоронних цілях, безпечне судноплавство, розвідку й освоєння мінеральних та енергетичних ресурсів моря [5; 6]. Разом з ПАР одним з дієвих технічних засобів забезпечення безпеки на морі є Морські прив'язні системи (МПС) з гнучкими зв'язками (ГЗ), клас яких є дуже різноманітним: надводні, підводні, повітряні, стаціонарні, дрейфуючі. До складу МПС, як правило, включають кілька окремих модулів (ланок) і ГЗ, що з'єднує їх і забезпечує у робочому стані прив'язній системі (ПС) необхідну просторову конфігурацію [7].

Для створення сучасних МПС з ГЗ, які б могли бути використані в якості пошукових засобів мін та ін. підводних об’єктів, необхідна розробка сучасних математичних моделей на основі принципів Суднобудування 4.0 та BIM-технологій (використання BIM–моделей). Удосконалення проектування МПС з ГЗ в процесі створення (розробки) проекту нової МПС передбачає збір і комплексну обробку всіх необхідних даних (конструкторської, технологічної, економічної та ін. інформації з усіма її взаємозв'язками та взаємозалежностями), коли МПС в процесі проектування розглядається як єдиний об'єкт з усіма його елементами, які мають до нього відношення [8]. Трьохмірна модель ПБС (математична модель динаміки МПС з ГЗ зв'язана з базами даних (БД) як МПС, так і її компонентів. Особливість такого підходу полягає у тому, що МПС з ГЗ проєктується фактично як єдине ціле: зміни будь-якого параметру компонента системи призводять до автоматичної зміни пов'язаних з ним параметрів та об'єктів до креслень, специфікацій, візуалізацій, графіки проекту.

Концепція удосконалення проєктування МПС полягає у створенні комплексної моделі проєктування МПС з ГЗ, яка дає можливість враховувати внутрішні фактори МПС та зовнішні фактори оточуючого середовища, які впливають на експлуатацію МПС, і створювати більш досконалі МПС. Вона дає можливість враховувати властивості технічної системи, на які раніше не зважали.

Дана концепція базується на використанні цифровізації, як науково-методологічної основи процесу автоматизованого проєктування на ранніх стадіях (технічна пропозиція та ескізне проектування) з використанням принципів Суднобудування 4.0 та Індустрія 4.0, вирішуючи проблему підвищення ефективності проєктування та економії часу, а також загальних витрат на процес створення нового виробу (об'єкту).

4. Висновки. Використання даної концепції удосконалення проєктування ГЗ МПС та МПС з ГЗ, дасть можливість підвищити конкурентоспроможність виробу, що проєктується, у цілому), знизить собівартість та зменшить терміни проєктування МПС з ГЗ, оскільки вже на ранніх стадіях проектування дасть можливість отримати конкретний практичний результат та знизить наукову трудомісткість виконуваних робіт. До того ж в майбутньому можлива кооперація з європейськими виробниками подібної техніки.

ЛІТЕРАТУРА:

[1] Доценко В.В. История военно-морского искусства. Т. 1. Вооружения и теория. – М.: Изд-во Эксмо; Terra Fantastica, 2005. – 848 с.

[2] Сиденко К., Голобоков С. Защита портов и одиночных судов с помощью необитаемых подводных аппаратов. // *Морской флот,* №5, 2008. – С. 28–30.

[3] Блінцов В.С., Блінцов О.В., Бабкін Г.В. та ін. Інтегрована система роботизованого моніторингу морської обстановки у територіальних водах України. // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали X Міжнародної НТК у 2-х т. т. 2. – Миколаїв: НУК, 2019. – 448 с. – С. 140–143.

Полтавець, О. Підводні роботи для військово-морських сил [Текст] / О. Полтавець // *КАМУФЛЯЖ*, 2012, №2. – С. 9-11.

[4] Трунін К.С. Використання морських прив'язних систем для забезпечення безпеки акваторій портів. 2021. Міжнародна наукова конференція «Морська безпека Балто-Чорноморського регіону: виклики та загрози. Одеса, 23.12.21 р. Напрям: Технічне забезпечення морської безпеки. // International scientific conference “Maritime Security of the Baltic-Black sea region: challenges and threats”, December 23, 2021. Odessa. Iespiests tipogrāfijā SIA “Izdevniecība “Baltija Publishing”, p. 419-422.

[5] Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : навч. посібник. / В. М. Ісаєнко, Г. В. Лисиченко, Т. В. Дудар та ін. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун ту «НАУ–друк», 2009. – 312 с.

[6] Некрасов В.А., Бондаренко А.В. Охрана морского пограничного пространства на основе использования современных средств наблюдения и нейтрализации. // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали VIII Міжнародної НТК. – Миколаїв: НУК, 2017. – 544 с. – С. 39–43.

[7] Трунин, К. С. Классификация морских привязных систем. // *Збірник наукових праць Севастопольського військово-морського ордена Червоної Зірки інституту ім. П.С. Нахімова.* – Севастополь: СВМІ ім. П.С. Нахімова, 2009. – Вип. 1(16). – С. 77– 89.

[8] V. Blintsov, K. Trunin. Improving the designing of marine tethered systems using the principles of Shipbuilding 4.0. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774 #1/13 (109), 2021, UDC 629.5.01.001.63, DOI: 10.15587/1729-4061.2021.225512. pp. 35-48.

Security of Safety of Water Area of Ukrainian Sea Ports with Help of Marine Tethered Systems

Kostiantyn Stanislavovich Trunin,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The problem of safety of seaborne traffic for Ukrainian operators is arises in result of mine-laying of Nord-West of Black Sea. The problem of clean of water areas and ports from sea mines and explosive risk objects at the war actions and after end of war between Russian Federation and Ukraine

demands of use for it of special marine equipment: Marine tethered system with flexible links and submersible vehicle robots.

Keywords: safety of water area, Marine tethered system (MTS) with flexible links (FL), underwater towed system (UTS), designing, perfection of designing, submersible vehicle robot.
УДК 629. 5.015.2

РОЗРАХУНКИ ОПОРУ СУДНА X-BOW ТИПУ В OPENFOAM

Тимошенко Виктор Федорович,
кандидат технічних наук, доцент навчально наукового центру гідромеханіки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова;
Україна, Миколаїв
vftim@ukr.net,

Анотація. Проведено моделювання опору руху моделі судна з обводами носового краю типу X-BOW з використанням CFD OpenFOAM 8.x пакета в діапазоні швидкостей FrL=0,06...0,39. Здійснено порівняння результатів моделювання опору з розрахунками різними солверами у комплексі OpenFOAM. Наведено рекомендації щодо використання CFD пакету OpenFOAM для використання на початкових стадіях проектування суден X-BOW типу.
Ключові слова: опір; судно; X-BOW; CFD; OpenFOAM.

Вступна частина. В даний час проводяться різні дослідження в області ходовості та морехідності корабля, метою яких є зниження буксирувального опору та потужності для підвищення ефективності використання палива. Одним із альтернативних способів зменшити опір судна полягає в установці бульба на носі. Були розроблені різні форми бульбового носового краю, такі як, STX-bow [1,2], Axe bow [3], Ax-bow [4], Ulstein X-Bow [5] та ін. Найбільший інтерес представляє концепція X-Bow, так як в порівнянні зі сферичним і опуклим бульбом, що звужується, X-Bow створює на 10-15% менше повний опір [6], а також менші амплітуди кільової качки і прискорення при штормуванні судна. Такі форми носових обводів широко застосовуються на суднах постачання бурових вишок, буксири рятувальники, середні та великі рибальські траулери та ін.

Метою роботи є перевірка ефективності CFD пакета OpenFOAM v8.x стосовно розрахунків опору руху суден X-Bow типу для використання його в початкових стадіях проектування.

Основна частина. Для перевірки ефективності CFD пакета OpenFOAM 8.x (mingw-w64 Double Precision (of8-64)) була створена в FREE!ship Plus v3.5 модель судна постачання бурових вишок за геометричними даними патенту [5], які представлені на рис. 1.

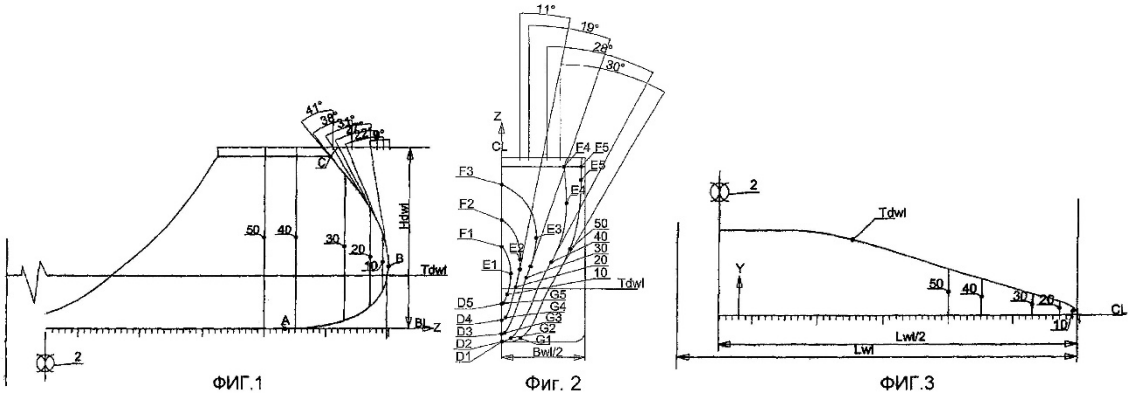


Рисунок 1 – Геометрія носових обводів судна типу Ulstein X-Bow

Параметри 3D моделі корпусу наведено у табл.1, а теоретичне креслення на рис.2.

Таблиця 1. Основні характеристики корпусу моделі

Довжина між перпендикулярами	5.628 м
Довжина максимальна	6.186 м
Ширина на міделі	0.880 м
Проектна осадка	0.250 м
Абсциса міделя	2.814 м
Об'ємна водотоннажність	0.805 м3
Водотоннажність	0.804 тонн
Коефіцієнт загальної повноти	0.5968
Призматичний коефіцієнт	0.6228
Коефіцієнт вертикальної повноти	0.7129
Змочена площа поверхні	6.175 $м^2$
Абсциса Ц.В.	2.601 м
Абсциса Ц.В.	0.234 %
Площа міделя	0.213 $м^2$
Коефіцієнт повноти міделя	0.9583
Довжина ватерлінії	6.073 м
Ширина по ватерлінії	0.883 м
Площа ватерлінії	4.515 $м^2$
Коефіцієнт повноти ПЛ	0.8372
Абсциса Ц.Т. площі ватерлінії	2.265 м
Половина кута носового загострення	29.70 град

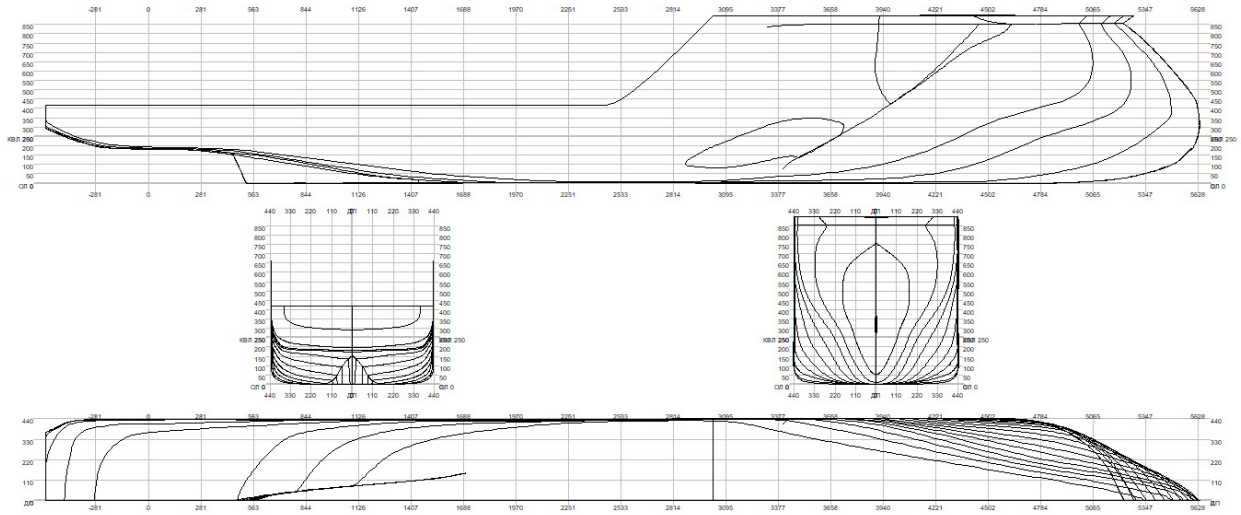


Рисунок 2 – Теоретичне креслення корпусу моделі

Під час моделювання були задані такі дані:

- питома маса води ρ_w=998.8 кг/$м^3$;
- кінематичний коефіцієнт в'язкості води ν_w=1.09*10^{-6} $м^2$/с;
- питома маса повітря ρ_a =1 кг/$м^3$;
- кінематичний коефіцієнт в'язкості повітря ν_a =1.48*10^{-5} $м^2$/с;
- шорсткість поверхні корпусу - 100 мкм;
- RASModel kOmegaSST;
- application interFoam;

- кількість осередків - 880 тис.;
- кількість ітерацій до стаціонару - від 1200 до 5000;
- кількість ядер (потоків) - 12;
- процесор - AMD Ryzen 5 1600 Six-Core Processor 3.20 GHz.

Процесорний час розрахунку однієї ітерації становив ~3 сек, а повний процесорний час моделювання 6,6 годин для однієї швидкості.

На рисунку 3 наведені характерні криві опору в залежності від часу та швидкості моделі довжиною *Lpp* = 5.628 м.

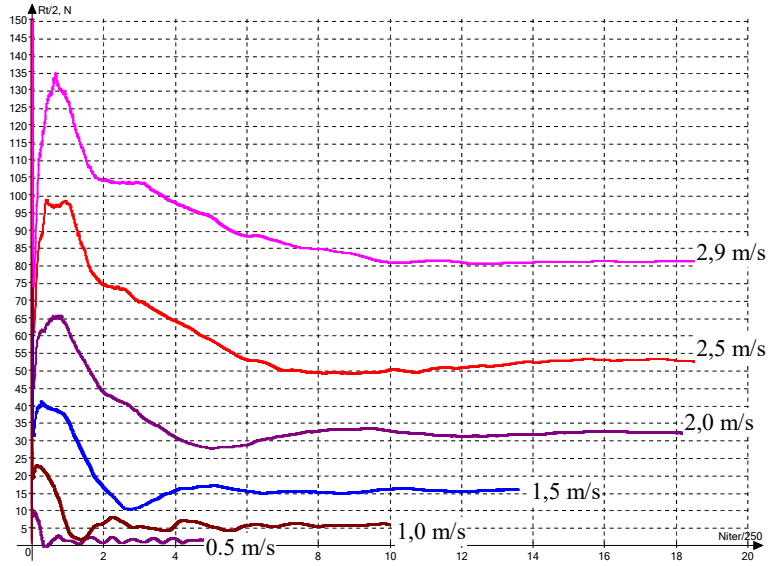


Рисунок 3 – Залежність повного опору $R_T/2$ моделі від швидкості та кількості кроків ітерацій.

Також були проведені розрахунки для 4-х швидкостей з використанням motionSolver rigidBodyMotion, результати яких представлені на рис. 4 залежно від швидкості та часу моделювання. Час моделювання становив 20-30 сек, крок за часом 0.0025 сек., процесорний час одну ітерацію ~9 сек, а повний час моделювання ~17 годин (для 2 м/сек). Як видно, при швидкостях 0,5 і 1,0 м/с опір не досягає постійного значення і визначалося шляхом опосередкування в діапазоні 10...20(30) сек. Великі амплітуди коливання опору пов'язані із змінами осадці, сили плавучості (рис. 5) та ходового диферента в процесі моделювання при використанні солвера rigidBodyMotion.

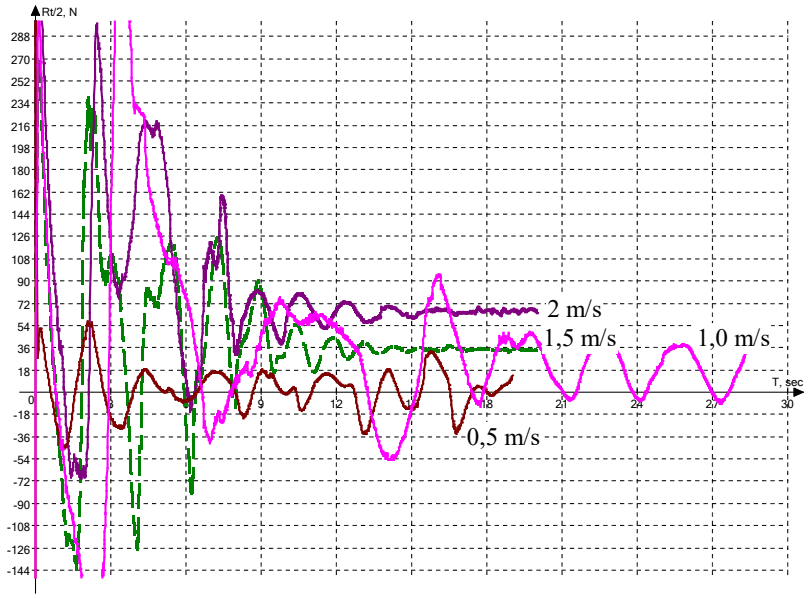


Рисунок 4 – Залежність повного опору RT/2 моделі від швидкості та часу

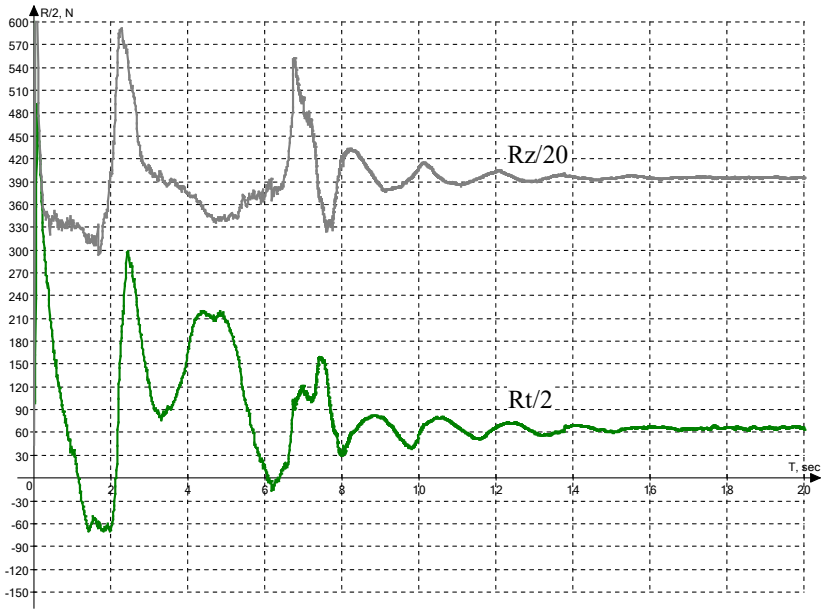


Рисунок 5 – Залежність повного опору $R_T/2$ та сили плавучості $R_Z/2$ при швидкості 2,5 м/сек

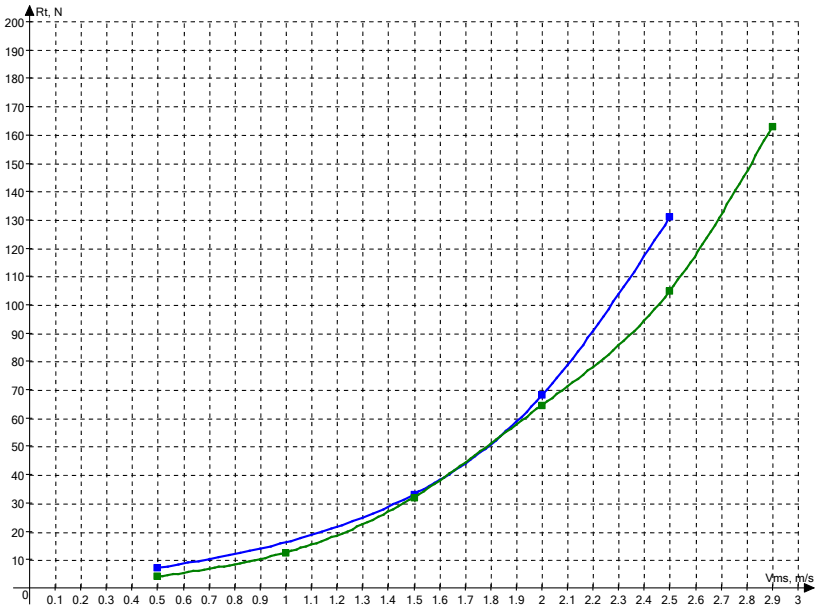


Рисунок 6 – Залежність повного опору R_T від швидкості за результатами розрахунків у OpenFOAM 8.x

На рис. 6 наведено результати розрахунку повного опору R_T для моделі в залежності від швидкості з використанням двох солверів. Як видно з графіків, повний опір в OpenFOAM 8.x досить добре моделюється при швидкостях до 2 м/с (Fr_L=0.27). При більших швидкостях похибка становить до 20%. Через значно більші витрати процесорного часу (майже в 3 рази) використання motionSolver rigidBodyMotion для водоймистих X-bow типу суден мабуть недоцільно.

Висновки. В результаті проведеного моделювання в OpenFOAM (двома солверами) опору моделі судна з обводами X-bow показало досить добрий збіг у широкому діапазоні швидкостей та можливість використання CFD пакета OpenFOAM v8 у початкових стадіях проектування X-bow типу суден.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Baba,Eiichi,"Blunt Forms and Wave Breaking", Transactions SNAME,1975
[2] TVETE M.R. and BORGEN H., "A Ship's Fore Body Form", U.S. Patent, 2012.
[3] Keuning J.A., Serge Toxopeus and Jakob Pinkster "The effect of bow shape on the seakeeping performance of a fast monohull", FAST Conference Proceedings Southampton, 2001.
[4] Matsumoto K., "Ax-Bow: A New Energy-saving Bow Shape at Sea", NKK Technical review 86, 2002.
[5] Kamsvag, and Oyvind Gjerde, "Foreship arrangement for a vessel of the displacement type", U.S. Patent, 2010.
[6] Kiryanto, Deddy Chrismianto and Ahmad Firdhaus. Analysis of Total Ships Resistance with Variation of Hull Bow Types, Ulstein X-Bow, Spherical and Tapering Bulbous Bow using CFD Method. In Proceedings ofthe 6th International Seminar on Ocean and Coastal Engineering, Environmental and Natural Disaster Management (ISOCEEN 2018), pages 60-64.

Resistance calculations of X-bow type vessel in OpenFOAM

Tymoshenko V.F.

Abstract. Modeling of the resistance to movement of a ship model with X-bow contours was carried out using CFD OpenFOAM 8.x package in the speed range FrL=0.06...0.39. The resistance modeling results are compared with calculations by various solvers in the OpenFOAM complex.

Recommendations are given on the use of the CFD package OpenFOAM for use in the initial stages of designing X-bow type ships.
Keywords: resistance; vessel; X-BOW; CFD; OpenFOAM

УДК 629. 5.015.2

ПОРІВНЯЛЬНІ РОЗРАХУНКИ ОПОРУ МОДЕЛІ СУДНА X-BOW ТИПУ В OPENFOAM ТА FREE!SHIP PLUS

Тимошенко Виктор Федорович,
кандидат технічних наук, доцент навчально наукового центру гідромеханіки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова;
Україна, Миколаїв
vftim@ukr.net

Анотація. Проведено порівняльні розрахунки опору руху моделі судна з обводами носового краю типу X-BOW з використанням CFD OpenFOAM 8.x пакета та FREE!ship Plus комплексу програм в діапазоні швидкостей Fr_L=0,05...0,4. Наведено рекомендації щодо використання CFD пакету OpenFOAM та FREE!ship Plus комплексу програм для використання на початкових стадіях проектування суден X-BOW типу.
Ключові слова: опір; X-BOW; CFD; OpenFOAM; FREE!ship Plus.

Вступна частина. При розрахунку ходкості суден на початкових стадіях проектування широко використовуються CAD/CAE комплекси програм, такі як Machsurf, Fastship, Rhinoceros + Marine + Orca 3D, Delftship, Free!ship Plus, NavCAD (CAE) і т.п., у яких для проектування водотоннажних суден використ-товуються методи Ridgeley-Nevitt-1967, var Oortmersen-1971, Holtrop-1984 [3], UBC-1993, Fung-Leibman-1995, Hollenbach-1998 [2] та інші. Ці методи базуються на даних систематичних модельних експериментах серій корпусів у дослідних басейнах, а також на статистичних методах обробки великої кількості експериментальних даних несерійних моделей суден. Найбільш часто використовується статистичний метод Holtrop-1984, так як він враховує більше параметрів, що впливають на опір руху судна, такі як, площа і аплікату ц.т. площі бульба на носовому перепендикулярі, занурена площа транця, форма кормового краю, кут носового загострення, 11 типів виступаючих частин та ін. Виявляє інтерес перевірки можливості використання перерахованих вище методів для розрахунку ходкості суден типу X-bow.
Метою роботи є порівняння розрахунків опору судна X-bow типу у CFD пакеті OpenFOAM v8.x з методами, що базуються на експериментальних даних у програмі FREE!ship Plus v3.5.
Основна частина. Для перевірки була створена в FREE!ship Plus v3.5 модель судна постачання бурових вишок за геометричними даними патенту [1].

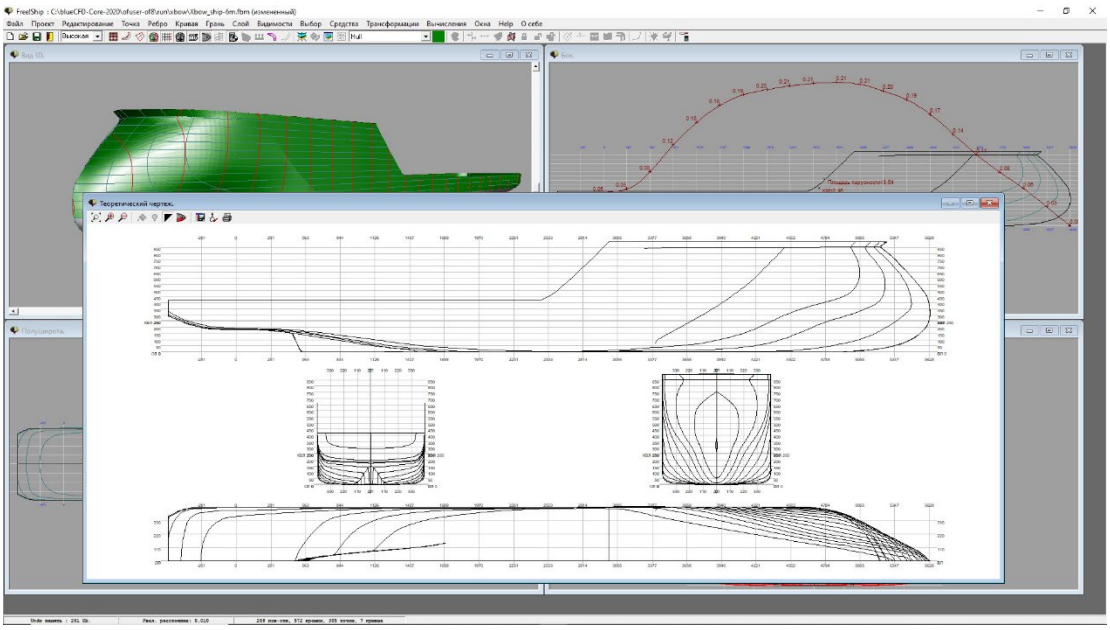


Рисунок 1 – Теоретичне креслення корпусу моделі

Таблиця 1. Основні характеристики корпусу моделі

Довжина між перпендикулярами	5.628 м
Довжина максимальна	6.186 м
Ширина на міделі	0.880 м
Проектна осадка	0.250 м
Абсциса міделя	2.814 м
Об'ємна водотоннажність	0.805 $м^3$
Водотоннажність	0.804 тонн
Коефіцієнт загальної повноти	0.5968
Призматичний коефіцієнт	0.6228
Коефіцієнт вертикальної повноти	0.7129
Змочена площа поверхні	6.175 $м^2$
Абсциса Ц.В.	2.601 м
Абсциса Ц.В.	0.234 %
Площа міделя	0.213 $м^2$
Коефіцієнт повноти міделя	0.9583
Довжина ватерлінії	6.073 м
Ширина по ватерлінії	0.883 м
Площа ватерлінії	4.515 $м^2$
Коефіцієнт повноти ПЛ	0.8372
Абсциса Ц.Т. площі ватерлінії	2.265 м
Половина кута носового загострення	29.70 град

Параметри 3D моделі корпусу наведено у табл.1, а теоретичне креслення на рис.1.

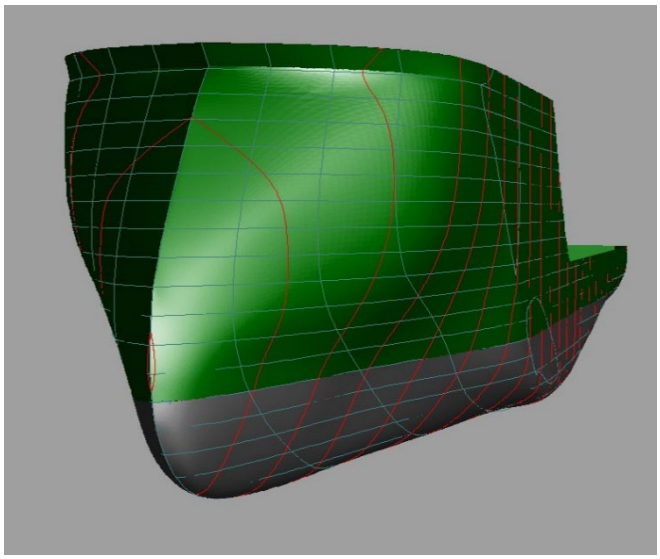


Рисунок 2 – 3D вид носових обводів судна типу Ulstein X-bow

Як приклад у таблиці 2 наведено параметри розрахунку опору 6-ти метрової моделі з 2-ма гребними гвинтами за методом ОСТ 5.0181-1975 (серія №1), а в таблиці 3 результати розрахунку опору та буксирувальної потужності.

Таблиця 2. Параметри розрахунку

Cp	0.6226
Cb	0.5970
Cwp	0.8392
Cm	0.9589
Am	0.21 м^2
Tc	0.250 м
Lwl/Bwl	6.878
Bwl/T	3.534
Lwl/T	24.303
Psi	6.542
Xc	-0.197 м
Xc/Lpp	-0.0351
*Ca*103*	0.450
*Capp*103*	0.050
*Caero*103*	0.000
Np	2

Таблиця 3. Результати розрахунку буксирувальної потужності та опору

Vs	*Vms*	*Fr$_L$*	*R$_F$*	*R$_R$*	*R$_T$*	*P$_E$*
вузл	м/с	-	Н	Н	Н	Вт
1.51	0.78	0.101	6.9	1.1	8.0	6.2
1.88	0.97	0.126	10.3	2.1	12.3	12.0
2.26	1.16	0.150	14.3	3.4	17.7	20.5
2.63	1.35	0.175	18.9	5.1	24.0	32.5
3.01	1.55	0.200	24.2	7.8	31.9	49.4
3.38	1.74	0.225	29.9	12.0	42.0	73.0
3.75	1.93	0.250	36.3	17.1	53.4	103.0

4.50	2.32	0.300	50.7	47.2	97.9	226.6
4.75	2.44	0.317	56.0	56.4	112.5	274.8
5.00	2.57	0.333	61.5	63.9	125.4	322.6

На рис. 3 наведено результати розрахунку повного опору R_T для моделі в залежності від швидкості з використанням двох солверів Stat и Dyn (rigidBodyMotion). Як видно з графіків, повний опір в OpenFOAM 8.x и по методам Hollenbach-1998, Fung-Leibman-1995 й ОСТ 5.0181 - 1975 (серії №1 та №2) досить добре співпадають і похибка становить до 10%.

Розбіжність розрахунків опору методами Holtrop -1984 і Holtrop -1984/88 з результатами моделювання OpenFOAM 8 значні та перевищують 100 і 200%, відповідно, і використання даних методів при проектуванні суден обводами типу X-bow непридатне.

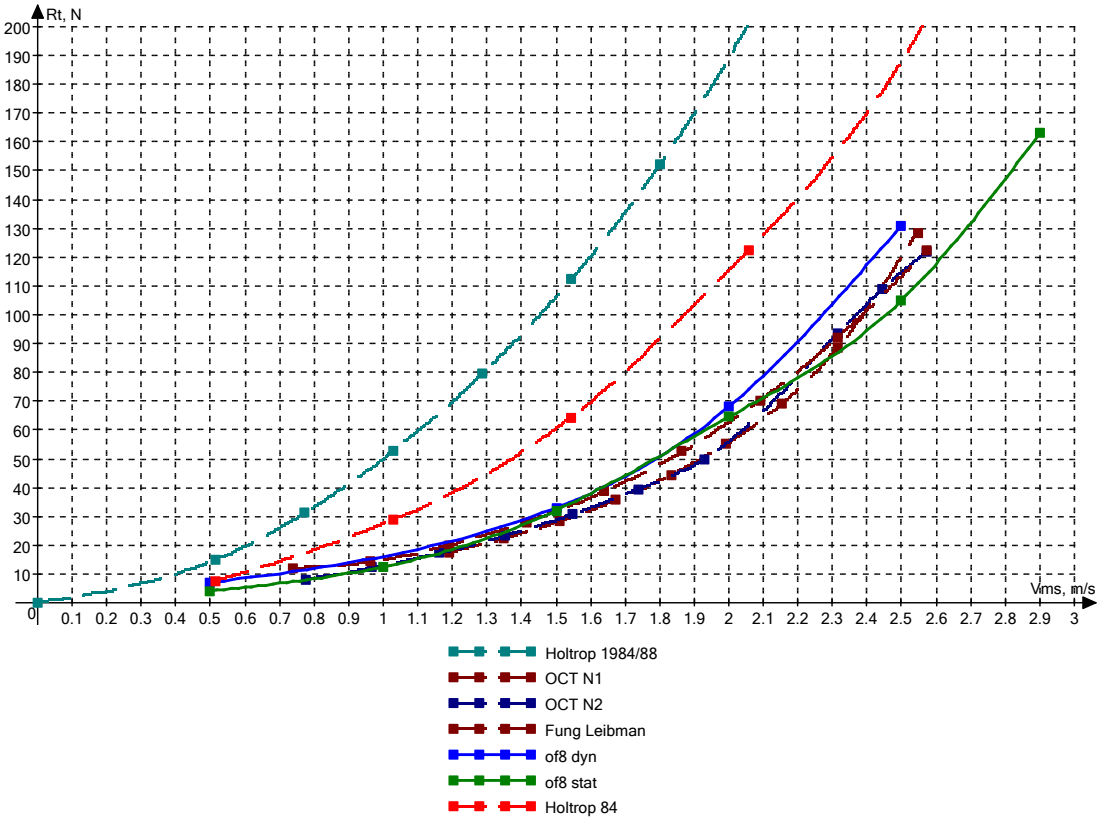


Рисунок 3 – Залежність повного опору R_T від швидкості за результатами розрахунків у OpenFOAM 8 та FREE!ship Plus

Висновки. Зрівняння результатів моделювання в OpenFOAM v8 (двома солверами) опору моделі судна з обводами X-bow і методами Hollenbach-1998, Fung-Leibman-1995 та ОСТ 5.0181-1975 показало досить добрий збіг у широкому діапазоні швидкостей та можливість використання іх у початкових стадіях проектування X-bow типу суден.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Kamsvag, and Oyvind Gjerde, "Foreship arrangement for a vessel of the displacement type", U.S. Patent, 2010.

[2]Hollenbach, K.U., Estimating resistance and propulsion for single-screw and twin-screw ships, Ship Technology Research 45/2, 1998.

[3] Holtrop, J., A statistical re-analysis of resistance and propulsion data, International Shipbuilding Progress, Vol. 31, No. 363,p. 272-276.

Comparative calculations of the resistance of the X-BOW ship model in OPENFOAM and FREE!ship Plus

Tymoshenko V.F.

Abstract. Comparative calculations of the movement resistance of the ship model with X-BOW bow contours were carried out using CFD OpenFOAM v8 package and FREE!ship Plus program complex in the range of speeds FrL=0.05...0.4. Recommendations for the use of the OpenFOAM CFD package and the FREE!ship Plus complex programs for use at the initial stages of designing X-BOW type vessels are given.

Keywords. resistance; X-BOW; CFD; OpenFOAM; FREE!ship Plus

УДК 620.172.21

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ КОНЦЕНТРАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ В ТАВРОВИХ ЗВАРНИХ З'ЄДНАННЯХ КОНСТРУКТИВНИХ ВУЗЛІВ КОРПУСУ СУДНА

Бокій О.О.[1], Коростильов Л.І.[2], Лабарткава А.В.[3],Матвієнко М.В.[4]

[1] аспірантка кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля olgagromko762@gmail.com

[2] доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля leontyy.korostilyov@nuos.edu.ua

[3] кандидат технічних наук, доцент кафедри зварювального виробництва Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна, andreynuk@gmail.com

[4] кандидат технічних наук, доцент кафедри зварювання Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна, maksym.matvienko@nuos.edu.ua

Анотація. Методом математичного моделювання досліджено вплив конструктивних факторів таврового зварного з'єднання на коефіцієнт концентрації напружень (ККН) при статичному навантаженні. Найбільш впливовим фактором на величину ККН є радіус переходу від основного металу до металу зварного шва. Увігнута форма шва забезпечує найнижчі значення локальних напружень.

Ключові слова: таврове з'єднання; коефіцієнт концентрації напружень; метод скінченних елементів; конструктивні фактори

Вступна частина. Корпус судна є складною інженерною спорудою, яка в процесі експлуатації постійно піддається деформації. Міцність деталей та елементів конструкцій корпусу судна за наявності зварних швів в значній мірі залежить від конструктивних факторів зварних з'єднань. Відомо, що при заданих зовнішніх силових факторах, які діють на елемент конструкції з будь-яким зварним швом, на величину коефіцієнтів концентрації напружень (ККН) впливають не властивості матеріалу, а вид концентратора, його гострота і геометричні параметри. На підставі даних теорії пружності [1] встановлено, що форма швів значно впливає на розподіл в них напружень від дії зовнішнього навантаження. Концентрація напружень, зумовлена формою шва, має місце в зоні сполучення шва з основним металом і залежить від величини підсилення шва і радіуса переходу. Кутові з'єднання характеризуються тим, що в них виникає найбільша концентрація напружень [2]. Таким чином, визначення величин ККН для заданих геометричних розмірів зварних кутових швів для таврового вузла дозволить визначити і оптимізувати конструктивні особливості для виконуваних швів при виготовлені конструктивних вузлів корпусу судна.

За допомогою інженерних методів розрахунку [3-5] неможливо досить повно урахувати конструктивні фактори зварних з'єднань. У зв'язку з цим, виникає необхідність використання числових методів для визначення параметрів напружено-деформованого стану зварних з'єднань.

Метою роботи. Розробка скінчено-елементної моделі таврового зварного з'єднання для визначення і оцінки впливу конструктивних факторів зварних з'єднань на коефіцієнти концентрації напружень при експлуатації вузлів.

Основна частина. Для визначення впливу ККН на міцність та надійність зварного вузла необхідно визначити величину ККН та розміри зони зосередження локальних напружень, в межах яких відбувається сумісна дія локальних напружень із залишковими зварювальними напруженнями.

Закономірності розподілу локальних напружень визначення у зварних з'єднаннях виконаних згідно вимог ГОСТ 14771-76 [7]. Для таврового зварного з'єднання розміри кутових зварних швів визначалися згідно типу Т3. Основними геометричними параметрами кутового зварного шва є: опуклість або увігнутість зварного шва, асиметрія катетів, радіус переходу від основного металу до металу шва, зміна величини катету.

Для дослідження локального напруженого стану та величини ККН розроблена плоска модель поперечного перерізу таврового зварного з'єднання у програмному комплексі ANSYS Student 2022 R2 [8]. Досліджуваний зварний зразок має площу симетрії, при цьому навантаження прикладається симетрично з обох сторін, тому, для зменшення витрат часу на обчислення, розрахунки виконували для ½ моделі з призначенням граничних умов симетрії. Розподілене навантаження, прикладене до торця моделі, задане так, щоб номінальні напруження, які діють в місцях віддалених від місця концентрації напружень, дорівнювали 1 МПа і, таким чином, величина напружень в місці концентрації буде характеризувати величину ККН.

В рамках дослідження розрахували зварні з'єднання з розмірами катетів кутового шва 3 та 4 мм. Для визначення впливу конструктивних елементів розглядали гранично допустимі мінімальні та максимальні їх значення згідно визначених норм. Для дослідження впливу геометрії шва у зоні переходу від металу шва до основного металу, використовували узагальнені дані роботи [9] стосовно зміни радіусів переходів у різних зварних з'єднаннях, виконаних дуговим зварюванням. Згідно цих даних, розміри радіусів переходу можуть бути в діапазоні від 0,1 до 1,0 мм. Співвідношення катетів зварного шва 1:1 та 1:1,2.

В результаті розрахунків встановлено, що найбільш впливовим фактором на величину ККН є радіус переходу від основного металу до металу зварного шва. Збільшення радіусу переходу від 0,1 мм до 1,0 мм дозволяє зменшити величину ККН: для рівнокатетного та асиметричного шва на 46,4% - 48,6%; для шва з опуклістю – на 56,3%; для увігнутого шва – на 14,2%. При збільшення величини катету з 3 мм до 4 мм, величина ККН майже не змінюється і становить 1,853 та 1,861 відповідно при радіусі переходу 1,0 мм. Це дозволяє використовувати збільшений катет для підвищення міцності зварного з'єднання та зменшення напружень в перерізі шва. Асиметрія катетів зварного шва при співвідношенні величин катетів К1:К2 = 1:1,2 призводить до зменшення величини ККН на 5%, 2,4% та 0,9% в порівнянні з рівнокатетним швом для радіусів переходу 0,1; 0,5; 1,0 мм відповідно. Опукла форма кутового зварного шва призводить до збільшення ККН на 20%, 4,7% та 2% в порівнянні з формою шва без підсилення при збільшенні радіусів переходу з 0,1 до 0,5 і 1,0 мм. Увігнута форма шва, величиною до 30% від катету, забезпечує найнижчі значення ККН на рівні 1,792-1,537, у порівнянні з іншими формами шва. Порівняння результатів моделювання з результатами можливих аналітичних розрахунків [3] (величина катету) показало відносну похибку 8…12 %. Для визначення достовірності моделі стосовно досліджень впливу на величину ККН асиметрії катетів зварного шва, його опуклості чи увігнутості необхідно провести експериментальні дослідження.

Висновки. Розроблена 2-D скінчено-елементна модель зварного вузла з граничними умовами симетрії за результатами верифікації розрахунків стосовно величини катету має відносну похибку до 12 %, відповідає умовам достовірності і може бути використана для визначення величини коефіцієнту концентрації напружень і впливу конструктивних факторів на концентрацію напружень. Найбільш впливовим фактором на величину ККН є радіус переходу від основного металу до металу зварного шва. Збільшення розміру катету при зварюванні рівнокатетних швів практично не впливає на величину ККН. Увігнута форма шва забезпечує найнижчі значення ККН.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Петерсон Р. Коэффициенты концентрации напряжений / Р. Петерсон. – Пер. с англ. – М.: Мир. – 1977. – 302 с.

[2]. Gurney T.R. Fatigue of welded structures / Gurney T.R. –London: Cambridge University Press, 1979. – 456 p.

[3]. Навроцкий Д.И. Расчет сварных соединений с учетом концентрации напряжений / М.: Машиностроение, 1968. - 171 с.

[4]. Кархин В.А. Концентрация напряжений в стыковых соединениях / В.А. Кархин, Л.А. Копельман // Свароч. производство. – 1976. – №2. – С. 6-7.

[5]. Турмов Г.П. Определение коэффициентов концентрации напряжений в сварных соединениях / Г.П. Турмов // Автоматическая Сварка. – 1976. – №10. – С. 14-17.

[6]. Zienkiewicz O. C., Taylor R. L., Fox D. D. The finite element method for solid and structural mechanics. – Elsevier, 2014. – 657 p.

[7]. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

[8]. https://www.ansys.com/academic/students

[9]. Винокуров В.А. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В.А. Винокуров, С.А. Куркин, Г.А. Николаев. – М. : Машиностроение, 1996. – 576 с.

Determination of stress concentration coefficients in t-weld joints of structural nodes of the ship's hull

O. Bokii[1], L. Korostylov[2], A. Labartkava[3], M. Matviienko[4]

[1-3] Admiral Makarov National University of Shipbuilding

[4] Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Using the method of mathematical modeling, the influence of the constructive factors of the T-weld joint on the stress concentration coefficient (SCC) under static loading was investigated. The most influential factor on the value of SCC is the transition radius from the base metal to the weld metal. The concave shape of the seam ensures the lowest values of local stresses.

Key words: T-weld joint; stress concentration coefficient; finite element method; constructive factors

УДК 628.5:539.37.276

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МОДУЛІВ ПЛАВУЧОСТІ КУБІЧНОЇ ФОРМИ З ВИКОРИСТАННЯМ СФЕРИЧНИХ ОБОЛОНОК ІЗ КЕРАМІКИ

Бурдун Є. Т.,
кандидат технічних наук,
професор, кафедра будівельної механіки і конструкції корпусу корабля
evgeniy.burdun@nuos.edu.ua
Гейко С. П.,
кандидат технічних наук,
доцент, кафедра будівельної механіки і конструкції корпусу корабля
geykosp@gmail.com
Петрюк О. В.,
асистент, кафедра будівельної механіки і конструкції корпусу корабля
olha.petriuk@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна.

Анотація. Із умови незбуреного напружено деформованого стану при дії гідростатичного тиску розроблені рекомендації щодо вибору геометричних і фізичних параметрів матеріалів матриці та порожнистих замкнених сферичних оболонок із кераміки при конструюванні блоків плавучості підводної техніки.
Ключові слова. синтактична піна, плавучість, керамічна оболонка

Вступна частина. У глибоководній техніці блоки додаткової плавучості розміщують у вільних від конструкції та обладнання об'ємах між міцним та легким корпусом. Таким чином, вони мають складну просторову конфігурацію, що реалізується із окремих модульних елементів. Найпростіша форма композиційних модулів – кубічна, що ефективно використовує сферичні оболонки із кераміки у якості наповнювача.

Мета роботи. Експериментальне визначення значення руйнівного гідростатичного тиску на кубічний модуль $p_м$ (МПа), ролі зв'язуючого у підвищенні несучої здатності модуля порівняно з руйнівним тиском p_o (МПа) керамічної оболонки, що розміщена у центрі куба, та розробка фізично обґрунтованих рекомендацій щодо вибору оптимальних геометричних параметрів оболонки із кераміки.

Основна частина. Для експериментального дослідження залежності коефіцієнта підвищення гідростатичної міцності модуля плавучості $f = \frac{p_м}{p_o}$ при гідростатичному стисканні були виготовлені зразки оболонок з зовнішнім діаметром 46 мм і товщиною стінки δ_o з уявною густиною в інтервалі $220\,\frac{кг}{м^3} \le \rho_o \le 450\,\frac{кг}{м^3}$ із хімічно стійкої порцеляни та кубічні модулі зі стороною 50 мм з оболонками, що занурені у синтактичну піну (матрицю) густиною $\rho_o = 650\,\frac{кг}{м^3}$ (модуль пружності E_c=2800 МПа, коефіцієнт Пуассона μ_c=0,32).

Осереднені результати випробувань окремих партій оболонок і модулів плавучості по визначенню відповідних руйнівних тисків у гідростатичному стенді (до 100 МПа) наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Осереднені результати випробувань окремих партій сферичних оболонок із хімічно стійкої порцеляни і кубічних модулів плавучості.

№ партії	Уявна густина оболонки $\rho_o, \frac{кг}{м^3}$	Середньо-статистичний руйнівний тиск, МПа		Коефіцієнт $f = \frac{p_м}{p_o}$
		p_o	$p_м$	
1	270	31	42	1,37
2	330	41	50	1,20
3	360	47	64	1,30
4	420	60	60	1,00
5	420	60	65	1,10
6	440	64	67	1,04
7	450	66	69	1,07
8	380	51	60	1,20
9	300	51	68	1,43
10	310	38	55	1,46
11	330	41	60	1,45
12	270	31	44	1,43
13	220	22,5	31	1,25

На графіку (рис. 1) наведена залежність коефіцієнта $f(\rho_o)$ від уявної густини оболонки. Апроксимація цієї залежності методом найменших квадратів (суцільна лінія) дала:

$$f(\rho_o) = 3{,}47 \cdot 10^5 (630\rho_o - {\rho_o}^2 - 57{,}2 \cdot 10^3), \text{ при } 220\frac{кг}{м^3} \le \rho_o \le 450\frac{кг}{м^3}. \quad (1)$$

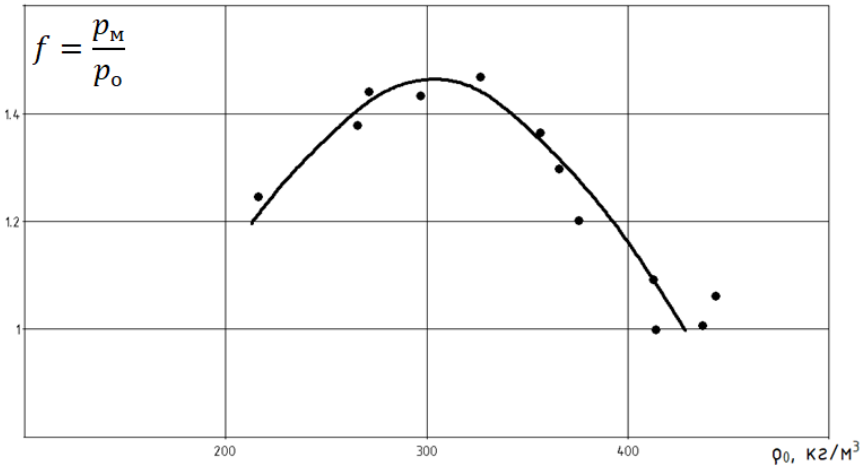


Рис. 1. Залежність коефіцієнта f від уявної густини оболонки ρ_o

Максимум підвищення міцності модуля f_{max}=1,46 досягнуто в експериментах з оболонкою із уявною густиною $\rho_o{}^e = 315\frac{кг}{м^3}$. При цьому параметри оптимальної оболонки були $\left(\frac{R_o}{\delta_o}\right)_e = 23{,}6$, $\delta_o = 1$ мм, $К_o^e$=2590 МПа.

Фізичне обґрунтування оптимальної конструкції оболонки полягає у розгляді її напружено-деформованого стану у складі модуля, що не є збуреним при гідростатичному навантаженні. Відсутність концентрації напружень на межі оболонка-матриця буде при умові, якщо модуль об'ємної деформації оболонки $К_o = \frac{2E_o}{3(1-\mu_o)}\frac{\delta_o}{R_o}$ дорівнює модулю об'ємного стискання ізотропного матеріалу матриці (синтактик) $К_c = \frac{E_c}{3(1-2\mu_e)}$:

$$K_o = K_c \quad (2)$$

Реалізація умови (2) дає оптимальну теоретичну оцінку співвідношення геометричних параметрів керамічної оболонки у складі модуля

$$\left(\frac{R_0}{\delta_o}\right)_т = \frac{2E_o(1-2\mu_c)}{E_c(1-\mu_o)} \quad (3)$$

Для оболонки із хімічно стійкої порцеляни (R_o=23мм, $\delta_0 = 1$ мм) теоретичне значення уявної густини оболонки $\rho_0^{\,т} = 302\,\frac{кг}{м^3}$ ($К_0^т = 2590$ МПа). Умова (2) виконується.

Значення густини оболонки теоретичне $\rho_0^{\,т} = 302\,\frac{кг}{м^3}$ та експериментальне $\rho_0^{\,е} = 315\,\frac{кг}{м^3}$ мають розбіжність всього в 4,6%.

Отже, умова (2) надійно працює для кубічного модуля плавучості зі сферичною оболонкою із кераміки і може бути рекомендована у якості практичної реалізації для розробки оптимальних конструкцій таких модулів.

Зі зменшенням у складі кераміки частка глинозему її модуль E_o суттєво знижується. Теоретичні оцінки для оптимальних модулів із високоглиноземистої порцеляни ($\frac{R_o}{\delta_o} = 42{,}9$, $\rho_0 = 168\,\frac{кг}{м^3}$) і корунду ($\frac{R_o}{\delta_o} = 128_е$, $\rho_0 = 98\,\frac{кг}{м^3}$) свідчать про те, що реалізація умови (2) з синтактиком $\rho_c = 650\,\frac{кг}{м^3}$ з високоглиноземистою порцеляною можлива. При мінімальній технологічній товщині стінки $\delta_0 = 0{,}8$ мм діаметр оболонки буде D_o = 69 мм, що реально. Для корунду D_o = 209 мм, що нереально виконати, особливо при забезпеченні сферичності оболонки. В лабораторії НУК надійно реалізовано виготовлення безшовних оболонок постійної товщини з інтервалом діаметрів від мінімальних 30 мм до максимальних 250 мм. Тому для виготовлення оболонок з оптимальним діаметром більшим 70 мм модуль пружності кераміки E_o слід зменшити, тобто перейти на фаянс або, навіть, обпечену глину. Все це стосується тільки модулів плавучості, що виготовляються методом заливки рідкого матеріалу матриці у форму. Якщо у модулі організувати вільний зазор між оболонкою і матрицею ефективними стають високоглиноземиста порцеляна та корунд.

Висновки.

- Умова оптимального поєднання керамічної оболонки та матеріалу матриці модуля (2) є конструктивною для обґрунтування оптимального складу кубічних модулів плавучості.
- Збільшення жорсткості оболонок (товщини δ_o і її уявної густини ρ_o) не призводить до зміцнення модуля плавучості через виникнення концентрації напружень на межі оболонка-матриці. Слабкою ланкою тут є крихка синтактична піна, що руйнується першою.
- Нераціональним є полегшення модулів відносно оптимальної конструкції за рахунок зменшення δ_o (та ρ_o). У цьому випадку слабшою ланкою стає оболонка, що руйнується першою.
- Руйнування модулів плавучості при їх виготовленні за рахунок полімеризаційної усадки матеріалу матриці в діапазоні густин $220\,\frac{кг}{м^3} \le \rho_0 \le 450\,\frac{кг}{м^3}$ не спостерігалось. При $\rho_0 < 220\,\frac{кг}{м^3}$ розтріскувалась оболонка, при $\rho_0 > 450\,\frac{кг}{м^3}$ розтріскувалась матриця.
- Реально із трьох розглянутих варіантів кераміки сумісну роботу оболонки і матриці можливо організувати тільки для оболонок із порцеляни у межах діаметрів оболонок 40-70 мм. Для реалізації оболонок більших діаметрів необхідно перейти на кераміку з пониженим модулем пружності, наприклад, фаянс, майоліка і, навіть, обпечена глина з глазуруванням.
- Для ефективного використання високоглиноземистої кераміки, корунду та інших жорстких керамік для цілей глибоководних плавучостей краще відмовитися від сумісної роботи оболонки з матрицею, тобто організувати зазор між ними, заповнений водою.

Optimization of parameters of cubic buoyancy modules made of spherical ceramic shells

Burdun E. T., Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of construction mechanics and hull construction of the Admiral Makarov National University of shipbuilding
Geiko S. P., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of construction mechanics and hull construction of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Petryuk A.V., Assistant Professor, Department of construction mechanics and hull construction of the Admiral National University of Shipbuilding

Abstract. The recommendations are developed for geometric and physical parameters of matrix materials and hollow closed spherical ceramic shells, used in the design of buoyancy blocks for underwater equipment, under the hydrostatic pressure within the unperturbed stress-strain state.

Keywords. Synthetic foam, buoyancy, ceramic shell

УДК 629.56

КОНСТРУКТОРСЬКІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПЛАВУЧИХ СПОРУД ДЛЯ ЗБИРАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ З РІЧКОВИХ АКВАТОРІЙ

***Казимиренко Ю. О.**, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри матеріалознавства і технології металів, yuliia.kazymyrenko@nuos.edu.ua*
***Дрозд О. В.,** кандидат технічних наук, доцент, декан енерготехнічного факультету Херсонського навчально-наукового інституту, oksanadrozd183@gmail.com*
***Савочкіна В. В.**, викладач кафедри теорії та проектування суден, vira.savochkina@nuos.edu.ua*
***Морозова Г. С.**, старший викладач кафедри інформаційних систем і технологій, amorozova711004@gmail.com*
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна

Анотація. В роботі проаналізовано та визначено конструкторські і технологічні передумови для модернізації позасуднових плавучих споруд, які призначені для збирання небезпечних предметів з річкових акваторій. Для досліджень застосовано системний підхід, за прототип обрано конструкторську модель баків для зберігання радіоактивних відходів на плавучих спорудах. Запропоновано використання нових композиційних матеріалів і покриттів.

Ключові слова: плавучі споруди, завантаженість, системно-аналітичне дослідження, ізоляція, знімні покриття, композиційні матеріали.

У наслідок повномасштабного вторгнення росії річкові акваторії півдня України забруднені небезпечними предметами, що вимагатиме їх вилучення, знешкодження, ізоляції та утилізації. За даними ДСНС станом на 12 вересня 2022 р. «загальна площа потенційно забруднених вибухонебезпечними предметами акваторій України становить близько 16 тис. квадратних кілометрів» [1]. Це уламки снарядів, міни, хімічні речовини та сміття невідомого походженнях, які знаходяться на дні та поверхні річок, водойомів, водосховищ, прибережній зоні Азовського і Чорного морів, гідротехнічних споруд та морських портів. Для очищення дна, збирання та транспортування сміття у сучасній практиці застосовуються судна і плавучі засоби технічного та екологічного флоту [2]. У відкритому доступі обмежена кількість робіт, присвячених їх проєктуванню. Проте на даний час поповнення технічного і екологічного флоту позасудновими плавучими засобами, призначених для збирання небезпечних предметів є важливою науково-технічною проблемою, часткове вирішення якої включає у себе модернізацію існуючих суден за рахунок конструктивного удосконалення.

Мета дослідження полягатиме у аналізі та визначенні конструкторських і технологічних передумов для модернізації позасуднових плавучих споруд, призначених для збирання небезпечних предметів з річкових акваторій.

Поставлена задача є багатокритеріальною, деталізацію аспектів якої можна уявити за допомогою системного підходу з побудовою графічної інтерпретації причинно-аналітичного зв'язку [3] у вигляді діаграми Ісікави (рис. 1). За мету системно-аналітичного дослідження поставлено підвищення завантаженості ємкостей за умовами надійної ізоляції небезпечних вантажів, що й прийнято за цільову функцію. Побудована діаграма дає комплексне уявлення щодо вирішення поставленої мети як сукупності міждисциплінарних задач, вирішення яких вимагатиме залучення фахівців із суміжних з кораблебудуванням областей, зокрема матеріалознавства і IT-технологій. Так, підвищення завантаженості ємкостей плавучих споруд не можливо без зниження масогабаритних показників, що досягається в результаті складання оптимального каргоплану та впровадження в технологію нових композиційних матеріалів з комплексно-захисними властивостями: теплофізичними, хімічними, радіаційною стійкістю, термостійкістю тощо. Враховуючи високу ймовірність забруднення внутрішніх поверхонь, втрату експлуатаційних властивостей, ефекти зношування та інші шкідливі фактори, набуває перспектив практика використання знімних композиційних покриттів. Необхідним фактором є дотримання умов надійної ізоляції небезпечних вантажів: це безпосередньо залежить від їх властивостей (що у більшості випадків залишається у межах невизначеності) і вимагатиме забезпечення умов тепловиділення. Ефективний пошук і вилучення з дна акваторій пов'язаний з розробкою відповідної інформаційної підтримки, зокрема з розв'язанням задач картографії.

Рис. 1. Причинно-наслідкова діаграма Ісікави

За прототип обрано конструкторську модель баків (рис. 2) для зберігання радіоактивних відходів [4, частина 1, с. 360], які виготовлено із нержавіючої сталі з нанесеним на внутрішню поверхню композиційним покриттям. Баки герметично оточені бетонною оболонкою. Удосконалення конструкції полягатиме у заміні матеріалів та оптимізації товщин, для чого пропонується використовувати вкладені ємкості, знімні покриття і полегшені композиційні матеріали, як спроможні забезпечити як надійну ізоляцію небезпечних предметів, так і додаткову плавучість.

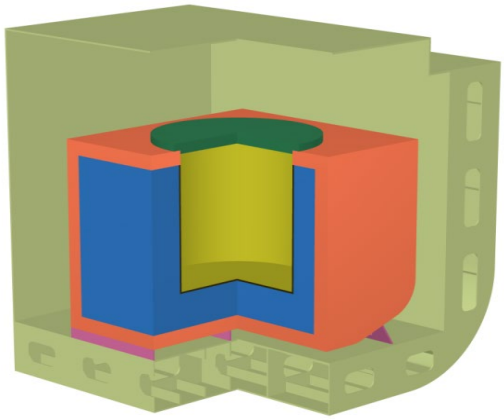


Рис. 2. Базова модель вкладених ємкостей

Подальші дослідження авторів пов'язано з вирішенням сформульованих вище науково-технічних завдань та впровадженням результатів досліджень.

Висновки

1. Процес модернізації плавучих споруд під збирання небезпечних предметів з річкових акваторій розглянуто як складну систему. За інформаційний критерій прийнято підвищення завантаженості ємкостей, що проаналізовано за допомогою побудови причинно-аналітичного зв'язку з визначенням взаємного впливу організаційно-технологічних факторів.

2. Перспективи удосконалення розглянуто на прикладі конструкції баків для зберігання радіоактивних відходів на плавучих спорудах.

ЛІТЕРАТУРА

[1] https://dsns.gov.ua: офіційний web-сайт Державної служби України з надзвичайних ситуацій (23.09.2022 р).

[2] Сучасні підходи до високоефективного використання засобів транспорту: колективна монографія / за ред. В. Чимшир.– Ізмаїл: ДІ НУ «ОМА», 2020. – Київ: Міленіум, 2020. – 472 с.

[3] Прокопчук Ю. О. та ін. Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах: монографія. Дніпропетровськ-Павлоград : АРТ-Синтез-Т, 2014. Т. 1. 456 с.

[4] Казимиренко Ю. О. Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними матеріалами елементів суден для радіоактивних речовин: дис….доктора техн. наук: 05.08.03; 05.17.11. – Миколаїв: НУК, 2019. – 495 с.

Technological Rethinking Of Modernization Of Floating Spots For The Selection Of Unsafe Objects From River Water Areas

Yuliia Kazymyrenko, Oksana Drozd, **Vira Savochkina, Morozova Hanna**,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolajev, Ukraine DESIGN

Abstract. The design and technological prerequisites for the modernization of non-vessel floating structures, which are intended for collecting dangerous objects from river water area have been analyzed and defined in work. A systematic approach has been used for research, and a design model of tanks for storing radioactive waste on floating structures has been chosen as a prototype. The use of new composite materials and coatings has been proposed.

Key words: floating structures, loading, system-analytical research, isolation, removable coverings, composite materials.

УДК 532.583.4 + 532.681.3 + 629.5.015.2 + 629.5.061.11

ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ КОРПУС-РУЛІ ДЛЯ СУДНА З X-BOW НОСОВИМИ ОБВОДАМИ

Король Ю.М. – *кандидат технічних наук, доцент, професор НУК, керівник ННЦГ, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна,* yuriy.korol@nuos.edu.ua
Романенко Д.В. – *магістрант КННІ, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна,* akkaunt0512@gmail.com

Анотація: Побудовано 3D моделі корпусу і рулів натурного судна з носовими X-bow обводами. Розроблено проекти і виконано серію розрахунків гідродинамічних сил та моментів на корпусі і рулях в CFD модулі Flow Simulation системи SOLIDWORKS. Визначення параметрів CFD моделювання та верифікація здійснювалася шляхом аналізу отриманих варіантів розрахункових результатів і їх порівнянням з результатами розрахунку опору по наближеним інженерним методикам.
Ключові слова: тривимірна модель судна з носовими X-bow обводами, розрахунок гідродинамічних сил і моментів на корпусі судна і рулях, визначення параметрів CFD моделювання.

Вступ. X-bow носова кінцівка – це відносно новий вид суднових обводів. Перевірити ефективність цих обводів можна на моделях в дослідному басейні. Але виникають неминучі похибки перерахунку на натуру, які, з погляду на новизну обводів, дуже важко нормувати емпірично. В зв'язку з цим розрахунок сил і моментів для натурного судна в модулі Flow Simulation є дуже актуальним. Так, наприклад, по-перше, розрахункове визначення функцій впливу параметрів форми суднового корпусу на буксирувальний опір дає можливість на стадії проектування корегуванням теоретичного креслення провести оптимізацію суднових обводів з метою зниження буксирувального опору і таким чином знизити витрати палива під час експлуатації судна. По-друге, розрахункове визначення гідродинамічних сил і моментів та закону розподілення тиску води на змочену частину суднової поверхні дає можливість з більшою точністю виконати розрахунки загальної міцності. І, нарешті, по-третє, розрахункове визначення сил і моментів на суднових рулях з урахуванням їх гідродинамічної взаємодії з корпусом судна дає можливість з суттєво більшою точністю виконувати їх проектування з гарантованим забезпеченням керованості судна.

Метою роботи є розробка технології CFD моделювання для визначення гідродинамічних сил і моментів на корпусі натурного судна та рулях з носовими X-bow обводами.

Основна частина. Базуючись на зображеннях судна Greg Mortimer [1,2] за допомогою програми Grafula 2 створюємо з максимально можливою точністю його теоретичне креслення. Отримані теоретичні криві зображуються в програмі Advanced Grapher на проекціях Бок, Полуширота та Корпус. Далі виконуються звичайні операції згладжування та узгодження. Отримані криві теоретичного креслення експортуються з Advanced Grapher в .txt файли, які для вказаних проекцій доповнюються координатами y, z, і x відповідно. Ці файли імпортуються в SOLIDWORKS, де формуються половинки носової, середньої і кормової частин суднової поверхні, яка віддзеркалюється відносно ДП та заповнюється латками і зшивається в тверде тіло. Аналогічно будуються твердо тільні моделі рулів. На рис.1 наведено 3D модель корпусу судна з рулями.

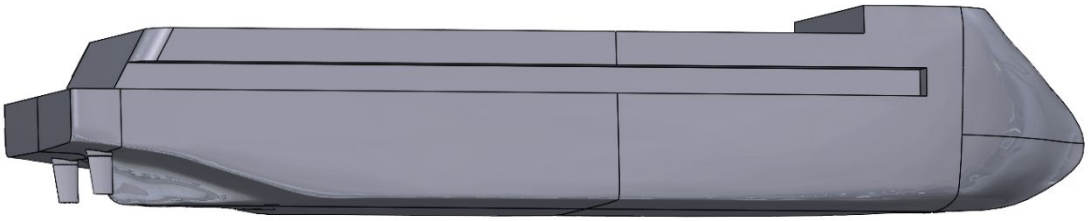


Рис.1 – 3D модель корпусу та рулів судна Greg Mortimer

Головні характеристики Greg Mortimer наступні: L = 110.2 м; B = 18.4 м; T = 5.3 м; V = 8132 м^3; $S_{ВВЛ}$ = 1837 м^2; Ω = 2726 м^2; $\frac{L}{B} = 5.989$; $\frac{B}{T} = 3.472$; $\delta = 0.757$.

Далі для побудованої моделі судна в модулі Flow Simulation з використанням команди «майстер проекту» створюємо розрахунковий проект для фіксованої швидкості руху, наприклад, 8 м/с в наступній послідовності:

1) створюємо ім’я проекту, коментарі та конфігурацію;
2) обираємо систему одиниць вимірювання;
3) обираємо тип задачі: зовнішня (не стаціонарність, гравітація, вільна поверхня);
4) обираємо в якості незмішуваних компонентів текучого середовища повітря і воду;
5) обираємо умови на стінках: теплова умова – адіабатична стінка; шорсткість – гладка стінка;
6) обираємо початкові і зовнішні умови (наприклад X компонента швидкості -8 м/с);
7) для створеного проекту окремо: коригуються розміри зовнішньої області, формуються граничні умови, створюються розрахункові цілі, формуються глобальна та локальна мережа де задаються рівень подрібненості клітинок мережі в текучому середовищі і на поверхні судна;
8) формуються опції керування розрахунком: умови завершення; адаптація мережи; параметри розрахунку та збереження результатів.

Після закінчення розрахунку і отримання результатів проект клонується, ставиться нова швидкість та запускається новий розрахунок. Час розрахунку залежить від багатьох факторів, а саме від кількості клітин розрахункової мережі, параметрів моделювання, потужності комп’ютера і вимог до збіжності процесу розрахунків. На рис.2 в якості прикладу зображено результати розрахунків опору Greg Mortimer в середовищі Flow Simulation при кількості клітинок розрахункової мережи 444266 (синій колір) та за методом Холтропа-Маннена (зелений колір). Окрім цих в доповіді наведено результати розрахунків опору при збільшенні кількості клітинок до 1500000, а також інших сил і моментів на корпусі і суднових рулях.

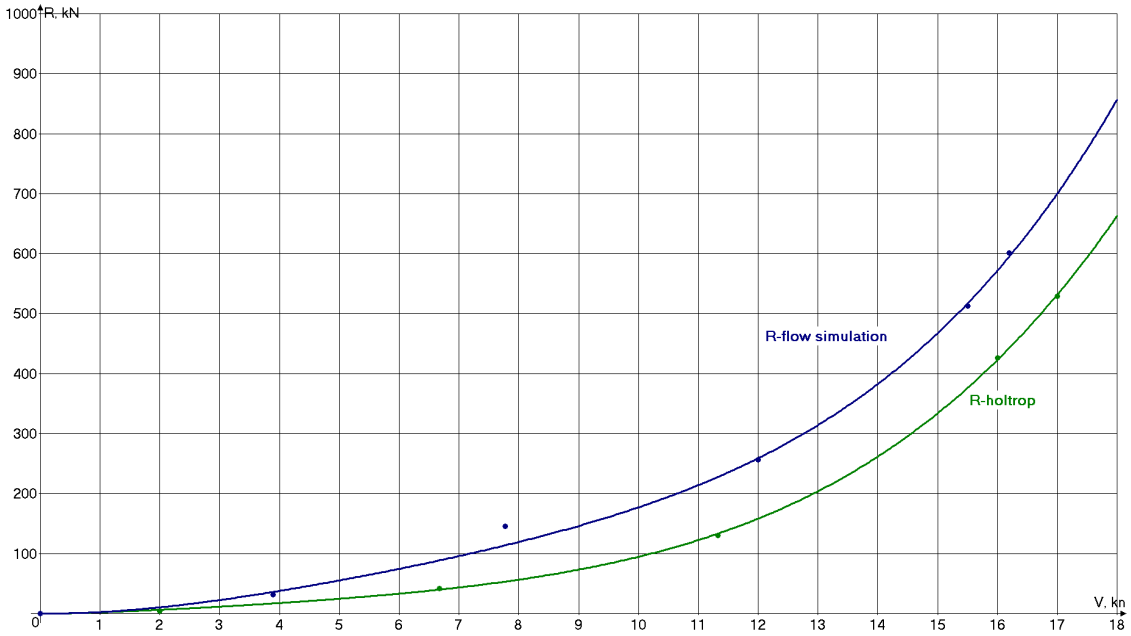


Рис. 2. Опір води руху натурного судна Greg Mortimer

Висновки. В результаті виконаного дослідження можна зробити наступні висновки:

1) реалізовано досить простий і доступний засіб побудова 3D моделей суден та їх елементів за допомогою програм Grafula 2 і Advanced Grapher;
2) при наявності потужної обчислювальної техніки CFD моделювання є сучасним оперативним методом отримання достовірних результатів для натурних об'єктів з мінімальними витратами часу і коштів;
3) можливість розрахунку гідродинамічної взаємодії елементів рушійно-рульового комплексу суттєво поліпшує процес їх проектування, удосконалення і накопичування цінного досіву для створення нових і удосконалення існуючих інженерних методик розрахунку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інтернет ресурс https://expeditionsonline.com/vessels/greg-mortimer
2. Інтернет ресурс https:// ulstein.com

Determination Of The Hydrodynamic Characteristics Of The Hull-Rudder System For A Vessel With X-Bow Hall Design

Korol Yu.M. Romanenko D.V.
Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine,

Abstract: 3D models of the hull and rudders of a full-scale ship with bow X-bow contours were built. Projects were developed and a series of calculations of hydrodynamic forces and moments on the hull and rudders were performed in the Flow Simulation CFD module of the SOLIDWORKS system. Determination of CFD modeling parameters and verification was carried out by analyzing the received variants of calculation results and comparing them with the results of resistance calculation using approximate engineering methods.

Keywords: three-dimensional model of a ship with bow X-bow contours, calculation of hydrodynamic forces and moments on the ship's hull and rudders, determination of CFD modeling parameters.

УДК 629.5

МЕТОД РОЗРАХУНКУ ПОВНОГО ОПОРУ СУДНА З АУТРИГЕРАМИ: ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА НА БАЗІ ПЛАТФОРМИ SHIPBUILDING 4.0

Морозов К. А.
провідний фахівець «Проектний офіс НУК»
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
kostiantyn.morozov@nuos.edu.ua
Слободян С. О.
кандидат технічних наук, професор, проректор по науково-педагогічної діяльності
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
sergij.slobodyan@nuos.edu.ua

Анотація. При створенні життєвого циклу цифрового двійника судна має бути враховано всі процеси його формування та насичення, що здійснюються у рамках цифрового наукового центру суднобудування та цифрового конструкторського бюро. Результати формування та насичення цифрового двійника є основою для здійснення наступних процесів на цифровому виробництві та при цифровій експлуатації.

З перспективних напрямків подальшого розвитку суднобудівної галузі слід зазначити формування технологічної платформи Shipbuilding 4.0, у рамках якої реалізується цифрове суднобудування.

Тому однією зі складових платформи Shipbuilding 4.0, має бути метод визначення повного опору судна, і який дасть змогу на стадії раннього проектування вже вирішити питання потужності силової установки.

Ключові слова: Shipbuilding 4.0; цифровий двійник судна; розрахунок повного опору; головний корпус судна з аутригерами; систематична серія 65 та 62; метод найменших квадратів.

В наш час одним з трендів подальшого розвитку суднобудівної галузі слід вважати формування технологічної платформи Shipbuilding 4.0, у рамках якої реалізується цифрове суднобудування.

Життєвий цикл створення цифрового двійника судна передбачає процеси його формування та насичення, що здійснюються у рамках цифрового наукового центру суднобудування та цифрового конструкторського бюро. Результати формування та насичення цифрового двійника є основою для здійснення наступних процесів на цифровому виробництві та при цифровій експлуатації [1, с. 17-29].

Серед актуальних завдань формування та насичення цифрового двійника високошвидкісного пасажирського судна з аутригерами (САР) слід вважати завдання знаходження повного опору, що зумовить потрібну потужність силової установки судна.

Істотною частиною повного опір САР є хвильовий опір, який становить найбільшу частину залишкового опору.

Для визначення хвильового опору судна на даний час використовують два методи: метод форм-фактора та метод вимірювання хвильового профілю.

Серед сучасних методів розрахунку хвильового опору можна назвати метод обчислювальної гідродинаміки Computational Fluid Dynamics (CFD). Тим часом, у CFD методики є свої недоліки, пов'язані з великими тимчасовими витратами на обчислювальні процеси, а також великим розбіжністю результатів розрахунків повного опору для ВШС при порівнянні з випробуваннями в дослідницьких басейнах. У зв'язку з цим виникає потреба у

розробці методу для вирішення практичного завдання визначення повного опору пасажирського судна з аутригерами.

Суть запропонованої методики у тому, що поетапно, використовуючи наявні дані модельних випробувань систематичних серій 62 і 65, вирішити завдання визначення повного опору САР.

Варто відзначити, що зниження повного опору та забезпечення високої швидкості судна також залежить від вибору обводів, форми головного корпусу та аутригерів. Для досягнення необхідних показників авторами цієї статті було використано дані модельних випробувань систематичної серії 65 та 62.

Моделі цієї серії мають середню кілеватість, а форма носової частини дозволяє здійснювати легке хвильове обтікання, скула служить для ефективного поділу потоку і має мінімальну опуклу кривизну, щоб уникнути розвитку негативного нижнього тиску.

Моделі 4668, 4669, 5248, 5250 серії 62 та 65-А мають вузький транець. Така конструктивна особливість має практичне значення у дуже довгих та вузьких корпусах, таких як центральний корпус САР.

У моделей 5238 та 5208 серії 65-В транець широкий. Корпуси цієї серії, розділені по діаметральній площині і співвіднесені до головного корпусу, мають конструктивну особливість для аутригерів. [2, с.117-132].

Діапазон обмежень моделей 4668, 4669, 5248, 5250 систематичної серії 65-А, 65-В та серії 62 для розрахунку повного опору задається у вигляді [3, с. 9–26]:

$$1.0 < F_n < 4.5;$$
$$5.5 < A_P/V^{2/3} < 8.5;$$
$$30.0 < 100*LCG/L_p < 52.0;$$
$$6.73 < L_P/B_{pa} < 9.36;$$
$$27.9^\circ < \beta < 30.4^\circ,$$

де F_n – число Фруда; A_P – Запланована площа нижньої частини корпусу; V – обсяг витісненої води; LCG – поздовжній центр тяжіння; L_p – розрахункова довжина скули від транця до носового профілю; B_{pa} – середня ширина по скуле; β – кут килеватости [3, с. 9–26].

Завданням подальшої математичної обробки даних результатів випробувань систематичної серії 65-А, 65-В та серії 62 для знаходження повного опору судна з аутригерами є визначення числових значень, що входять до формули параметрів.

Для знаходження повного опору судна з аутригерами в першу чергу визначаються всі складові коефіцієнта повного опору, а потім визначається форм-фактор методом Хьюза-Прохазки за формулами ITTC'57 та ITTC'78 (International Towing Tank Conference) [4,с. 65–66].

Визначення площі змоченої поверхні:

$$\frac{S_S}{S_m} = \left(\frac{L_S}{L_m}\right) \quad (1)$$

$$S_S = S_m \left(\frac{L_S}{L_m}\right)^2, \quad (2)$$

де S_m – площа змоченої поверхні моделі; S_s – площа змоченої поверхні судна; L_m – довжина моделі; L_s – довжина судна.

Формули визначення числа Рейнольдса $R_{n,m}$ моделі та $R_{n,s}$ судна мають вигляд:

$$R_{n,m} = \frac{V_m \cdot L_m}{\nu_m} \quad (3)$$

$$R_{n,s} = \frac{V_S \cdot L_S}{\nu_s} \quad (4)$$

де V_m, V_s – швидкість моделі та судна відповідно; ν_m, ν_s – кінематична в'язкість середовища моделі та судна.

Формулі для визначення коефіцієнта в'язкого опору $C_{F,m}$ моделі та $C_{F,s}$ судна мають вигляд:

$$C_{F,m} = \frac{0{,}075}{\left(\log_{10} R_{n,m} - 2\right)^2} \quad (5)$$

$$C_{F,s} = \frac{0{,}075}{\left(\log_{10} R_{n,s} - 2\right)^2} \quad (6)$$

де $C_{F,m}$ та $C_{F,s}$ – коефіцієнти в'язкісного опору моделі та судна відповідно.

Формула для визначення повного опору моделі подається у вигляді: $R_{T,m} = C_{T,m}\frac{1}{2}\rho_m {V_m}^2 S_m$, (7)

де $C_{T,m}$ – коефіцієнт повного опору моделі; ρ_m – щільність рідкого середовища.

У свою чергу, залежність для визначення коефіцієнта повного опору моделі $C_{T,m}$ має наступний вигляд:

$$C_{T,m} = C_{F,m} + C_{R,m} + C_A \,, \quad (8)$$

де $C_{R,m}$ – коефіцієнт залишкового опору моделі, C_A – коефіцієнт шорсткості поверхні корпусу (поправка на шорсткість) [4,с. 65–66].

Для знаходження коефіцієнта залишкового опору моделі у роботі [3, с. 9–26] запропоновано наступне регресійне рівняння:

$$\mathrm{R} = f\left(F_{n,d}, A_p/\nabla^{2/3}\right),$$

де $\mathrm{R} = C_R$ – коефіцієнт залишкового опору моделі; $A_p/\nabla^{2/3}$ – коефіцієнт завантаження.

Знаходження коефіцієнтів регресії здійснюється методом найменших квадратів (МНК).

Сутність МНК полягає у побудові наближеної або апроксимуючої функції (лінія тренду), що проходить через усі точки вихідних даних і найближче до заданої безперервної функції.

Лінія тренду може бути використана для опису величин, що поперемінно зростають і спадають. Наприклад, під час аналізу великого набору даних. І тут ступінь полінома визначається кількістю екстремумів кривої. Зазвичай поліном другого ступеня має тільки один екстремум, поліном третього ступеня один або два екстремуми, а поліном четвертого ступеня може мати до трьох екстремумів.

Поліноміальна (або криволінійна) лінія тренду використовує наступне рівняння:

$$y = b + k_1 x + k_2 x^2 + k_3 x^3 + \cdots + k_n x^n. \quad (9)$$

Варто зазначити, що критерієм порівняння корпусів моделей було обрано співвідношення R/Δ , яке дає більш чітке уявлення про зв'язок між залишковим опором та водотоннажністю. [2, с.117-132]

На етапі знаходження коефіцієнта залишкового опору моделі йде побудова лінії тренду, що апроксимує експериментальні дані моделі.

Наступним етапом методики йде визначення повного опору судна з аутригерами. У своїй роботі [5, с. 9–26] Prasanta K Sahoo використовуючи роботи Molland [6,с. 6] вдосконалив формули визначення коефіцієнта повного опору по ITTC’57 и ITTC’78, для багатокорпусного судна.

Наступним етапом іде визначення форм-фактору за методом Хьюза-Прохазки рисунок. 1 [4,с. 65–66].

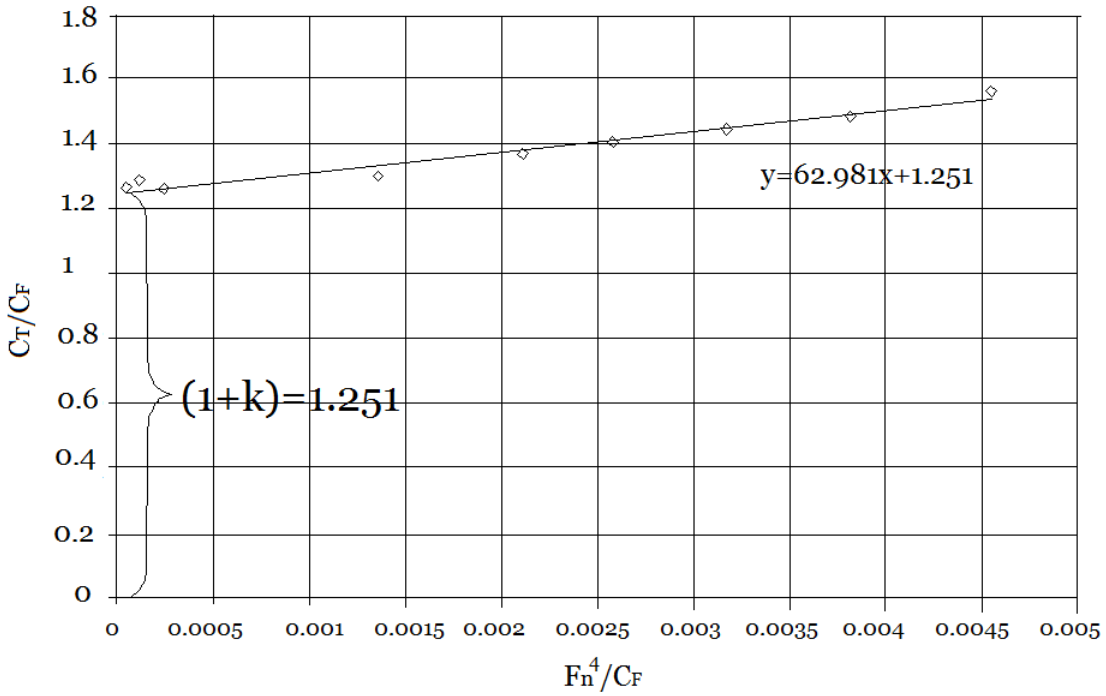


Рисунок 1. Визначення форм фактора методом Х'юза-Прохазки

Також слід враховувати той факт, що важливим компонентом у зниженні повного опору у САР є розташування його аутригерів.

У своїй роботі [7, с.349–373] Аккерс провів дослідження впливу хвильової інтерференції на опір САР шляхом розподілу водотоннажності між головним корпусом та аутригерами, варіюючи в діапазоні чисел Фруда від 0.3 до 0.65.

Висновки 1. Формування цифрового двійника високошвидкісного пасажирського судна з аутригерами показало, що найбільш оптимальним на стадії раннього проектування для зниження хвильового опору слід використовувати гострі обводи головного корпусу та аутригерів.

2. Використання науково-технічних напрацювань та випробувань, проведених у різний час для визначення повного опору багатокорпусних суден, дозволяють на цій основі розробляти нові практичні методики для покращення та полегшення процесу проектування багатокорпусних пасажирських суден.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Слободян С.О., Харитонов Ю. М., Нормативно-правове забезпечення та програм впровадження технологічної платформи Shipbuilding 4.0. *SHIPBUILDING & MARINE INFRASTRUCTURE, № 2(14), 2020*

[2] Hadler J. B., *Resistance Characteristics of a Systematic Series of Planing Hull Forms - Series 65: Presented to the Cheasapeake Section, the Society of Naval Architects and Marine Engineers. Society of Naval Architects and Marine Engineers,* 2008

[3] Radojcic D., Zgradic, A., Kalajdzic, M., Simic. *Resistance Prediction for Hard Chine Hulls in the Pre-Planing Regime. POLISH MARITIME RESEARCH 2(82), Vol. 21*, 2014

[4] Prohaska C. W., *A simple method for evaluation of form factor and the low speed wave resistance, Proc. 11th ITTC,* 1974

[5] Sahoo P.K., Mynard T., Mikkelsen J., McGreer Simic, *Numerical and Experimental Study of Wave Resistance for Trimaran Hull Forms. 6th International Conference on High Performance Marine Vehichles, Vol. 21*, 2014

[6] Molland A. F., Turnock, S. R. and Hudson, D. A. *Ship Resistance and Propulsion: Practical Estimation of Ship Propulsive Power. Cambridge University Press,* 2011 New York.

[7] Ackers B. B. , Michael, T. J., Tredennick, O. W., Landen, H. C., Miller lii, E. R., Sodowsky, J. P. and Hadler, J. B. *An Investigation of the Resistance Characteristics of Powered Trimaran Side Hull Configurations. SNAME Transaction, Vol. 105*, 1997

A Method For Calculating The Total Resistance Of A Vessel With Outriggers: The Formation Of A Digital Twin On The Shipbuilding 4.0 Platform Based

Kostyantyn O. Morozov, leading specialist " NUOS Project Office "
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
Sergey O. Slobodyan, candidate of technical sciences, professor, Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Activities
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

УДК 629.533

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА ПРИБЕРЕЖНОГО РАЙОНУ ПЛАВАННЯ

Морозов О.О.
викладач
кафедри комп'ютерно-інтегрованих технології та інженерної графіки
oleksii.morozov@nuos.edu.ua
Слободян С. О.
канд. техн. наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи slo71nuos@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв Україна

Анотація. На основі узагальнених емпіричних та теоретичних даних отриманих при проектуванні та експлуатації різних типів пасажирських суден було визначено, що необхідно прагнути к збільшенню відношення L/B, зменшенню осадки d, та відносній швидкості Fr*l* > 0,6. Також було визначено , що судно з аутригерами, за аналогією з вітрильними тримаранами, є оптимальними для типом судна при русі у водотоннажному та перехідному режимах, які до того ж мають можливість висаджувати пасажирів на необладнане узбережжя, є оптимальним АКТ типом для пасажирського судна прибережного плавання, для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса».

Ключові слова: архітектурно-конструктивний тип, Очаків-Кінбурнська Коса, пасажирське судно прибережного плавання, однокорпусне судно, катамаран, вітрильний тримаран, судно з аутригерами.

ВСТУПНА ЧАСТИНА

Структура прибережного пасажирського водного транспорту, що сформувалася у другій половині двадцятого століття, не відповідає сучасним вимогам і не може повною мірою забезпечити жителів і туристів послугами транспортно - екскурсійного характеру [1, с. 276-277]. Тому необхідним є розвиток водних приміських та міських маршрутних перевезень, та відповідних пасажирських суден для яких кількість пасажирів, що перевозяться, варіюється від 12 до 38 пасажирів, як і у автобусах які використовуються для приміських та міських перевезень, відповідно і маршрут перевезень може бути визначений заздалегідь або індивідуально в кожному конкретному випадку.

Метою досліджень є визначення архітектурно-конструктивного типу (АКТ) пасажирського судна прибережного плавання, для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса».

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Одним з головних трендів у проектуванні пасажирських суден є підвищення швидкості. В повній мірі це відноситися і до пасажирських суден прибережного району плавання які експлуатуються у мілководних районах або річках з глибинами менше 0,5 м.

Загальновідомим шляхом підвищення швидкості є рух у режимі глісування (від фр. glisser−ковзання). Однак для руху у цьому режимі, потрібна велика потужність для подолання так званого «горба» опору. Крім того цей рижим руху можна використовувати лише на спокійні воді.

Тому було розглянуто один з перспективним шляхів підвищення швидкості без надмірного зростання потужності−це руху у перехідному режимі.

На Рис. 1 [2, с. 39] приведено характерну криву повного опору в залежності від Fr*l* та Fr*D*, а також діапазони режимів руху катера.

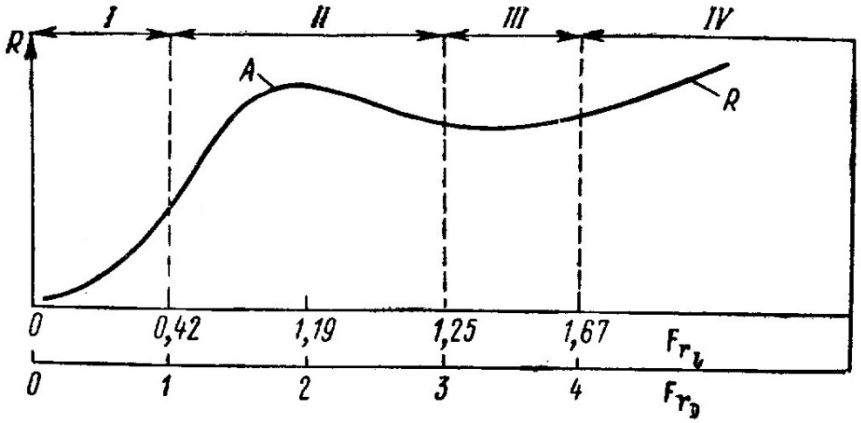


Рис. 1 Характерна крива опору катера
I − водотоннажний режим; II − перехідний режим; III − перехідний режим/глісування; IV−«чисте» глісування.

Розглядаючи Рис.1 можна побачити, що негативним явищем, при русі судна у перехідному режимі, є «горбом» опору або хвильовий бар'єр. Виникнення цього явища пов'язано з різким збільшенням хвильоутворення та хвильового опору.

Крім того цей режим руху характеризується тим, що відбувається перерозподіл тиску; зростає тиск у носовій частині при цьому відбувається розрядження у кормовій частині. Такий перерозподіл тиску приводить до диференту на корму.

Для визначення практичних рекомендації, по нівелюванню цих явищ, при проектування пасажирських суден які рухаються у перехідному режимі було побудоване експериментальне судно проекту Р69 (Рис. 2).

Рис. 2 Пасажирське судно проект Р69

Експлуатація цього судна показала, що необхідно прагнути к збільшенню відношення L/B, зменшення осадки d, та відносній швидкості Fr*l* > 0,6 [3, с. 240].

Слід зазначити, що збільшення відношення L/B однокорпусного судна, з малою осадкою, призводить до зменшення остійності.

Подолати це можливо використавши багатокорпусне судно. Одним із розповсюджених архітектурно-конструктивних типів цього судна є катамарани (Рис. 3).

Рис. 3 Пасажирський річковий катамаран проект Р132

Для більш детального аналізу було проведено порівняння навантаження мас [4, с.118], [5, с.44] однокорпусного річкового пасажирського судна проекту Р51 (Рис. 4) та пасажирський річковий катамаран проект Р132 (Рис. 3).

Рис. 4 Пасажирське річкове судно проекту Р51

Дані по статтях навантаження вказані у Таблиці 1.

Таблиця 1 Статті навантаження мас суден проекту Р51 та Р132

Номер проекту	Р51	Р132	Різниця
Метал у складі корпусу та надбудови, т	40	72,1	+32,1
Судові пристрої, т	3,26	1,97	-1,29
Забезпечення та інвентар, т	1,35	1,47	+0,12
Головні механізми, т	4,06	4,66	+0,60
Системи та трубопроводи, т	4,61	7,76	+3,15
Електрообладнання, т	3,14	5,41	+2,27
Запас водотоннажності, т	–	–	
Дедвейт, т	23,03	13,5	-9,53
Пасажири, т	18,23	10,125	+8,11
Паливо, т	2,6	1,62	-0,98
Мастило, т	0,15	0,09	-0,06
Прісна вода, т	1,6	1	-0,60
Провізія, т	0,3	0,36	+0,06

Як видно з даних Таблиці 1, матеріалоємність корпусу катамарана перевищує матеріалоємність однокорпусного судна у 1,9 рази.

Відповідно катамаран проекту Р132 через більшу металоємність має більшу вартість побудови у порівняні з судном проекту Р51, а також більшу осадку.

Співставлення потужності головних двигунів (ГД) пасажирських суден проекту Р51 та Р132 (2х110 та 2х173 кВт відповідно) показує, що на малих швидкостях, потужність катамарана для досягнення однакової швидкості повинна бути більшою.

Вочевидь, це пов'язано з тим, що на малих швидкостях основою повного опора є опір тертя, тому катамаран проекту Р132, який має додаткову масу мостової конструкції, більшу осадку і відповідно більшу змочену поверхню, повинен мати більшу потужність ГД для досягнення однакової швидкості з однокорпусним судном проекту Р51.

При цьому слід зазначити, що дослідження хвильового опору катамарана [3, с.261], [6, с.180 - 213] показали, що лише на малих відносних швидкостях (Fn < 0,38) може бути сприятлива інтерференція хвильових систем (Рис. 5).

Також у дослідженнях [7, с. 30] зазначається, що переваги у ходовості при зіставленні значень опору катамарану, головні елементи якого обрані для заданого швидкісного режиму руху, та порівняльного однокорпусного судна, ширина якого дорівнює сумарній ширині обох корпусів катамарана, не може бути коректним при співставленні і визначенні переваг тієї чи іншої схеми при оцінці ходовості, тому що головні розміри такого однокорпусного судна можуть значно відрізняється від рекомендованих для обраного швидкісного режиму.

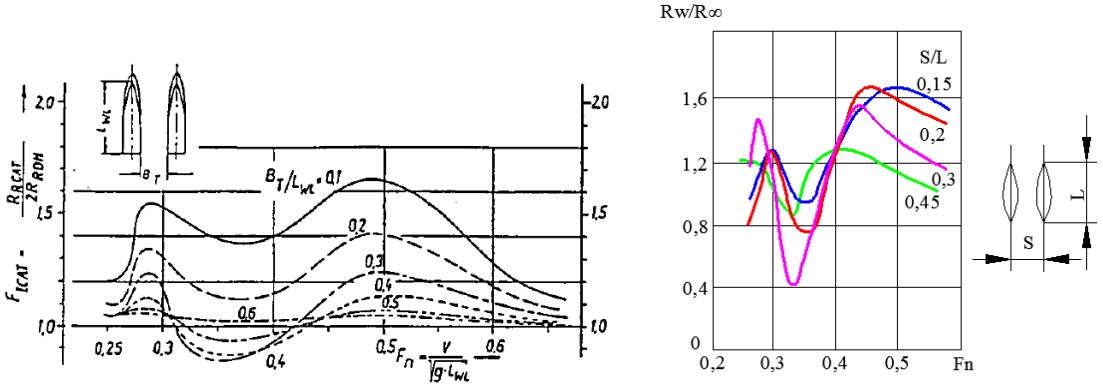


Рис. 5 Вплив горизонтального кліренсу на хвильовий опір катамарана

При перехідному режимі руху та глісуванні необхідно збільшувати відстань між корпусами (кліренс) у зв'язку зі збільшенням хвилєутворенням, що призводить до збільшення металоємності корпусу.

Таким чином катамаран немає переваг у ходовості, як у водотонажному режимі руху так і у перехідному, при порівнянні з однокорпусним судном.

До переваг катамаран можна віднести прямокутну палубу, що у порівнянні з однокорпусною схемою, дозволяє більш ефективно використовувати площу палуби при менших відношеннях L/B у порівнянні з однокорпусним судном [8, с.17] це дозволяє розмістити більшу кількість неважких габаритних вантажів (наприклад автомобілів). Крім того катамаран має запас остійності.

Саме це дозволяє розташовувати на палубі багатоярусні надбудови та перевезення більшої кількості неважких габаритних вантажів при менших відношеннях L/B у порівнянні з однокорпусним судном.

Ще одним багатокорпусним АКТ є трикорпусний тип або тримаран.

Трикорпусна схема є перспективною для пасажирських суден з наступних причин:

− перерозподіл водотоннажності між корпусами дозволяє в широких межах змінювати співвідношення хвильової та в'язкісної складових повного опору та в певних умовах зменшувати повний опір води руху;

− можливість проектування суден з малою осадкою з великими площами палуб та корпусами з великим значенням L/B;

− підвищеною остійністю;

− високі морехідні якості (збільшення періоду бортових коливань та зниження перевантажень, зумовлених хитавицею);

− зменшення ударів у мостову конструкцію, при русі на хвилюванні, завдяки висунутому вперед центральному корпусу, який значною мірою деформуватиме хвилі, що підходять до бокових корпусів.

За рахунок повздовжнього переміщення центрального корпуса та відповідно хвильових систем, є можливим зменшення «горба» коефіцієнта хвильового опору.

Таким чином на відміну від двохкорпусного АКТ, трикорпусний тип має більше параметрів, які дозволяють ефективно зменшувати хвильовий опір.

Підсумовуючи вище наведене слід зазначити, що катамаран, у якості лише пасажирського судна вочевидь, має меншу економічну ефективність у зв'язку з більшою металоємністю та не є кращим АКТ з точки зору ходовості у порівняні з тримараном.

Головною перевагою тримаран є те, що можливо змінювати відношення хвильового опору за рахунок: висуванню центрального корпуса варіації подовження корпусів, перерозподілу водотоннажності, відстані (кліренсу) аутригерів від центрального корпуса (кліренсу).

Прикладом, що ілюструє можливості використання трикорпусних суден, є результати опрацювання варіанта пасажирського судна для приміських маршрутів з трикорпусною схемою з однаковими корпусами [9, с.3-7].

Крім вище вказаної схеми тримарана з трьома однаковими корпусами існує тримарана схема з центральним корпусом та аутригерами, які призначені для компенсації недостатньої остійності та забезпечення непотоплюваності.

Ця схема набула поширення серед вітрильних тримаранів, остійність яких, на ходу, забезпечується аутригерами які знаходяться над поверхнею води, та починають «працювати» лише при отримані крену, що зменшує опір тертя у порівняні з класичною архітектурою тримаранів, коли аутригери або корпус постійно занурені для перерозподілу водотоннажності.

Уперше ідею такого тримарана запропонував Віктор Чечет (Victor Tchetchet), український іммігрант з Києва, що жив у Нью-Йорку у 1940-х роках.

Саме йому належала ідея назвати судна цього типу тримаранами. За час свого життя в США він побудував два тримарани Egg Nog I і II (Рис.8). [10, с14-16]

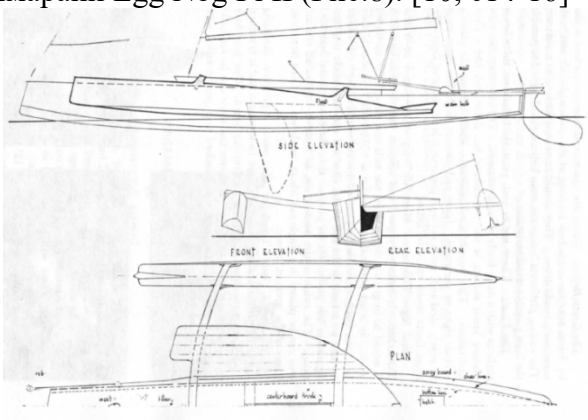


Рис. 8 Загальний вигляд тримарана Egg Nog II

Даний тип тримарана представляє собою однокорпусне судна, архітектура яких оптимізована для досягнення якомога більшої швидкості при обмеженій потужності.

Крім того на даному типі тримарану зменшено таку ваду багатокорпусних суден як збільшений, відносно однокорпусних суден, опір тертя при русі у водотоннажному або перехідному режимі руху.

Тому однокорпусне судно з аутригерами, як один з типів тримарана, визначено як оптимальний архітектурно-конструктивний тип при визначенні головних елементів швидкісного пасажирського судна для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса».

ВИСНОВКИ

1. Для руху пасажирського судна у глісуванні, потрібна велика потужність для подолання так званого «горба» опору, що підвищує експлуатаційні витрати. Крім того цей рижим руху можна використовувати лише на спокійні води.

2. При проектуванні швидкісних водотоннажних пасажирських суден прибережного плавання або річкових пасажирських суден, необхідно прагнути к збільшенню відношення L/B, зменшення осадки d, та відносній швидкості Fr*l* > 0,6.

3. Катамаран, у якості лише пасажирського судна вочевидь, має меншу економічну ефективність у зв'язку з більшою металоємністю та не є кращим з точки зору ходовості.

4. Головною перевагою тримаран є те, що можливо змінювати відношення хвильового опору за рахунок: висуванню центрального корпуса варіації подовження корпусів, перерозподілу водотоннажності, відстані (кліренсу) аутригерів від центрального корпуса (кліренсу).

5. Оптимальним АКТ для пасажирського судна прибережного району плавання визначено однокорпусне судно з аутригерами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Слободян, С. О. Обоснование концепции разработки водного такси для побережья Крыма [Текст] / С. О. Слободян, А. А. Морозов // Матеріали II Всеукр. конф. «Україна на шляху в Європу. Вища освіта та Євроінтеграція». – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 276-277.
2. Новак Г.М. Довідник по катерам, човнам та моторам. Л., Суднобудування, 1982, 352с.
3. Басін А.М. Гідродинаміка суден на мілководді. Л., Суднобудування, 1976, 320 с
4. ЦБНТІ МРФ. Довідник транспортних суден, Т.1 «Транспорт», 1972, 224 с.
5. ЦБНТІ МРФ. Довідник транспортних суден, Т.7 « Транспорт», 1981, 232 с.
6. Turner, H. and Taplin, A.: «The Resistance of large powered Catamarans.» SNAME, USA, Vol. 76, 1986, pp. 180 - 213.
7. Воєводська Є.Н. Порівняльна оцінка опору двохкорпусних суден // Праці ЦНДІ ім. акад. О.Н. Крилова, 1965, вип. 220.
8. Алфєрьєв М.Я. Транспортні катамарани внутрішнього плавання М.: Транспорт, 1976. 336 с.
9. Ляховицький А.Г. Особливості гідродинаміки трикорпусних суден та їх урахування при проектуванні. «Суднобудування»№12,1975
10. Tchetchet, V. Egg Nog II**.** Outriggers1958 A .Y .R .S. Publication No. 23

Features Of Determining The Type Of Passenger Vessel Of The Coastal Navigation Area

Oleksii A. Morozov, Sergey O. Slobodyan

Admiral Makarov National Shipbuilding University

Abstract. Based on generalized empirical and theoretical data obtained during the design and operation of different types of passenger ships, it was determined that it is necessary to strive to increase the L / B ratio, reduce draft d, and relative speed Frl> 0.6. It was also determined that the vessel with outriggers, by analogy with sailing trimarans, are optimal for the type of vessel when moving in displacement and pre-planing , which also have the ability to land passengers on the unequipped coast, is the optimal ACT type for passenger vessel route "Ochakiv-Kinburn Spit".

Key words: architectural-constructive type, Ochakiv-Kinburn Spit, coastal passenger vessel, monohull vessels, catamaran, sailing trimaran, outrigger vessel.

УДК 621.7:004.94

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЖОРСТКОСТІ ТА ВІБРОСТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙ УНІВЕРСАЛЬНО-СКЛАДАНИХ ПРИСТОСУВАНЬ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

Поліщук В. А.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
vitpolishchuk@gmail.com
Корулик С. О.
магістрант кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
cmperec@gmail.com
Попенко В. В.
магістрант кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
pseudogatsby@gmail.com

Анотація. В роботі розглянуто можливості покращення експлуатаційних характеристик переналагоджуваних верстатних пристосувань шляхом технологічного забезпечення показників жорсткості та вібростійкості їх конструкцій. Також розглянуто зміни затискної здатності пристосування під впливом вібрацій в умовах обробки.

Ключові слова: універсально-складані пристосування; вібрація; жорсткість конструкції; точність обробки.

Сучасне виробництво отримує найбільшу ефективність від експлуатації системи універсально-складаних пристосувань (УСП) при комплексному оснащенні технологічних процесів (на усіх видах механічної обробки, складальних та зварювальних робіт, холодного штампування, контрольно-вимірювальних операцій) та при механізації УСП, що виражається у різкому скороченні термінів технологічної підготовки виробництва, виготовлення оснастки і в значному зниженні витрат.

Одним з основних показників якості для УСП, який впливає на точність роботи, вібростійкість, надійність, є жорсткість. З огляду на велику кількість стиків і спряжень в конструкціях УСП, врахування впливу жорсткості на їх експлуатаційні властивості є необхідним і обов’язковим. Несталість зусиль різання та змінність жорсткості верстатних пристосувань й інших елементів технологічної системи зумовлюють виникнення вібрацій, які підвищують шорсткість оброблюваної поверхні, погіршують умови роботи ріжучого інструмента та посилюють динамічний характер сили різання. Тому вібростійкість – одна з найважливіших експлуатаційних властивостей пристосування при обробці точних деталей, що визначає його динаміку [1, с. 56]. Динамічні параметри пристосування можуть суттєво змінювати параметри всієї технологічної системи і, головним чином, впливати на положення заготовки в просторі, що прямо пов’язано з точністю і якістю обробки. Тому дослідження експлуатаційних параметрів переналагоджуваних пристосувань, пов’язаних з жорсткістю та вібростійкістю їх конструкцій, є актуальною науково-технічною задачею.

Метою роботи є покращення експлуатаційних характеристик УСП шляхом технологічного забезпечення показників жорсткості та вібростійкості конструкцій

пристосувань. Об'єкт дослідження – комплекс УСП для закріплення заготовок; статична та динамічна точність при експлуатації переналагоджуваної оснастки. Предмет дослідження – твердотільні 3D-моделі конструкцій УСП, їх параметри жорсткості та вібростійкості; затискна здатність верстатного пристосування.

Статистичні дані по відмовам пристосувань, які на сьогодні є основним джерелом інформації для висновків щодо надійності, зібрати складно. Тому не статистичні дані, а розрахунок, моделювання і прогнозування можливих змін параметрів пристосування в очікуваних умовах експлуатації, технологічне забезпечення заданих показників якості, зокрема жорсткості і вібростійкості, є основою для управління надійністю пристосування і забезпечення її необхідного рівня [2, с. 54; 3, с. 218].

Питання коливань технологічної системи при накладенні зовнішніх збурень при різанні є одним з найважливіших для розрахунків точності та продуктивності обробки і разом з тим дотепер не до кінця вирішеним. Незважаючи на те, що розроблено фундаментальні теорії оцінки вібростійкості верстатів, конструктори зазнають значних труднощів при розрахунках динамічних параметрів верстатних пристосувань. Вважаючи їх другорядними елементами технологічної системи, дослідники мало приділяли їм уваги, чим пояснюється майже повна відсутність теоретичних і прикладних робіт в цій області.

В роботі вирішувались наступні задачі: розробка технологічного процесу механічної обробки деталі; комплексне оснащення розробленого технологічного процесу із застосуванням системи УСП; твердотільне 3D-моделювання конструкцій УСП у системі SolidWorks; визначення напружень і деформацій, що виникають під дією зусиль різання, у спроектованих конструкціях УСП шляхом дослідження 3D-моделей оснастки за допомогою модуля Solidworks Simulation; корегування конструкцій пристосувань з метою підвищення жорсткості; визначення частот власних коливань системи пристосування-деталь за допомогою Solidworks Simulation; корегування конструкцій пристосувань або режимів різання для підвищення вібростійкості системи та зменшення впливу вібрацій від зусиль різання.

Як окрему експлуатаційну властивість було розглянуто затискну здатність пристосування, яка характеризується особливостями затискних механізмів і полягає в надійному закріпленні, що попереджує вібрацію і зсув заготовки при обробці. При цьому для достовірної оцінки величини зусиль закріплення враховувалися зміни характеристик тертя в умовах обробки під впливом вібрацій.

Висновок. В результаті досліджень були запропоновані аналітичні залежності для визначення значень ефективного коефіцієнта тертя при коливаннях для опорних елементів пристосувань (порівняно зі статичним коефіцієнтом тертя). Використовуючи ці залежності конструктор-проектувальник верстатних пристосувань може вводити в розрахунки зусиль затиску заготовки ефективні коефіцієнти тертя, що дозволяє передбачати вплив коливань в технологічній системі.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Ильицкий, В. Б., Микитянский, В.В., & Сердюк, Л. М. (1989). Станочные приспособления. Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационных свойств. Москва: Машиностроение.

[2]. Заболотна, Ю. В., Вижул, Н. В., Григорович, М. В., Поліщук, В. А. (2016). Розробка і дослідження комплексу УСП для повної механічної обробки деталі, Актуальні проблеми інженерної механіки та технології машинобудування: Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК.

[3]. Поліщук, В. А., Вижул, Н. В., Григорович, М. В. (2017). Дослідження динаміки універсально-складаних верстатних пристосувань, Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: VIII міжнародна науково-технічна конференція. Миколаїв: НУК.

Providing the rigidity and vibration resistance indicators of the universal assembly tools constructions for parts machining

Polishchuk Vitaliy, Popenko Vadym
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

In the paper the operational characteristics improving possibility of re-adaptable machine tools by providing technological parameters of rigidity and vibration resistance of their structures is discussed. Also changes in the clamping ability of the tools under the vibrations influence in processing conditions are considered.

Keywords: universal assembly tools; vibration; structural rigidity; machining precision.

УДК 629

РОЗРОБКА ІЄРАРХІЧНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ ПІДВОДНОГО АПАРАТА

Сірівчук А. С.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки
Клочков О. П.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розробка системи інформаційного обміну підводного апарата зазвичай є окремим завданням при проектуванні кожного засобу підводної робототехніки. Одним з завдань сьогодення є створення такої структури системи інформаційного обміну, що забезпечить її модульність конструкції та зменшення зусиль на розробку унікальної для кожної серії апаратів системи. Для вирішення даного завдання пропонується використання трирівневої системи інформаційного обміну, яка забезпечить модульність системи.

Ключові слова: система інформаційного обміну, підводний апарат, ієрархічна структура системи.

Розробка систем інформаційного обміну є важливою складовою при проектуванні засобів підводної робототехніки. Системи інформаційного обміну можуть мати різноманітну структуру в залежності від типу підводного апарата, його призначення, вимог до швидкості зміни його начіпного обладнання. Оскільки підводні апарати не випускаються великими серіями (до 100) то кожен виробник застосовує свої стандарти (вибір інтерфейсів, розробка індивідуальних протоколів) при виготовленні окремих модулів з яких потім складається підводний апарат. Це призводить до того, що для створення підводних апаратів з модулів різних виробників вимагає складну структуру системи інформаційного обміну або виготовлення додаткових проміжних перетворювачів.

Метою роботи є розробка універсальної структури системи інформаційного обміну для засобів підводної робототехніки.

Кожна система інформаційного обміну підводного апарата включає в себе декілька базових модулів: модуль керування, блок сенсорів (Се), виконавчі механізми та начіпне обладнання (НО).

Модуль керування може складатися з одного або двох модулів обробки інформації (МОІ). Один МОІ використовується в прив'язних підводних системах, де вся інформація в необробленому вигляді передається на пост керування. Зазвичай, такі системи не мають блоку

аварійної роботи і всі основні рішення приймає оператор. При такій системі інформаційного обміну основною вимогою є приведення всіх інтерфейсів інформаційного обміну до єдиного виду та передачі його через кабель-трос апарата. Обраний інтерфейс повинен мати можливість безперебійного функціонування на великих відстанях від десятків до сотень метрів.

В більш складних системах, де передбачено автоматичне керування апаратом (до таких відносяться автономні, деякі прив'язні пошукового типу або гібридні підводні апарати), використовується бортовий МОІ та МОІ поста керування. При такій компоновці модуля керування вся інформація збирається та перетворюється на бортовому МОІ, а потім в зменшеному виді (зручному для оператора) передається на МОІ поста керування одним каналом (провідним або безпровідним). Даний канал передачі передає менший об'єм інформації ніж в попередньому випадку по одному каналу, оскільки всі данні від сенсорів та виконавчих механізмів мають вже остаточний вигляд і не потребують додаткових перетворень.

Більшість сенсорів, які знаходяться на підводному апараті здебільшого використовують інтерфейси передачі даних, що працюють на коротких відстанях (I2C, SPI, UART). Використання вказаних інтерфейсів передачі даних при наявності одного МОІ вимагає використання перетворювачів інтерфейсу для можливості передачі даних на значні відстані. При використанні двох МОІ всі дані збираються бортовим МОІ та в перетвореному вигляді передаються по виділеному каналу до МОІ поста керування. В такій конфігурації немає необхідності в використанні додаткових перетворювачах, оскільки більшість бортових комп'ютерів в своєму складі мають всі зазначені інтерфейси. Однак збільшення кількості сенсорів може привести до необхідності зміни бортового МОІ.

Виконавчі механізми підводного апарата представлені рушійно-кермовим комплексом, світильниками та маніпуляторами, що на цьому встановлені. Для керування двигунами використовуються спеціалізовані драйвери, що можуть бути вмонтовані в корпус двигуна або йти окремо. Канал зв'язку в таких системах здебільшого представлений в вигляді промислових інтерфейсів інформаційного обміну RS485, CAN або аналоговим сигналом ±5 В. Аналогічний канал зв'язку використовують при керуванні маніпуляторами. Для системи освітлення використовують здебільшого диференційний сигнал.

Начіпне обладнання підводного апарата може включати в себе різноманітні системи вимірювання та додаткового зв'язку. Інтерфейси таких систем можуть мати характеристики інформаційного каналу як і в блоку сенсорів так і в виконавчих механізмах.

Для спрощення розробки складних систем інформаційного обміну пропонується трирівнева ієрархічна структура (рис. 1), що складається з рівня керування, канального та виконавчого рівнів.

Верхнім рівнем є рівень керування, що включає в себе МОІ, що мають високі розрахункові можливості та досить високий об'єм пам'яті для архівування отриманих даних. В бортовому МОІ також закладено функції автоматичного та/або автоматизованого керування, тому в ньому концентрується та оброблюються дані від всіх джерел інформації. Для збільшення можливих підключень пропонується використовувати з'єднання з канальним рівнем по топології типу шина з швидкісним інтерфейсом SPI.

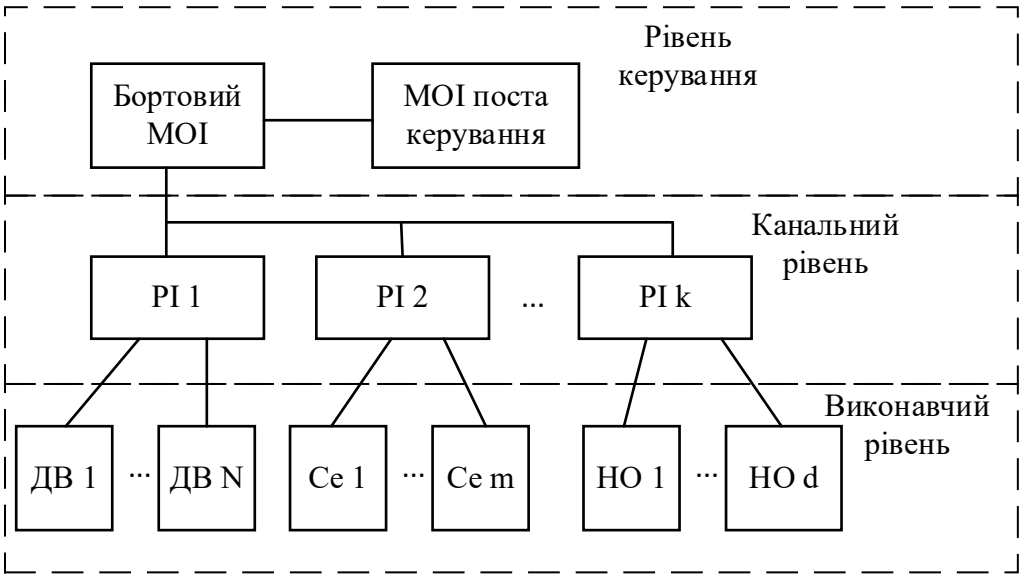


Рисунок 1 – Структура системи інформаційного обміну

Канальний рівень забезпечує перетворення вхідного каналу SPI в ті інтерфейси обміну інформації, що підтримуються сенсорами (Се), драйверами двигунів (ДВ) та іншим обладнанням підводного апарата. Для виконання цієї ролі пропонується використання ряду розширювачів інтерфейсу (РІ), для різного набору вихідних інтерфейсів. Принцип роботи даних інтерфейсів представлено в [1].

Виконавчий рівень представлений набором обладнання серійного виробництва, що використовується на підводному апараті.

Слід відзначити основні переваги такого підходу:

– збільшення швидкості та зменшення вартості розробки нових засобів підводної робототехніки;

– забезпечення модульності конструкції системи інформаційного обміну;

– можливість використання МОІ з невеликою кількістю вбудованих інтерфейсів інформаційного обміну.

До недоліків можна віднести більшу вартість системи при виготовленні великої серії підводного апарата.

Висновок. Представлена структура системи інформаційного обміну підводного апарата забезпечує зменшення вартості розробки та модернізації засобів морської робототехніки, шляхом використання ряду стандартизованого обладнання на канальному та виконавчому рівні. При використанні даної структури найбільш затратними буде розробка програмного забезпечення бортового МОІ відповідно до структури та призначення підводного апарата.

ЛІТЕРАТУРА

1. Блінцов О. В., Корицький В. І. Розробка модульної системи інформаційного обміну прив’язної підводної системи. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. 2015. № 2. с. 94-101. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpnuk_2015_2_18.

The Development Of The Hierarchical Structure Of The Exchange Information System For Underwater Vehicle

Sirivchuk A. S. Klochkov O. P.
Admiral Makarov National Shipbuilding University

Abstract. The development of an exchange information system of an underwater vehicle is usually a separate task in the design of each means of underwater robotics. One of today's tasks is to create such a structure of the exchange information system that will ensure its modular design and reduce efforts to develop an unique system to each series of devices. To solve this problem, it is proposed to use a three-level system of information exchange, which will ensure the modularity of the system.
Key words: exchange information system, underwater vehicle, hierarchical structure.

УДК 629.5

CYCLIC ELASTIC-PLASTIC DEFORMATION IN THE STRESS RAISER OF THE BEAM-WEB WITH BEND OF EDGES

Sokov V.M.
assistant of the Department of Structural Mechanics and Ship Construction of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Nikolaev, Ukraine,
valera.sokov@gmail.com,

Abstract. There are presented dependencies of determination of the intensity of cyclic elastic-plastic strains in the stress raiser for the typical ship beam-web with bend of axis without a free flange. The mentioned dependencies were developed on basis of the appropriate static dependencies. The material is ideally plastic. It was proved that static and cyclic ranges are practically identical for the symmetric cycle of external moderate loading. This fact allowed to extend existing static dependencies.
Keywords: plasticity, cyclic deformation, elastic-plastic deformation, ideally plastic body.

Introduction. In ship hull constructions there are beams with bend of axis without a free flange, which may be attached to the top curvilinear/broken edge (fig. 1).

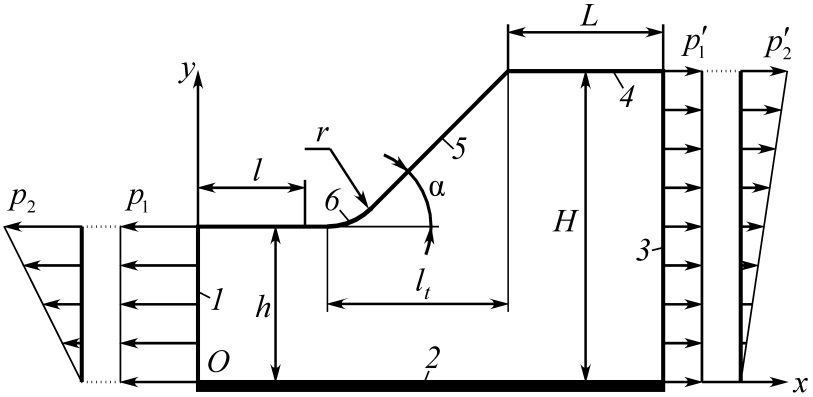


Fig. 1. General view of a beam with break of web without a free flange

Such beams are affected by the axial loading p_1, caused by common bending of a ship hull and bending loadings p_2, caused by local deformation of grillage. For nowadays there are no systematic relations for calculation of its strain-stress state (SSS) and design. Studies were passed for tension-compression as for the most dangerous state. The calculation scheme is presented in [1]. In [1, 2] there is discussed elastic-plastic deformation of this beam-web (fig. 1) under static load and appropriate relations are offered depending on geometry and magnitude of external load. Thus elastic-plastic behavior in the stress raiser *6* under cyclic loading applied to edge *1* (fig. 1) is interesting, which has never been investigated systematically.

In this work there are offered relations of cyclic elastic-plastic strains under cyclic symmetric external loading p_1.

Main part. The serial calculations were produced with the use of the program that realize the finite element method (FEM) developed by the author using the programming language C++. There

was applied plastic flow model in the frame of FEM for ideal elastic-plastic material. The particulars of the model were explained in [1, 2]. Soft cyclic loading was realized. On the fig. 2 there is performed the cyclic diagram of the dangerous point in the stress raiser of the beam-web for the steel «Ст3» with parameters H/h = 1,6; α=45°; r/h=0,1; p/σ_s=0,713879, where σ_s – is the yield limit, under symmetric external load [$-p_1$; $+p_1$].

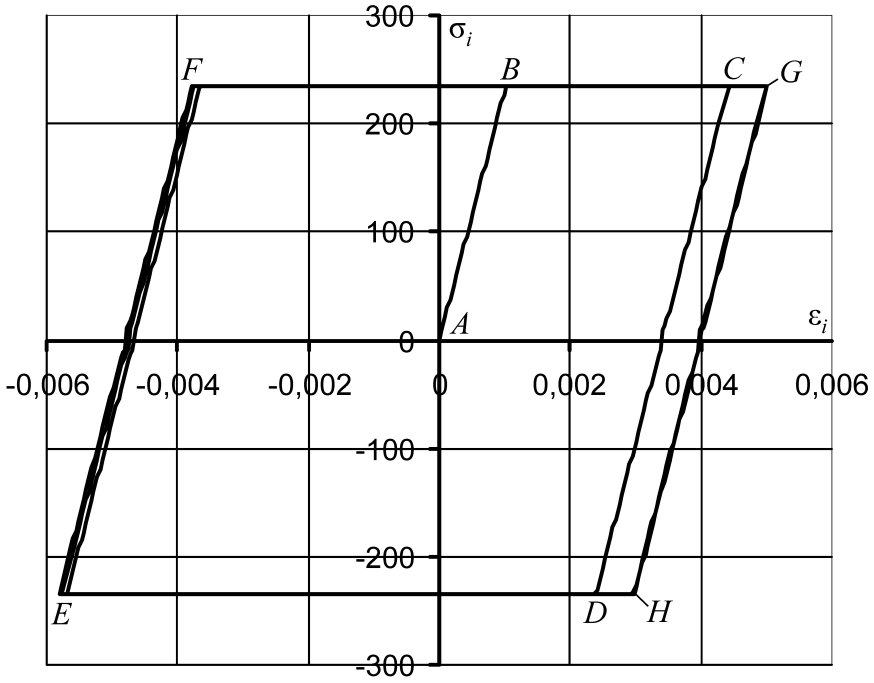


Fig. 2. The cyclic diagram of the stress raiser for symmetric p_1 cycle

This diagram is written in coordinates ε_i – σ_i, that means *intensity of strains – intensity of stresses* (by Mises), where signs of ε_i and σ_i are traced by signs of its components. The point *C* match to static single load from 0 to p_1 (or to $-p_1$). The first cycle goes by the trace *ABCDEF*, but the rest cycles go by the closed trace *FGHE*, which present the hysteresis loop of the cyclic diagram.

Investigation of the cyclic deformation require a lot of time even for one variant. When $p_1/\sigma_s \leq$ 0,65 the ranges of intensity of cyclic (full) elastic-plastic $\varepsilon_{i\ \mathrm{cycle}}$ and plastic $\varepsilon_{ip\ \mathrm{cycle}}$ strains can be calculated by the relations

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_{i\ \mathrm{cycle}} &= 2\overline{\varepsilon}_i \cdot \varepsilon_{iey} \cdot 1{,}12 \cdot 1{,}15, \\ \varepsilon_{ip\ \mathrm{cycle}} &= 2(\overline{\varepsilon}_i - 1) \cdot \varepsilon_{iey} \cdot 1{,}21 \cdot 1{,}15, \end{aligned}\right\} \Rightarrow \left.\begin{aligned} \varepsilon_{i\ \mathrm{cycle}} &= 2{,}58 \cdot \overline{\varepsilon}_i \cdot \varepsilon_{iey}, \\ \varepsilon_{ip\ \mathrm{cycle}} &= 2{,}78 \cdot (\overline{\varepsilon}_i - 1) \cdot \varepsilon_{iey}, \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

where $\overline{\varepsilon}_i$, $\overline{\varepsilon}_{ip}$ – are relative intensities of elastic-plastic and plastic strains under static singe loads [1, 2], which depend on geometry parameters and magnitude of external load p_1; ε_{iey} – intensity of elastic strains, when the plastic flow initiate in the stress raiser, that can be calculated by the relation

$$\varepsilon_{iey} = \frac{\sigma_s}{3G}, \qquad (2)$$

where G – shear modulus.

Factors 1,12 and 1,21 in formulae (1) are connected with accuracy of empirical relations for static dependencies $\overline{\varepsilon}_i$, $\overline{\varepsilon}_{ip}$; factor 1,15 consider the fact that the magnitude of cyclic range is always bigger than the static one.

On the fig. 3 there is performed the cyclic diagram of the dangerous point in the stress raiser of the beam-web for the steel «Ст3» with parameters H/h = 1,6; α=45°; r/h = 0,1; p/σ_s = 0,713879, under zero-to-tension external load [0; $+p_1$].

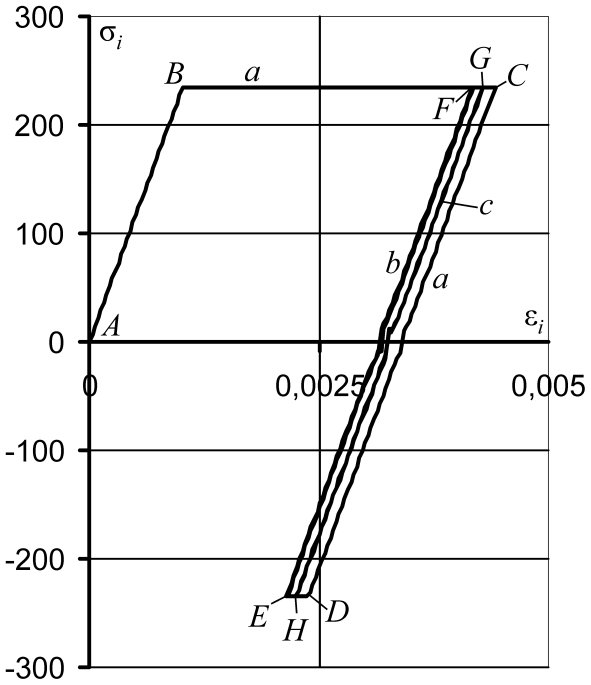


Fig. 3. Cyclic diagram of the stress raiser for zero-to-tension p_1 cycle

The first cycle goes by the trace *ABCDEF*, but the rest cycles go by the closed trace *FGHE*, which present the hysteresis loop of the cyclic diagram (fig. 3).

In case of zero-to-tension and unsymmetrical cycles relatively external load p_1 the width of the hysteresis loop isn't connected with static strain range. Investigation of unsymmetrical cycles is an independent theme.

Analyzing cycle diagram on the fig. 2 and 3 it can be concluded that parameters of cycle of nominal load aren't connected with parameters of cyclic diagrams.

Conclusions. Relations (1) for a range of intensity of elastic-plastic and plastic strains of cyclic diagram of the dangerous point in the stress raiser *6* (fig. 1) are independent. These relations can be used in the composition of any strain criteria of fatigue assessment, including the criteria which connect parameters of crack growth and range of cyclic diagram.

Expressions (1) will always be original in methods of fatigue assessment of the beam-web for irregular but symmetric cycles of nominal loadings with usage of strains criteria that implies using of damage accumulation criteria.

ЛІТЕРАТУРА

1. Соков В. М. Пружно-пластичні деформації в осередку концентрації напружень балки-стінки зі зламом осі. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції (Миколаїв, 30 вересня-01 жовтня 2021 р.). Миколаїв : НУК, 2021. С. 86 – 89.

2. Соков В.М. Пружно-пластичне деформування стінки балки зі зламом кромок. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Одеса: «Гельветика», 2021. Том 32 (71) № 4. С. 13–23.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СВІТОВИХ ЗЕМСНАРЯДІВ

Соценко В.В. викладач, **Бондаренко О.В.** к.т.н, професор,
Вяткін В.В. магістрант**, Фурсенко Г.Г.** магістрант
ХННІ НУК ім. адм. Макарова, НУК ім. адм. Макарова
Україна м.Херсон , Україна, м. Миколаїв
sotsenkovlv@gmail.com, oleksandr.bondarenko@nuos.edu.ua

Аннотація. Проведено аналіз сучасного стану та основні тенденції розвитку земснарядів у світі. Зібрані статистичні дані існуючих земснарядів та розгалуження їх за типом та призначенням.
Ключові слова: IHS Markit, клас земснарядів IDD та mega-IDD, класичний тип земснарядів

У світі на 2020 рік налічується 1785 земснарядів які мають номер IMO та в даний час находяться в експлуатації. Найбільшу частку цього флоту це, руфільне судно (TSHD), грейферні та фрезерні земснаряди. Згідно базі даних IHS Markit попит на земснаряди в світі збільшується кожного року. Так у 2019 році налічувалось 1406 земснарядів, у 2020 році - 1785 земснарядів. [1]

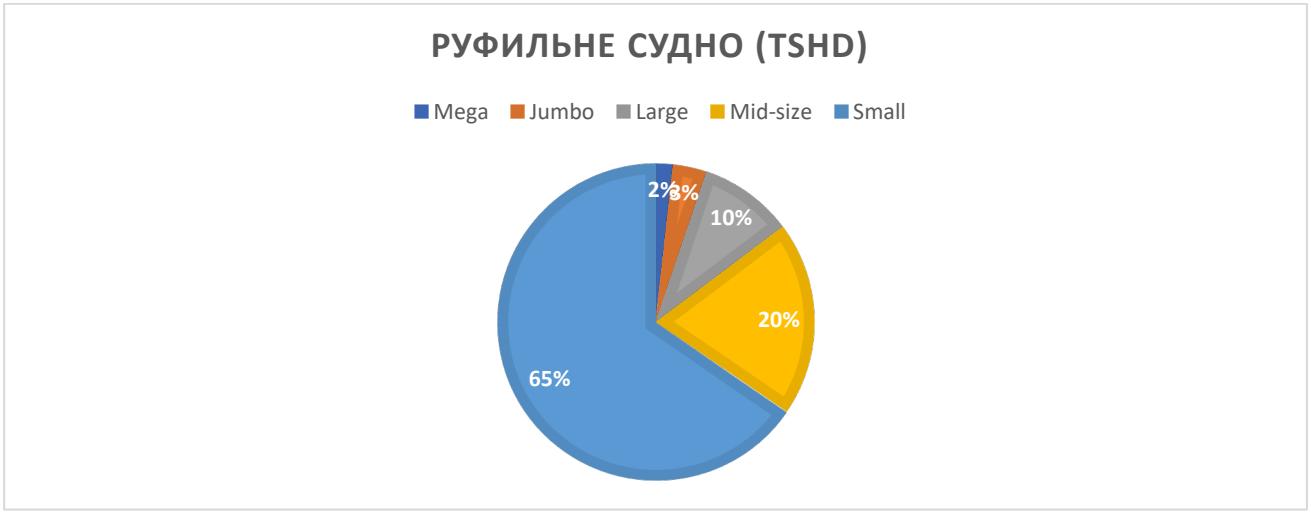
На 2021 рік в побудові 22 судна, клас IDD та mega-IDD. Але спостерігається тенденція зменшення головних розмірів судна та трюма для TSHD, головних розмірів для «мега» фрезерних земснарядів.

Аналіз бази даних IHC Markit дозволяє зробити висновок, про відношення малих типів земснарядів к іншим. Який підтверджує, що все більше будується земснарядів малого та середнього розміру, довжиною до 50,00 м, шириною до 12,00 м, та глибиною поглиблення до 15,00 м. Класифікація земснарядів представлена в таблиці 1. Відношення земснарядів за критеріями в діаграмах.

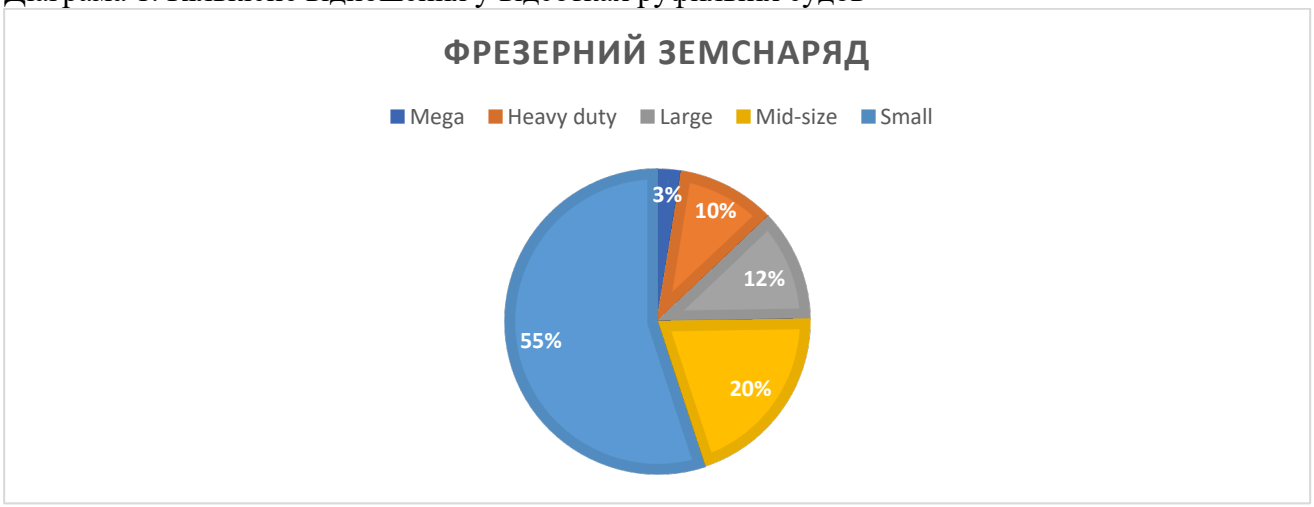
Таблиця. 1

Руфільне судно (TSHD)	Об'єм трюма: Mega – 30 000 м^3 трюм Jumbo – 15000 - 30 000 м^3 трюм Large – 8000 - 15000 м^3 трюм Mid-size – 4000 – 8000 м^3 трюм Small – 4000 та менше м^3 трюм
Фрезерний земснаряд	Встановлена потужність: Mega – 23000 кВт і більше Heavy-duty – 13000 – 23000 кВт Large – 9000 – 13000 кВт Mid-size – 3000-9000 кВт Small – менше 3000 кВт
Черпаковий земснаряд	Встановлена потужність: Mega – 2000 кВт і більше Large – 1000 – 2000 кВт Medium – 500 – 1000 кВт Small – менше 500 кВт

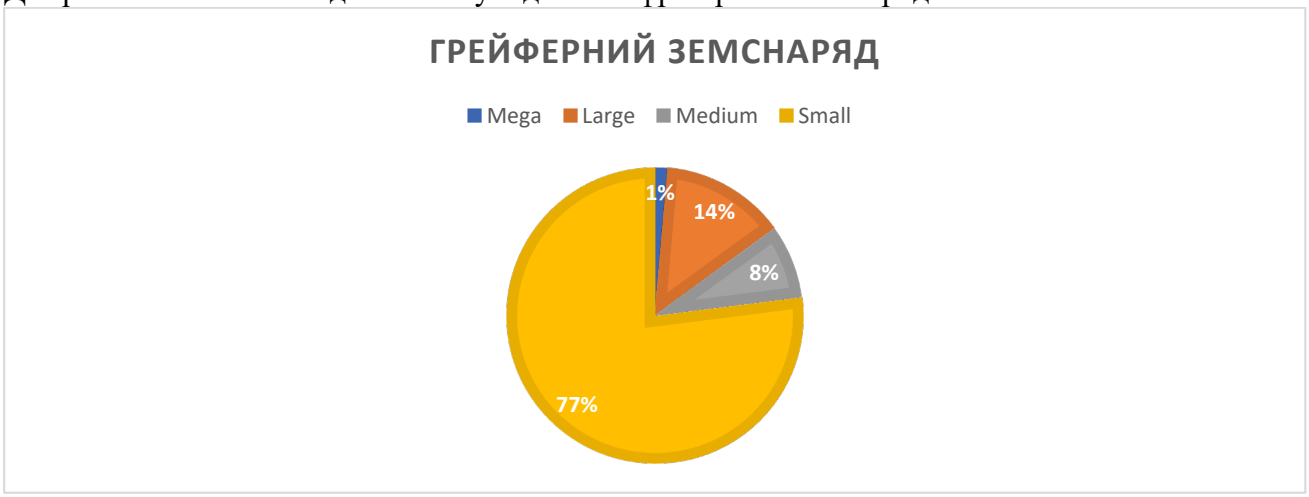
Грейферний земснаряд	Об'єм грейфера: Mega – 50-200 м^3 Large – 15-50 м^3 Medium – 5-15 м^3 Small – менше 5 м^3



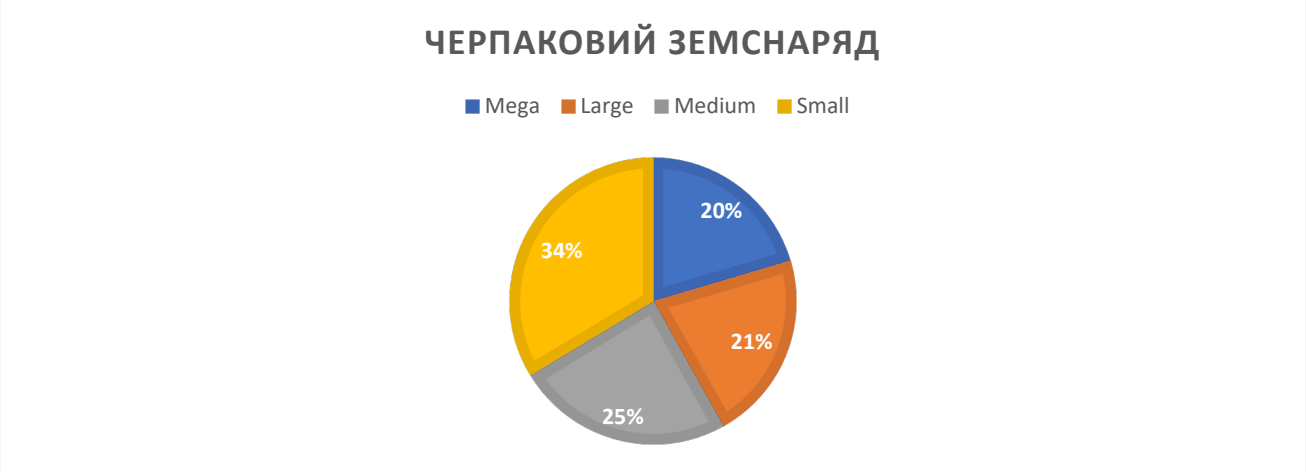
Діаграма 1. Кількісне відношення у відсотках руфильніх судов



Діаграма 2. Кількісне відношення у відсотках фрезерних земснарядів



Діаграма 3. Кількісне відношення у відсотках грейферних земснарядів



Діаграма 4. Кількісне відношення у відсотках черпакових земснарядів

Викладене свідчить, що з кожним роком збільшується попит на земснаряди класу Small. Порівняно з 2019 роком:

TSHD – виросло відношення на 0,3%
Фрезерний земснаряд – виросло відношення на 0,7%
Грейферний земснаряд – виросло відношення на 0,1%
Черпаковий земснаряд – виросло відношення на 1,1%

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. International Dredging Directory, IHS MARKING.
2. Статистичний збірник Державної служби статистики. Київ. – 2013 р. с. 134-135
3. Регістрова книга суден. Київ. – 2020 р.

Current State And Main Trends Of Development Dredger

Sotsenko V teacher, Bondarenko O. phd, professor, Vyatkin V. graduate student, Fursenko G. graduate student

Annotation. An analysis of the current state and the main trends in the development of dredges in the world has been carried out. Collected statistical data of existing dredges and their branching by type and purpose.

Keywords: IHS Markit, class of dredger IDD and mega-IDD, classic type of dredgers.

УДК 629.5.012

РОЗРАХУНКОВІ МОДЕЛІ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ МІЦНОСТІ КОРПУСІВ НАКАТНИХ СУДЕН

Шарун Г. В.
старший викладач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля
Національний університет кораблебудування имені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв grygorii.sharun@nuos.edu.ua

Анотація. Виконані розрахунки місцевої міцності корпусів накатних суден. Розроблені рекомендації з використання в якості розрахункових схем шпангоутних рам та просторових відсіків для корпусів накатних суден.

Ключові слова: накатне судно; місцева міцність; напружено-деформований стан.

Вступна частина. Виконано дослідження особливостей напружено-деформованого стану корпусу двохпалубного накатного судна без пілерсів. Для проведення досліджень використовувалися розрахункові схеми поперечних шпангоутних рам в стрижневій і пластинчастій ідеалізаціях, а також розрахункові схеми просторових відсіків при стрижневій ідеалізації з використанням методу скінченних елементів. Наведені рекомендації зі створення розрахункових схем та проектуванню рамних зв'язків корпусів накатних суден.

Мета роботи. Розробити рекомендації для складання розрахункових схем при перевірці місцевої міцності корпусів накатних суден.

Основна частина.

У Правилах класифікаційних товариств відсутні прості рекомендації щодо проектування рамних зв'язків корпусів накатних суден. В останніх виданнях Правил різних класифікаційних товариств для накатних суден рекомендується використовувати прямі розрахунки міцності з використанням методу скінченних елементів та просторових відсіків як розрахункові схеми [1], [2]. Це пояснюється тим, що отримати прості залежності неможливо у зв'язку з просторовим характером деформування відсіків накатних суден, викликаним відсутністю поперечних перебірок у вантажній частині судна. Це призводить до суттєвих деформацій перекосу поперечних перерізів відсіків накатних суден при бортовій хитавиці поряд з прогином палуб і днища у вертикальному напрямку від поперечного навантаження від вантажу та води.

Були розгляуті різні розрахукові схеми для перевірки місцевої міцності корпусів накатних суден на прикладі двохпалубного накатного судна без пілерсів. На рис. 1 представлена П-подібна поперечна шпангоутна рама в стержневій ідеалізації в границях твіндека, а на рис. 2 показана таж шпангоутна рами при пластинчасто-стержневій ідеалізації. На рис. 3 показана повна шпангоутна рама в стержневій ідеалізації, а на рис. 4 моделювання відсіку корпусу в середній частині судна в стержневій ідеалізації.

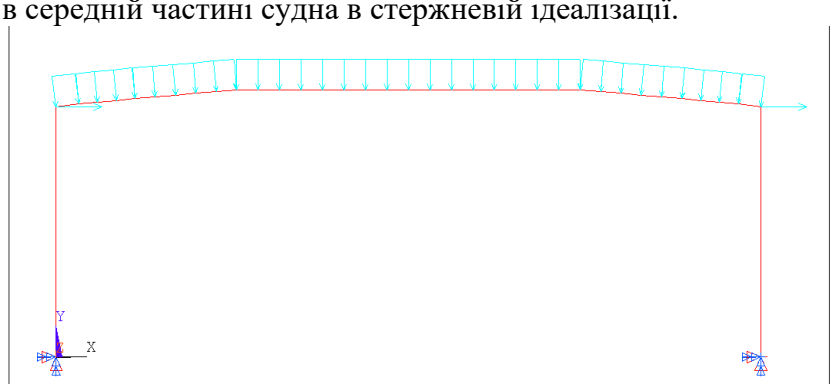


Рисунок 1 Стержнева ідеалізація шпангоутної рами

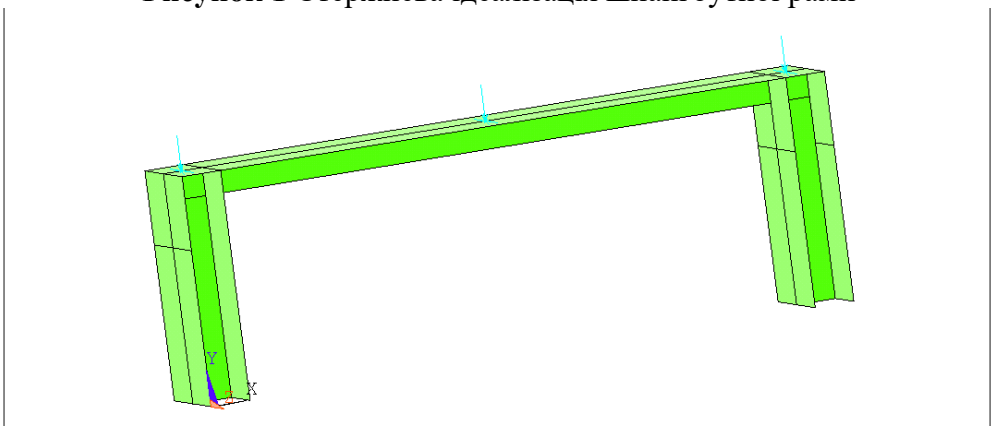


Рисунок 2 Пластинчасто-стержнева ідеалізація шпангоутної рами

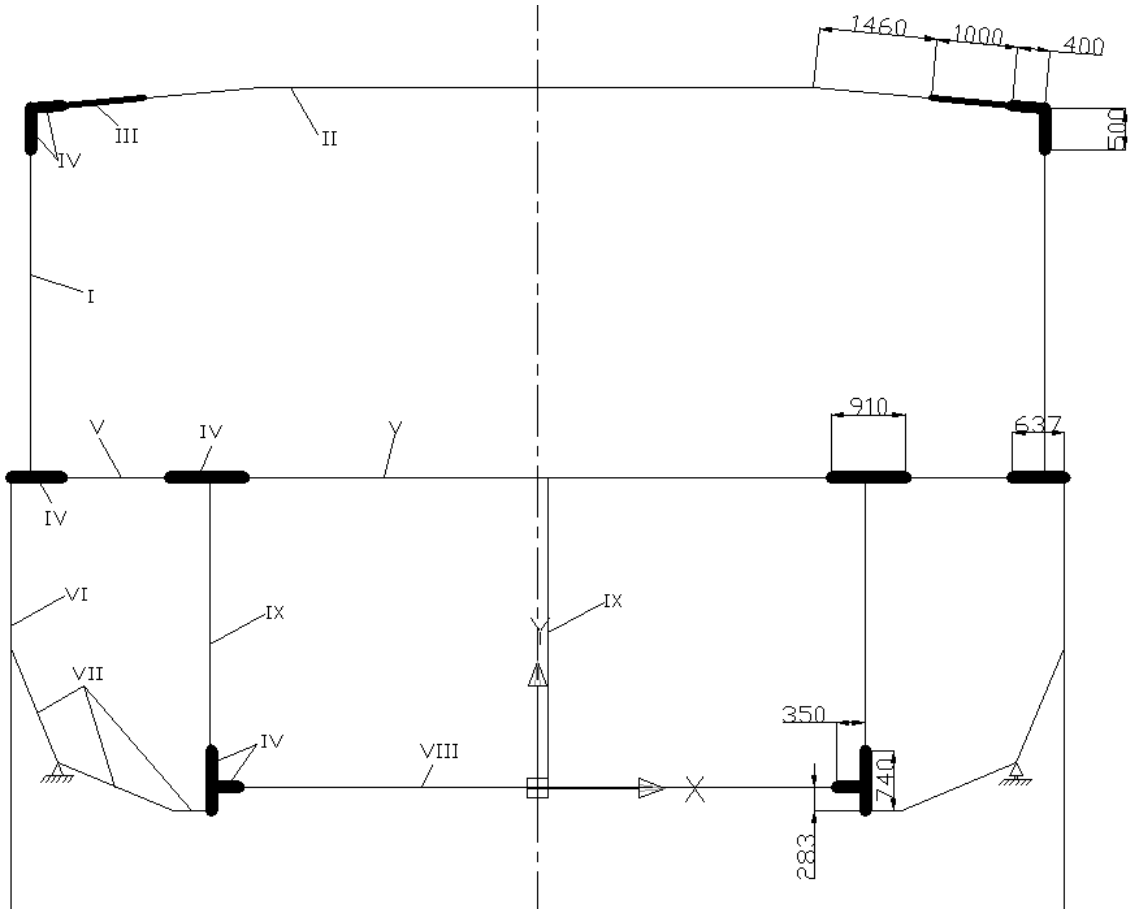


Рисунок 3 Стержнева ідеалізація повної шпангоутної рами

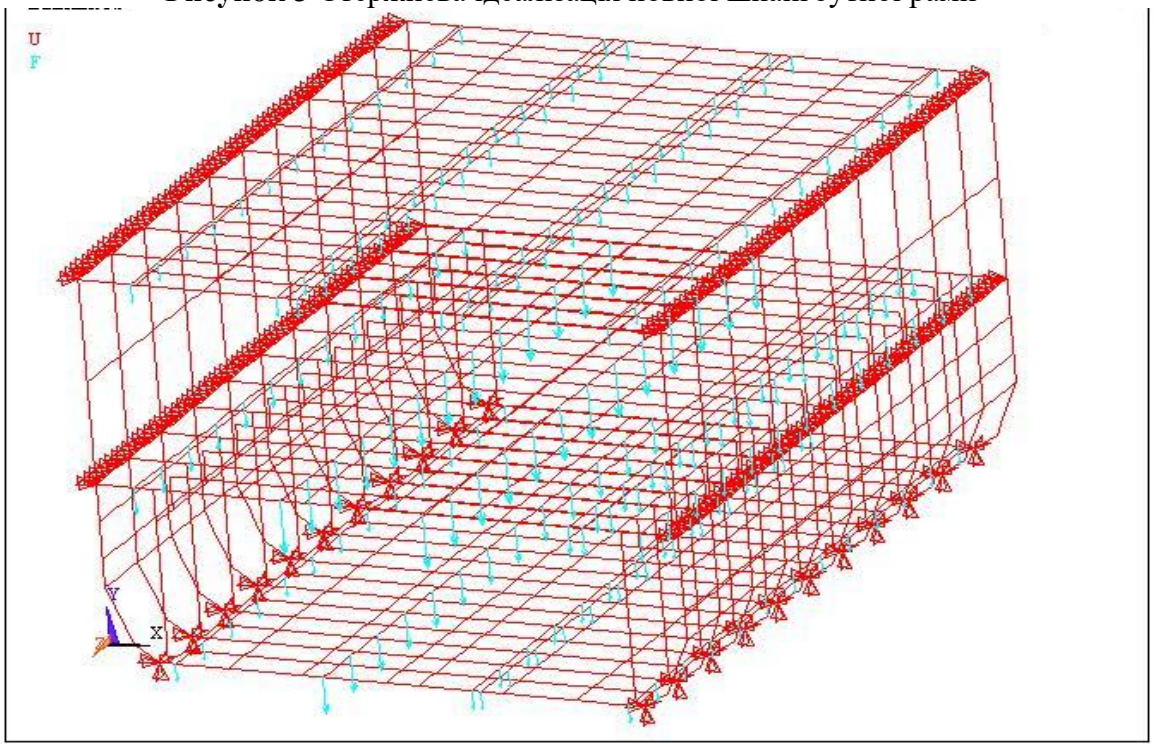


Рисунок 4 Стержнева ідеалізація відсіку корпусу судна

Для двохпалубних накатних суден без піллерсів із регулярними шпангоутними рамами однакової жорсткості можливе застосування розрахункових схем у вигляді ізольованої

шпангоутної рами. Для підтвердження цього припущення було виконано розрахунки ізольованої шпангоутної рами та порівняно з результатами розрахунків просторового відсіку. Результати розрахунку за обома схемами виявилися досить близькими, що дозволило зробити висновок про застосування схеми ізольованої шпангоутної рами для розрахунків міцності корпусних конструкцій двохпалубних накатних суден без піллерсів.

Також для двохпалубного накатного судна без піллерсів була проведена оцінка можливості використання для визначення розмірів рамних зв'язків верхнього твіндека П-подібної рами шпангоутної, жорстко защемленої на рівні головної палуби. В результаті розрахунків було встановлено, що напруження у вузлі рамний бімс - рамний шпангоут біля верхньої палуби виявилися близькими до розрахунку просторового відсіку, а в рамному шпангоуті на рівні головної палуби при розрахунку П-подібної рами шпангоутної завищуються в порівнянні з відсіком приблизно на 10%.

Висновки. Запропоновано методику проектування рамних зв'язків накатних суден, що дозволяє суттєво скоротити витрати часу на підготовку вихідних даних для розрахункових схем. Використання розрахункової схеми на прикладі двохпалубного накатного без піллерсов показало можливість її практичного застосування у реальному проектуванні. Для таких суден доведено можливість використання розрахункових схем у вигляді ізольованих шпангоутних рам.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Правила класифікації та побудови морських суден. Том 2. Корпус. Регістр судноплавства України. Київ: РУ, 2020.
2. DNV GL rules for classification: Ships. DNV GL, 2017.

Title Of The Report: Calculation Models For Verifying The Strength Of Roll On –Roll Off Ships Hulls

Sharun Ryhorii
Admiral Makarov National university of shipbuilding

Abstract: Calculations of the local strength of the hulls of roll on-roll off ships have been performed. Recommendations have been developed for the use of transversal frames and spatial compartments for the hulls of roll on-roll off ships as calculation schemes.

Keywords: roll on-roll off ships; local strength; stressed and deformed state.

УДК 629.5.015

ВРАХУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ПОЗДОВЖНЬОЇ МІЦНОСТІ КОРПУСУ СУДНА

Щедролосєв О. В.[1], Коновалова Г. В.[2], Бондарчук О. В.[3]
[1] доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Суднобудування та ремонту суден, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна
aleksandr.schedrolosev@nuos.edu.ua
[2]здобувач PhD, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна konovalovaiiianna@gmail.com
[3]магістрант, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна
lehabond48@gmail.com

Анотація. а даний час відсутній комплексний підхід до оптимізації конструкцій корпусу судна, який поєднує у собі три описаних вище видів оптимізації та який дозволить із

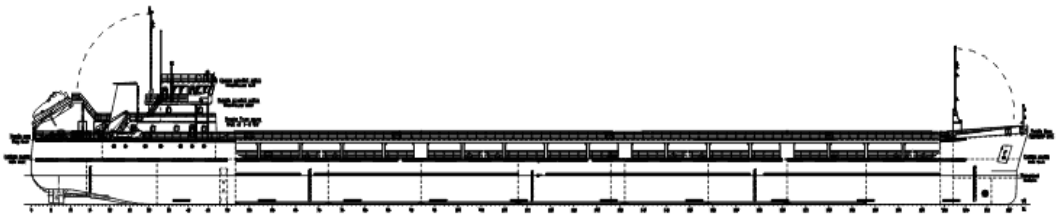
використанням сучасних алгоритмів пошук оптимальних рішень, котрі неможливо знайти традиційними методами. Мета дослідження – розроблення та апробація методу розрахунку економічних показників при нормуванні поздовжньої міцності корпусу судна із використанням комплексного підходу оптимізації топології, розмірів та форми. В той же час запропонований апарат повинен бути максимально простим для користувача максимально незалежно від його рівня попередньої підготовки.
Ключові слова: поздовжня міцність суден, економічне обґрунтування, економічні показники, топологічна оптимізація.

Актуальність та постановка задачі дослідження. При створенні нового проєкта конструктор, як правило, орієнтується на найближчий прототип та виконує його перероблення під задані у технічному завданні експлуатаційні та функціональні характеристики. При такому підході знову отримані конструкції є у деякому ступені повторенням аналогів, які вже існують і більшість відмінностей носять локальний характер. Переваги традиційного підходу полягають у надійності отриманих проєктно-конструкторських рішень, які мають обґрунтування накопиченим багаторічним досвідом як конструювання, так і експлуатації суден. Недоліки полягають у необхідності мати той самий накопичений роками досвід, що робить неможливим виконання принципово нових проєктів. Також мала ймовірність появлення проривних принципово нових рішень, які більш за все залежать від творчих здібностей самого конструктора. Ці фактори не дають змогу повноцінно оцінити економічні характеристики принципово нового проєкту під час конструювання для нього корпусних конструкцій та проведення розрахунків із забезпечення загальної міцності корпусу судна на ранніх стадіях проєктування. Виправити перелічені недоліки у значній мірі можливо за допомогою створення математичного апарату, який забезпечить оцінювання економічних факторів при нормуванні поздовжньої міцності корпусу судна, яке проєктується.

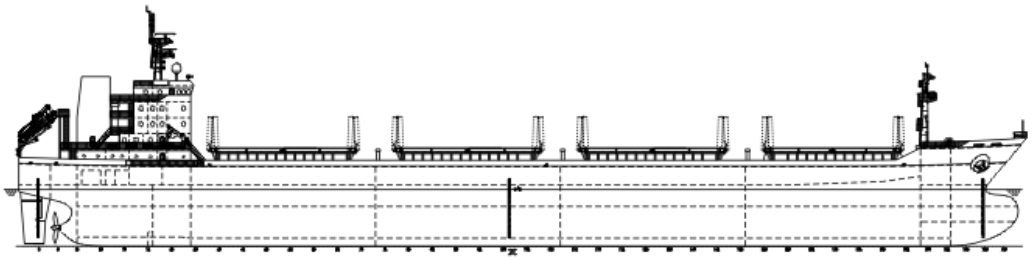
Мета дослідження – розроблення та апробація методу розрахунку економічних показників при нормуванні поздовжньої міцності корпусу судна із використанням комплексного підходу оптимізації топології, розмірів та форми. В той же час запропонований апарат повинен бути максимально простим для користувача максимально незалежно від його рівня попередньої підготовки.

Основна частина. Розрахункові критерії та раціональні запаси міцності конструкцій корпусу судна у значній мірі визначаються економічними показниками. Надлишок міцності призводить до збільшення ваги корпусу, зростанням його побудованої вартості, погіршенням деяких експлуатаційних характеристик судна (ходовності, плавності бортової та кільової хитавиці, погіршення сходження на хвилю) та із зростанням окремих складових витрат на експлуатацію (витрати палива та мастила, збільшення часу переходу між портами, зменшення фактичної швидкості ходу, нераціональні режими експлуатації енергетичної установки тощо). З іншого боку при цьому знижуються витрати, які викликано пошкодженнями або руйнуваннями, необхідністю ремонту та виведення судна із експлуатації для виконання реновацій них робіт, або робіт з переобладнання, модернізації, утилізації.

Перш за все основними критеріями під час нормування міцності та оцінювання економічної ефективності судна є його головні розмірювання. Із досвіду нормування міцності на ранніх стадіях проєктування [12] відомо, що насамперед необхідно співставити відношення довжини, ширини та висоти борту судна (рис. 1). Для суден із значною довжиною у порівнянні з висотою борту це питання найактуальніше і навпаки: при відношенні $\frac{L}{D} < 8$ поздовжня міцність корпусу судна забезпечена автоматично при прийнятті мінімальних розмірів в'язей згідно рекомендацій класифікаційних товариств (рис. 1 б).



а) Суховантажне судно проєкту RSD31 дедвейтом 5755 тон
класу «Волго-Дон макс» (L = 139,7 м; $\frac{L}{B}=8{,}48$; $\frac{B}{D}=2{,}75$; $\frac{L}{D}=23{,}2$)



б) Судно проєкту BC42 для перевезення навалювальних вантажів дедвейтом 22360 т
(L = 150 м; $\frac{L}{B}=6{,}25$; $\frac{B}{D}=1{,}83$; $\frac{L}{D}=11{,}43$)

L – довжина між перпендикулярами; B – ширина на міделі;
D – висота борту

Рисунок – 1 Порівняння відношень головних розмірювань вантажних суден (ескізи та інформацію взято з сайту meb.com.ua)

Безпосередньо щодо нормування загальної поздовжньої міцності корпусу торгівельного судна роль економічних факторів можна оцінити використовуючи функцію сумарних витрат на його побудову та експлуатацію. До цієї функції необхідно ввести усі складові, які математично залежать від міцності корпусу: витрати на побудову корпусу, які зростають із збільшенням параметрів міцності, а також дві групи витрат на експлуатацію (перша – зменшується із зниженням характеристик міцності, друга – зменшується із зростанням моменту опору та моменту інерції поперечних перетинів корпусу судна).

Витрати на створення корпусу морського транспортного судна складають приблизно 37% його вартості [13]. На поздовжні в'язі, які забезпечують загальну міцність, припадає приблизно 50% маси металевого корпусу і таким чином приблизно 19% коштовності судна. Маса поздовжніх в'язей змінюється пропорційно величині мінімального моменту опору поперечного перетину корпусу в ступені $\frac{2}{3}$. Якщо вважати, що загальна міцність поздовжніх в'язей включає в себе витрати на метал, його оброблення та накладні витрати і рахувати, що останні не залежать від маси металу, а лише від коштовності оброблення пропорційно масі матеріалів, то побудовна вартість судна C_C як функція від його відносного моменту опору може бути представлена як

$$C_C = C_0\left(e + f\sqrt[3]{k^2}\right), \qquad (1)$$

де C_0 – вартість базового судна; e та f – чисельні коефіцієнти у діапазоні 0,8…0,92 та 0,1 … 0,15 відповідно, які залежать від типу судна; в розрахунках прийнято e = 0,87 та f = 0,13, як результат чисельного перерахунку характеристик суден проектів RSD31 та BC42 [14]; k – відносний мінімальний момент опору судна у долях від моменту опору базового судна.

В той же час відомо, що збільшення вантажопідйомності при незмінних інших умовах

само собою призводить до збільшення економічної ефективності роботи судна [15]. Враховуючи це, більш об'єктивне оцінювання результату економії металу можна отримати, гадаючи, що усі варіанти які розглядаються для суден із різною вагою корпусу в рівних умовах задовольняють вимогам технічного завдання, в якому обмовляються визначені вантажопідйомність та швидкість ходу. В цьому випадку економічні наслідки змінення ваги корпусу будуть виражатися тільки через зміну витрат на пальне та мастило, що є наслідком змінення головних розмірювань, форми обводів, опору руху води і як наслідок, потрібної потужності головної силової установки.

Орієнтуючись на середні ціни, можна вважати що витрати на пальне за 20 років служби судна складає від 20 до 40% його побудованої вартості [16]. Надалі у відповідності із модифікованою формулою адміралтейських коефіцієнтів [16] прийнято, що потрібна для забезпечення заданої проєктної потужності пропорційна квадратному корню квадратному із повної об'ємної водотоннажності, тобто $N \sim \sqrt{V}$. Вважаючи вагу металевого корпусу приблизно рівною 30% від повної водотоннажності ∇, а також, що на поздовжні в'язі припадає не більше 50% ваги металевого корпусу, можна стверджувати, що

$$\nabla = 0{,}85\nabla_0 + 0{,}15\nabla_0 k^{\frac{2}{3}},$$

де ∇_0 – об'ємна водотоннажність базового судна.

На закінчення приймаючи, що витрати пального пропорційні потужності головної силової установки, для вартості пального справедлива рівність

$$C_T \cong 0{,}3C_0\sqrt{\frac{\nabla}{\nabla_0}} = 0{,}3C_0\sqrt{0{,}85 + 0{,}15\sqrt[3]{k^2}}. \qquad (2)$$

Витрати на експлуатацію другої групи пов'язані із ступенем ймовірності появи і характером відмов корпусних конструкцій. У якості відмов доцільно розглядати порушення граничної (руйнування) та втомленої (пошкодження) міцності. Перше можна ототожнювати у вартісному вираженні із втратою судна та вантажу, друге – із необхідністю тимчасового виведення судна із експлуатації для ремонту.

Наслідки, які пов'язані із руйнуванням корпусу, у вартісному вигляді можна представити залежністю

$$C_P = nC_0 p. \qquad (3)$$

де n – коефіцієнт, який визначає збитки при загибелі судна, вантажу та враховує супутні наслідки (забруднення середовища, невиконання зобов'язань тощо); p – ймовірність руйнування корпусних конструкцій та загибелі судна.

Коефіцієнт n для суден різних типів змінюється у діапазоні 2 … 4, а параметр p лежить у межах 10^{-4} … 10^{-6}. На основі довгочасних розподілень хвильових навантажень в діапазоні їх екстремальних значень можна прийняти, що параметр p змінюється приблизно на один порядок пр. зміні моменту опору поперечного перетину в районі міделя на 10%. Цю залежність можна апроксимувати ступеневою функцією виду $p = p_0 k^{-22}$, де p_0 – ймовірність руйнування корпусу базового судна при $k = 1$.

Наслідки, які пов'язано із появленням у окремих вузлах втомлених тріщин, у вартісному відношенні можна оцінити , виходячи із наступних пропозицій. Коштовність ремонту пошкоджень із урахуванням втрат на вивід судна із експлуатації складає mC_0 (m = 0,05 … 0,08), а ймовірність виникнення пошкоджень всередньому для транспортних морських суден відповідає $q_0 = 0{,}1 \ldots 0{,}25$ (таблиця 1). Тут і надалі p_0 – ймовірність істотного руйнування корпусу або загибелі судна (таблиця 1); q_0 – ймовірність виникнення пошкоджень для суден в середньому (таблиця 1).

Змінення q у залежності від відносного моменту опору, використовуючи рівняння, які

відомі для закономірності параметрів втомлених пошкоджень, можна представити у вигляді $q = q_0 k^{-5}$. Тоді вартість пошкоджень складатиме

$$C_n = mC_0(1-p)q. \quad (4)$$

Функцію сумарних витрат на побудову і експлуатацію судна, яка залежить від параметру *k*, представлено як суму, необхідну на побудову, пальне та витрат, які пов'язані із можливим руйнуванням та пошкодженням корпусу, тобто

Таблиця 1 – До визначення параметрів p_0 та q_0

Джерело	p_0	q_0
[6]	10^{-4}	-
[7]	10^{-3} … $3\cdot10^{-5}$	0,10 … 0,20
[8]	10^{-4}	0,25
[8]	10^{-4}	-
[9]	10^{-5} … $6\cdot10^{-5}$	0,02 … 0,08
[11]	-	0,20

$$C_\Sigma = C_C + C_T + C_P + C_П.$$

Використовуючи залежності (1) … (4), рівняння для C_Σ у залежності від параметру *k* прийме вигляд

$$C_\Sigma = C_0\left(e + f\sqrt[3]{k^2}\right) + 0{,}3C_0\sqrt{0{,}85 + 0{,}15\sqrt[3]{k^2}} + nC_0 p_0 k^{-22} + mC_0(1-p)q_0 k^{-5}. \quad (5)$$

Переходячи до відносних витрат $\frac{C_\Sigma}{C_0}$, диференціюючи рівняння (5) по *k*, відкинувши малі другого порядку та прирівнявши до нуля, знайдено рівняння для визначення *k*, яке приводить до мінімуму $\frac{C_\Sigma}{C_0}$

$$W = 0{,}666 fk^{-0{,}334} + 0{,}15\frac{k^{-0{,}334}}{\sqrt{0{,}85 + 0{,}15\sqrt[3]{k^2}}} - 22np_0k^{-23} - 5mq_0k^{-6} = 0. \quad (6)$$

Складові функції коштовності судна мають залежності

$$\left\{\begin{array}{l} A = 0{,}666 fk^{-0{,}334} \text{ - конструктивна} \\ B = 0{,}015k^{-0{,}334}\sqrt{0{,}85 + 0{,}15\sqrt[3]{k^2}} - \text{пальне} \\ C = 22np_0k^{-23} - \text{руйнування} \\ D = mq_0k^{-6} - \text{пошкодження} \\ (A+B) - \text{додатня частина} \\ (C+D) - \text{від`ємна частина} \end{array}\right\}.$$

Розв'язок рівняння (6) виконано у режимі електронних таблиць MS Excel із використанням функції «пошук рішення» (таблиця 2) та перевірено графоаналітичним методом (рис. 2).

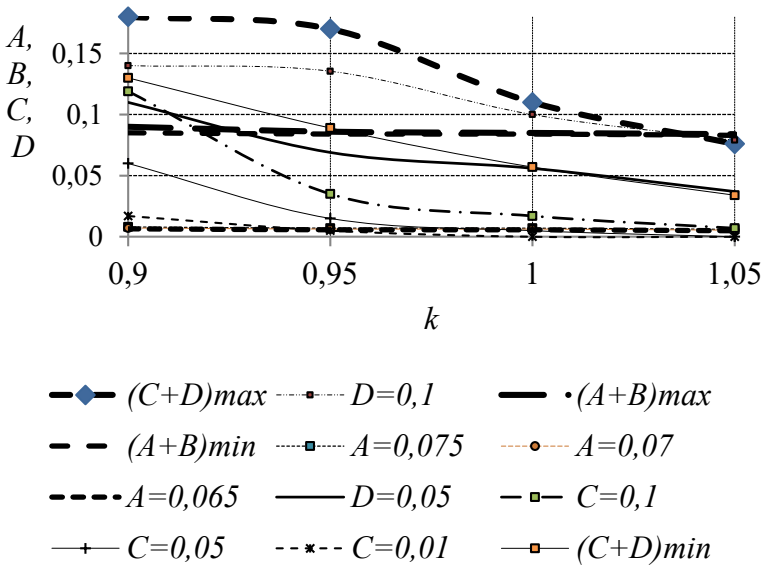


Рисунок – 2 Функції складових вартості судна (власні розробки авторів)

Таблиця – 2 Визначення мінімуму $\frac{C_\Sigma}{C_0}$ цільової функції (6)

	f	*k*	*n*	*p*	*q*	*m*	
	0,02	0,95	2,1	0,000	0,60	0,047	
W=	-0,06						
			Limits				
			0	<	f	<=	0,1
			0,8	<	k	<=	1
A=	0,014		2	<	n	<=	4
B=	0,153		10^(-5)	<	p	<=	10^(-4)
C=	-0,03		0,1	<	q	<=	0,8
D=	-0,19		0,05	<	m	<=	0,08

Аналіз результатів. Під час варіювання коефіцієнтів, які входять до отриманої цільової функції *W* (6) у реальних діапазонах їх змінення, зроблено наступне резюме. Утримання в цільовій функції (6) перших трьох членів, тобто урахуванні в групі витрат тільки тієї їх частини, котра пов'язана із критерієм разового перевантаження, призводить до економічного оптимального варіанту при $k < 0,9$. Урахування перших двох та четвертого члену, тобто частини експлуатаційних витрат, які пов'язані із критерієм втомленої міцності, призводить до оптимального *k* в межах 0,92 … 1,02. Одночасне врахування усіх чотирьох членів (критеріїв втомленості та разового перевантаження) призводить до оптимальних значень *k* від 0,95 до 1,05.

Висновок. Отримано принципово новий метод визначення економічних показників при нормуванні поздовжньої міцності корпусу судна із використанням комплексного підходу оптимізації топології, розмірів та форми.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Бубнов И.Г. Строительная механика корабля, ч. 1. СПб, 1912. – 330 с.

[2]. Родионов А.А. Прямые и обратные задачи строительной механики. ЦНИИ им. А.Н.Крылова, Труды НТК «Бубновские чтения». СПб, 1998. С. 137-138.
[3]. Тряскин В.Н. Применение теории планирования эксперимента при проектировании конструкций корпуса судна. // Проблемы проектирования корпусных конструкций: Сб.науч. тр./ ЛКИ. Л., 1987. – С. 26-35.
[4]. Коробанов Ю.Н. Лищук О.М., Лищук И.М. Анализ предпосылок использования методов граничных элементов в судостроительных системах автоматизированного проектирования // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2006. – № 2 (407). – С. 31-38.
[5]. Лугінін О.Є., Терлич С.В., Антофій Н.М. Сучасні підходи системного аналізув оцінці підприємницьких ризиків // Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор». Херсон: МУБіП. – №6 (55). – 2019. – С. 98-104.
[6]. Егоров Г.В. Исследование риска аварий корпусов транспортных судов ограниченных районов плавания за 1991-2010 годы // Вестник ОНМУ. Одесса: ОНМУ, 2010. – Вып. 30. – С. 53-76.
[7]. Чжо Лин Проблемы развития грузовых перевозок водным транспортом в Союзе Мьянма // Морской вестник. – СПб., 2008. – No.2 (26). – С. 23-25.
[8]. Кулеш В.А, Дам Ван Тунг, Сайфутдинов Т.А. Анализ влияния формы корпуса на прочность шпангоутов // Вестник инженерной школы ДВФУ. 2019. No2 (39). – С. 57-67.
[9]. Иванов В.П., Нго Дик Хант Концепция рыболовных судов наливного типа и методология их оптимизационного проектирования // Известия БГАРФ, 2013. No1. – С. 15-25.
[10]. Брюхова К.С., Максимов П.В. Алгоритм топологической оптимизации на основе метода ESO // Междунар. науч.-исслед. журнал. – 2016. – № 9 – С. 16-24.
[11]. Крыжевич Г.Б., Филатов А.Р. Учет многоосности нагружения узлов соединения конструкций морской техники при расчетах их усталостной прочности // Труды Крыловского государственного научного центра. 2019. Спец. выпуск 1. С. 153-161.
[12]. Егоров Г.В. О причинах переломов корпусов судов // Проблемы техники. – 2002. – №2. – С. 3-15.
[13]. Апалько Т.А. Букшев А.В., Ван Фэн, Сунь Тянь Ши Уравнение вместимости саморазгружающегося судна-цементовоза // Морские интеллектуальные технологии. 2019, No 4, (46), т. 1, С. 23-31.
[14]. Егоров Г.В. Исследование риска при эксплуатации судов смешанного плавания // Сб. научн. трудов УГМТУ. Николаев: УГМТУ, 2000. – №5. – С. 49-59.
[15]. Luis A. Lau-Shigyo, Juan C. Cutipa-Luque, José A. Herrera Quispe, Pablo R. Yanyachi Edson-J Unmanned Surface Vehicle Hull Shape Design // 2021 IEEE XXVIII International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON), pp.1-4, 2021.
[16]. Особливості проектування морських транспортних суден: Навчальний посібник / О.В. Бондаренко, О.І. Кротов, Л.О. Матвєєв, С.О. Прокудін. Миколаїв: НУК. Ч. 2, 2004. – 80 с.

The Economic Factors Accounting For Evaluating Of Ship Hull Longitudinal Strength

Shchedrolosiev O.V.[1], Konovalova H.V.[2], Bondarchuk O.V.[3]

Annotation.
Currently, there is no comprehensive approach to the optimization of hull structures, which combines the three types of optimization described above and which will allow the use of modern algorithms to find optimal solutions that can not be found by traditional methods. The purpose of the study is to develop and test a method for calculating economic indicators in the normalization of the longitudinal strength of the hull using a comprehensive approach to optimize the topology, size and shape. At the same time, the proposed device should be as simple as possible for the user, regardless of his level of prior training.

Keywords: longitudinal strength of ships, economic justification, economic indicators, topological optimization.

УДК 629.123

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ПЛАСТИН ІЗ КРУГЛИМИ ВИРІЗАМИ ДЛЯ МЕТАЛЕВИХ БАШТ ПЛАВУЧОГО ДОКУ

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

[1]д.т.н., професор, завідувач кафедри Суднобудування та ремонту суден, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна
aleksandr.schedrolosev@nuos.edu.ua
[2]здобувач PhD, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
konovalovaiiianna@gmail.com
[3]магістрант, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна
kurilko@ukr.net

Анотація. Наведено розрахункові результати досліджень визначення закономірності розподілення деформацій, які викликано технологічними операціями виконання вирізів круглої форми у пластинах металевих башт плавучих доків. Описано їх вплив на міцність та стійкість у залежності від виду технологічних операцій, розмірів та матеріалу пластин. З'ясовано, що виконання круглих отворів у пластинах башт плавучого доку викликає створення технологічного залишкового напружено-деформованого стану, складові якого можуть бути визначені за допомогою наведених у статті залежностей. Доведено, що час проєктування конструкцій металевих башт плавучих доків розміри отворів із вільними та підкріпленими поясками кромками повинні прийматися так, щоб одразу після виконання цих отворів не виникала втрата стійкості. З'ясовано, що наявність залишкового технологічного напружено-деформованого стану призводить до зниження стійкості металевих пластин башт із круглими отворами, які можна врахувати за допомогою введення коефіцієнта K_E, який залежить від технологій вирізування та/або зварювання, а також товщини пластини та радіусу отвору.
Ключові слова: технологічні операції, суднові пластини, деформація, плавучі доки, міцність та стійкість.

Постановка задачі. У складі металевих башт плавучих ремонтних доків досить часто зустрічаються пластини із круглими вирізами, які передбачено як для зменшення маси конструкцій, так і для забезпечення доступу до різноманітних приміщень. При виготовлені секцій башт плавучого доку вирізування отворів діаметром більше 60 мм здійснюється киснево-ацетиленовим або плазмовим вирізуванням [1, 2]. Нерівномірне розподілення високих температур, яке характерне для цих технологій вирізування після охолодження металу, призводить до створення до залишкових деформацій та механічних напружень. Під час приварювання до пластини кільцевого пояску або ребра жорсткості, які найчастіше підкріплюють кромку отвору, також виникає залишковий напружено-деформований стан [3].

Слід зазначити, що саме плавучі доки (на відміну від транспортних, промислових, спеціальних та інших суден) сприймають значні знакозмінні та періодичні механічні навантаження під час занурення або спливання із судном, яке докується [4]. Таким чином, залишкові деформації та напруження, які зумовлені технологією виготовлення отворів, здійснюють вплив на міцність та надійність конструкцій башт плавучих доків.

Відомо, що після теплового вирізування круглого отвору, а також після приварювання до кромки його пояску по всій довжині окружності вирізу виникає зона пластичних

деформацій. Причому при наявності пояску така зона має місце не тільки у пластині, але й у самому пояску. Ширина зони пластичних деформацій практично постійна по довжині окружності вирізу, що підтверджується даними експериментальних досліджень, які проведено для колових зварених швів [10]. Після нагрівання при вирізуванні або зварюванні та охолодженні в зоні пластичних деформацій метал скорочується в коловому напрямку, що приводить до зменшення діаметру вирізу.

Основна частина. Для оцінювання технологічних деформацій пластини можна ввести фіктивне радіальне навантаження, яке рівномірно розподілене по контуру отвору і направлене до його центру. Величина цього навантаження може бути знайдена шляхом розгляду умов рівноваги виділеної ділянки зони пластичних деформацій елементарної довжини

$$q = \frac{\upsilon E}{s r_0}, \tag{1}$$

де q – фіктивне радіальне навантаження, Па; E – модуль пружності першого роду металу пластини, Па; υ – погонний об’єм поздовжнього укорочення, яке викликане зварюванням або різанням, м^2; s – товщина металу пластини, м; r_0 – радіус вирізу, м.

Погонний об'єм поздовжнього укорочення залежить в основному від теплофізичних характеристик металу та ефективної погонної енергії зварювання та різання. Він може бути розрахований за широко відомою методикою у суднобудуванні [11]. Для суднових конструкцій при природньому охолодженні об'єм поздовжнього укорочення становить

$$\upsilon = 0{,}29 \frac{\alpha}{c\gamma} q_{П}, \tag{2}$$

де $\frac{\alpha}{c\gamma}$ – коефіцієнт теплової деформації, м^3/Дж; $q_П$ – ефективна погонна енергія при зварюванні та різанні, Дж/м; $c = \frac{r_0}{R}$; R – зовнішній радіус пластини, м.

При наявності кільцевого пояску одна частина фіктивного навантаження сприймається їм, а інша – пластиною. Співвідношення цих частин визначається із умов рівності радіального переміщення пояску та кромки отвору в пластині. При цьому можна використовувати відомі рівняння теорії пружності для пластини із круговим отвором, контур якого піддається рівномірному тиску. У даному випадку використане рівняння Дорохова П.І. [12]

$$q_1 = \frac{\frac{r_0}{s_1}}{\frac{1+k^2}{1-k^2} + \mu - \frac{r_0}{s_1}} q, \tag{3}$$

де q_1 – фіктивне радіальне навантаження, яке сприймає пластина, Па; k – поправочний коефіцієнт; μ – коефіцієнт Пуассона; s_1 – товщина пояску, м.

Виконані за залежністю (3) розрахунки показали, що для реальних значень $\frac{r_0}{s_1}$ та k частина навантажень, яка сприймається пластиною, складає 0,90…0,99 від загальної, яка визначена за залежністю (1) з урахуванням (2). Таким чином, із похибкою у безпечний бік можна стверджувати, що пластина сприймає своє фіктивне навантаження, яке має місце під час різання та зварювання.

Виходячи з цього, із використанням відомих рішень теорії пружності [13] знайдено радіальні та окружні деформації пластини

$$\varepsilon_r = \frac{q}{E(1-k^2)}\left[(1+\mu)\left(\frac{r_0}{r}\right)^2 - (1-\mu)k^2\right];$$
$$\varepsilon_t = -\frac{q}{E(1-k^2)}\left[(1+\mu)\left(\frac{r_0}{r}\right)^2 + (1-\mu)k^2\right], \quad (4)$$

де ε_r – радіальна деформація; ε_r – окружна деформація; r – відстань від точки, у якій відбувається деформація до центру отвору, м.

Для перевірки можливості використання залежностей (1) та (4) при оцінюванні залишкових технологічних деформацій, які виникають при виконанні круглих отворів, проведено вимірювання деформацій у пластині із сталі ВСт3сп, яка має розміри 8х800х800 мм, після вирізування у ній киснево-ацетиленовою горілкою центрального кругового отвору діаметром 160 мм. Вимірювання виконувалося за допомогою механічного знімного деформометра із базою 10 мм та електронним індикатором. Співставлення результатів вимірювань із розрахунками показано на рисунку 1. Як видно з рисунку 1, їх збіг свідчить про можливість використання залежностей (1), (2) та (4) для розрахунку технологічних деформацій пластин із круглими отворами.

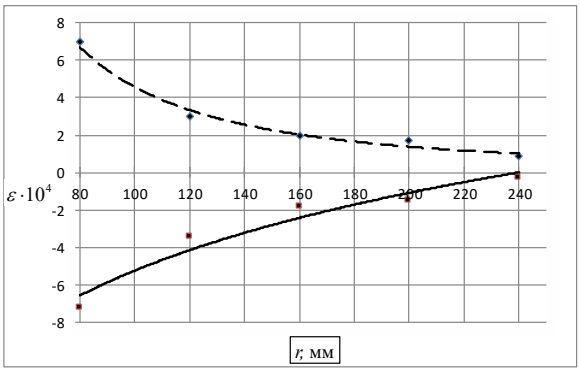


Рисунок 1 – Деформації від теплового вирізуванняу сталевій пластині круглого отвору діаметром 160 мм

_____ теоретичний розподіл радіальних деформацій
♦ експериментальний розподіл радіальних деформацій
------ теоретичний розподіл колових деформацій
■ експериментальний розподіл колових деформацій

Розрахунки та результати вимірювань доводять, що після виконання отворів в коловому напрямку метал пластини знаходиться у стисненому стані. Такий стиск може призвести до втрати стійкості пластини одразу після вирізування отвору або при варення пояску, а також може сприяти втраті стійкості пластини при певних значеннях напружень, менших ніж критичні.

Втрата стійкості пластини після вирізування отвору виникне при умові $q \geq \sigma_{r\ кр}$, де $\sigma_{r\ кр}$ – критичні радіальні напруження, Па.

Із теорії зварювальних деформацій та напружень відомо, що при заварюванні колових швів та вварюванні в листи жорстких фланців критичні радіальні напруження залежать виключно від радіусу зони пластичних деформацій і практично не залежать від зовнішнього діаметру пластини. Критичні напруження в даному випадку можна визначити як [10, 11]

$$\sigma_{r\ кр} = \frac{3D}{r_n^2 s}, \quad (5)$$

де D – циліндрична жорсткість пластини, Н·м; $r_n = r_0 + b_П$ – радіус зони пластичних деформацій, м; $b_П$ – ширина зони пластичних деформацій, м. Останній може бути визначений за методикою, описаній в [14].

Для визначення можливості втрати стійкості пластин з корпусних маловуглецевих та низьколегованих сталей після теплового різання отворів або після приварення до кромок отворів поясків виконано відповідні розрахунки за формулами (1), (2), (5) (табл. 1).

Погонна енергія нагрівання при цьому розрахована із використанням даних дослідження [11]. Отримані за результатами розрахунків графічні залежності (рис. 2) дозволяють встановити чи виникне при відомій товщині та радіусу отвору втрата стійкості пластини після виконання технологічних операцій зварювання та/або різання.

Під час експлуатації плавучого доку пластини із отворами підлягають дії зовнішніх зусиль. При цьому втрата стійкості може мати місце при навантаженнях набагато меншими, ніж визначеними за теоретичними залежностями. Зовнішні навантаження, при яких даний вид пластин може втратити стійкість, можна визначити за залежністю

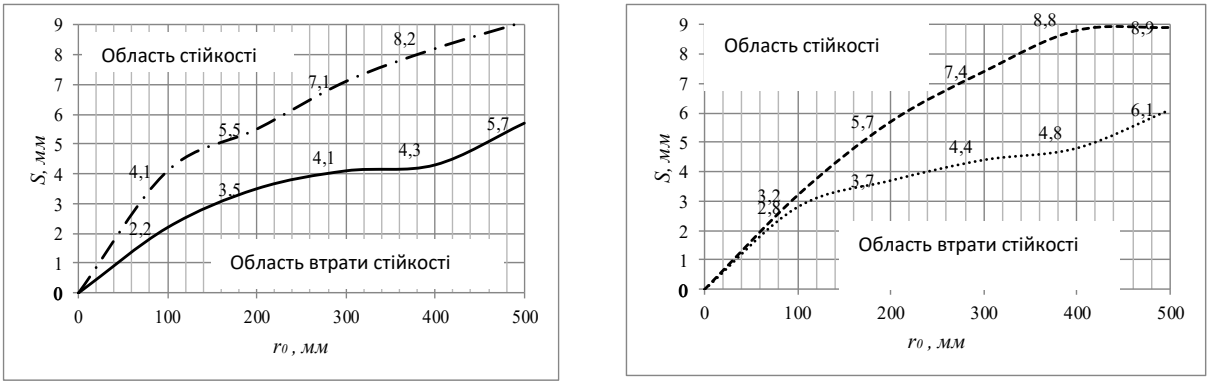
$$\sigma_{\text{В}} = K_E \sigma_{\text{КР}} \ , \tag{6}$$

де K_E – коефіцієнт, який враховує наявність технологічного напружено-деформованого стану; $\sigma_{\text{КР}}$ – критичні напруження, Па.

Для визначення коефіцієнту K_E застосовувалася теорема П.Ф. Папковича [3], згідно якої $\frac{q}{\sigma_{r\,\text{кр}}} + \frac{\sigma_{\text{В}}}{\sigma_{\text{КР}}} = 1$

Так,

$$K_E = 1 - \frac{q}{\sigma_{r\,\text{кр}}}. \tag{7}$$



а) б)

Рисунок 2 – Можливість втрати стійкості пластини після теплового вирізування а) та під час приварення пояску до кромки отвору б)

киснево-ацетиленове вирізування, $\frac{q_П}{S} = 5200 \ \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2}$

плазмове вирізування, $\frac{q_П}{S} = 1670 \ \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2}$

ручне електродугове зварювання

напівавтоматичне зварювання у середовищі CO_2

Таблиця 1 – Параметри режиму двостороннього при варення поясків

Параметр	Товщина пластини, мм							
	4	6	8	10	12	14	16	20
Катет шва, мм	3	4	5	5	6	6	8	8
Кількість проходів для одного шва	1	1	1	1	1	1	2	2
Інтенсивність питомої енергії для одного проходу для ручного дугового зварювання, Дж/см^2	3800	4300	4600	3700	4300	3700	2800	2300
Інтенсивність питомої енергії для одного проходу для напівавтоматичного зварювання у середовищі CO_2, Дж/см^2	2200	2500	2700	2100	2500	2100	1600	1400

Із використанням залежностей (7), (5) та (1) коефіцієнт K_E розраховано для суднобудівних маловуглецевих та низьколегованих сталей. Як видно із наведених залежностей, цей коефіцієнт, який враховує наявність технологічного напружено-деформованого стану, знаходиться у широкому діапазоні та залежить від конкретних технологій вирізування та зварювання, а також від товщини пластини та радіусу отвору.

Висновки

1. Виконання круглих отворів у пластинах башт плавучого доку викликає створення технологічного залишкового напружено-деформованого стану, складові якого можуть бути визначені за допомогою наведених у статті залежностей.

2. Під час проєктування конструкцій металевих башт плавучих доків розміри отворів із вільними та підкріпленими поясками кромками повинні прийматися так, щоб одразу після виконання цих отворів не виникала втрата стійкості.

3. Наявність залишкового технологічного напружено-деформованого стану призводить до зниження стійкості металевих пластин башт із кругими отворами, які можна врахувати за допомогою введення коефіцієнта K_E, який залежить від технологій вирізування та/або зварювання, а також товщини пластини та радіусу отвору.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Проектирование, технология и организация строительства композитных плавучих доков: монография / А.С. Рашковский [и др.]; науч. ред. А.С. Рашковский. Николаев: НУК, 2008. – 614 с.

[2]. Технология корпусостроительных работ: учебник / А.С. Рашковский, А.В. Щедролосев, А.М. Фарионов, Н.В. Цыкало, В.Н. Перов, С.Н. Слижевский; под общ. ред. проф. А.С. Рашковского. Николаев: НУК, 2018. – 516 с.

[3]. Опір матеріалів: навч. посіб. / Л. І. Коростильов [та ін.]; за ред. д-ра техн. наук, проф. Л. І. Коростильова. Миколаїв: НУК, 2019. – 297 с.

[4]. Luginin, O.Ye., Terlych S.V., Korshykov R.Yu. Computer-oriented five moment methods in calculating the bending for ship's floor // Transport development, no. 2(9) (August 12, 2021): 20-36. Accessed May 12, 2022.

[5]. Справочник по строительной механике корабля / Под общ. ред. акад. Ю.А. Шиманского. Л.: Судпромгиз, 1958-1960.

[6]. Коробанов Ю.Н., Лищук О.М., Коробанова А.А. Перспективы интеграции подкреплений под контейнерные фитинги в отечественные САПР // Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. – 2013. – № 2. – С. 12-17.

[7]. Сегаль В.Е. Влияние длины прерывной части на концентрацию напряжений в прерывистых связях // Судостроение. – 1967. – № 10. – С. 11–14.

[8]. Сиверс Н.Л. Расчет и конструирование судовых надстроек. Л.: Судостроение, 1966. – 300 с.

[9]. Сиверс, Н.Л., Рижинашвили Г.М. Экспериментальное исследование концентрации напряжений у концов надстроек // Судостроение. – 1969. – № 7. – С. 10-13.

[10]. Напряженное состояние сварных и паяных узлов из разнородных материалов с мягкой прослойкой при осевой нагрузке / В.В. Квасницкий, В.Ф. Квасницкий, Dong Chunlin, М.В. Матвиенко, Г.В. Ермолаев // Автоматическая сварка. – 2018. – № 4. – С. 7-13.

[11]. Effect of the Rigid interlayer Thickness on the stress-strain of metal-Graphite Assemblies Under Thermal Loading / G.V. Ermolaev, V.A. Martynenko, A.V. Labartkava, M.V. Matvienko // Strenght of Materiale. – may, 2017, Vol. 49. – Issue 3. – P. 422-428.

[12]. Дорохов А.С., Катаев Ю.В., Краснящих К.А., Вялых Г.М. Компьютерное проектирование в системе AutoCAD: Учебное пособие. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 80 с.

[13]. Основи теорії пружності, будівельної механіки, міцності та вібрації суден: навчальний посібник / А.М. Сердюченко [та ін.]; ред. А.М. Сердюченко. Миколаїв: НУК, 2012. – 424 с.

[14]. Коростылёв Л.И., Литвиненко Д.Ю. Оценка коэффициента концентрации напряжений в сварных узлах тонкостенных конструкций расчетом макро- и микроконцентрации // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – 2015. – № 2. – С. 184-194.

Study Of Technological Deformations Of Plates With Round Cut-Outs For Metal Towers Of The Floating Dock

Shchedrolosiev O.V., Konovalova H.V., Kurylko I.O.
The Kherson Educational and Scientific Institute of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

The calculated results of researches of definition of regularity of distribution of deformations which are caused by technological operations of performance of cuts of a round form in plates of metal towers of floating docks are resulted. The calculated results of researches of definition of regularity of distribution of deformations which are caused by technological operations of performance of cuts of a round form in plates of metal towers of floating docks are resulted. Their influence on strength and stability depending on the type of technological operations, sizes and material of plates is described. The calculated results of researches of definition of regularity of distribution of deformations which are caused by technological operations of performance of cuts of a round form in plates of metal towers of floating docks are resulted. Their influence on strength and stability depending on the type of technological operations, sizes and material of plates is described. It was found that the presence of residual technological stress-strain state reduces the stability of metal plates of towers with round holes, which can be taken into account by introducing the coefficient of Ke, which depends on cutting and / or welding technologies, as well as plate thickness and hole radius.
Keywords: technological operations, ship plates, deformation, floating docks, strength and stability.

УДК 629.5.015.1

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОСТІЙНОСТІ ОДНОЯРУСНОГО КОНТЕЙНЕРНОГО ХАУСБОТУ

Коновалова Г. В.[1], Щедролосєв О. В.[2]
[1]здобувач PhD, konovalovaiiianna@gmail.com
[2]доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Суднобудування та ремонту суден, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонський навчально-науковий інститут, м. Миколаїв, Україна aleksandr.schedrolosev@nuos.edu.ua

Анотація. У зв'язку зі збільшенням популярності будівництва плавучих будинків (хаусботів) виникає необхідність розроблення методик забезпечення їх безпечної експлуатації. Хаусботи, згідно із класифікацією Регістру судноплавства України, відносяться до стоїчних суден навіть при наявності енергетичної установки. Для безаварійної експлуатації таких плавучих споруд необхідним є забезпечення остійності, враховуючи їх малу осадку при відносно великій вітрильності та, як правило, недостатній надійності якірного та/або швартовного пристроїв. Теоретичною базою є наукові роботи в галузі проектування та конструювання хаусботів, дебаркадерів, понтонів, нормативно-правова база Регістру судноплавства України, а також дослідження щодо модульного формування та конструктивно-технологічних рішень плавучих та берегових споруд.
Ключові слова: плавучі будинки, морехідні якості, остійність.

Вступ. У зв'язку зі збільшенням популярності будівництва плавучих будинків (хаусботів) виникає необхідність розроблення методик забезпечення їх безпечної експлуатації [1, 2]. Хаусботи, згідно із класифікацією Регістру судноплавства України [3], відносяться до стоїчних суден навіть при наявності енергетичної установки. Для безаварійної експлуатації таких плавучих споруд необхідним є забезпечення остійності, враховуючи їх малу осадку при відносно великій вітрильності та, як правило, недостатній надійності якірного та/або швартовного пристроїв [2]. Згідно термінології теорії корабля, остійність – це здатність судна зберігати статичну рівновагу як при наявності, так і при відсутності будь-якої зовнішньої дії (порив вітру, скупчення людей з одного борту, наявність хвиль тощо) [4]. Остійність хаусботу, експлуатація якого передбачена у прибережних водах, оцінено за критеріями вітростійкості. В якості прикладу прийнято одноярусний контейнерний хаусбот, ескізний проект якого розроблено авторами; його характеристики та 3D зображення наведено у роботі [1].

Постановка задачі. Критерій вітростійкості характеризується оцінюванням потенційної можливості судна протидіяти зовнішнім вітровим навантаженням, тобто

$$M_{KP} \le [M] = \nabla \cdot \gamma \cdot l_{\max}\,, \qquad (1)$$

де M_{KP} – момент, що кренить від вітрового навантаження, т·м (розраховується згідно методів теорії корабля); $[M]$ – максимально допустимий момент, що кренить, т·м (визначається за методиками [3]); ∇ – об'ємна водотоннажність, м^3; γ – питома вага забортної води, т/м^3; $l_{\max}$ – максимальне плече діаграми Ріда, м. Максимально допустимий момент $[M]$ визначається за діаграмою динамічної остійності (графік залежності плеча відновлюючого моменту при динамічному крені) за методикою, описано у роботі [4]. Плече ж статичної остійності може бути розраховане, як [3]

$$l_\theta = x_C \cdot \cos\theta + \left(y_C - y_{C_0}\right) \cdot \sin\theta - a_0 \sin\theta\,, \qquad (2)$$

де значення залежності (2) представлено графічно на рис. 1.

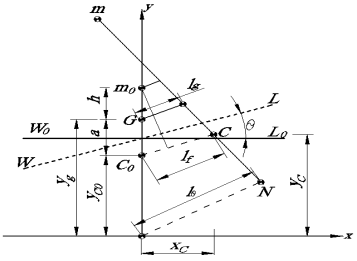


Рисунок 1 – Схема визначення плеча статичної остійності

Математична модель. Поперечний перетин підводної частини понтону уявляє собою багатокутник, який створено сімейством графіків прямих у координатній площині ХОУ (площина мідель-шпангоуту) $x = -\frac{B}{2}$ (поз. 1, рис. 1), $y = H$ (поз. 2, рис. 2), $y = 0$ (поз. 3, рис. 2), $x = \frac{B}{2}$ (поз. 4, рис. 2).

Графік ватерліній можна представити у вигляді рівнянь прямої із кутовим коефіцієнтом, які проходять через задану точку (поз. 5, рис. 2)

$$y = T + \mathrm{tg}\theta\left(x - Y_f\right), \tag{3}$$

де $\mathrm{tg}\theta$ – кутовий коефіцієнт, який дорівнює тангенсу крену хаусботу; T – осадка понтону, м; Y_f – ордината центру тяжіння ватерлінії (вісі обертання), м.

Центр тяжіння площинної фігури, яка обмежена графіками прямих, можна визначити за залежностями [6]

$$x_C = \frac{M_y}{S}; \quad y_C = \frac{M_x}{S}, \tag{4}$$

де M_x та M_y – статичні моменти відносно вісей x та y, т·м; S – площа зануреної частини мідель-шпангоута, м^2.

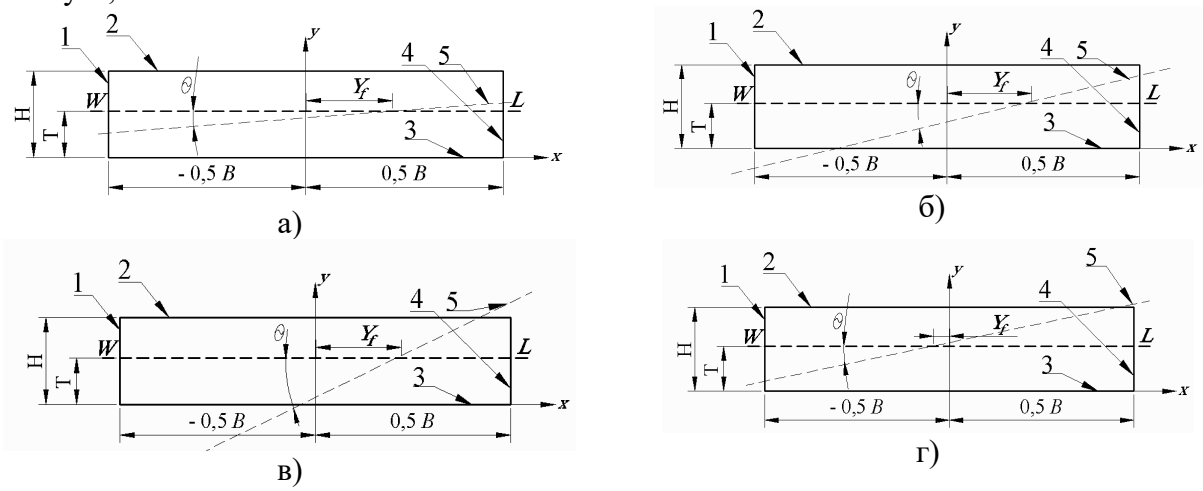


Рисунок – 2 Розрахункові випадки визначення параметрів остійності хаусботу

В свою чергу, статичні моменти та площу поперечного перетину (мідель-шпангоуту) можна визначити методами інтегрального обчислення [7]

$$M_x = \frac{1}{2}\int_a^b \left[f_2(x)^2 - f_1\left(x^2\right)\right]dx; M_y = \int_a^b x\left[f_2(x) - f_1(x)\right]dx; S = \int_a^b \left[f_2(x) - f_1(x)\right]dx. \tag{5}$$

де $f_1(x)$ та $f_2(x)$ – прямі, які обмежують площинну фігуру; a та b – межі інтегрування. Точка перетину ватерлінії із верхньою та нижньою межами поперечного перетину понтону можна визначити через тангенс кута крену хаусботу виходячи із схем, наведених на рис. 2

$$\mathrm{tg}\theta = \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f}, \quad \mathrm{tg}\theta = \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}. \tag{6}$$

Отримані залежності для визначення статичних моментів та площ поперечного перетину мідель-шпангоуту представлено у табл. 1.

За отриманими залежностями у режимі MathCAD виконано розрахунки параметрів статичної остійності для одноярусного хаусботу контейнерного типу [1], результати яких наведено на рис. 3.

Таблиця 1 – Значення статичних моментів та площі мідель-шпангоуту в залежності від розташування ватерлінії

Умова	Статичні моменти	Площа перетину
Схема а)		
$\mathrm{tg}\theta \le \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f}$, $\mathrm{tg}\theta \le \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}$	$M_x = \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}} x\cdot\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]dx$; $M_y = \frac{1}{2}\int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}}\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]^2 dx.$	$S = \int_{-\frac{B}{2}}^{\frac{B}{2}}\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]dx.$
Схема б)		
$\mathrm{tg}\theta \le \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f}$, $\mathrm{tg}\theta \succ \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}$	$M_x = \int_{a}^{\frac{B}{2}} x\cdot\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]dx$; $M_y = \frac{1}{2}\int_{a}^{\frac{B}{2}}\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]^2 dx.$	$S = \int_{a}^{\frac{B}{2}}\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]dx.$
Схема в)		
$\mathrm{tg}\theta \succ \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f}$, $\mathrm{tg}\theta \succ \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}$	$M_x = \frac{1}{2}\left(\int_{a}^{\frac{B}{2}}\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]^2 dx + \int_{b}^{\frac{B}{2}} H^2 dx\right)$; $M_y = \int_{a}^{b} x\cdot\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]dx + \int_{b}^{\frac{B}{2}} x\cdot H dx.$	$S = \int_{a}^{b}\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]dx + \int_{b}^{\frac{B}{2}} H dx.$
Схема г)		
$\mathrm{tg}\theta \le \frac{H-T}{\frac{B}{2}+Y_f}$, $\mathrm{tg}\theta \succ \frac{T}{\frac{B}{2}+Y_f}$	$M_x = \frac{1}{2}\left(\int_{-\frac{B}{2}}^{b}\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]^2 dx + \int_{b}^{\frac{B}{2}} H^2 dx\right)$; $M_y = \int_{-\frac{B}{2}}^{b} x\cdot\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]dx + \int_{b}^{\frac{B}{2}} x\cdot H dx.$	$S = \int_{-\frac{B}{2}}^{b}\left[T+\mathrm{tg}\theta\left(x-Y_f\right)\right]dx + \int_{b}^{\frac{B}{2}} H dx.$

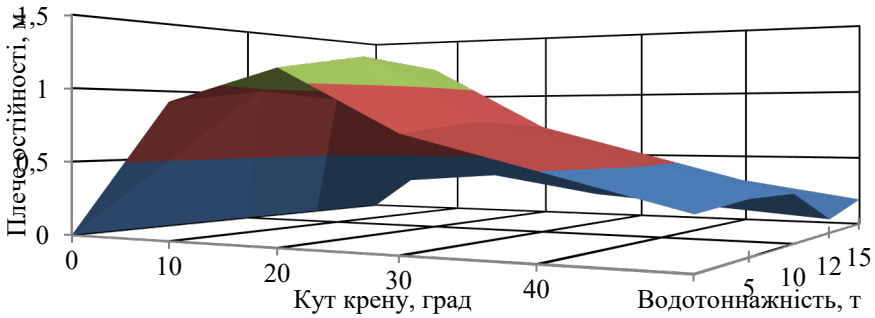


Рисунок – 3 Полярна діаграма остійності

Висновки. Розроблено методичні рекомендації розрахунку остійності плавучих будинків на прикладі одноярусного контейнерного хаусботу. Запропоновані математичні залежності та графічні пояснення до них дозволяють визначити параметри діаграми Ріда для різних розмірів понтону, його осадки та значень статей навантаження при мінімальній кількості вихідних даних.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Shekhorkina S. Residential house on floating platform with mooring system of reinforced concrete pillars // Construction, materials science, mechanical engineering. #81. 2015. P. 229-234.

[2]. Черданцев С.В., Черданцев Н.В. Плавучесть и остойчивость понтонов в зумпфах угольных разрезов Кузбасса (обзор журнальных статей) // Вестник НЦ ВостНИИ. № 2. 2018. С. 52-65.

[3]. Правила класифікації суден внутрішнього плавання. Том 3. К.: РСУ. – 2019. – 535 с.

[4]. Кочнев Ю.А. Диаграмма статической остойчивости судна находящегося в условиях волнения // Научные проблемы водного транспорта. № 66(1). 2021. С. 36-42.

[5]. Будущее строительства: футуристические самообеспечивающиеся плавучие города-небоскребы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ibud.ua, ссылка на объект: http://ibud.ua/ru/novost/budushcheestroitelstvafuturisticheskie samoobespechivayushcheesya plavuchiegorodaneboskreb-foto-8868.

[6]. Шехоркина С.Е., Савицкий Н.В. Конструктивное решение подводной части малоэтажных жилых зданий на воде // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. 2014. Вып. 77. С. 228-232.

[7]. Жуйков В.Я., Ромашко В.Я., Вербицький Є.В. Ефективність розрахунку багатоступінчатого процесу з використанням функцій вільного режиму в середовищі MathLab // Технічна термодинаміка. Тем. вип. «Силова електроніка та енергоефетивність». 2009. Ч.2. С. 78-81.

The Calculation Of Stability Parameters Of A Low-Tier Container Houseboat

H.V. Konovalova[1], O.V. Shchedrolosiev [2]

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

Summary. Due to the increasing popularity of the construction of houseboats (houseboats), there is a need to develop methods to ensure their safe operation. Houseboats, according to the classification of the Register of Shipping of Ukraine, are stoic vessels even in the presence of a power plant. For trouble-free operation of such floating structures, it is necessary to ensure stability, given their low draft at relatively high vitality and, as a rule, insufficient reliability of anchor and / or mooring devices.

The theoretical basis is scientific work in the field of design and construction of houseboats, landing stages, pontoons, regulatory framework of the Register of Shipping of Ukraine, as well as research on modular formation and design and technological solutions of floating and shore structures.
Keywords: Houseboats, seaworthiness, stability.

УДК 621.941.31

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ І РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ

Лисих А.Ю.
кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри Енергетичного машинобудування
Первомайського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова,
м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна
snezanad256@gmail.com

Анотація. У статті представлено експериментальне дослідження впливу інтенсивності охолодження і режимів різання на стійкість інструмента при свердлінні свердлами зі змінними багатогранними пластинами, що дозволить збільшити період стійкості та зменшити витрати потужності при використанні багатогранних змінних пластин.
Ключові слова. період стійкості, подача інструменту, число обертів, діаметр, матеріал змінних пластин, мастильно-охолоджувальна рідина

Постановка проблеми. Процес свердління застосовується для одержання в суцільному металі глухих та наскрізних отворів, які відповідають 11-14 квалітетам точності, шорсткості $R_a50…R_a12{,}5$ і відрізняються: зміною швидкості різання за довжиною різальної кромки від 0 до $V_{\max}$; утрудненням видаленням стружки; низькою жорсткістю інструменту.

Під час свердління конструкційних матеріалів інструмент знаходиться під дією значних осьових сил стискання P_0 та крутного моменту $M_{кр}$. Ці фактори обмежують обрані режими різання і є основними при розгляданні комплексу обмежень у завданні оптимізації [1, с.59].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз останніх досліджень показав, що при свердлінні отворів свердлами зі змінними багатогранними пластинками стійкість інструменту залежить від інтенсивності охолодження в зоні різання [2, с.47], [3, с.62].

Визначення необхідної кількості охолоджувальної рідини дає можливість збільшення стійкості ріжучого інструменту.

Постановка завдання. Метою роботи є експериментальні дослідження для визначення необхідної кількості охолоджувальної рідини, яка забезпечить максимальну стійкості інструмента, що дозволить зменшити витрати на інструмент та зменшить собівартість виготовленої продукції.

Виклад основного матеріалу. Експеримент проводився на верстаті Оброблювальний Центр SPACE TURN LB 3000EX фірми ORUMA. В якості ріжучого інструменту було використано свердла зі змінними пластинами наступних діаметрів Ø20, Ø24, Ø28 фірми SEKO [4, с.29], [5, с.35], [6, с.42].

В якості охолоджувальної рідини була використана водяна мастильно-охолоджувальна рідина Аквол -6,5 -20% емульсія, яка подібна зарубіжним маркам (Кастрол – Німеччина, Цінціннаті – США, Нідерланди) [7, с.146], [8, с.51].

Для замірів витрат охолоджувальної рідини використаний водомір, який вмонтований в систему подачі охолоджувальної рідини і секундомір для фіксування часу періоду стійкості.

Проведено 10[ти] разове вимірювання витрат охолодженої рідини і періоду стійкості, а також потужності за кожним з режимів різання і проведено розрахунок середнього значення. Розрахунки були виконані і представлені в табличному варіанті.

Таблиця 1 Показники оброблюваного матеріалу

Оброблюваний матеріал	C_s	Z_s	C_v	Z_v	K_{HBv}
Сталь конструкційна легована 40ХФА	0,011	0,75	63600	0,34	130
Сталь корозійностійка 03Х18Н11	0,014	0,66	54060	1,34	210
Чавун сірий СЧ25	0,005	1/0	51830	1,23	265

Результати вимірювань занесені до таблиці 2.

Таблиця 2 Результати вимірювання

Діаметр свердла d мм	Подача S_0 мм/об.		Швидкість V мм/хв.		Оберти n хв.$^{-1}$		Кількість витраченого МОР л./хв.		Період стійкості T, хв.		Витрачена потужність N, кВт.	
1	2		3		4		5		6		7	
	S_1	S_2	V_1	V_2	n_1	n_2	g1	g2	T_1	T_2	N_1	N_2
Ø20	0,12	0,28	175	226	2800	3600	10	32	129	123	9	21
Ø22	0,14	0,32	155	199	2060	2650	13	38	132	126	15	34
Ø28	0,16	0,36	138	176	1570	2010	15	45	135	129	23,5	52,9

Приводимо графік витрат мастильно-охолоджувальної рідини і графік залежності витрат потужності від діаметра свердла і подачі.

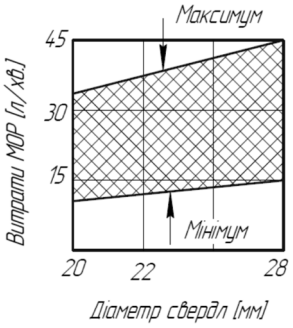


Рис. 1 Витрати мастильно-охолоджувальної рідини

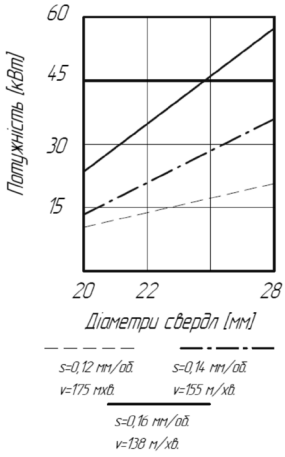


Рис. 2 Графік залежності витрат потужності від діаметра свердла і подачі

Висновок. Проведені експериментальні дослідження показали, що завдяки подачі мастильно-охолоджувальної рідини в зону різання зменшується коефіцієнт тертя і зменшується температура в зоні різання за рахунок чого збільшується період стійкості інструменту. Також встановлено, що при збільшенні подачі і швидкості різання зменшується період стійкості і збільшуються витрати потужності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дідик Р.П., Зіль В.В., Пацера С.Т. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб.. Дніпропетровськ: НГУ, 2013. 196 с.
2. Григурко І.О. Технологія обробки типових деталей та складання машин: навч. посіб.. Первомайськ: ППІ НУК, 2014. 72 с.
3. Островерх Є.В. Інструментальне забезпечення технологічних процесів обробляння матеріалів у машинобудуванні: навч. посіб.. Харьків: НТУ «ХПІ», 2019. 270 с.
4. Каталог ріжучого інструменту 2019 URL: http:// www.secotools.com (дата звернення 12.09.2019)
5. Каталог ріжучого інструменту 2015 URL: http:// www.widia.com (дата звернення 24.09.2019)
6. Каталог ріжучого інструменту URL: http:// www.taegutec.com (дата звернення 18.09.2019)
7. Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. Расчет режимов резания: учеб. пособ.. Рыбинск: РГАТА, 2009, 183 с.
8. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: справочник / Л.В. Худобин, А.П. Бабичев, Е.М. Булышев и др, – Москва: Машиностроение, 2006. 544 с.

Experimental researches of the effect of cooling intensity and cutting modes on tool stability

Alla Lisikh
Pervomaysky educational and scientific institute of the Mykolaiv university of shipbuilding of the name of admiral Makarov,

Abstract. The article presents an experimental researches of the influence of cooling intensity and cutting modes on the stability of the tool when drilling with drills with replaceable multi-faceted plates, which will allow to increase the period of stability and reduce power consumption when using multi-faceted replaceable plates.

Keywords. Stability period, giving of the tool, number turns, diameter, material of variable plates, lubricant cooling liquid

HYDRODYNAMIC PERFORMANCE OF A PERIODIC ARRAY OF WAVE ENERGY CONVERTERS INTEGRATED INTO A BREAKWATER

Yang Zhang, Xiaofei Cheng, Wenjin Zhu
School of Civil and Ocean Engineering, Jiangsu Ocean University, Lianyungang, 222001, China

Abstract: In this paper, a semi-analytical model of oblique waves interaction with a periodic array of oscillating bodies wave energy converters (WECs) embedded in the comb-type breakwater is developed, under the framework of the linear potential flow theory, by using the matching eigenfunction expansion method. The semi-analytical model is validated by Haskind relationship, experimental data, and energy conservation law. Results show that the mitigation of the hydrodynamic efficiency is found by a critical frequency, corresponding to the Rayleigh-Bloch wave. The wave characteristics of multiple propagating mode reflecting and transmitting waves is discussed. The findings of this paper contribute to the preliminary design of the hybrid WEC-breakwater system.

Keywords: wave energy converters (WEC); hydrodynamic efficiency; Rayleigh-Bloch wave; theoretical model.

1 Introduction

Wave energy is a promising renewable resource owing to its large and untapped reserves (Aderinto and Li, 2018). The category of wave energy converters (WECs) includes oscillating buoys, oscillating water column and overtopping device (Melikoglu, 2018). hybrid breakwater-WECs can have cost- and space-sharing functions (Zhao et al., 2019).

The CTB is considered as the caisson separated by gaps, which was studied by Fernyhough and Evans (1995). Wang et al. (2019) developed an analytical model for wave interaction with a comb-type caisson breakwater with partially and completely immersed thin walls based on the potential flow theory. The results showed the total wave force acting on CTB is much smaller than that on a traditional caisson breakwater. But the relative wave amplitude between adjacent caissons is significantly greater than the incident wave amplitude. Saadat et al. (2013) proposed the Helmholtz Wave Energy Converter (HWEC), which can trap ocean wave energy into a basin. The wave oscillating amplitude in a basin through a narrow channel can be amplified, which is beneficial for wave energy utilization. An oscillating buoy is used to absorb the wave energy in a basin. Meanwhile, improvement of wave gathering characteristics between adjacent caissons can be achieved by reflected waves gathering from a flange.

Different types of wave resonance are induced for the array configuration of structures. For the bottomed-mounted or floating structures array perpendicular to the normal incident waves, the Rayleigh-Bloch waves can be formed in the lee and weather side of the structure, such as cylinders, caisson, body, and WECs (Tokić and Yue, 2019; Zhao et al., 2022), which significantly affects wave attenuation or wave power extraction performance of structures.

2 Research goal

In this paper, we have investigated the hydrodynamic performance of a periodic array of WECs integrated into a breakwater, with a focus on the effect of the Rayleigh-Bloch wave on the wave power extraction and wave attenuation performance, as well as wave characteristics of the Rayleigh-Bloch wave.

3 Main part

3.1 Mathematical model

The geometry of heaving buoys integrated into the comb-type breakwater, as well as the arrangement of the cartesian coordinate system, are shown in Fig. 1. Noticeably, the wave chamber of the comb-type breakwater is made of adjacent caissons. A heaving buoy is arranged into the wave chamber. The width of a heaving body is identical to that of the wave chamber. Furthermore, the flange is located on the lee side of the caissons. All dimensions are presented as dimensionless units without loss of generality. Due to the periodicity of the integrated system, the problem can be reduced to an analogous channel problem with impermeable side walls. A 3D cartesian coordinate system is employed, with the origin located at the cross-point of the still water surface and the medial axis of a heaving buoy. The z-axis is positive in the vertically upward direction. The water depth is h. The incident wave amplitude, wavelength, and period are A, L, and T, respectively.

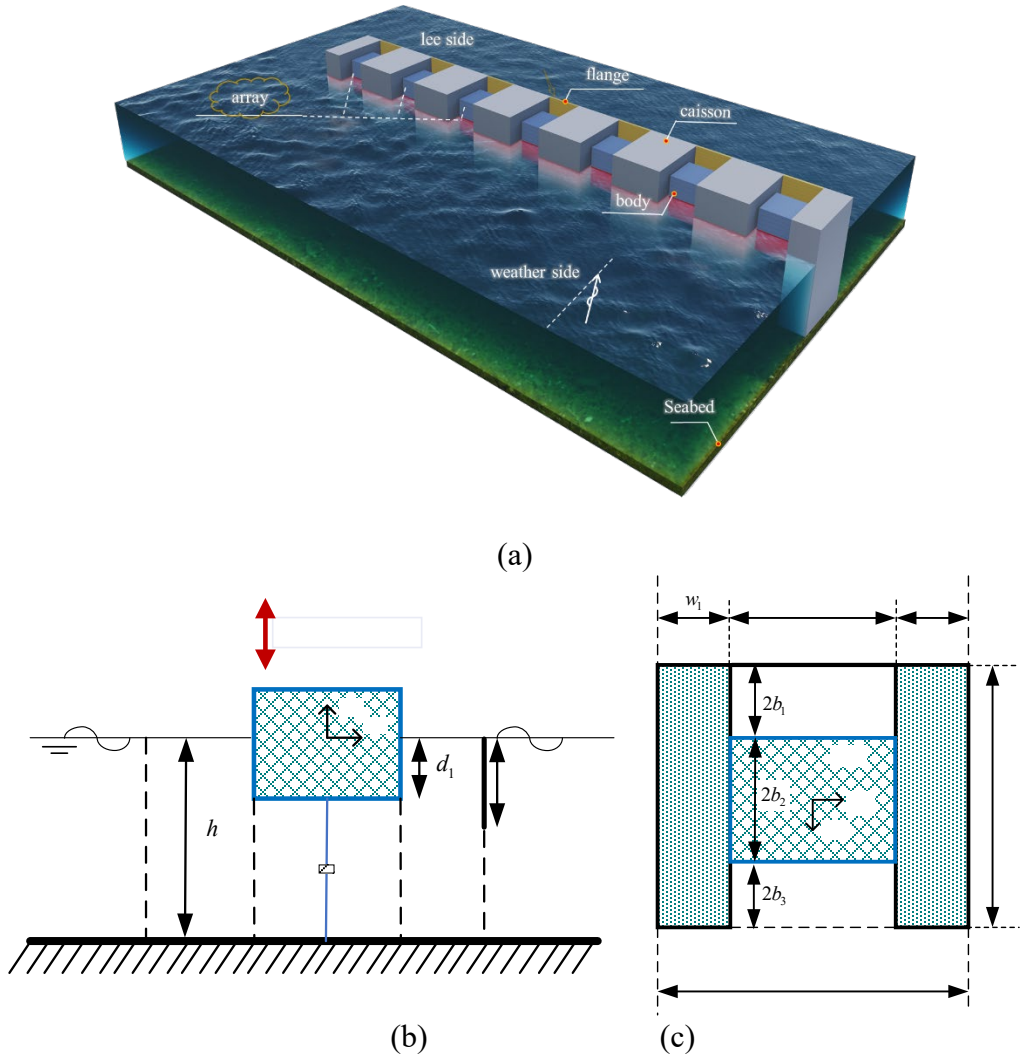


Fig. 1. (a) diagram of the integrated system, (b) top view, and (c) section of a unit.

The potential flow theory is assumed. The fluid motion in the whole fluid domain can be depicted by the spatial velocity potential:

$$\Phi(x, y, z, t)=\mathrm{Re}\{\phi(x, y, z)\exp(-iwt)\},$$

where the spatial velocity potential $\phi(x, y, z)$ satisfies the 3D Laplace Equation:

$$\frac{\partial^2\phi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\phi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\phi}{\partial z^2}=0\,.$$

The spatial complex velocity potential satisfies the free surface boundary condition and non-penetration condition of the seabed:

$$\frac{\partial\phi}{\partial z}-\frac{\omega^2}{g}\phi=0,\ z=0$$

$$\frac{\partial\phi}{\partial z}=0, z=-h,$$

$$\frac{\partial\phi}{\partial y}=0,\ y=\pm l,\ \text{and}\ y=\pm w_2,\,.$$

Furthermore, the spatial complex velocity potential $\phi(x, y, z)$ must satisfy the non-penetration boundary conditions on the solid wall and a heaving buoy:

$$\frac{\partial\phi}{\partial x}=0, x=B, (-l<y<-B)\cup(B<y<l), -h\le z\le 0,$$

$$\frac{\partial\phi}{\partial x}=0, x=-B, \begin{cases}(-l<y<-B)\cup(B<y<l)\\ -B<y<B, -d_2\le z\le 0\end{cases}, -h\le z\le 0,$$

$$\frac{\partial\phi}{\partial x}=0, \begin{cases}x=b_2\\ x=-b_2\end{cases}, -w_2<y<w_2, -d_1\le z\le 0,$$

$$\frac{\partial\phi}{\partial z}=0, z=-d_1, -b_2<x<b_2, -w_2\le y\le w_2.$$

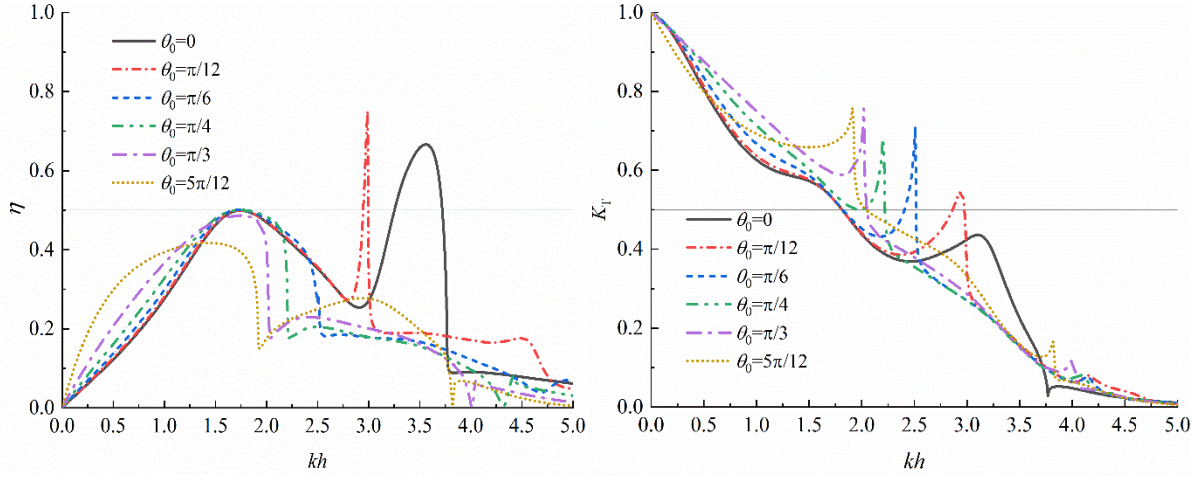
In addition, it must satisfy the far-field radiation conditions as well.

The capture width ratio (CWR) η can be expressed as $\eta=P_{\text{capture}}/P_{\text{incident}}$, where P_{capture} is the absorbed power of a WEC with the PTO damping λ_{PTO}, and P_{incident} represents the incident wave power with incident wave width $2l$, corresponding to the width of the integrated system. The width of a heaving buoy is smaller than that of the system.The hydrodynamic performance of the system can be evaluated by the reflection coefficient K_r and transmission coefficient K_t.

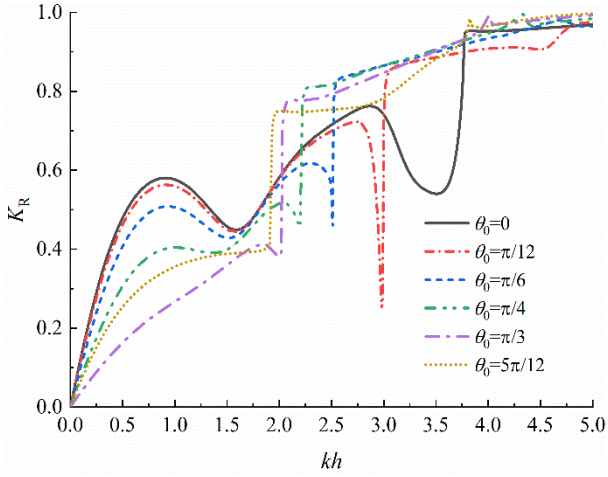
3.2 Results and Discussions

Results of CWR η, the reflection K_R, transmission K_T coefficients are shown in Fig. 2. The geometrical parameters are d_1/h = 1/6, l/h = 5/6, w_1/l = 2/5, w_2/l = 3/5, b_2/l = 1/2, B/l = 9/10, b_1/l = b_3/l and d_2/h = 1/6. The effect of incident wave angles is revealed by considering six incidence wave angles of θ_0 = 0, π/12, π/6, π/4, π/3, and 5π/12. Interestingly, η exhibits an abrupt change for different incident angles in the whole frequency domain. The existence of a periodic array of this system leads to the Rayleigh-Bloch wave, accompanied by the multiple-order reflected and transmitted waves propagating along in different directions. The trigger wavenumber of this phenomenon (can be served as wave interference phenomenon) is satisfied by $kl = |m\pi/(1 \pm \sin\theta_0)|$ (m = ±1, …) accurately, corresponding to Rayleigh wavenumbers, which results in abrupt changes of hydrodynamic qualities. The relative wave amplitude ζ/A is expressed as

$$\zeta/A=\left|\mathrm{i}\omega\phi/(gA)\right|$$

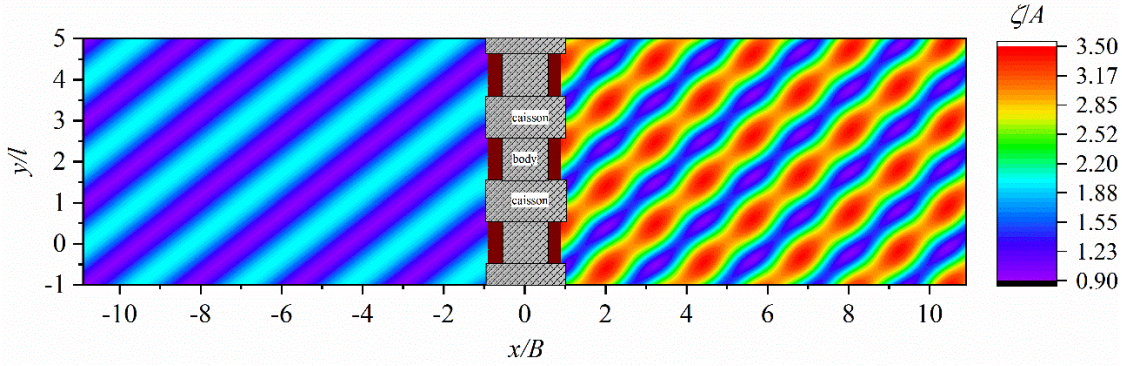


(a) hydrodynamic efficiency (b) transmission coefficient

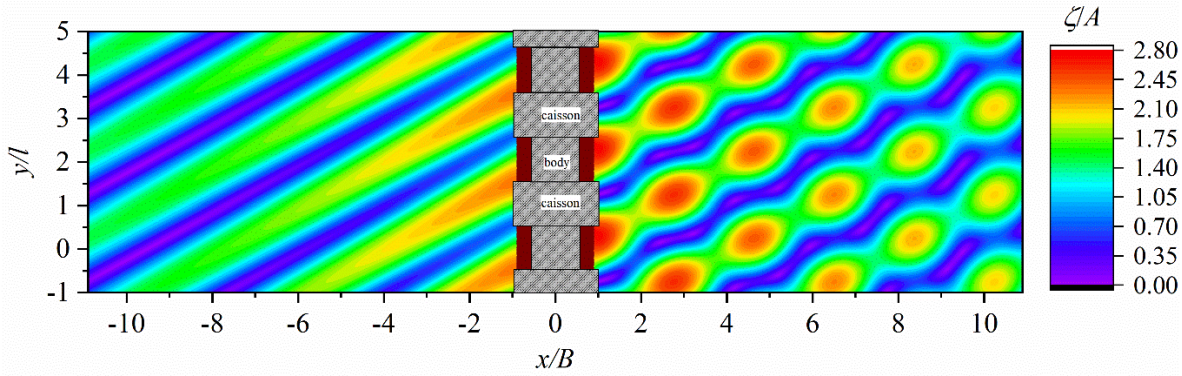


(c) reflection coefficient

Fig. 2. Results of hydrodynamic efficiency, transmission coefficient and reflection coefficient for different incident angles.



(a) $kh = 2.21$ $(\theta_0 = \pi/4)$



(b) $kh = 2.02$ $(\theta_0 = \pi/3)$

Fig. 3. ζ/A corresponding to first order Rayleigh-Bloch wave for different incident angles.

The wave characteristics of the first-order Rayleigh Bloch waves with $\theta_0 = \pi/4$ and $\pi/3$ can be seen (see Fig. 3). For the radiation problem of array floaters under the normal wave (i.e., the traditional radiation problem), the radiated wave generated by the floaters propagates along the positive direction of the incident wave, and is superimposed by multiple reflections of the impervious rigid surface of the caisson and body. Periodic wave peaks appear on the upstream side and the downstream side, but the upstream side peak is greater than the downstream side, mainly due to the shielding effect of the wing plate. If the flange is not considered (the flange draft will not affect the induced conditions of the Rayleigh-Bloch wave), the peak value at the upstream side is identical to

that at the downstream side. The radiated wave generated by the floaters is different from that of forwarding waves, showing periodic propagation in oblique directions, corresponding to the periodic boundary conditions of the generalized radiation problem, the distribution characteristics of radiation wave amplitude on the upstream side and the downstream side are symmetrical along the axis in the array direction, and the radiation wave amplitude values on the upstream side and downstream side are the same without wing plates, However, for oblique waves, the scattering wave and radiation wave surface distribution characteristics of the integrated system are different, including amplitude and direction.

4 Conclusions

In this paper, the hydrodynamic performance of the integrated system is investigated, with a focus on the effect of the Rayleigh-Bloch wave. The following conclusions can be drawn:

1) The hydrodynamic efficiency is mitigated due to the presence of the Rayleigh-Bloch wave, associated with incident wave angle and the periodicity length of the system.

2) The wave characteristics of the Rayleigh-Bloch wave on the weather side are different from that on the lee side due to the shadow effect. The periodicity of the wave surface is corresponding to the periodicity boundary condition.

REFERENCES

Aderinto, T. and Li, H., 2018. Ocean Wave energy converters: Status and challenges. Energies, 11(5).
Melikoglu, M., 2018. Current status and future of ocean energy sources: A global review. Ocean Engineering, 148: 563-573.
Zhao, X.L., Ning, D.Z., Zou, Q.P., Qiao, D.S. and Cai, S.Q., 2019. Hybrid floating breakwater-WEC system: A review. Ocean Engineering, 186: 106126.
Fernyhough, M. and Evans, D.V., 1995. Scattering by a periodic array of rectangular blocks. Journal of Fluid Mechanics, 305: 263-279.
Wang, X.Y., Liu, Y. and Lu, L., 2019. Analytical solution of oblique wave interacting with a periodic array of specific caissons connected with partially immersed thin walls (comb-type). Ocean Engineering, 186.
Saadat, Y., Fernandez, N. and Ghorbani, R., 2013. The wave energy converter based on helmholtz mode, inspired by nature, ASME 2013 32nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE 2013, Nantes.
Tokić, G., & Yue, D. 2019. Hydrodynamics of periodic wave energy converter arrays. Journal of Fluid Mechanics, 862, 34-74.
Zhao, X. L., Zou, Q. P., Geng, J., Zhang, Y., & Wang, Z. J. 2022. Influences of wave resonance on hydrodynamic efficiency and loading of an OWC array under oblique waves. Applied Ocean Research, 120, 103069.

УДК 629.5

СУЧАСНІ ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ МОРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ В ІНТЕРЕСАХ УКРАЇНИ

Блінцов В. С.
д-р. техн. наук, професор, професор кафедри автоматики та електрообладнання ХННІ НУК, м. Миколаїв, Україна
volodymyr.blintsov@nuos.edu.ua
Тарчук А. А.
аспірант НУК
tarchuk1996@gmail.com

Анотація. Розглянуто основні задачі проєктування, будівництва та експлуатації засобів морської робототехніки. Показано необхідність створення конкурентоспроможних безекіпажних надводних, підводних та літальних апаратів, які доцільно застосовувати при виконання підводних місій в інтересах України. Обґрунтовано необхідність створення автономних ненаселених підводних апаратів для гуманітарного розмінування акваторій.
Ключові слова: засіб морської робототехніки, теоретичні основи проектування; гуманітарне розмінування акваторій.

Вступна частина. На цей час засоби морської робототехніки (ЗМР) широко застосовуються більшістю провідних морських країн світу. До найбільш розповсюджених ЗМР відносяться: безекіпажні надводні судна (БНС, в англомовній літературі – unmanned surface vessel, USV), автономні ненаселені підводні апарати (АНПА, в англомовній літературі – autonomous underwater vehicles, UUV), ненаселені самохідні прив'язні та буксирувані підводні апарати (ППА, в англомовній літературі – remotely operated vehicles, ROV та towed underwater vehicle, TUV), а також безпілотні літальні апарати (БПЛА, в англомовній літературі – unmanned aerial vehicles, UAV) морського базування чи застосування.

Головними виробниками ЗМР є наступні провідні світові компанії: Lockheed Martin, Teledyne Technologies, Oceaneering International, Oceanserver Technology, Boeing (всі - США); Kongsberg Gruppen (Норвегія); Saab AB (Швеція); Subsea 7 (Люксембург); Шеньянський інститут автоматизації (КНР).

До основних напрямків застосування ЗМР у провідних морських країнах світу відносяться: природоохоронні задачі; задачі промислового будівництва на шельфі; аварійно-рятувальні роботи; задачі з пошуку та видобування сировинних та мінеральних ресурсів; задачі з вивчення Світового океану; підводна археологія.

Мета роботи – формулювання сучасних задач створення й застосування засобів морської робототехніки в інтересах вітчизняних організацій.

Основна частина. Актуальність розробки, створення і впровадження ЗМР в Україні підтверджується низкою міжнародних документів та рішеннями Президента й Уряду України, а саме: проголошенням у 2017 р. Генеральною Асамблеєю ООН Десятиліття наук про океан в інтересах стійкого розвитку (2021-2030 гг.), спрямованого на стимулювання науки про Світовий океан і накопичення знань із метою зупинення тенденції до погіршення стану океанської екосистеми й стимулювання нових можливостей для її збереження та стійкого розвитку [1]; указами Президента України та постановами Уряду України щодо необхідності розвитку роботизованих морських технологій [2]; наявністю у складі МОН України науково-дослідного судна «Ноосфера», призначеного для дослідження Світового океану і, зокрема, Антарктиди [3]; підготовкою в НУК вітчизняних і зарубіжних фахівців за напрямком "Sea Robotics" згідно одному зі стратегічних напрямків розвитку вищої освіти в Україні [4].

Крім того, територіальні води України сьогодні містять значну кількість морської мінної зброї, знешкодження якої необхідно безлюдними (роботизованими) технологіями.

Очевидно, що розвиток вітчизняної морської робототехніки має ґрунтуватись на позитивному досвіді провідних морських країн світу з урахуванням затребуваності у роботизованих технологіях українських підприємств. Тому нижче розглянемо основні тренди розвитку морської робототехніки, які мають місце у країн – світових лідерів.

Безекіпажні надводні судна. Аналіз світового досвіду створення й застосування БНС свідчить, що до переваг такого виду ЗМР відносяться підвищення безпеки судноплавства й зменшення чисельності екіпажу на борту, а також можливість вдосконалення існуючих та створення принципово нових систем керування судами. Очікується, що технології БНС дозволять виключити людський фактор з процесу керування руху.

Крім підвищення рівня безпеки й виключення людського фактору при керуванні, впровадження системи радіокерування доцільно завдяки здешевленню конструкції суден, збільшенню місткості й скороченню операційних витрат на екіпаж.

До головних поточних завдань широкого впровадження БНС у морську практику вітчизняних компаній водного транспорту слід віднести пошук нових архітектурно-конструктивних типів таких суден, розробку й апробацію технологій автоматичного судноводіння та дистанційного керування суднами, а також проблему надійності функціонування виконавчих механізмів, вузлів і систем БНС.

Практичне створення й застосування БНС в Україні необхідно вирішувати у наступних основних напрямках:

- визначення ЦКБ-проєктувальника та заводу-будівельника БНС;
- визначення наукової установи для теоретичного супроводу процесів розробки, будівництва та експлуатації БНС;
- визначення навчального закладу для підготовки фахівців з проектування й експлуатації БНС.

Автономні ненаселені підводні апарати. АНПА широко використовуються для підготовки карт морського дна до створення підводної нафтогазової інфраструктури. Категорії ринку АНПА за ознакою застосування — це оборонні, комерційні, наукові дослідження та інші. До 2030 року найшвидше зростання буде спостерігатися в комерційній категорії, оскільки АНПА широко використовуються для картографування морського дна, глибинних досліджень, будівництва трубопроводів, морського буріння, кабельної прокладки та багатьох інших комерційних цілей.

Особливу актуальність для України, мають розробки АНПА, які призначені для гуманітарного розмінування акваторій – знешкодження морських мін та затонулих боєприпасів. Крім того, актуальною є також розробка прив’язних та буксируваних ненаселених підводних апаратів-роботів як окремого виду ЗМР, ефективних при виконанні особливо складних місій.

Попередній аналіз проблеми створення таких АНПА свідчить, що для їх повномасштабного виробництва в Україні необхідно розв’язати низку наступних наукових завдань:

- удосконалення теорії проектування АНПА на основі використання останніх досягнень у галузях гідродинаміки, матеріалознавства, енергетики, електромеханіки, електроніки, інформатики та проектного менеджменту;
- удосконалення теорії автоматичного керування АНПА на основі сучасних здобутків теорії автоматичного керування та електроніки;
- утворення промислових виробництв для серійного будівництва АНПА;
- організація підготовки фахівців для напрямках проектування, будівництва та експлуатації засобів морської робототехніки.

Безпілотні літальні апарати. Для України актуальним є опанування світового досвіду в застосуванні БЛА для дослідження водного середовища (внутрішніх водойм та морських територіальних вод). Зокрема, перспективним є залучення БЛА для розв’язання завдань

природоохоронного моніторингу водних акваторій, обстеження прибережних зон рекреаційних територій, а також для розв'язку деяких задач оборонного характеру при створення системи захисту держави з морського напрямку. Однак, при проєктування конкурентоспроможних БЛА необхідно враховувати специфіку їх застосування – розробки спеціальних вимірювальних приладів та систем для успішного застосування БЛА у практичній діяльності морських організацій.

Таким чином, для розробки, створення та застосування сучасних ЗМР доцільним є формування наступних додаткових прикладних наукових завдань:

- удосконалення теоретичних основ проєктування ЗМР на основі сучасних досягнень гідромеханіки та теорії корабля, бортової електроенергетики та автоматики;
- створення резидентної робототехніки, тобто створення ЗМР, спроможних виконувати тривалі за часом морські місії;
- розробка відмовостійких вузлів і систем ЗМР, які б передбачали автоматичний чи дистанційно реалізований контроль їх працездатності;
- підготовка кваліфікованого персоналу для створення та експлуатації ЗМР, навчання якого ґрунтувалось би на передових науково-методичних технологіях.

Висновки. Прикладне науково-технічне завдання створення і застосування засобів морської робототехніки належить до актуальних завдань загальнодержавного значення, а його успішний розв'язок можливий у рамках державної програми створення засобів морської робототехніки в інтересах вітчизняних організацій, які ведуть свою виробничу діяльність на морських та річкових акваторіях України.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. ООН оголосила десятиліття наук про океан. https://lb.ua/society/2017/12/06/383994_oon_obyavila_desyatiletie_nauk.html

[2]. Указ Президента України від 20 серпня 2021 року № 372/2021 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 18 червня 2021 року «Про Стратегію розвитку оборонно-промислового комплексу України». https://www.president.gov.ua/documents/3722021-39733

[3]. Криголам "Ноосфера". http://uac.gov.ua/icebreaker-noosphere/

[4]. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021-2030 роки. Міністерство освіти і науки України, 2020. 71 с. https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2020/09/25/rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-02-10-2020.pdf

Modern Problems Of Creation And Application Marine Robotics In The Interests Of Ukraine

Blintsov V. S. Tarchuk A. A.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The main tasks of design, construction and operation of marine robotics are considered. The necessity of creating competitive unmanned surface, underwater and aerial vehicles, which are expedient to use in the performance of underwater missions in the interests of Ukraine, is shown. The need to create autonomous uninhabited underwater vehicles for humanitarian demining of water areas is substantiated.

Keywords: means of marine robotics, theoretical bases of design; humanitarian demining of water areas.

УДК 629.5.01

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СПОЛУЧНИКА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИТНОЇ ЩОГЛИ

Гейко Сергій Петрович[1], к.т.н.,
Копійка Сергій Васильович[2], к.т.н., доцент
Чікал Михайло Андрійович[3], студент.
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова
Україна, Миколаїв;
[1]sergii.kopiika@gmail.com [2]geykosp@gmail.com
[3]chikal.mikhail@gmail.com

Анотація. В роботі за допомогою експерименту обирається сполучник, наповнювач та параметри їх співвідношення для виготовлення щогли з оптимальними характеристиками. Для цього в експерименті брали участь два сполучники (ПЕК404 і VE2MM) і обирається кількість твердника та відстань від УФ випромінювача для отримання оптимальних характеристик виробу.
Ключові слова: наповнювач, щогла, сполучник, ультрафіолетове випромінювання.

Вступна частина. Щогли на судах виконують різноманітні функції: подача візуальних сигналів для інших суден, на щоглах встановлюють різноманітні антени, кріплять флаги, на вітрильних судах до щогли кріпляться вітрила. Зазвичай їх виробляють із традиційних матеріалів: дерева, металів. Але в наш час поширюється тенденція на використання щогл із композиційних матеріалів через їх меншу масу та меншу схильність до низькочастотних вібрацій у порівнянні з аналогами із традиційних матеріалів.

Виробництво щогл для суден із композиційних матеріалів – це доволі трудомісткий процес. Якщо металеві щогли можна зібрати з декількох частин, листів або модулей, то щогли із композиційних матеріалів (далі КМ) необхідно виготовляти суцільною конструкцією (через особливості КМ), що накладає певні технічні труднощі. Вони пов’язані із матеріалом – смолою, що твердне під час виробництва, від параметрів якої залежать механічні властивості виробу.

Оскільки для повного твердіння смоли потрібний певний час (до трьох діб для повного отвердіння), процес виробництва може бути доволі довгим. Зменшити час твердіння можна шляхом підвищення температури. Зазвичай, вироби невеликих розмірів залишають у пічці при певній температурі на кілька годин і цього вистачає. З великогабаритними виробами такий підхід не прийнятний: необхідно, щоб твердіння виробу проходило рівномірно. Таким чином не утвориться місць перенапружень у виробі. Для цього необхідно знайти піч, що задовольняла би розмірам виробу, що може бути доволі дорого або, взагалі, неможливо. Іншим шляхом є використанняє ультрафіолетового випромінювання. Воно дозволяє зменшити час твердіння виробу, при цьому не потрібен пристрій розмірами з виріб.

У сучасних умовах можна легко придбати будь-яку смолу на вибір, але на даний момент існує невелика кількість видів фотополімерних смол [3], що швидко твердіють під час випромінювання. Більшість з них досить чутливо відносяться до ультрафіолетового випромінювання і вони є досить дорогими для виготовлення. Саме тому основна проблема саме у сировині.

Мета роботи. Метою роботи є вибір фотополімерної смоли в першу чергу за технічними характеристиками з більш дешевших аналогів за рахунок підбору УФ-их ламп з необхідною розрахунковою потужністю.

Вдосконалення сировини необхідне через декілька причин: зменшення вартості виробництва через зменшення часу на виготовлення, тобто збільшення кількості виробів за одиницю часу, збільшення варіацій матеріалів, що в свою чергу, впливає на механічні характеристики виробу.

Тому методологічною основою дослідження, є експериментальна робота з різними видами смоли та вплив ультрафіолетового випромінювання різної потужності на неї. А також розробка математичної моделі залежності швидкості полімерізації матриці від потужності випромінювання.

Щоб підвищити ефективність твердіння смоли при виготовленні щогли треба розробити спосіб підбору смоли та потужності випромінювання ультрафіолетових промінів Для цього необхідно провести ряд експериментів та розробити математичну модель, завдяки якій в подальшому можна розраховувати такі перемінні як потужність випромінювання для полімеризації смоли, після того як буде вибрана смола з необхідними властивостями.

Основна частина.

Для виконання роботи був проведений ряд експериментів зі смолами ПЕК 404 та VE2MM [2]. Кількість твердника (МЕК) в початку експерименту для двох видів смол додається в кількості 25% від маси смоли, в подальшому додається твердник в разі необхідності. Джерело ультрафіолетового випромінювання – лампа ДРТ – 1000 [1].

Для проведення пошукового експерименту необхідно було виконати наступні задачі:

- перевірити полімеризування смоли без твердника (засікти час, також заміряти відстань від УФ-лампи та зафіксувати потужність випромінювання);
- в разі незадовільних результатів полімеризації смоли, необхідно додати для початку 25% МЕК від маси смоли;
- потім підвищувати кількість твердника по стехіометрії, до співвідношення 1:1 (еквімолярне співвідношення);
- після цього необхідно повторити експеримент з найгіршими та найкращими результатами, для того щоб перевірити чи буде великий відхил в часі (більше 5%), оскільки лампа ДРТ – 1000 могла працювати гірше через перепад напруги;
- після проведених вище дослідів, необхідно повторно замірити відстань між зразком та віссю ДРТ – 1000, та поділити на 7 рівних частин цю відстань і поступово наближати джерело ультрафіолетового світла (при зменшенні відстані у два рази, потужність випромінювання збільшиться в квадраті від відстані);
- заключним етапом буде проведення розрахункових робіт відносно впливу випромінювання на полімеризацію смоли з певною кількістю твердника, та екстраполяція математичної моделі.

Після проведення першої частини експериментів були отриманні результати, що наведенні результати у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати першої частини експериментальної роботи

Смола	Кількість смоли (мл)	Кількість твердника (МЕК), (мл)	Час твердіння ПВС (с)	Час твердіння ПЕС (с)
ПВС VE 2 MM/ПЭС 404	2	0,02	330	560
ПВС VE 2 MM/ПЭС 404	2	0,04	320	480
ПВС VE 2 MM/ПЭС 404	2	0,08	300	420
ПВС VE 2 MM/ПЭС 404	2	0,2	390	450
ПВС VE 2 MM/ПЭС 404	2	0,24	420	450

Оскільки ПВС марки VE 2 MM, показала найкращі результати, то друга частина експерименту проводилась з нею, додана кількість твердника складала 0,08 мл. Змінювалась експозиція УФ-лампи ДРТ-1000 (потужність 24 Вт, довжина – 180 мм). Результати приведені нижче (таблиця 2):

Таблиця 2. Результати другої частини експерименту

№ досліду	Висота, мм	Бокова площина, мм^2	Інтенсивність опромінення, Вт/мм^2	Час, с
1	260	293904	8,16593E-05	300
2	183	206863,2	0,000116019	170
3	150	169560	0,000141543	150
4	130	146952ія	0,000163319	110
5	116	131126,4	0,00018303	90

З другої частини експерименту отримано залежність часу твердіння смоли від відстані до УФ лампи.

На мій погляд запропонований спосіб вирішення проблеми за допомогою підбору смоли при впливі ультрафіолетового світла, само собою надає змогу пришвидшувати швидкість виготовлення щогли, оскільки для цього треба буде лише збільшити потужність випромінювання. На базі цієї гіпотези, я роблю експериментальне дослідження, та розраховую математичну модель за допомогою екстраполяції даних в програмі Math CAD.

Висновки.

1. Обґрунтовано необхідність підбору характеристик смоли для отримання оптимального вибору параметрів виробу.
2. Сформульовано причини і необхідність використання ультрафіолету для оптимізації швидкості твердіння виробу.
3. Досліджено залежність відстані випромінювача від виробу до часу твердіння матриці.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Лампа ДРТ-1000 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://techlampa.com.ua/ua/p197660034-lampa-drt-1000.html (дата звернення 24.09.2022).
[2] Винилэфирная смола Polimal VE 2 MM TP [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.polypark.ru/catalog/category_resistant/polimal-ve-2mm-tp/polimal-ve2mm-tp-5kg/ (дата звернення 24.09.2022).
[3] УФ – отверждаемые смолы [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://attikarus.ru/2014/03/18/217-uf-otverjdaemie-cmoli/ (дата звернення 24.09.2022).

Optimization Of Matrix Parameters For The Production Of A Composite Mast

Kopiika S., Geyko S., Chikal M.
National University of Shipbuilding named after adm. Makarov

Abstract. In the article, the resin, filler and the parameters of their ratio are selected with the help of an experiment for the manufacture of a mast with optimal characteristics. For this purpose, two binders (PEK404 and VE2MM) took part in the experiment, and the amount of hardener and the distance from the UV emitter are selected to obtain optimal product characteristics.

Key words: filler, mast, resin, ultraviolet radiation.

УДК 629.5.01

СКЛАД ЕПОКСИДНОГО СПОЛУЧНИКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУДНОВОГО ТРАПУ

Соломонюк Наталя Сергіївна[1], к.т.н.,
Юреско Тетяна Анатоліївна[2], к.т.н.,
Васильєва Ангеліна Валеріївна[3], студентка
[3]Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова
[1]Україна, Миколаїв;
[1]natalysolomonuk@gmail.com [2]tyuresko@gmail.com [3]sendler2000@gmail.com

Анотація. В роботі за допомогою експерименту обирається склад сполучника для виготовлення склопластикового трапу з оптимальними характеристиками. Для цього в епоксидному сполучнику комбінується два твердника (ПЕПА і Діамет Х) і його температура твердіння.
Ключові слова: склопластик, трап, епоксидний сполучник.

Вступна частина. Трапи, це будь-якого типу стаціонарні суднові сходи для сполучення між приміщеннями, відсіками, палубами судна, берегом, а також переносні гнучкі сходи з рослинного або синтетичного тросу. В якості матеріалу для трапів загалом використовується алюміній, проте через його схильність до корозії та відносно швидку зношуваність, прийнято рішення замінити його на кращий за механічними властивостями склопластик. На сьогодні найбільш поширені трапи на основі скловолокна та епоксидної смоли. [1]

Мета роботи. Вибрати склад сполучника склопластику для досягнення кращої міцності конструкції і оптимального режиму твердіння у залежності від комбінації кількості і якості обраних твердників.

Основна частина. При виборі смоли висувається ряд вимог; як на стадії виготовлення, так і при експлуатації. Найчастіше для трапів використовуються епоксидні смоли. Оскільки вона має високі показники тепло- та електроізоляційних властивостей; високу хімічну стійкість; високі механічні характеристики та високу водостійкість. Для епоксидних смол найчастіше використовуються наступні твердники.

Аліфатичні аміни для холодного твердіння смол при кімнатній температурі. Отримані полімери універсальні, мають високі фізико-механічні показники і високу адгезію до заповнювача. Для повного затвердіння смоли потрібна мала кількість твердника. До них відносяться діетілентриамін, триетілентриамін, поліетиленполіамін.

Ароматичні аміни для гарячого твердіння. Вони забезпечують високу міцність, теплостійкість, хімічну і вологостійкість одержуваних полімерів та високу адгезію до різних конструкційних матеріалів (м-фенілендіамин, діамінодіфенілметан, діамет Х)

Для склопластикових трапів використовуються як твердники поліетиленполіамін (ПЕПА), в кількості до 14 ваг.частин при кімнатній температурі, або частіше – діамет Х в кількості до 31 ваг.частин при $T_{тв.} = 105°C$

Визначення часу гельутворення та твердіння полімерного сполучника проводиться за методом крутильного маятнику. Метод заснований на визначенні відносної зміни в'язко-пружних властивостей нитки (динамічний модуль пружності, механічні втрати), що просочена олігомерною композицією, в процесі її ізотермічного затвердження. При кімнатній температурі установка розташовувалась в приміщенні лабораторії, при підвищених температурах – в печі. За цими показниками встановлюється час гельутворення та твердіння композиції за зміною відносної жорсткості нитки (ΔG) в залежності від тривалості існування композиції.

$$\Delta G = {}^{1}\!/_{T^2} \quad (1)$$

де T –середній період коливання маятнику.

Виконання експерименту за методом крутильного маятнику має наступні етапи [2]**:**

1. Від бобіни зі склониткою (або вугленіткою) відрізається нитка не коротше 320 мм та кріпиться на крутильному маятнику. Довжина нитки повинна бути не менше 150 мм.
2. Нитка просочується композицією смола + твердник.
3. Через визначений період часу нитка відхиляється від положення рівноваги приблизно на 90°, і за допомогою секундоміру вираховується час 5 коливань.

Експеримент проводиться за планом-матрицею методу латинських квадратів [3]. Функціями відклику є час гельутворення, твердіння та міцність на стискання затверділого епоксидного сполучника.

В даному випадку якісними факторами є вибір поєднання твердників діамет-Х та ПЕПА для епоксидної смоли та температура твердіння. В стандартній композиції використовується. Час гель утворення діамет-Х становить близько 1 години при Т = 103 – 105°С, тому потрібно його прискорити, для того, щоб композиція не розпливалась. Тому додається твердник холодного типу ПЕПА, оскільки він прискорюється при підвищенні температури. Додатковим фактором твердіння є температура. Тобто експеримент є трифакторним.

План-матриця для визначення часу гельутворення, твердіння та міцності на стискання для епоксидного сполучника трифакторного експерименту методом латинських квадратів представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 – План-матриця експерименту

Діамет Х, ваг.част / **ПЕПА, ваг.частин**	b_1**=0**	b_2**=15**	b_3**=31**
a_1**=0**	T_1=20°С	T_2=85°С	T_3=120°С
a_2**=7**	T_2=85°С	T_3=120°С	T_1=20°С
a_3**=14**	T_3=120°С	T_1=20°С	T_2=85°С

Після виконання дослідів при різних температурах і для різних складів сполучника розраховується період коливань та відносна жорсткість нитки ΔG за формулою (1) і результати також вносяться в таблицю після виключення грубих помилок у паралельних дослідах та осереднення результатів за методикою [4].

Будуються графіки залежності відносної жорсткості від часу існування композиції $\Delta G(\lg t)$ і апроксимуються логістичним розподілом. Час твердіння композиції визначається за графіком (це точка переходу лінії логістичного розподілу в горизонтальну лінію $\Delta G_{\max}$).

Умовна жорсткість при часі гельутворення композиції є другою похідною від функції логістичного розподілу за умови, що функція дорівнює 0.

Визначається середнє значення часу гельутворення та часу твердіння результати записуються в таблицю.

В даних точках експерименту знайдено також міцність на стискання відповідної композиції. Для кожної частини експерименту проведено статистичну обробку і визначена значимість всіх трьох факторів для кожної функції відклику. Всі фактори для всіх функцій визначено як значимі.

Найбільш вдалі результати експерименту представлені у таблиці 2 і обрано оптимальні режими твердіння.

Таблиця 2 – Результати дослідження композиції епоксидного сполучника

№ досліду	Твердник, ваг.частин		Температура твердіння, T °С	Час гельутворення $t_г$, хв	Час твердіння $t_{тв}$, хв	Міцність на стискання σ, МПа
	ПЕПА	Діамет Х				
2	7	15	120	2,4	14,5	140
3	14	31	85	2,5	9,7	138
4	7	31	25	47	220	125

Склади 2 і 3 дають найбільшу міцність, але дуже короткий час гельутворення (впливає підвищена температура), тобто при кімнатній температурі є можливість виконувати всі технологічні операції з матеріалом. В 4 складі міцність на стискання менше приблизно на 10 %, але час гельутворення дозволяє виконати всі технологічні операції і не використовувати гаряче твердіння.

Висновки.

1. Обґрунтовані фактори впливу (час гельутворення, твердіння та температура твердіння) та вибір плану-матриці методом латинських квадратів для експериментального дослідження складу сполучника для корабельного трапу.
2. Досліджені процеси гельутворення, твердіння в сполучнику та його міцність на стискання в залежності від твердників та температури твердіння. Потрібне короткотривале підвищення температури для виготовлення якісних трапів, тому що міцність матеріалу вища і час твердіння скорочується.
3. Підібрано декілька складів епоксидного сполучника для склопластику з комбінацією твердників: При таких умовах отримується вища міцність сполучника (125 – 140 МПа).

ЛІТЕРАТУРА

[1] *Судовые трапы и сходни* - https://mirmarine.net/sudovoditel/dlya-matrosa/1162-sudovye-trapy-i-skhodni

[2] *Практикум по полимерному материаловедению.* Под. ред.. П.Г. Бабаевского. М.: Химия,1985 – 256 с/

[3] J.H. van Lint, R.M. Wilson: A Course in Combinatorics. Cambridge University Press 1992,ISBN 0-521-42260-4

[4] Степнов М.Н. (1985). *Статистические методы обработки результатов механических испытаний. Справочник*. М.: Машиностроение.

Composition Of The Epoxy Coupler For Manufacturing Ship Ladder

Solomoniuk N., Yuresko T., Vasylieva A.
National University of Shipbuilding named after adm. Makarov

Abstract. In the work, the composition of the binder for the glass reinforced plastic ladder is selected with the help of an experiment. For this purpose, two hardeners (PEPA and Diamet X) are selected in the epoxy binder at the optimal hardening temperature.

Key words: glass reinforced plastic, ship stairs, epoxy binder.

УДК 629.5.015.4

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ МАКСИМАЛЬНИХ ДОТИЧНИХ НАПРУЖЕНЬ В ПЛАСТИНЧАТИХ ЕЛЕМЕНТАХ СУДНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Дядюра Є. Ю., завідуючий лабораторією[1], **Коростильов Л. І.,** д.т.н., професор[2]
кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
[1] yevgen.diadiura@nuos.edu.ua, [2] leontyy.korostilyov@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто питання характеру розподілу максимальних дотичних напружень в пластинчатих елементах суднових конструкцій. Виконані дослідження з використанням поляризаційно-оптичного методу на плоских моделях з оптично активного матеріалу з моделюванням умов навантаження. Отримано якісну картину розподілу напружень з зазначенням місць максимальних дотичних напружень.
Ключові слова: виріз; дотичні напруження; картина полос; пластинчаті елементи; поляризаційно-оптичний метод.

Вступна частина. В попередніх публікаціях [1;2] вказувалось на суттєву нерівномірність розподілу дотичних напружень τ по висоті при згинанні в балках-стінках суднових конструкцій з метою урахування точності визначення кінематичних параметрів. Така нерівномірність в першу чергу спричиняється наявністю вирізів, які влаштовуються в суднових конструкціях для їх полегшення або з технологічних вимог. Підтвердження такої нерівномірності було обґрунтовано експериментальними випробуваннями на моделях із оптично-активного матеріалу з використанням поляризаційно-проекційної установки (ППУ-7).

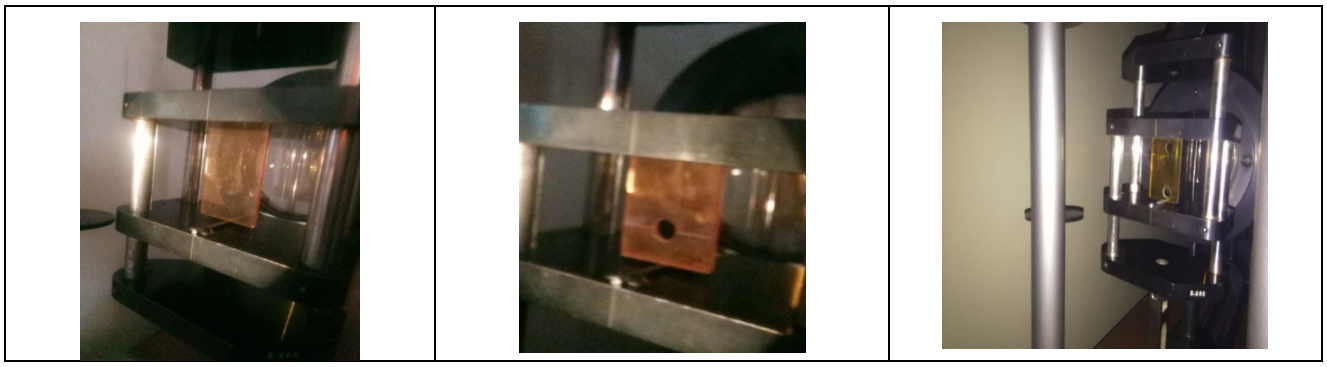
Ціль роботи. Експериментально дослідити характер розподілу максимальних дотичних напружень в пластинчатих елементах суднових конструкцій з використанням поляризаційно-оптичного методу на моделях в залежності від наявності вирізів та з моделюванням умов навантаження.

Основна частина. Відомо, що при плоскому напруженому стані пластинчатих елементів максимальні дотичні напруження τ_{max} зв'язні з величинами різниці головних напружень σ_1 і σ_2 та визначаються за формулою

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$$

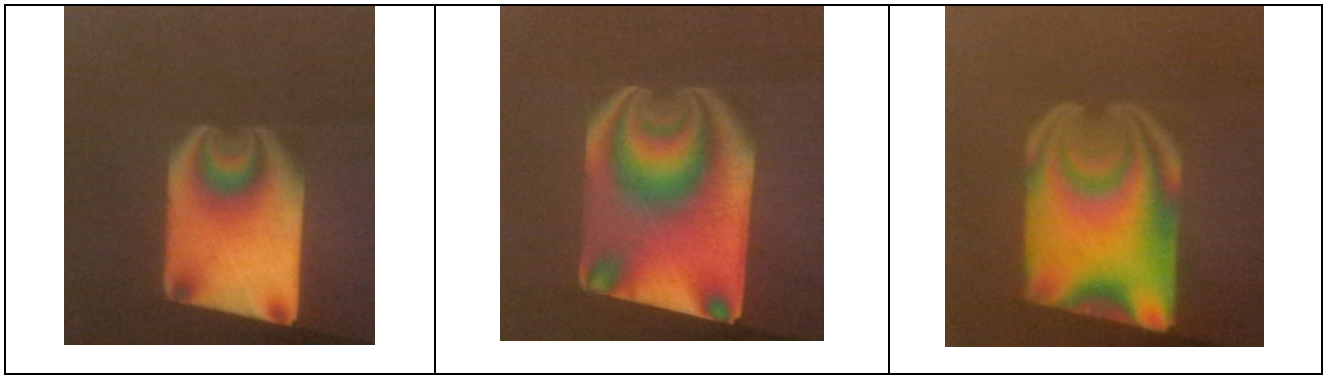
У випадку використання білого світла положення таких точок на тілі пластинчатого елемента в інтерференційній картині полос визначається зеленим кольором. При цьому, поява повторних зелених полос вказує на подвійне зростання величин максимальних дотичних напружень τ_{max} [3, с. 166]. Досліджування виконувались на трьох моделях пластин (рис. 1), вироблених із оптично-активного матеріалу на основі епоксидної смоли.

Перша модель (рис. 1, а) є пластиною без вирізу з лінійними розмірами 60х40 мм. Друга модель (рис. 1, б) є пластиною з вирізом, зміщеним к краю меншої кромки вздовж центральної вісі діаметром 9 мм., та з лінійними розмірами 43х36 мм. Третя модель (рис. 1, в) є пластиною з двома вирізами, симетрично зміщеними відносно центральної вісі к краям менших кромок діаметром 9 мм., та з лінійними розмірами 55х37 мм. Моделі мають товщину 3 мм. Умови закріплення при характерному типі навантаження відносно коротких кромок пластини – шарнірне обпирання по всієї кромки та зосереджена сила по центру. За допомогою навантажувального пристрою (рис. 1) забезпечується рівномірний тиск для здійснення трьох (I, II, III) умовних ступенів навантаження.



а *б* *в*

Рисунок 1 – Моделі пластин: *а* – пластина без вирізу; *б* – пластина з вирізом; *в* – пластина з двома вирізами



а *б* *в*

Рисунок 2 – Картина полос моделі без вирізу: *а* – I ступень навантаження; *б* – II ступень навантаження; *в* – III ступень навантаження

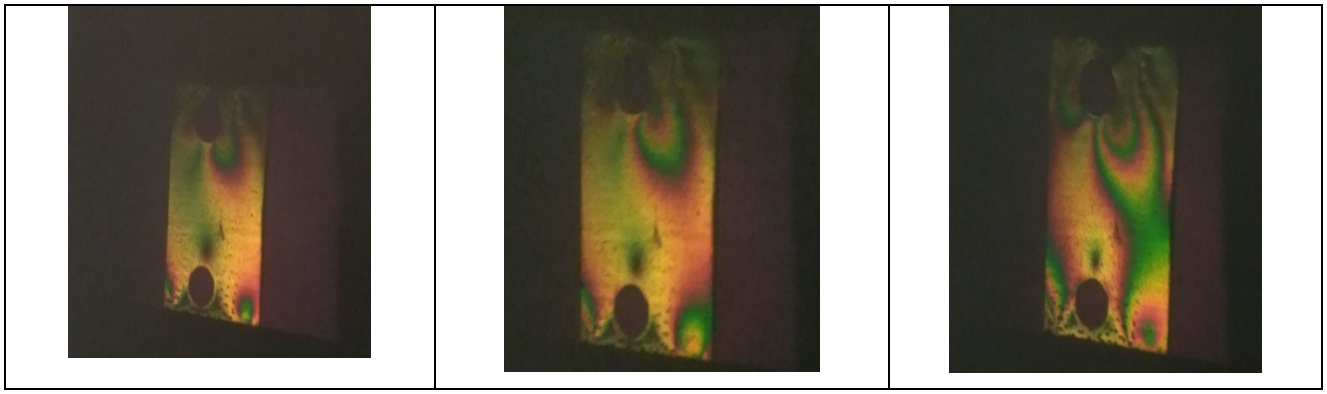
На (рис. 2) представлена отримана картина полос для моделі пластини без вирізу (рис. 1, а). Зосереджена сила по центру створює виникнення напружень, величина яких зростає в залежності від ступеню навантаження, поява зеленого кольору втрете (рис. 2, в) означає, що різниця головних напружень σ_1 і σ_2, а відповідно і максимальні дотичні напруження τ_{max} втричі більше за їх значення при першої появі цього кольору. Зазначимо, що картина полос демонструє рівномірний розподіл напружень від точці прикладання сили і далі по тілу моделі.

а *б* *в*

Рисунок 3 – Картина полос моделі з вирізом: *а* – I ступень навантаження; *б* – II ступень навантаження; *в* – III ступень навантаження

Представлена на (рис. 3) картина полос для моделі з вирізом (рис. 1, б) демонструє зміну характеру розподілу напружень. Наявність вирізу змінює представлену на (рис. 2) картину

полос, напруження розподіляються відносно кромки вирізу де вдруге виникає поява зеленого кольору (рис. 3, в).



а *б* *в*

Рисунок 4 – Картина полос моделі з двома вирізами: *а* – I ступень навантаження; *б* – II ступень навантаження; *в* – III ступень навантаження

На (рис. 4) картина полос для моделі з двома вирізами (рис. 1, в) демонструє відмінність характеру розподілу напружень в залежності від умов закріплення при характерному типі навантаження. Так, з боку прикладання зосередженої сили спостерігається вже відома концентрація полос навколо кромок вирізу (рис. 4, в). В цьому випадку в точці біля кромки вирізу полоса зеленого кольору виникає втрете. Водночас, з боку шарнірного обпирання у другого вирізу інтерференційна картина полос не така розвинута, біля кромок вирізу отримала розвиток лише перша полоса зеленого кольору.

Висновки. Виконаним аналізом характеру розподілу максимальних дотичних напружень експериментально підтверджується їх суттєва нерівномірність за наявності вирізів з різним положенням розташування в пластинчатих елементах суднових конструкцій, що необхідно обов'язково враховувати при визначенні кінематичних параметрів від зсуву. Вочевидь, ця нерівномірність буде також мати місце і за наявності підкріплень вирізів у вигляді пояска комінгса або ребер жорсткості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коростильов, Л.І., Дядюра, Є.Ю. *Особливості врахування впливу деформацій зсуву на кінематичні параметри згинання балок суднових конструкцій*. Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2019, 129-132.
2. Коростильов, Л.І., Дядюра, Є.Ю., Литвиненко Д.Ю. *Про особливості розподілу дотичних напружень по висоті стінки балки з вирізом при її згинанні.* Матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2021
3. Фрохт, М.М. *ФОТОУПРУГОСТЬ*, *Том1*. Л., Полиграфкнига, 1948-432с.

Features of distribution of maximum shear stresses in the web plate elements of ship structures

Diadiura Yevhen, head of laboratory, Korostylov Leontii, d-r of tech. sc., prof., Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

The problem of estimation features of distribution maximum shear stresses in the web plate elements of ship structures is considered. Conducted studies using the polarization-optical method on flat models of optically active material with simulation of load conditions. A high-quality picture of the stress distribution with the location of the maximum shear stresses was obtained.

Keywords: lightening hole; shear stresses; picture of stripes; web plate elements; polarization-optical method.

Секція 2. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ, ЯК СКЛАДОВА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОБОРОНОЗДАТНОСТІ УКРАЇНИ

УДК 67.017:621.785

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕФОРМОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПІДВИЩЕНИМИ ФІЗИКО–МЕХАНІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Дубовий О. М.
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри матеріалознавства і технології металів
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
oleksandr.dubovyj@nuos.edu.ua
Макруха Т. О.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри прикладної механіки та інформаційних технологій,
Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті,
м. Кропивницький, Україна,
tmakruha@gmail.com

Анотація: У роботі показано, що підвищення фізико–механічних властивостей матеріалів, зокрема збільшення твердості та зменшення теплопровідності, можливо здійснити за допомогою передрекристалізаційної термічної обробки за рахунок здрібнення полігонізаційної субструктури до наномасштабного розміру. Доведена можливість термічної стабілізації полігонізаційної субструктури сталей комбінованим деформуванням, що забезпечує практичне застосування передрекристалізаційної термічної обробки для регулюючих пружин мембранних клапанів трубопроводів зі сталі 70.

Ключові слова: передрекристалізаційна термічна обробка; фізико–механічні властивості сталей, термічна стабілізація, полігонізаційна субструктура.

В останні десятиріччя якість прокатних і кованих виробів підвищували переважно шляхом формуванням полігонізаційної субструктури сталей. Але сам процес відпалу при температурі близької до температури первинної рекристалізації з витримкою протягом 30 хвилин і більше унеможливлює отримання наномасштабної субструктури, яка забезпечує підвищення фізико–механічних властивостей.

Отримання наномасштабної структури забезпечує підвищення фізико-механічних властивостей металів та сплавів за умови фіксування моменту появи найбільшої кількості центрів первинної рекристалізації, розмір яких буде найменшим. Цей ефект досягається, якщо швидкість формування таких центрів буде значно перевищувати швидкість їх росту. Реалізувати це можливо при припиненні процесу первинної рекристалізації в момент досягнення зародками розмірів, які забезпечують проявлення наномасштабного ефекту, шляхом достатньо швидкого охолодження деформованого металу чи сплаву до температури навколишнього середовища. Швидкість охолодження складає не менше 5 ºС/с [1, с. 2] для уникнення подальшого росту зерен (субзерен). Дуже важливо, щоб час витримки складав не більше 0,5…10 хв, так як саме в цей період нагрівання і відбувається формування нових центрів первинної рекристалізації.

Запропонований спосіб передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО) забезпечує формування здрібненої субструктури та підвищення фізико-механічних властивостей металів і сплавів.

Мета роботи: експериментальне встановлення можливості застосування деформованих матеріалів зі здрібненою (наномасштабною) субструктурою у промисловості.

Результати впливу ПТО на твердість нікелю, технічно чистого заліза, сталей У8; 30ХГСА, бронзи БрАМц9-2 [1, с. 3-5] показали підвищення твердості (HV_5) у межах 20…90% за рахунок здрібнення субструктури, а саме областей когерентного розсіювання рентгенівських проектів (ОКР), який ототожнюють з розміром субзерна. За допомогою ПТО можна підвищити твердість на 70% та зменшити коефіцієнт теплопровідності на 30% напилених покриттів плазмовим методом із порошкового нікелю [2, с. 2].

В роботі [3, с. 52] експериментально підтверджено можливість підвищення фізико–механічних властивостей градієнтних плазмових порошкових теплозахисних покриттів з ZrO_2–7%Y_2O_3 передрекристалізаційною термічною обробкою. Визначено оптимальний режим ПТО покриття з ZrO_2–7%Y_2O_3, який полягає у нагріванні до температури 1300 ºС, витримці протягом 15 хв та охолодженні на повітрі, забезпечує підвищення твердості на 13% та зниження теплопровідності керамічного шару на 15% у порівнянні зі станом після напилення за рахунок субструктурних змін.

Результати дослідження властивостей та розміру ОКР сталей 20; 20Х13 (табл.1) показали, що суттєве поліпшення фізико–механічних властивостей деформованих сталей відбувається після ПТО завдяки здрібненню субструктури до наномасштабного діапазону (зменшення розмірів ОКР). Однак при збільшенні витримки до 60 хв ці дані показники падають, що унеможливлює використання цього способу для габаритних деталей. Це спонукало до дослідження можливостей підвищення термічної стійкості полігонізаційної субструктури

Встановлено [4, с. 10], що комбінована деформація стискуванням, яка полягає у попередній холодній динамічній деформації на 30% та наступній статичній деформації на 30%, підвищує термічну стабільність полігонізаційної субструктури. Така обробка сприяє утворенню середньокутових субграниць. Очевидно що додаткова деформація збільшує кількість структурних недосконалостей у вигляді дислокаційних перехрещень. Це утруднює рух дислокацій і підвищує термічну стійкість субструктури. У табл. 2 наведені механічні властивості сталей залежно від виду обробки.

Табл. 1. Значення фізико-механічних властивостей та розміру областей когерентного розсіювання сталей залежно від виду обробки

Марка сталі	Сталь 20			Сталь 20Х13		
	Відпал	Деформація 60 %	Деформація 60 %, ПТО 1,5 хв	Відпал	Деформація 60 %	Деформація 60 %, ПТО 2 хв
$\sigma_в$, МПа	360	624	784	833	1162	1300
δ,%	16	3	4	6	1	2
Ψ,%	57	9	15	43	18	26
$\delta_{ср.}$, %	2,5	4,1	5,7	2,2	3,2	4,9
λ, Вт/(м•К)	51	31	16	26	23	19
$\rho\times10^{-7}$, Ом·м	1,91	2,9	3,68	5,14	7,47	8,14
ОКР, нм	338	139	87	421	123	94

Табл. 2. Значення механічних властивостей сталей залежно від виду обробки

Сталь	Вид обробки	HV_5, ГПа	$\sigma_в$, ГПа	$\sigma_у$, ГПа	δ, %	ψ,%	E, ГПа
Ст3	Комбінована деформація	1,8	0,3	0,29	1,0	74	198
	Комбінована деформація, ПТО 2 хв	2,3	0,6	0,34	5,3	75	200
	Комбінована деформація, ПТО 60 хв	2,0	0,4	0,28	7,5	59	157
Х12	Комбінована деформація	3,6	1,0	1,01	3,3	37	132
	Комбінована деформація, ПТО 2 хв	4,2	1,6	1,78	2,3	41	844
	Комбінована деформація, ПТО 60 хв	3,9	1,4	1,1	2,6	33	837

З наведених даних у табл. 2 видно, що твердість та тимчасовий опір руйнування після ПТО протягом 2 хв збільшується відносно комбінованого деформованого стану, однак ці показники при витримці 60 хв дещо падають, але залишаються вищими, ніж після деформації, що надає можливість використовувати цей спосіб деформування та термічної обробки у промислових умовах.

Можливості комбінованого деформування визначили на сталі 70, яка застосовується для виготовлення пружин та ресор. Порівнювали значення твердості (HRC) після традиційної термообробки (гартування з відпуском) і комбінованого деформування з наступною ПТО протягом 60 хв. при температурі 500 ºС. Встановлено, що твердість сталі 70 після комбінованого деформування вища, ніж після традиційної обробки, що дозволяє використовувати запропоновану обробку для виготовлення пружин та ресор із сталі 70. Результати дослідження впроваджені на підприємстві ТОВ «САКЕНА».

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що передрекристалізаційна термічна обробка забезпечує високі показники фізико–механічних властивостей деформованих металів і сплавів за рахунок здрібнення субструктури до наномасштабного розміру, твердість підвищується до 90% незалежно від типу матеріалів.

2. Досліджено можливість поліпшення фізико-механічних властивостей металевих та керамічних покриттів за допомогою ПТО, в результаті якої твердість підвищується до 73%, а коефіцієнт теплопровідності знижується до 33%.

3. Встановлено, що стабілізація полігонізаційної субструктури при температурі початку первинної рекристалізації протягом 60 хв забезпечується комбінуванням одновісних деформацій стискуванням на 60% (динамічної на 30% та статичної на 30%), що надає можливість підвищити твердість сталі 70 на 30% та впровадити цю обробку у виробництво.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Пат. 95378 Україна, МПК (2011.01) C21D 8/00. Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів / О. М. Дубовий, Т. А. Янковець, Н. Ю. Лебедєва, Ю. О. Казимиренко, О. О. Жданов, М. М. Бобров: заявник і патентовласник Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № 95378; заявл. 01.03.2010; опубл. 25.07.2011, бюл. № 14.

[2] Пат. 88755 Україна, МПК (2006.01) C23C 4/18. Спосіб нанесення покриттів / О. М. Дубовий, Т. А. Янковець, А. А. Карпеченко: заявник і патентовласник Національний

університет кораблебудування ім. адм. Макарова. – № 88755; заявл. 23.03.2009; опубл. 10.11.2009, бюл. № 21.
[3] Дубовий О. М. Дослідження можливості підвищення фізико-механічних властивостей плазмових порошкових теплозахисних покриттів з ZrO2–7%Y2O3 передрекристалізаційною термічною обробкою / О. М. Дубовий, С. І. Шкурат, А. А. Карпеченко, М. М. Бобров, Є. Ю. Неделько // ВІСНИК НТУ "ХПІ" № 7 (1229). – 2017. С. 49–54. ISSN 2079-5459 (print), ISSN 2413-4295 (online). URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/29425
[4] Макруха Т. О. Підвищення фізико-механічних властивостей сталей формуванням полігонізаційних наномасштабних субзерен: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук.: спец. 05.02.01 – Матеріалознавство / Макруха Тетяна Олександрівна. – Херсон, 2020. – 242 с.

Prospects for the Application of Deformed Materials with Increased Physical and Mechanical Properties

Aleksandr M. Dubovoy, Tetiana O. Makruha
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Robert Elvorti Economics and Technology Institute

Abstract: The paper shows that increasing the physical and mechanical properties of materials, in particular increasing the hardness and decreasing the thermal conductivity, can be achieved with the help of pre-recrystallization heat treatment due to the grinding of the polygonal substructure to the nanoscale size. The possibility of thermal stabilization of the polygonal substructure of steels by combined deformation has been proven, which ensures the practical application of pre-recrystallization heat treatment for the regulating springs of membrane valves of pipelines made of steel 70 (2CS67).

Keywords: pre-recrystallization heat treatment; physical and mechanical properties of steels, thermal stabilization, polygonization substructure.`

УДК 621.791.037/011

LABORATORY COMPLEX UPE-500 FOR DETERMINING WELDING AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COATED ELECTRODES

Olexander Kostin[1], Yurii Yaros[2], Volodymyr Martynenko[3]
[1]Welding Department
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolayiv, Ukraine
kostin.weld@gmail.com
[2]Chief Engineer
"AMITI" LLC
Mykolayiv, Ukraine
yaros.amity.mk.ua@gmail.com
[3]Department of Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics
Mykolayiv National Agrarian University
Mykolayiv, Ukraine
martynenko@mnau.edu.ua

Abstract: The article presents the methodology of a quantitative assessment of welding and technological characteristics of covered electrodes using UPE-500 complex, which provides high stability of the process of control welding in all spatial positions in automatic mode. The complex is equipped with the PicoScope 4444 measuring system with PicoScope 6 software that traces and

statistically processes with high-reliability parameters of stability of welding process, which allows controlling in real-time mode the quality of production of commercial batches of electrodes.
Keywords: assessment methodology, automatic mode, covered electrode, stability of welding process.

The stability of arc burning during manual metal arc welding with covered electrodes has a decisive role in the quality of welding. In this regard, manufacturers of welding materials make considerable efforts to improve this characteristic and control it in the process of manufacturing of covered electrodes. Scientific research and industrial company "AMITI" LLC (Mykolaiv), on the request of PrJSC "PlasmaTek" (Vinnytsia) has designed and manufactured a laboratory complex UPE-500 (TU U 27.9-20864642-003:2021) that enables the manufacturer to monitor product quality by quantitative indicators in online regime [1]. The Bi-Auto principle of operation is embedded in the algorithm of the complex, which provides for automatic fixation, processing and recording of received data with simultaneous stabilization of welding modes that is also performed in automatic mode. The complex performs fixation of electrical parameters of arc burning, as well as of their statistical characteristics, using the PicoScope 4444 measuring system and PicoScope 6 software.

Automatic welding with covered electrodes in manual metal arc welding modes has its own specific characteristics, which were taken into account by the developers when designing the UPE-500 complex. For instance, the automatic stabilization of the arc voltage is complicated by low current density (minimum about 10A/mm^2). In this case, ensuring a positive coefficient of static stability of the power system “power source - arc – product” definitely requires the use of power sources with a steeply falling characteristic [2], and the stabilization of the arc voltage is ensured by changing the length of the arc, that is, the speed of feeding the electrode material [3]. Similar systems for changing the feed rate are known as automatic arc voltage control (AAVC) systems with negative feedback on the arc voltage. Such systems are successfully used for automatic submerged arc welding under a layer of flux, which differs from manual metal arc welding by higher current density (minimum approx. 80A/mm^2) and process stability. A comparison of existing AAVC systems showed that their use at a current density of less than 50A/mm^2 is limited by the high (approx. 30ms) electromechanical constant of the electrode material supply complex mechanism [4]. In this regard, in order to reduce the electromechanical constant of the covered electrode feeding mechanism, the UPE-500 complex uses a system with a stepper motor and a ball-screw transmission, which makes it possible to reduce the electromechanical constant to the level of ≈ 1ms. The reduction of the electromechanical constant, combined with the use of a suitable mathematical apparatus and a controller possessing necessary speed of response, makes it possible to use a proportional-integral-differential (PID) control system to stabilize the arc voltage. As a result, the known equation of the law of change in the rate of supply of the electrode material [4]:

$$Vr = Kcon\ (Ua - Us), \quad (1)$$

converts to:

$$\mathbf{Vr} = \mathbf{Kconp}\ (\mathbf{Ua} - \mathbf{Us}) + \mathbf{Kconi} \times \int_0^t (\mathbf{Ua} - \mathbf{Us})\mathbf{dt} + \mathbf{K\,cond}(\mathbf{Ua} - \mathbf{Us})/\mathbf{dtVr} = \mathbf{Kconp}\ (\mathbf{Ua} - \mathbf{Us}) + \mathbf{Kconi} \int_0^t (\mathbf{Ua} - \mathbf{Us})\mathbf{dt} + \mathbf{Kcond}(\mathbf{Ua} - \mathbf{Us})/\mathbf{dtVr} = \mathbf{К conp}\ (\mathbf{Ua} - \mathbf{Us}) + \mathbf{Кconi} * \int_0^t (\mathbf{Ua} - \mathbf{Us})\mathbf{dt} + \mathbf{Кcond} * (\mathbf{Ua} - \mathbf{Us})/\mathbf{dt}, \quad (2)$$

where Vr is the feed rate; Ua, Us are actual and specified arc voltage; Kconp, Kconi, Kcond are proportional, integral and differential control coefficients accordingly. Overall, the use of a more advanced AAVC system in the UPE-500 complex allows to stabilize the arc voltage at the minimum current density, which is typical for manual arc welding.

The complex allows to carry out welding with the use of various power supplies, both of direct and alternating current. It is strictly forbidden to use welding power supplies with oscillators, stabilizers, or other pulsed high-voltage devices to stabilize the arc. The complex consists of three

parts: the control panel with port for connection of the personal computer, the unit of measurement and switching, with a possibility of connection of the oscilloscope, and the manipulator. The appearance of the manipulator is shown in Fig. 1.

The manipulator imitates in automatic mode the moves characteristic to the welder's movement of the welding tool across and along the joint and the electrode feed during welding with a covered electrode. At the same time, the function of dynamic regulation of the feed rate with the feedback stabilizes the arc voltage, which in its turn fixes the length of the arc with high accuracy. The complex also provides digital recording of parameters and video recording of the welding process. In addition, the complex is connected to the central server of the enterprise, which allows controlling the quality of electrode production online. All the information obtained is archived, which makes it possible to have a database for further statistical analysis in order to determine the optimal ways to improve electrode production.

Fig. 1. Exterior appearance of the manipulator.

To ensure high-quality test welding using the UPE-500 complex, welding process specifications (WPS) have been developed for butt-welded and corner joints, as well as for surfacing in all spatial positions. Specifications of welding processes are prepared in accordance with the requirements of the standard DSTU ISO 15609-1: 2019. Welding and surfacing technologies are certified in accordance with the requirements of DSTU EN ISO 15614-1: 2019 and DSTU EN ISO 15614-7: 2019. The characteristic outer appearance of joints welded using the UPE-500 complex is shown in Fig. 2.

The capabilities of the complex allow to quantify the melting stability of electrodes that are mass-produced and to automatically compare the obtained data with the reference standards, which allows to ensure the desired quality of electrode production. In addition, the laboratory complex can be used to assess the effective range of parameters of the welding mode of specific brands of electrodes, arc elasticity (recommended range of arc length during welding), the impact of covering components and their condition on the melting stability of electrodes, as well as for testing new brands of electrodes to launch their mass production, resolving customer complaints questioning the quality of electrodes, and solving a lot of other matters accompanying modern electrode production. This principle of operation allows obtaining authentic characteristics of the melting stability of the electrodes, without subjective intervention of the operator.

a) b)

Fig. 2. Outer appearance of butt weld (a) and fillet weld (b) joints in welding positions: a) - overhead; b) – horizontal-overhead.

CONCLUSION

The UPE-500 laboratory complex performs welding in all spatial positions in automatic mode with simultaneous stabilization of the process and carries out automatic fixation, processing and recording of the received data, which allows to quantitatively evaluate the welding and technological characteristics of covered electrodes without the subjective intervention of the operator.

REFERENCES

[1] O. M. Kostin, O. O. Yaros, Y. O. Yaros and O. V. Savenko, "Complex UPE-500 for determining welding and technological characteristics of coated electrodes," *The Paton Welding Journal,* no. 8, pp. 33-37, 2021.

[2] Y. Vereshchaho and V. Kostiuchenko, "Analysis of the stability of the electrical power supply system of the welding electric and plasma arc," *Electrical Engineering and Power Engineering,* no. 3, pp. 34–41, 2019.

[3] Saleem Hashmi, Gilmar Ferreira Batalha, C. J. Van Tyne and B. S. Yilbas, Comprehensive materials processing. Vol. 6: *Manual Metal Arc Welding and Gas Metal Arc Welding*. Oxford; Walltham, MA: Elsevier, p. 49-76, 2014.

[4] V. A. Lebedev and Yu. A. Yaros, "Comparative analysis of automatic control systems in automatic submerged arc welding," *Mechatronics, automation, control*, no. 16(6), pp.409-414, 2015.

УДК 621.762

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОГО СПІКАННЯ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ Ti-Al ПОРОШКОВОГО МАТЕРІАЛУ

Лебедєва Н.Ю*., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри матеріалознавства і технології металів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, nataliia.lebedieva@nuos.edu.ua*

Казимиренко Ю. О*., доктор технічних наук, доцент, професор кафедри матеріалознавства і технології металів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, yuliia.kazymyrenko@nuos.edu.ua*

Анотація. В роботі проаналізовано технології твердофазного та електроімпульсного спікання на структуру і властивості порошкового матеріалу Ti-Al. Для досліджень застосовано методи комп'ютерної металографії, рентгеноструктурного аналізу, методику визначення теплопровідності.

Ключові слова: порошкові матеріали, спікання, металографічні дослідження, рентгеноструктурний аналіз, теплопровідність

Порошкова металургія є одним із сучасних технологічних методів отримання виробів з заданими фізико-механічними властивостями. Порошкова металургія є одним із сучасних

технологічних методів отримання виробів з заданими фізико-механічними властивостями. Жароміцні матеріали широко застосовуються для виготовлення деталей в машинобудуванні, авіабудуванні, автобудування, ракетобудуванні, атомних пристроях. Експлуатація при підвищених температурах може призводити до деформування деталі і знеміцнення матеріалу. Тому актуальною задачею сучасного матеріалознавства є не тільки створення нових жароміцних матеріалів, але і пошук нових технологій виготовлення таких матеріалів.

Метою роботи є дослідження впливу технології виготовлення спікання титан-алюмінієвих порошків на структуру і властивості компактного матеріалу.

При спіканні багатокомпонентних систем в твердій фазі важко отримати вироби з високою щільністю за порівняно короткі витримки. У багатьох випадках спікання проводять в умовах, коли більше легкоплавкий компонент, що входить до складу шихти, утворює при температурі спікання рідку фазу. Це призводить у більшості випадків до активації усадки і забезпечує одержання виробів з малою пористістю і високими властивостями [1].

Методи спікання порошкових матеріалів з використанням електричного струму мають спільні риси зі звичайним та активованим спіканням, гарячим пресуванням, а на рівні елементарних процесів – з мікроелектрозварюванням. Тим не менш, даний вид консолідації порошкових і дисперсних матеріалів має чимало особливостей, що виділяють його в самостійний науково-технічний напрям порошкової металургії. Вплив імпульсів електричного струму на металеві порошки та інші дисперсні матеріали породжує в них ряд специфічних явищ. На контактних ділянках між сусідніми частинками під впливом струму відбувається інтенсивний масоперенос у твердій фазі. Крім цього, частина матеріалу може плавитися і випаруватися, що супроводжується більш інтенсивним масопереносом. В залежності від параметрів процесу (тиск на порошкову середу, амплітуда і тривалість імпульсів електричного струму) процес спікання може протікати по-різному. У зв'язку з цим в широких межах змінюються структура і властивості спечених матеріалів. Перевагами високошвидкісного формування порошків перед традиційними методами є можливість створення надзвичайно високих тисків, можливість отримання великої щільності формування, зрощування шарів різнорідних матеріалів, економічність та багаторазове використання.

При спіканні багатокомпонентних систем в твердій фазі важко отримати вироби з високою щільністю за порівняно короткі витримки. Спікання частіше проводять в умовах, коли більше легкоплавкий компонент, що входить до складу шихти, утворює при температурі спікання рідку фазу. Це приводить у більшості випадків до активації усадки і забезпечує одержання виробів з малою пористістю і високими властивостями.

Експериментальні зразки виготовлено технологією електроімпульсного спікання за режимом: тиск пресування P = 60 МПа, температура t = 1100 °C, сила струму I = 900 А, τ = 3 с.

Дослідження особливостей структури отриманого зразка виконувалось за допомогою методів комп’ютерної металографії та макро- і мікро аналізу.

Мікроструктура зразку 64 % Ti і 36 % Al представлено на рис. 1. Рентгеноструктурний аналіз проводився на дифрактометрі ДРОН-3, з трубкою БСВ-24 у випромінюванні міді CuKα (довжина хвилі λср. = 0.154178 нм) з використанням Ni β-фільтра. Обертання зразків здійснювалося в інтервалі подвійних кутів від 30 до 100 ° при напрузі на трубку 45 кВ, струм напруження 30 мА. Швидкість розгортки складала 1 град / хв, швидкість руху діаграмної стрічки 60 мм / год, шкала чутливості приладу встановлювалася на 250 імп / с. Результат було отримано у вигляді рентгенограми що представлена на рисунку 2.

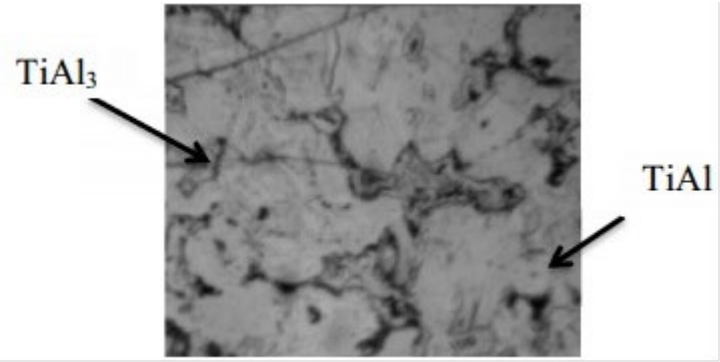


Рис. 1 Мікроструктура титан-алюмінієвого порошкового матеріалу після електроімпульсного спікання х 150

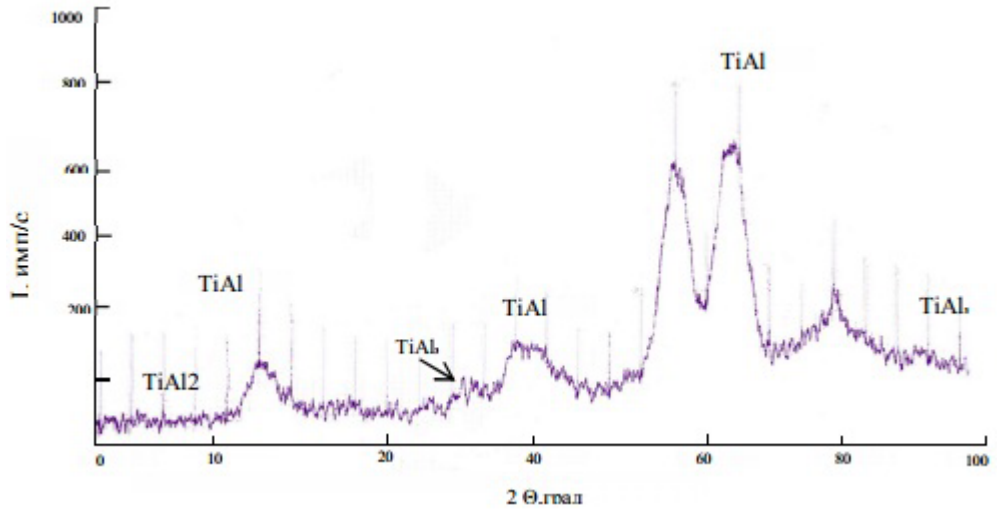


Рис. 2. Рентгенограма титан-алюмінієвого порошкового матеріалу після електроімпульсного спікання

Аналіз діаграми стану системи Ti-Al, свідчить про наявність невпорядкованих β- і α-фаз і впорядкованих фаз α_2 (Ti_3Al) і γ (TiA1). Формування сполук $TiAl_2$, Ti_2Al_5, Ti_5Al_{11} і Ti_9Al_{23} відбувається з фази TiAl при реакції рідини з твердою фазою, а також в умовах твердофазної взаємодії, але найбільш вірогідним є утворення інтерметаліду $TiAl_3$. Основною перевагою хімічної сполуки $TiAl_3$ порівняно з іншими інтерметалідами системи Ti-Al є його низька щільність, високі показники пружності і корозійної стійкості. Основний недолік, як і інших алюмінідів титану – низька пластичність. Це пояснюється обмеженою рухливістю дислокацій при низьких температурах, низькою величиною поверхневої енергії, а також малою кількістю систем двійникування і ковзання. Монолітний інтерметалід $TiAl_3$ є надзвичайно крихким матеріалом та руйнується при коефіцієнті інтенсивності напружень 2 МПа, а напруга руйнування матеріалу при вигині і стиску становить 162 і 354 МПа відповідно [2, 3].

Рентгеноструктурний аналіз підтвердив наявність в структурі матеріалу фаз Ti_3Al, та $TiAl_3$, а також інтерметаліду $TiAl_2$.

Експериментально визначено коефіцієнт теплопровідності, який при T = 25 °C складає λ = 240 Вт/(м·ºС).

Висновки: визначено фазовий склад порошкового матеріалу титан-алюміній після електроімпульсного спікання. Встановлено, що на відміну від традиційної технології твердофазного спікання, в структурі спостерігається наявність інтерметалідних фаз Ti_3Al, $TiAl_2$, які сприяють підвищенню жаростійкості матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Косторнов, А. Г. Материаловедение дисперсных и порошковых металлов и сплавов: Монография: в 2 т. / А. Г. Косторнов // - Киев: Наукова думка, 2002. – 1 т. – ISBN 966-00-0136-3.

2. Grain growth and recrystallization of nanocrystalline Al3Ti prepared by mechanical alloying [Text] / F. Zhang, L. Lu, M.O. Lai, F. H. S. Froes // Journal of materials science. – 2003. – V. 38, № 3. – p. 613–619.

3. Milman, Yu. V. Mechanical behavior of Al_3Ti intermetallics and L12 phases on its basis / Yu. V. Milman, D. B. Miracle, S. I. Chugunova [etc.] // Intermetallics. – 2001. – V. 9. – p. 839–845.

Nataliia Lebedieva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Yuliia Kazymyrenko, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolajev, Ukraine
Abstract. The paper analyzes the technologies of solid-phase and electropulse sintering on the structure and properties of Ti-Al powder material. For research, the methods of computer metallography, X-ray structural analysis, and the method of determining thermal conductivity were used.

УДК 621.793.74 621.791.927.55

ПЛАЗМОВЕ НАПИЛЕННЯ З АЛГОРИТМАМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЯКІ ЗМІНЮЮТЬСЯ

Лебедєв В.О., Лой С.А.
Херсонський навчально-науковий інститут НУК імені адмірала Макарова

Анотація. Розглянуто причини коливань потужності (струму) при плазмовому напилюванні, які мають некерований характер та негативно впливають на якість покриттів. Показано основні шляхи зниження впливу коливань на результати напилювання. Запропоновано варіанти застосування керованих імпульсних впливів для керування якістю покриттів.
Ключові слова: плазмове напилювання, коливальний режим, імпульсний вплив.

Плазмове напилення вузлів та деталей різних машин та механізмів – один із найбільш поширених способів їх відновлення та зміцнення. Запилення виконується часто з наданням поверхні, що напилюється, нових експлуатаційних властивостей. Основні характеристики напиленого шару, наприклад, підвищена міцність, термостійкість при напиленні поверхонь, що теплозахищаються, здатність працювати в умовах тертя, зокрема при ковзанні деталей і ряд інших визначаються, в основному, застосовуваними матеріалами, режимами роботи установки, допоміжного обладнання, підготовкою напилюваної поверхні.

Останнім часом з'являються повідомлення[1], де відзначаються результати застосування особливих режимів напилення, що використовуються, як правило, для підвищення експлуатаційних властивостей поверхонь, що напиляються, а також вузлів і деталей з такими поверхнями. До таких режимів можна віднести імпульсні алгоритми роботи різних систем плазмових установок.

До складу установки для плазмового напилення як активні вузли входять: джерело живлення дуги, дозатор порошку та елементи, система подачі плазмоутворюючого газу, система переміщення плазмотрона або деталі, що напилюється.

Раніше будь-які відхилення від постійних режимів роботи установки для плазмового напилювання розглядалися як ті, які мають негативний ефект на результати отримання якісного покриття. Це стосується і нестабільної роботи джерела, а також систем подачі порошку і газу, нерівномірності відносного переміщення плазмотрона щодо деталі. Все зазначене відноситься до некерованих відхилень у роботі вузлів та систем установок для плазмового напилення.

Зазначається, що низькочастотні коливання потужності плазмотрона при напилюванні, що виникають як наслідок коливань струму та напруги джерела живлення плазмової дуги, здебільшого через його недосконалі конструкції призводять до досить великих змін у результатах напилення. Параметри таких коливань розглянуті у роботі [2] До цього необхідно додати, що параметри коливань потужності також залежать від складу та витрати газу для плазмоутворення.

Якість покриттів порушується через періодичну зміну попадання прогрітих та не прогрітих частинок у складі порошку. Це призводить до підвищення пористості напиленого шару, зниження як адгезійної, так і когезійної міцності покриття. Нами проведено додаткові дослідження, що дозволяють виявити коливання потужності установки для плазмового напилення. При цьому використовувалася установка УПУ-3Д для напилення на повітрі та УПНКА для напилення в контрольованій атмосфері з комплектним джерелом живлення ИПН 160/600. Напилення проводилося для порівняння на повітрі та в контрольованій атмосфері на плоску поверхню порошком ПГ-10К-01при використанні однакових параметрів процесу. Осцилографування струму проводилося при встановленні стабільного перебігу процесу.

На рис. 1 представлені характерні ділянки осцилограм струму аналізованих процесів. У цьому нами зареєстровані частоти коливань струму у діапазоні 50… 100 Гц. Як і можна було очікувати коливання струму в контрольованій атмосфері значно менше. З цього можна зробити висновок, що коливання струму крім коливань характеристик джерела живлення багато в чому залежать від стійкості руху газу і порошку.

Можна відзначити, що рівень коливань струму від максимального до мінімального може становити в середньому 16 для напилення на повітрі і 13 для напилення в контрольованої атмосфері.

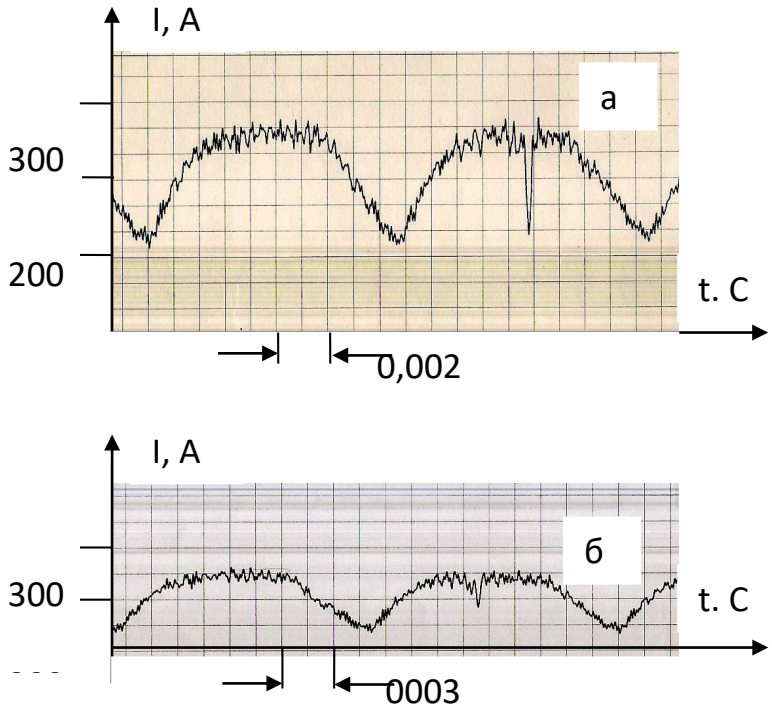


Рис.1 Ділянки осцилограм струму плазмового процесу, що відбувається: а – на повітрі; б – у контрольованій атмосфері

Комплектування установок для плазмового напилення сучасними інверторними джерелами, у тому числі з можливістю стабілізації вихідних характеристик, також дає ефект зниження коливань струму та потужності плазмового процесу.

Некеровані відхилення в роботі вузлів та систем установок для плазмового напилення ведуть до змін у формуванні покриттів та їх характеристик і у більшості випадків погіршують їх.

Нові можливості можуть бути отримані при цілеспрямованому застосуванні імпульсних впливів у системах установки для плазмового напилення для покращення якості покриття.

У роботі [2] зазначається, що знизити коливання струму процесу, а, отже, підвищити рівномірність прогрівання частинок та їх подальшого більш міцного зчеплення з основою можна використовуючи синхронну імпульсну зміну подачі газу, що транспортує порошок, при зміні рівня струму. Однак, враховуючи частотний спектр зміни струму, дуже складна модуляція газового потоку з такою частотою. При цьому передбачається впливати на пряму (виносну) дугу.

Нами запропоновано інший спосіб підвищення якісного результату напилення при коливаннях струму, що фіксуються. Це отримання залежної від струму модуляції за рахунок імпульсного дозування порошку, що напилюється, з необхідною частотою, яка може бути забезпечена новою конструкцією дозатора [3] на основі сучасного швидкодіючого регульованого електроприводу з малоінерційним безколекторним електродвигуном, в якості якого може бути використаний кроковий або вентильний електродвигун.

У роботі [4] для поліпшення характеристик напилення пропонується використовувати керований імпульсний вплив електричних параметрів плазмотрона при цьому короткочасні імпульси потужності в діапазоні 5,0...50,0 кВт із частотою до 3 кГц забезпечують збільшення швидкості частинок та їх температури і це ефективно впливає на проплавлення поверхні до перехідної зони ”покриття – підкладка”, що суттєво підвищує міцність зчеплення. Однак модуляція з високими значеннями частот досить проблематична.

Пропонується там же використовувати плазмотрони з двома типами дуг - прямою та непрямою з можливістю модуляції електричних характеристик їх роботи. Показано, що при імпульсному впливі можна отримати покращення фізико-механічних та триботехнічних характеристик покриття.

В даний час нами проводиться цикл експериментальних робіт із застосування імпульсних алгоритмів функціонування систем плазмового напилення з впливом на системи подачі порошку та живлення дуги із частотами близькими до 100 Гц. Використовувалися як окремі системи, так і комбінація впливів. За певних вибраних умов модуляції та застосування сучасних технічних засобів отримано результати, що дозволяють визначити, що цей напрямок у вдосконаленні техніки та технології є перспективним.

ВИСНОВКИ

1. Показано та додатково зафіксовано наявність коливань у системі енергоживлення плазмової дуги з перевагою їх величин при напиленні на повітрі. Ці коливання мають некерований характер і знижують якість покриттів.
2. Застосування імпульсних впливів з регульованими параметрами, що реалізуються на основі сучасних технічних рішень, дозволяють підвищити якість напиленого шару. Їх розробка – один із основних напрямків удосконалення технологій напилення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сухочев Г.А., Кадырметов А.М. Экспериментальные исследования параметров управляемости процесса воздушно – плазменного нанесения и упрочнения покрытий //Упрочняющие технологии и покрытия. 2008. №11 (47). С.53-56
2. Бабин С.В. Исследования влияния крупномасштабных колебаний мощности плазмотрона на параметры технологического процесса плазменного нанесения покрытий //Научный журнал КубГАУ 2017. №131(07) С.1=16
3. Патент № 140757 (кор. модель) Роторний живильник порошку. Дубовий О.М., Лой С.А., Лебедєв В.О., Драган С.В. Опубл. 10.03. 20, бюл. №5;

4. В.Е. Гутман Влияние модуляции плазменной дуги на адгезию и газопроницаемость порошковых покрытий //Физика и химия обработки материалов 1986. №6 С.62-68.

Plasma Spraying With Variable Functioning Algorithms Components And Systems Of Installations

V.A. Lebedev, S.A. Loi
Kherson Scientific and Educational Institute of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

Abstract The causes of power (current) fluctuations during plasma spraying, which are uncontrollable and adversely affect the quality of coatings, are considered. The main ways of reducing the influence of oscillations on the results of deposition are shown. Options for using controlled impulse actions for coating quality control are proposed.

Key words: plasma spraying, oscillatory mode, pulse action.

УДК 621.793.74 621.791.927.55

ОСОБЛИВОСТІ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ КОВЗАННЯ

Лебедєв В.О., Спіхтаренко В.В., Лой С.А., Єрмолаєв Г.В.
Херсонський навчально-науковий інститут НУК_імені адмірала Макарова

Аннотация Розглянуто проблеми відновлення поверхонь ковзання на прикладі деталей двигунів внутрішнього згорання автомобільної техніки та тракторів. Показано що плазмове наплавлення є найбільш раціональним способом для виконання відновлюваних робіт з забезпеченням більш якісних характеристик покриття.

Ключові слова: плазмове напилювання, відновлення, вкладиші, технологія, нові методи

До 70% витрат на ремонт с/х техніки доводиться на придбання нових запасних частин на зміну гранично зношених. Граничний знос 85% деталей не перевищують 0,3 мм, причому багато хто з них має залишкові ресурси 60% і більш і лише 20% деталей тракторів, що надходять в ремонт, підлягають остаточному вибраковуванню. Останні можна відновити, причому собівартість відновлення складе 15...70% собівартості виготовлення. Приблизно таке становище є в інших галузях господарства.

Застосування технологій нанесення захисних покриттів, серед яких газотермічні процеси займають значне місце, є одним з кардинальних напрямів вирішення питання ремонту.

Плазмове напилення є одним з найпоширеніших та дієвих видів газотермічного напилення [1], яке з використанням нині існуючого обладнання, матеріалів дає можливість значно знизити або виключити вплив на зношування деталей таких чинників, як ерозія, корозія (у тому числі високотемпературна), кавітація і ін..

Особливо гострою є проблема з відновленням та зміцненням деталей механізмів численної сільськогосподарської техніки, яка потребує надійних і дешевих засобів надання вузлам і деталям робочих якостей щодо встановлення зношених поверхонь та надання їм більш вагових характеристик по працездатності. Деталей, які потребують відновлення та зміцнення велика кількість. Розглянемо лише один об‘єкт – двигун внутрішнього згорання. На рис.1 представлений один з його основних вузлів – колінчатий вал з елементами підшипників ковзання. Один з найважливіших чинників, що визначають працездатність підшипника, — це матеріали, з яких виготовлені його елементи [2]. Найкраще поєднання матеріалів наступне: «тверда» поверхня валу і «м'яка» поверхня вкладишу. Таке поєднання матеріалів знижує ризик виникнення задирів, якщо раптом виникне контакт поверхонь (подібне можливо при запуску

двигуна, коли масло ще не встигає поступити до підшипників). Однак, незважаючи на «м'якість», поверхня вкладишу має бути достатньо міцною, інакше виникаючі навантаження приведуть до його руйнування.

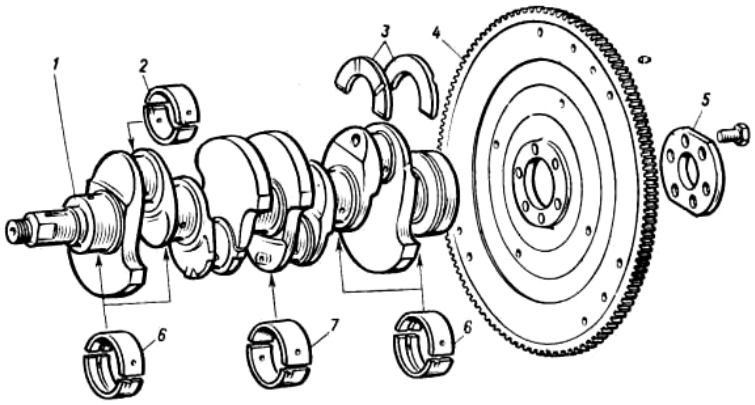


Рис. 0. Схематичне розташування вкладишів на колінчастому валу. 1 – колінчастий вал; 2 - вкладиш шатунного підшипника; 3 - упорні на півкільця; 4 - маховик; 5 - шайба болтів кріплення маховика; 6 - вкладиші 1,2,4 і 5-того корінних підшипників; 7 - вкладиш центрального (3-го) корінного підшипника

Є декілька технологій відновлення, серед яких плазмове напилення, на нашу думку та досвід використання по більшості показників займає провідне місце.

Велику зацікавленість справляє спосіб відновлення зношених поверхонь вкладишів підшипників кривошипно-шатунового механізму, автомобілів і тракторів метод плазмового нанесення покриттів. Плазмове напилення виключає ряд недоліків інших методів нанесення покриттів. Напилене антифрикційне покриття володіє такими важливими властивостями, як зниження моменту тертя, скорочення часу спрацьовування і пониження температури пар, що труться, зрештою забезпечує зменшення інтенсивності зносу за рахунок кращого змащування поверхні, оскільки напилений шар володіє пористістю, що утримує мастило.

Розглянемо для прикладу використання плазмового покриття для якісного відновлення однієї з деталей двигуна внутрішнього згорання яка працює в режимі тертя ковзання – владишів.

Чавунну обійму підшипників ковзання перед заливкою бабітом піддають попередньому лудінню. Ця операція не дозволяє забезпечити необхідне зчеплення бабітового вкладиша, що заливається, з чавунною основою. Запропоновано нове наступне рішення: на чавунну основу перед лудінням напилювати бронзове покриття. Напилене покриття має хороше зчеплення з чавунною основою, чудово лудиться і, тим самим, забезпечує високу якість при заливці підшипників бабітом. При експлуатації підшипників сковзання спостерігається значний знос бабітового вкладишу. Для ремонту підшипників потрібна виплавка бабіту, що залишився, і наступна заливка нового. Розроблена технологія відновлення геометричних розмірів бабітового вкладиша шляхом напилення порошкової суміші, що складається з порошку бабіту і твердого мастила. Товщина напиленого шару варіюється від 0,1 до 5,0 мм. Використання покриття з такої суміші дозволяє знизити коефіцієнт тертя вузла у момент відсутності масляного клину і тим самим збільшити час міжремонтного періоду.

Проведений цикл експериментальних досліджень властивостей запропонованого способу отримання плазмових покриттів підтвердив наявність високих експлуатаційних якостей напилення як щодо міцності зчеплення та і відносно зниження коефіцієнту тертя по методикам зазначеним в технічній літературі [3], що дає змогу при мінімальних витратах забезпечити якісне відновлення деталей двигуна.

Розглянуто окремий випадок вдосконалення експлуатаційних характеристик однієї деталі

двигуна з окремим підходом до її відновлення методом плаз мого напилення. Такий же метод також зі своїм підходом нами був застосований і для низки інших деталей.

Робота по вибору матерілу покриттів постійно триває. Так на рис.2 представлені для порівняння мікроструктури заводського покриття а також покриття запропонованого нами яке має суттєво має суттєво менший коефіцієнт тертя.

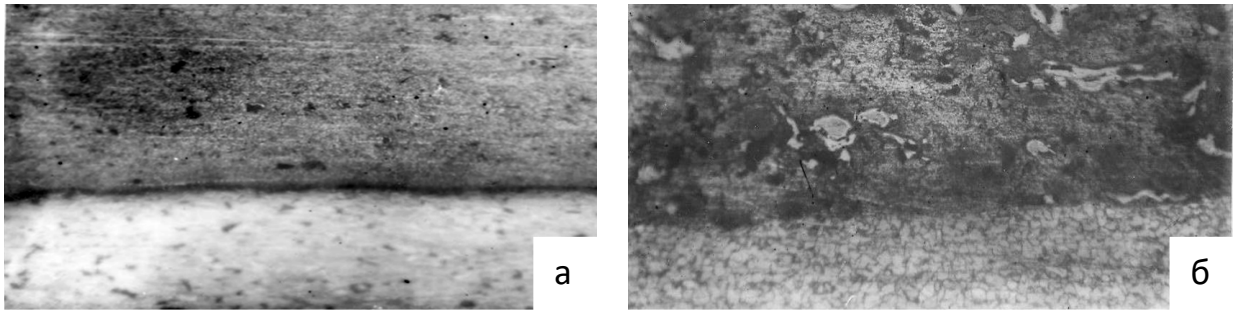


Рис.2. Мікроструктура поверхні ковзання вкладишів: а – стандартне;
б - плазмове напилення (75%Al+25%БрА10)- основа +5%Pb

Вибір складу порошку, який напилюється базувався на серії цілеспрямованих експеріметальних досліджень з подальшою розробкою технологічного процесу.

ВИСНОВКИ

1. Плазмове напилення є найбільш дієвим засобом відновлення та зміцнення деталей машин та механізмів в тому числі вузлів двигунів внутрішнього згорання які працюють в умовах тертя ковзання. Це стосується техніки сільскогосподарського виробництва, а також машин і механізмів інших галузей.
2. Вибраний та відзначений в роботі в новому способі відновлення порошковий матеріал для напилення вкладишів при вибраній та запропонованій технології забезпечує суттєве покращення експлуатаційних характеристик роботи тіл ковзання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лащенко Г. И. Плазменное упрочнение и напыление. Киев : Экотехнологія, 2003 64 с.20
2. Мчедлов С.Г. Совершенствование технологии плазменных покрытий при упрочнении и восстановлении деталей машин. Вестник СГТУ 2004. №2 (3) С.85-93
3. Vladimir Lebedev, Sergey Loy, Andrey Labartkava, Gennady Zhuk. Operational Characteristics of the Welding Joint and the Overlay at the Mechanized Arc Welding- Overlay with Pulse of the Electrode Wire Supply //BULLETIN OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY SCIENCES, vol.15, no.3, 2021. pp. 19-26

Features Of Plasma Filing Surface Forging

V.A. Lebedev, V.V. Spikhtarenko, S. A. Loi, G.V. Ermolaev
Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation The problems of reinforcing the surface of forging on the butt of engine parts of the internal combustion of automotive equipment and tractors are examined. It is shown that plasma surfacing is the most rational way for improving the efficiency of the work with ensuring the best possible characteristics of the coating. Several of options for reinforcing inserts in forged bearings has been requested.

Key words: plasma treatment, innovation, inserts, technology, new methods

УДК 621.793.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ ВУЗЛІВ ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК

Лебедєв В.О., Лой С.А., Матвієнко М.В.
Херсонський навчально-науковий інститут НУК імені адмірала Макарова

Анотація У роботі розглянуті основні питання застосування способу плазмового напилення при відновленні лопаток газотурбінних установок. Приведено умови роботи лопаток та вимоги до покриттів, яки повинні задовольняти більшості вимог роботи в край несприятливому середовищі щодо теплозмін з високими показниками температур. Приведено реальні приклади аналізу напиленого шару після роботи лопаткового механізму двигуна на протязі більш ніж 20000 годин. Зазначено, що плазмове напилення по багатьох показниках є одним з найефективніших.
Ключеві слова: газова турбін, лопатковий механізм, відновлення, плазмове напилення

Газотурбінні енергетичні установки є основним джерелом енергії, що забезпечує базове навантаження, тому це повинні бути дуже надійні довговічні агрегати, які можуть працювати з використанням дешевого та доступного палива. Надійна робота даних установок значною мірою залежить від працездатності їхнього лопаткового апарату, який працює в важких умовах підвищених температур. [1].

Соплові лопатки є напрямними лопатками активних щаблів, в які надходить робоче середовище - газ. Внаслідок звуження соплового каналу та повороту газового потоку, він розширюється, змінюючи тиск та збільшуючи швидкість. Потім робоче середовище надходить на лопатки, змушуючи їх обертатися [2]

Лопатки газотурбінних установок працюють в умовах багаторазових теплозмін, піддаються впливу високотемпературних газових потоків, відчувають додатковий вплив компонентів палива та продуктів його згоряння [1,2]. Вплив високої робочої температури і домішок, що містяться в паливах, що використовуються в даний час, викликає високотемпературну корозію, яка і визначає ресурс роботи лопаткового апарату. Вплив твердих частинок, що знаходяться в робочому середовищі, призводить до ерозійного зношування лопаток. Можливість матеріалу лопаток витримувати нагрівання від температури навколишнього середовища до температури роботи турбін певну кількість циклів, не руйнуючись, потребує стійкості до теплозмін. Якість лопаток турбін залежить від застосовуваних сплавів та стану поверхневого шару. Найбільш надійними та освоєними у вітчизняній та зарубіжній практиці виготовлення лопаток турбіни є жароміцні сплави на нікелевій основі з інтерметалідним зміцненням. Це складні, багатофазні сплави типу ЖС, ВЖЛ, IN, TAZ, MAR, TRW, CMSX та ін, у яких об'ємна частка частинок основної зміцнюючої γ'-фази досягає 50-60%.

Кристалографічно зміцнююча γ'-фаза характеризується тим, що має ГЦК-решітку, яка за параметром відрізняється від решітки твердого розчину лише на 0,001-0,003 нм.

Структура застосованих жароміцних сплавів зберігається стабільною досить тривалий час (тисячі годин) у певному інтервалі температур, вище яких у структурі неминуче відбуваються зміни, пов'язані з коагуляцією та розчиненням зміцнювальних фаз.

Під дією підвищених температур в основному металі лопаток в «гарячій» зоні відбувається розчинення карбідів по межах зерен, коагуляція γ'-фази, а при температурах близько 1050 °С- розчинення γ'-фази і виділення її у вигляді дисперсних частинок-«висипки» . Розчинення зміцнюючої фази в першу чергу йде кромками і далі з часом по перерізу лопаток. Чим вище температура, тим швидше йде процес розчинення γ'-фази. При більш тривалих температурних закиданнях розчинення γ'-фази спостерігається по всьому перерізу пера в гарячій частині

лопаток. В інтервалі температур 1050-1180 °С відбувається одночасно два процеси: коагуляція і розчинення частинок γ'-фази. При температурі 1200 °С відбувається майже повне розчинення γ'-фази і виділення її у вигляді високодисперсних частинок.

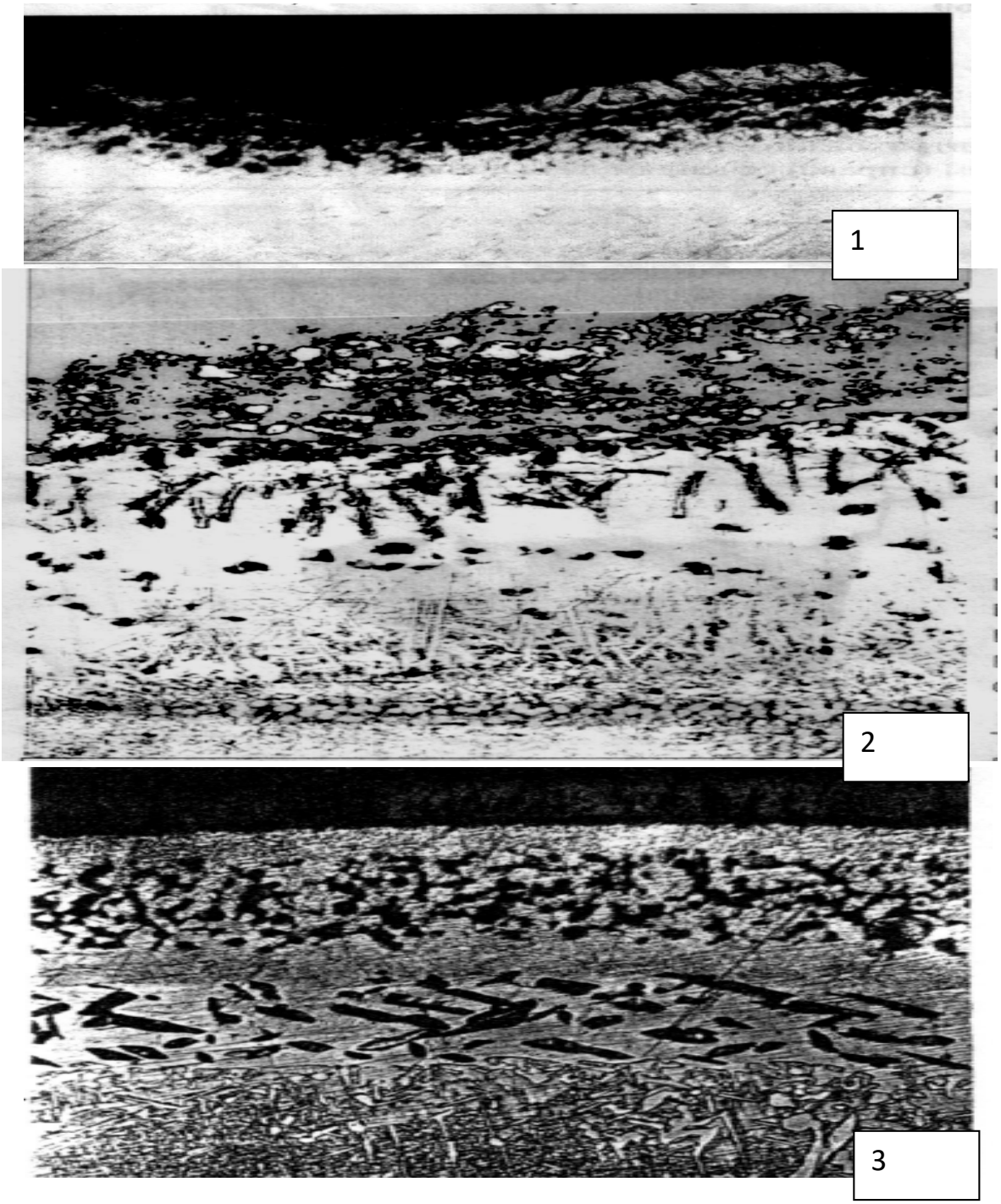


Рис. 1 Мікроструктури покриттів (Х400) середньої частини лопаток турбіни; 1 - покриття газоциркулярне; 2- плазмове покриття; 3 - електронно- променеве покриття

Стан структури захисного шару визначається в основному температурою газового потоку та тривалістю роботи. Зміни, що протікають у покриттях під дією високих температур, є незворотними та потребують заміни захисного покриття при відновлювальному ремонті.

Захист лопаток газових турбін від руйнівної дії газового потоку є найважливішою умовою забезпечення їх високої надійності.

Для захисту основних деталей у тракті гарячих газів використовують покриття, отримані методами напилення. Такі покриття мало впливають на міцність матеріалу, але містять елементи, необхідні захисту від високотемпературної корозії.

Як приклад наведено ряд результатів дослідження напилених лопаток турбін із застосуванням плазмового та інших способів після певного (тривалого більш ніж 20000 годин) періоду роботи. Напилення з використанням зазначених вище жароміцних сплавів на нікелевій основі з інтерметалідним зміцненням виконувалось на лопатках двигуна ДН80 після його розбирання. Мікроструктури покриттів в певній однаковій частині лопаток для порівняння представлені на рис. 1.

Аналіз мікроструктур покриттів, які були виконані з використанням плазмового та газоциркулярного напилення показав, що загальний стан основного металу та матеріалу лопаток відповідає мікроструктурам після тривалої роботи. Розмір та морфологія γ-фази, ширина кордонів, наявність хрумкої σ - фази і т.д. характерна для сплаву з якого зроблені лопатки. При цьому зважаючи на дослідження мікроструктур перегріву лопаток не виявлено.

Стан робочих лопаток при покритті нанесеному електронно-променевим способом після довготривалої роботи можна вважати досить задовільним. В металі лопаток немає суттєвої коагуляції фаз. Є тільки незначна кількість виділення σ – фази. Необхідно зазначити, що помічена виразкова корозія, яка майже не переходить в основний метал лопаток. Окислення глибиною 5…15 мкм носить фронтальний характер.

Слід зауважити, що всі типи покриттів показали працездатність на протязі всього циклу експлуатації.

ВИСНОВКИ

1. Існує достатньо багато способів нанесення покриттів, які забезпечують захист лопаток газових турбін від дії основного чинника – теплового нагріву та існуючи теплозміни, які приводять до суттєвих порушень в структурі як самого захисного шару та і матеріалу конструкції лопаток.
2. Вибір ефективного способу забезпечення захисних покриттів повинен базуватися на комплексній оцінці показників, які включають хіміко - фізичні дослідження, механічні випробування, мікроструктурний аналіз та економічні чинники.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гецов А.Б. Детали газовых турбин. – Л.: Машиностроении, 1982. – 296 с.
2. Зайцев В.И., Грицай Л.Н., Моисеев А.А. Судовые паровые и газовые турбины. – М.: Транспорт, 1981. – 311 с.
3. Лебедєв В.О, Дубовий О.М. Лой С.А., Дослідження та оцінка термоциклічної стійкості плазмових ущільнюючих покриттів для вузлів газотурбінних установок //Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні №2.2019 С.39-46.
4. Г. Н. Бычков, А. Р. Лепешкин, А. В. Першин, Е. В. Петров, Ю. Г. Быков Экспериментальная оценка эффективности ремонтных технологий охлаждаемых лопаток ГТД с жаростойкими покрытиями при испытаниях на термоусталость с индукционным нагревом //Вестник двигателестроения 2006. №2. С.143-146

Some Features Of Plasma Spraying Nodes Of Gas Turbine Installations

Lebelev V.A., Loi S.A., Matvienko M.V.
Kherson Scientific and Educational Institute of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

Abstract The paper deals with the main issues of using the plasma spraying method in the restoration of gas turbine blades. The operating conditions of the vanes and the requirements for the coatings,

which must meet most of the requirements for working in an adverse environment with regard to heat changes with high temperature indicators, are given. Real examples of the analysis of the sprayed layer after the operation of the blade mechanism of the engine for more than 20000 hours are given.
Key words: gas turbine, blade mechanism, recovery, plasma spraying

УДК 621.791

МЕТОДИКА ТА ПЕРЕВІРКА АДЕКВАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ

Матвієнко М.В.[1], Квасницький В.В.[2], Єрмолаєв Г.В.[3]

[1] кандидат технічних наук, доцент кафедри зварювання Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна, maksym.matvienko@nuos.edu.ua

[2] доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри зварювального виробництва Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

[3] кандидат технічних наук, професор НУК, завідувач кафедри зварювання Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

Анотація. Запропоновано методику комп'ютерного моделювання напружено-деформованого стану циліндричних вузлів. Проведено перевірку адекватності комп'ютерного скінчено-елементного моделювання. Порівняння результатів аналітичного розрахунку з результатами комп'ютерного моделювання показало хорошу точність запропонованої методики.
Ключові слова: комп'ютерне моделювання; напружено-деформований стан; аналітичний розрахунок; адекватність моделювання

Вступна частина. На сучасному рівні розвитку та застосування зварювальних та споріднених процесів їх математичне моделювання ведеться за семи основними напрямками, серед яких значний обсяг становить моделювання напружено-деформованого (НД) стану. [1]. Можливості моделювання НД стану значно розширилися завдяки збільшенню потужності комп'ютерів та удосконаленню математичного забезпечення [2], проте ступінь відповідності результатів моделювання експериментальним даним визначається адекватністю математичної моделі, тобто її здатністю відображати задані властивості та реакції об'єкту з погрішністю, не вище за задану. Тому питання визначення методики та перевірка адекватності комп'ютерного моделювання є **актуальним**.

Мета роботи. Розробка методики та перевірка адекватності комп'ютерного скінчено-елементного моделювання напружено-деформованого стану вузлів.

Основна частина. Моделювання виконувалось з використанням програмного комплексу ANSYS Student 2022 R2 [3]. Задача вирішувалося на циліндричних зразках висотою l = 20 мм та діаметром d = 20 мм з використанням скінчених елементів PLANE 183. Отримані результати комп'ютерного моделювання порівнювалися з відповідними аналітичними рішеннями.

У першій задачі комп'ютерним моделюванням визначалися зміни розмірів циліндра після зниження температури на 100 град. Значення модуля пружності, коефіцієнта Пуассона та коефіцієнта лінійного температурного розширення (КЛТР) прийняті $E = 1 \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0{,}3$, $\alpha = 20 \cdot 10^{-6}$ 1/град відповідно. Результати порівнювалися зі значеннями, знайденими аналітичним розрахунком при вільному розширенні за відомими формулами [4]:

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta T \qquad (1)$$

$$\Delta r = \alpha \cdot \frac{d}{2} \cdot \Delta T \quad (2)$$

де l = 0,02 м – початкова висота зразка, d = 0,02 м – початковий діаметр зразка, Δl, Δr – зміна висоти та радіуса зразка при зміні температури на ΔT = –100 град.

В результаті комп'ютерного моделювання отримані значення зміни висоти Δl і радіусу зразка Δr при охолодженні рівні $-40 \cdot 10^{-6}$ м і $-20 \cdot 10^{-6}$ м відповідно. Це повністю збігається з обчисленими значеннями за формулами (1) та (2):

$$\Delta l = 20 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}02 \cdot (-100) = -40 \cdot 10^{-6}\text{м},$$

$$\Delta r = 20 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0{,}02}{2} \cdot (-100) = -20 \cdot 10^{-6}\text{м}.$$

У другій задачі з результатами аналітичного розрахунку порівнювалися результати пружного рішення, одержаного за допомогою комп'ютерного моделювання, при охолодженні моделі на 100 град. у жорсткому закріпленні лише на торцях і в умовах всебічного закріплення. Властивості прийняті, як в першій задачі: $E = 1 \cdot 10^5$ МПа, μ = 0,3 α = $20 \cdot 10^{-6}$ 1/град. Результати порівнювалися зі значеннями, знайденими за відомими формулами механіки. При закріпленні тільки по торцях [4]:

$$\sigma_y = \alpha \cdot E \cdot \Delta T \quad (3)$$

та при всебічному закріпленні [5]:

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \frac{E \cdot \alpha \cdot \Delta T}{(1-2 \cdot \mu)} \quad (4)$$

В результаті моделювання при закріпленні тільки на торцях отримані значення напружень рівні σ_y = –200 МПа, що відповідає результату аналітичного рішення: $\sigma_y = 20 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^5 \cdot (-100) = -200$ МПа.

В результаті моделювання при всебічному закріпленні циліндра отримані значення напружень $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z$ = 500 МПа. При рішенні за формулою (4) напруження дорівнюють: $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot (-100)}{(1-2 \cdot 0{,}3)} = -500$ МПа.

Таким чином, рівні напружень при охолодженні, знайдені комп'ютерним моделюванням та аналітичним розрахунком, повністю збігаються, що підтверджує адекватність моделювання.

У третій задачі оцінювалася адекватність моделювання при охолодженні на 100°град. вузла з матеріалів з різними КЛТР. Вузол складається з двох циліндрів висотою l = 20 мм та діаметром d = 20 мм. Значення модуля пружності та коефіцієнта Пуассона для обох матеріалів взяті однаковими $E = 1 \cdot 10^5$ МПа і μ = 0,3. КЛТР для нижнього циліндра (матеріал 1) $\alpha_1 = 20 \cdot 10^{-6}$ 1/град, для верхнього циліндра (матеріал 2) розглядалося два варіанти: вдвічі менший і вдвічі більший КЛТР, ніж у матеріалу 1 $\alpha_2 = 10 \cdot 10^{-6}$ 1/град. і $\alpha_2 = 40 \cdot 10^{-6}$ 1/град.

У результаті напружень і деформацій, що виникають після охолодження, порушується прямолінійність утворюючої. При цьому її викривлення зосереджено поблизу стику на невеликій ділянці, що не перевищує радіус вузла. На більшій частині висоти вузла утворююча зберігає прямолінійність. Її переміщення в матеріалі 1 складає -0,02 мм, в матеріалі 2 -0,01 і -0,04 мм с меншим і с більшим КЛТР відповідно. Це повністю відповідає вільному переміщенню, що визначається за формулою (2):

в матеріалі *1* $\Delta r = 20 \cdot 10^{-6} \cdot (-100) \cdot \frac{20}{2} = -0{,}02$ мм,

в матеріалі 2 с меншим КЛТР $\Delta r = 10 \cdot 10^{-6} \cdot (-100) \cdot \frac{20}{2} = -0{,}01$ мм,

в матеріалі 2 с більшим КЛТР $\Delta r = 40 \cdot 10^{-6} \cdot (-100) \cdot \frac{20}{2} = -0{,}04$ мм,

що є підтвердженням адекватності моделювання.

У четвертій задачі оцінювалася адекватність моделювання при додатку осьового навантаження до вузла з матеріалів з різними модулями пружності. Фізична та скінчено-елементна модель вузла такі ж, як у попередній задачі. Значення коефіцієнта Пуассона для обох матеріалів μ = 0,3. Модуль пружності для нижнього циліндра (матеріал 1) $E_1 = 1 \cdot 10^5$ МПа,

для верхнього циліндра (матеріал 2) розглядалося два варіанти Е: удвічі менше $E_2 = 0{,}5 \cdot 10^5$ МПа, і вдвічі більше $E_2 = 2 \cdot 10^5$ МПа, ніж у нижнього. Осьове навантаження $P = 10$ МПа.

В результаті навантаження порушується прямолінійність утворюючої вузла. При цьому її викривлення зосереджено поблизу стику. На більшій частині висоти вузла утворююча зберігає прямолінійність, переміщення її в нижньому матеріалі 1 складає $0{,}301 \cdot 10^{-3}$ мм, в верхньому матеріалі 2 з меншим Е дорівнює $0{,}602 \cdot 10^{-3}$ мм, з більшим E $0{,}1495 \cdot 10^{-3}$ мм. Це повністю відповідає вільному переміщенню, що визначається як $\Delta r = -\mu \cdot P \cdot \frac{d}{2 \cdot E}$ [5]:

в матеріалі *1* $\Delta r = -0{,}3 \cdot (-10) \cdot \frac{20}{2 \cdot 1 \cdot 10^5} = 0{,}3 \cdot 10^{-3}$ мм,

в матеріалі 2 меншої жорсткості $\Delta r = -0{,}3 \cdot (-10) \cdot \frac{20}{2 \cdot 0{,}5 \cdot 10^5} = 0{,}6 \cdot 10^{-3}$ мм,

в матеріалі 2 більшої жорсткості $\Delta r = -0{,}3 \cdot (-10) \cdot \frac{20}{2 \cdot 2 \cdot 10^5} = 0{,}15 \cdot 10^{-3}$ мм,

що є підтвердженням адекватності моделювання.

Висновки. Порівняння результатів аналітичного розрахунку при температурному та силовому навантаженні циліндричних зразків з результатами комп'ютерного моделювання показало їх практично повний збіг (з точністю до 3-х знаків), що свідчить про адекватність використовуваної методики моделювання.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Махненко, В. И. Роль математического моделирования в решении проблем сварки разнородных сталей (Обзор) / В. И. Махненко, Г. Ю. Сапрыкина // Автоматическая сварка. – 2002. – № 3. – С. 18–28.

[2]. Миддельдорф, К. Тенденции развития технологий соединения материалов / К. Миддельдорф, Д. фон Хоффе // Автоматическая сварка. – 2008. – № 11. – С. 39–47.

[3]. https://www.ansys.com/academic/students

[4]. Опір матеріалів: Навчальний посібник / Грабчук В.С. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 283 с

[5]. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учеб. пособ.: Для вузов. В 10 т. Т. VII. Теория упругости.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 264 с.

Method and verification adequacy of computer simulation the stress-strain state of nodes

M. Matviienko[4], V. Kvasnytskyi[2], G. Yermolayev[3]

[1,3] Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

[2] National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. A method of computer simulation of the stress-strain state of cylindrical nodes is proposed. Adequacy of computer finite-element modeling was verified. Comparison of analytical calculation results with computer simulation results showed good accuracy of the proposed method.

Key words: computer simulation; stress-strain state; analytical calculation; modeling adequacy

УДК 519.8765:621.3.014.1

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ В МЕТАЛЕВОМУ РОЗПЛАВІ МЕТОДОМ РОЗБИТТЯ ПРОВІДНИКА НА ЕЛЕМЕНТАРНІ КОМІРКИ

Честних М.В.

молодший науковий співробітник Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України, аспірант Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв, Україна mykola.chestnykh@gmail.com

Анотація. Для технологій ливарного виробництва досліджуються процеси, що генеруються у металевому розплаві при його кондукційній електрострумовій обробці. Поряд із матеріалознавчими аспектами проблеми за допомогою чисельного моделювання йде пошук оптимальних параметрів навантаження розплаву. В роботі пропонується застосувати метод розбиття масивних провідників на елементарні комірки (М-К), який потрібно адаптувати до умов кондукційної електрострумової обробки у ливарному виробництві. При цьому, поряд з методом скінчених елементів, за його допомогою можливо поглибити науковий доробок щодо кондукційної електрострумової обробки та досягнути валідації та верифікації результатів розв'язків.

Ключові слова: моделювання, електричне поле, матрична формалізація

Застосування ефективних методів обробки розплаву для досягнення високих показників якості виливка є звичайною практикою у сучасних технологіях лиття. Одним із методів є кондукційна електрострумова обробка (КЕСО) розплаву [1]. Останніми роками було опубліковано результати, які показали, що принципи реалізації цілеспрямованої термосилової дії електричного струму на розплав при КЕСО можуть базуватися на керуванні характеристиками та параметрами базового первинного електричного поля, враховуючи параметри джерела струму, його тип та тип електродної системи [2]. Зазначені результати отримано шляхом чисельних експериментів та правомірність такого аналізу показано у фізичних експериментах [3]. Фізичні експерименти з розплавом затратні та трудомісткі, тому розробка підходів та методів моделювання багатомасштабних та взаємообумовлених (мультифізичних) процесів які виникають у розплаві при КЕСО є важливою науково-практичною задачею. Це обумовлено тим, що задачі, які розв'язуються, за допомогою, наприклад, методу скінчених елементів (МСЕ), не є тривіальними. Це тягне за собою кропіткий процес вирішення проблем тестування процесу розв'язку та отриманих результатів моделювання. З приводу цього актуальним є завдання пошуку продуктивного гнучкого методу дослідження у рідкометалевому розплаві, як мінімум, базового (первинного) електричного поля. Таким методом може бути добре відомий метод розбиття масивних провідників на елементарні комірки (М-К), але за умов його адаптування до особливостей КЕСО.

Тому **мета роботи** – показати функціональні можливості методу розбиття масивних провідників на елементарні комірки та матричної формалізації характеристик електричного поля у металевому розплаві при його обробці електричним струмом.

В основі М-К методу закладено розбиття об'єкту, що досліджується на скінчену кількість комірок. Кожна комірка і її зв'язки з іншими заміщуються електричною схемою в якій розподіл напруг і струмів математично описуються таким же чином, як і процеси, що моделюються у кожній окремій комірці [4]. Матрична формалізація розподілу струмів і потенціалів поля у розплаві повною мірою, за окремих умов, дасть змогу скоротити розрахунковий час у зрівнянні з МСЕ для масивних провідників. Ну і, безумовно, застосовуючи комбінацію М-К та, наприклад, МСЕ, отримуємо можливість верифікації та валідації результатів. Це, в свою чергу, повинно дати змогу впевнено переходити до побудови

законів керування процесами, що генеруються при КЕСО, суттєво зменшити матеріальні та енергетичні витрати на фізичні експерименти та впровадження у виробництво. Тобто, створити підстави для переходу від новації до інновації у ливарному виробництві задля визначення ринкових перспектив КЕСО.

Для аналізу було обрано алюміній у рідкому стані при температурі, що не перевищує інтервал 100°С над температурою ліквідусу. Розплав знаходився у ємності, яка має форму прямого паралелепіпеду з непровідними стінками. Електричний постійний струм амплітудою 100 А підводився до розплаву електродами дотично до середини паралельних верхніх ребер. Для 2D аналізу була обрана площина перерізу у формі квадрата, що з'єднує точки дотику електродів Перехід до тривимірної моделі методом М-К можна побудувати із суміжних площин з'єднуючи їх вузлові точки [4] з урахуванням просторової геометрії об'єму розплаву.

Результати моделювання стверджують, що М-К дає змогу з достатньою точністю відтворювати розподіл характеристик базового електричного поля у металевому розплаві при його обробці електричним струмом. Забезпечуючи валідацію та верифікацію результатів, у комплексі, наприклад з МСЕ, М-К може суттєво вплинути на розширення наукового доробку щодо термосилової дії на розплав. Слід відмітити, що у подальшому отриманий розподіл електричних потенціалів дає змогу відтворювати поля напруженості електричного та теплового полів, густини струму.

Висновок. Показано, що функціональні можливості методу М-К дають змогу аналізувати розподіл характеристик базового електричного поля у форматах як 2D, так і 3D. На базі перших тестових чисельних експериментів показано, що зазначений метод може активно використовуватись для моделювання, як самостійно, так і у комплексі з іншими чисельними методами, наприклад МСЕ, та дозволяє визначати можливі сценарії у розподілі електричних характеристик поля в металевому розплаві. Але слід зазначити, що для більш точного відтворення характеристик поля в об'ємі розплаву та подальше застосування методу М-К потребує удосконалення розрахункових алгоритмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Räbiger, D.; Zhang, Y.; Galindo, V.; Franke, S.; Willers, B.; Eckert, S. Experimental study on directional solidification of Al-Si alloys under the influence of electric currents. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2016, *143*, 012021.

2. Ivanov A.V. Peculiarities of Distribution of Electromagnetic and Hydrodynamic Fields for Conductive Electric Current Treatment of Melts in Different Modes / A. V. Ivanov, V. N. Tsurkin // Surf. Eng. Appl. Electrochem. – 2019. – Vol. 55, №1.– P. 53–64.

3. Пат. 118914 Україна, МПК B22D 27/02, B22D27/08 Спосіб обробки розплаву металу / Щерба А.А., Іванов А.В., Цуркін В.М., Череповський С.С., Честних М.В; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. № а 201707990; заявл. 31.07.2017 опубл. 25.03.2019, Бюл №6.

4. Л.И.Гутенмахер Электрические модели / Гутенмахер Л.И. – Киев: Техніка, 1975. – 176 с.

Results Of Simulation Of The Electric Field Distribution In A Metal Melt By The Method Of Dividing A Conductor Into Elemental Cells

Mykola Chestnykh, Institute of pulse processes and technologies of the NAS of Ukraine, postgraduate student of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

For foundry production technologies, the processes generated in the metal melt during its conductive electric current treatment (CECT) are studied. Along with the material science aspects of the problem with the help of numerical simulation is the search for optimal parameters of the melt load. The paper proposes to apply the known method of dividing massive conductors into elementary cells (M-C),

which must be adapted to the CECT conditions in foundry production. At the same time, using this method in combination with FEM, it is possible to deepen the scientific achievements of CECE and obtain validation and verification of the results of solutions.
Key words: modeling, electric field, matrix formalization.

УДК 621.89

ВИКОРИСТАННЯ СЕРПЕНТИНІВ ДАШУКІВСЬКОГО РОДОВИЩА В ЯКОСТІ ГЕОМОДИФІКУЮЧИХ ДОБАВОК

Боду С.Ж.
ст. викл. кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна,
svitlana.bodu@nuos.edu.ua,

Анотація. Досліджено вплив геомодифікаторів тертя на основі серпентину Дашуківського родовища на властивості змащувальних композицій. Спостерігається покращення трибологічних властивостей порівняно з базовим варіантом, зокрема зниження коефіцієнту тертя, інтенсивності зношування, підвищення протизадирної стійкості, що доводить перспективність застосування даного матеріалу в якості геомодифікуючої добавки.
Ключові слова: геомодифікатори; триботехнічні випробування; інтенсивність зношування; ремонтно-відновлювальні технології.

Вступ. Для вирішення комплексної проблеми підвищення надійності машин залучається широкий арсенал як конструкторських, так і технологічних методів.

Процеси зношування важко прогнозувати, тому особливу цінність отримують методи, пов’язані з саморегулюванням процесу зношування. Саме до таких відноситься технологія безрозбірного відновлення, де в якості спеціальних ремонтно-відновлювальних домішок використовуються природні мінерали класу серпентинів, що отримали назву «геомодифікатори тертя» (ГМТ) [1, 2]. Їх ефективність вже доведена світовою практикою, зокрема спостерігається зниження коефіцієнту тертя, температур в зоні контакту, при тривалих випробуваннях – збільшення маси деталей, що свідчіть про відновлення зношуваних поверхонь [3-8].

Мета роботи – оцінка впливу геомодифікаторів на основі вітчизняних серпентинів Дашуківського родовища на працездатність пар тертя.

Основна частина. Черкаське родовище бентонітових глин налічує п’ять продуктивних горизонтів [9]. Воно не тільки найбільше в Європі, а й одне з найякісніших у світі – наприклад, другий горизонт представлений бентонітом зі змістом монтморилоніту до 95 %.

Для оцінки ефективності використання мастильних композицій з додаванням ГМТ на основі серпентину Дашуківського родовища в якості базового варіанту було використано індустріальне масло І-20 А. Концентрація добавки становила 4 % за масою. Випробування проводились на машині СМЦ-2 за схемою «ролик / нерухомий ролик» в режимі граничного змащення. Частота обертання рухомого ролика $\omega = 16{,}6 \pm 0{,}33$ с$^{-1}$, $v_{ковз} = 2{,}50 \pm 0{,}1$ м/с. Час випробувань 180 хвилин. Діапазон навантажень 200...1600 Н.

На рис. 1 показані результати для пар тертя сталь 45 / ШХ 15, сталь 45 / СЧ 200 та СЧ 200/СЧ 200 у базовому варіанта (БВ) та з додаванням ГМТ.

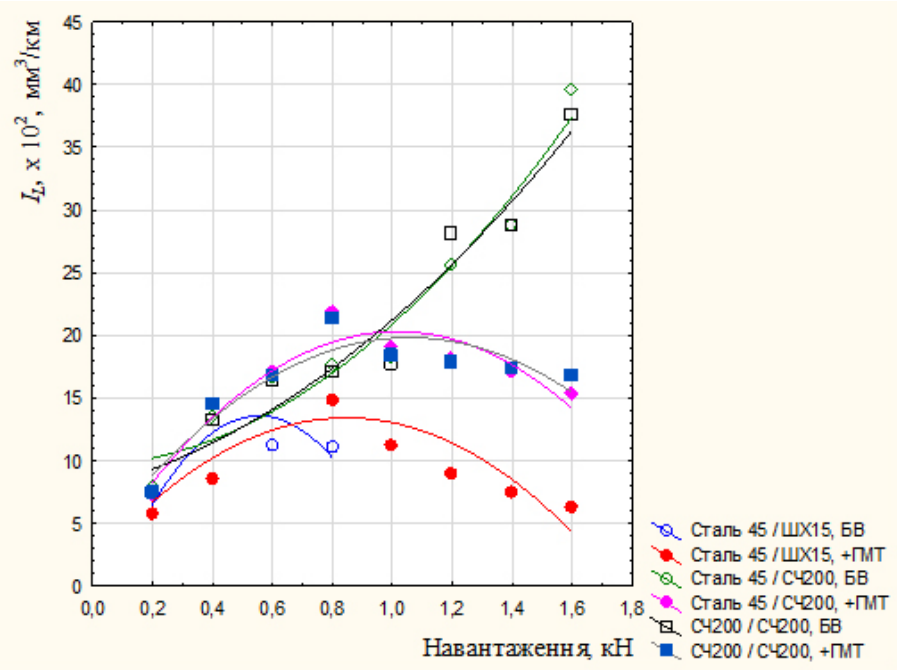


Рис. 1. Інтенсивність зношування

Для базового варіанту сталь 45 / ШХ 15 перевищення навантаження 800 Н призводить до задирів та схоплення пари тертя. Варіант суміші з додавання 4 % ГМТ підвищило цю стійкість до 1600 Н, тобто в досліджуваному діапазоні задиру не відбувалося.

Одним з визначальних показників, що характеризують вплив добавок на трибологічні якості мастильного матеріалу, є коефіцієнт тертя. На рис. 2 зібрані експериментальні дані, що показують залежність коефіцієнта тертя від навантаження для пар сталь 45 / ШХ 15, сталь 45 / СЧ 200 та СЧ 200/СЧ 200 у базовому варіанта (БВ) та з додаванням ГМТ.

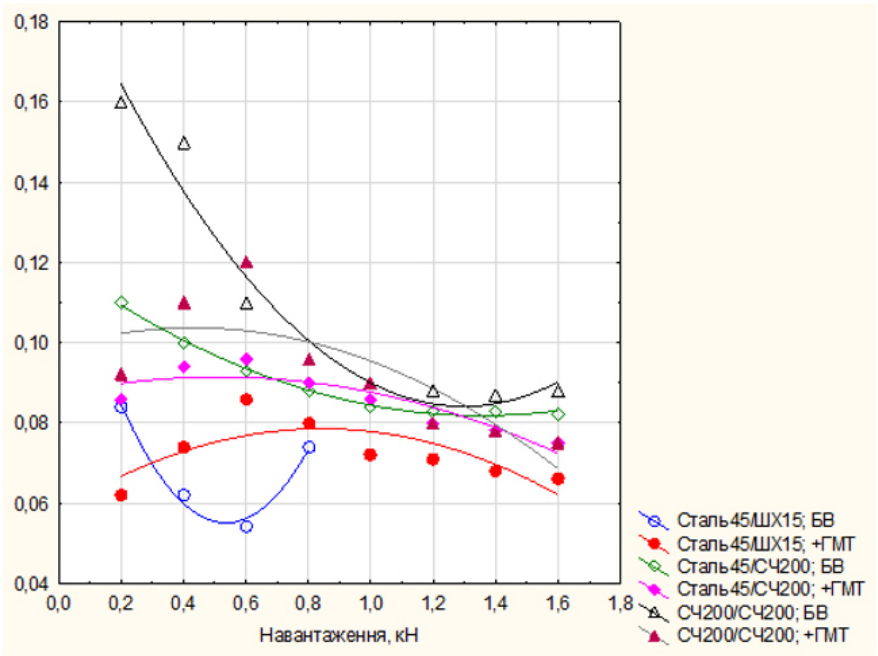


Рис. 2. Залежність коефіцієнта тертя від навантаження

Висновки. Добавки на основі природного серпентину Дашуківського родовища показали свою ефективність у якості геомодифікаторів тертя. Аналіз дослідних даних показує зниження

коефіцієнту тертя, інтенсивності зношування (з IL = 39,6×10 -2 мм3/км для базового варіанту до IL = 15,4×10 -2 мм3/км для варіанту з ГМТ). Протизадирні властивості таких домішок дозволили збільшити навантаження на сталеві пари вдвічі (від 800 Н до 1600 Н) без настання схоплювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Телух Д., Кузьмин В., Усачев В. (2009) Использования слоистых гидросиликатов в трибосопряжениях. Интернет-журнал «Трение, износ, смазка». – 2009. – № 3. – С. 13-17.
2. Дунаев А.В., Зуев В.В., Васильков Д.В. и др. Гипотезы механизмов действия ремонтно-восстановительных серпентиновых трибопрепаратов. Труды ГОСНИТИ. – 2013. Т. 112. – №2. – С. 134-142.
3. Усачев, В.В., Погодаев, Л.И., Крюков, Е.Ю. (2009) Разработка технологии упрочняющей обработки трибосопряжений природными геомодификаторами трения. Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2009. – № 11. - С. 8-23.
4. Балабанов В.И, Болгов В.Ю. Автомобильные присадки и добавки. М. : [Эксмо] . – 2011. – 176 с.
5. Балабанов В.И. Безразборное восстановление трущихся соединений автомобиля: Методы и средства. М. : [АСТ]. – 2003. – 61 с.
6. Белый И.Ф., Меркулов А.Ф. и др. Эффективное использование антифрикционных добавок к трансмиссионным и моторным маслам. – М.: [Росинформагротех], 2011. – 62 с.
7. Гаркунов Д.Н., Балабанов В.И. Восстановление двигателей внутреннего сгорания без их разборки. Журнал «Тяжелое машиностроение». – 1999. №2. – С. 18-23.
8. Соловьев С.Н., Боду С.Ж. Повышение несущей способности тяжелонагруженных пар трения. *Техногенна безпека. Наукові праці.* Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П.Могили. – 2012. № 203(191). – С. 27-31.
9. Кадошников В.М., Шехунова С.Б. и др. Аутигенные минералы бентонитовой глины черкасского месторождения. Мінералогічний журнал – Mineral. journ. (Ukraine). – 2013. № 35(3). – С. 54-60.

Use Of Serpentines Of Dashukovsky Deposit As Geomodifying Additives

Bodu Svetlana Zhakovna
senior lecturer of the department of engineering mechanics and machine-building technology
National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov
Mykolaiv, Ukraine,

Abstract. The effect of friction geomodifiers based on serpentine of the Dashukovsky deposit on the properties of lubricating compositions was studied. There is an improvement in tribological properties compared to the basic version, in particular, a decrease in the coefficient of friction, the intensity of wear, an increase in anti-seize resistance, which proves the perspective of using this material as a geomodifying additive.

Keywords: geomodifiers; tribotechnical tests; intensity of wear; repair and restoration technologies.

УДК 621.793.7.

ВИКОРИСТАННЯ ЧЕРВОНОГО ШЛАМУ ПРИ ФОРМУВАННІ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ

Карпеченко А. А.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри вищої математики
anton.karpechenko@nuos.edu.ua
Бобров М. М.
кандидат технічних наук,
асистент кафедри матеріалознавства і технології металів
laborantmtm@gmail.com
Дубовий О. М.
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри матеріалознавства і технології металів
м. Миколаїв, Україна
oleksandr.dubovyj@nuos.edu.ua
Савенков О. І.
старший викладач кафедри кондиціювання і рефрижерації
savenkov.oleg@gmail.com
Кондратьева А. А.
студентка
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
instalallo@gmail.com

Анотація. Показано, що особливо актуальною проблема утилізації відходів виробництва бокситу, а саме червоного шламу, є для Миколаївській області, оскільки на її території розташований Миколаївський глиноземний завод (МГЗ). Встановлено, що перспективним є напрям пов'язаний із використанням червоного шламу в якості напилюваного матеріалу при нанесенні газотермічних покриттів. Отримано експериментальні зразки композиційних електродугових покриттів шляхом розпилення дроту з алюмінієвого сплаву системи Al-Si марки ER4043 та порошку червоного шламу МГЗ, досліджено їх мікроструктуру та міцність зчеплення покриттів з металевою основою.
Ключові слова: електродугове напилення, червоний шлам, композиційні покриття, міцність зчеплення, пористість.

Вступна частина. З підвищенням світового споживання алюмінію збільшується кількість відходів, що утворюються у процесі виробництва глинозему за способом Байєра - червоних шламів. Залежно від складу вихідних бокситів і технології, на 1 т глинозему утворюється від 0,9 до 1,5 т цих відходів [1, 2]. До сих пір червоні шлами не переробляються, а накопичуються в спеціальних шламосховищах. Через високий вміст лугів та високодисперсність шламу його складування становить небезпеку для людини і навколишнього середовища [3]. Особливо актуальною дана проблема є для Миколаївській області, оскільки на її території розташовано одне з найбільших в Європі підприємств кольорової металургії Миколаївський глиноземний завод (МГЗ). За останні 10 років на шламосховищах МГЗ кількість накопиченого червоного шламу збільшилася на 54% і за станом на 1 січня 2019 року складає 43,5 мільйони тон. Це 82,2% від усіх накопичених відходів IV класу в Миколаївській області [4]. Дослідження по переробці червоних шламів ведуться по всьому світу і в даний час розроблені сотні способів їх утилізації. В останні роки число

публікацій по темі рециклінгу червоних шламів значно зросла. Однак незважаючи на численні дослідження, до сих пір лише незначна частина червоних шламів піддається переробці, що обумовлено низькою рентабельністю більшості технологій, високими капітальними витратами на освоєння нових і складністю реалізації виробленої продукції. Інноваційним є рішення авторів роботи [5] застосовувати червоний шлам у якості напилюваного матеріалу при плазмовому нанесені покриттів. Покриття товщиною до 210 мкм отримували на різних потужностях плазмотрону (6, 9, 12, 16 Вт) на підкладках з вуглецевої та неіржавіючої сталей, алюмінію та міді. Аналіз мікроструктури отриманих покриттів показав наявність тріщин вздовж границі поділу, що пов'язано з великою різницею у показниках коефіцієнту теплового лінійного розширення матеріалу основи та покриття. Міцність зчеплення з основою плазмових покриттів з червоного шламу складає лише від 3,1 до 7,5 МПа хоча автори вказують на перспективи застосування таких покриттів у якості зносостійких. Подальші дослідження [6] полягали у формуванні композиційних плазмових покриттів з додаванням червоного шламу. Наносили суміші червоного шламу з золою (30%, 50%), вуглецем (20%) та алюмінієм (5%). Пористість покриттів складала від 8% до 13%, вдалося підвищити міцність зчеплення до 13 МПа. Найвищі показники твердості та зносостійкості спостерігали для композиції з алюмінієм. Однак плазмове напилення характеризується досить високою вартістю та складністю обладнання і низьким значенням коефіцієнту використання енергії. В той же час електродугове напилення вирізняється простотою та технологічністю, високими енергетичним ККД розпилення і коефіцієнтом використання матеріалу, найвищою продуктивністю та низькою собівартістю.

Метою роботи є дослідження можливості формування композиційних електродугових покриттів із додаванням червоного шламу, аналіз мікроструктури та визначення їх фізико-механічних властивостей.

Основна частина. Перед напиленням покриттів провели дослідження гранулометричного складу порошку червоного шламу з шламосховища МГЗ металографічним методом. Для запобігання конгломерації частинок застосовували спиртовий розчин. Аналіз отриманих даних показує, що частинки червоного шламу мають розмір у широкому діапазоні від 1 мкм до 1000 мкм. Найбільша кількість частинок менша за 5 мкм (35%) та з розміром від 10 до 50 мкм (26%). Для газотермічного напилення покриттів використовується порошок розміром 40…80 мкм, тому для їх отримання можна застосовувати лише до 20% червоного шламу після операцій сушки та ситової класифікації.

Електродугові композиційні покриття наносили на металеву підкладку виготовлену зі сталі 45 шляхом розпилення дроту з алюмінієвого сплаву системи Al-Si марки ER4043 та порошку червоного шламу за допомогою установки КДМ-2, що укомплектована апаратом ЕМ-14М з модернізованим ковпаком розпилювальної голівки [7].

Параметри режиму напилення обиралися виходячи з попередніх досліджень щодо формування композиційних керметних покриттів [8] та становили: сила струму - 120А, напруга на дузі - 30В, тиск стисненого повітря - 0,6 МПа, тиск транспортуючого газу – 0,02 МПа, дистанція напилення – 100 мм.

Металографічний аналіз наведених мікроструктур показав, що електродугові композиційні покриття системи дріт ER4043 – червоний шлам характеризуються досить низькою пористістю, яка становить близько 6%, в структурі добре диференціюються частинки темної (імовірно частинки червоного шламу) і світлої (сплав Al-Si) фаз. Ідентифікацію фаз в композиційному покритті проводили шляхом вимірювання їх мікротвердості. Середня мікротвердість світлої фази (сплав Al-Si) склала 526 МПа; темної 658 МПа, що відповідає мікротвердості червоного шламу [9]. Об'ємний вміст червоного шламу в отриманих покриттях склав 12,2% об. У порівнянні з композиційними металокарбідними покриттями системи 65Г-TiC, отриманими на аналогічному режимі напилення у роботі [8], вміст наповнювача нижчий, що пояснюється низькою щільністю червоного шламу. Більш легкі напилювані частинки

виносяться на периферію високотемпературного струменя при напиленні та рідше закріплюються у покритті.

Штифтовим методом визначено міцність зчеплення зі стальною основою ненаповнених з дроту ER4043 (12,1 МПа) та композиційних ER4043 – червоний шлам (10 МПа) покриттів. Зниження адгезійної міцності пояснюється зменшенням фактичної площі контакту покриття з основою за рахунок неповного проплавлення частинок наповнювача при напиленні.

Висновки. Досліджено гранулометричний склад порошку червоного шламу МГЗ за допомогою металографічного аналізу та встановлено, що лише до 20% червоного шламу придатно для газотермічного напилення. Отримано електродугові металеві покриття з дроту ER4043 (Al-Si) та композиційні з ER4043 – червоний шлам та вказано на перспективу використання даного матеріалу для нанесення газотермічних покриттів. Проаналізовано мікроструктуру нанесених покриттів і проведено ідентифікацію фаз шляхом визначення їх мікротвердості. Показано, що пористість композиційного покриття складає близько 6%, а кількість червоного шламу – 12,2% об. Штифтовим методом визначено міцність зчеплення зі стальною основою ненаповнених з дроту ER4043 (12,1 МПа) та композиційних ER4043 – червоний шлам (10 МПа) покриттів.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. R. Zhang, S. Zheng, S. Ma, Y. Zhang, “Recovery of alumina and alkali in Bayer red mud by the formation of andradite-grossular hydrogarnet in hydrothermal proces”, Journal of Hazardous Materials, vol. 189, pp. 827–835, 2011. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.03.004.

[2]. K. Evan, “The history, challenges and new developments in the management and use of bauxite residue”, Journal of Sustainable Metallurgy, vol.2, pp. 316–331, 2016. https://doi.org/10.1007/s40831-016-0060-x.

[3]. R. Boily, “Twenty cases of red hazard, an inventory of ecological problems caused by bauxite residue from alumina production”, Conference paper in Inforex, Larval, Quebec, Canada, 2012, pp. 58-62.

[4]. “Сколько опасных отходов накопил НГЗ за последние 10 лет: С 28 млн тонн красного шлама — до 43”, НикВести, . [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://nikvesti.com/news/photoreportage/179475. Дата звернення: Лютий. 7, 2020.

[5]. A. Satapathy, H. Sutar, S.C. Mishra, S.K. Sahoo, “Characterization of Plasma Sprayed Pure Red Mud Coatings: An Analysis”, American Chemical Science Journal, vol. 3(2), pp. 151-163, 2013. https://doi.org/10.9734/ACSJ/2013/3218.

[6]. H. Sutar, S.C. Mishra, S.K. Sahoo, A. Satapathy, “Morphology and solid particle erosion wear behavior of red mud composite coating”, Natural Science, vol. 4 (11), pp. 832-838, 2012. . https://doi.org/10.4236/ns.2012.411111.

[7]. О.М. Дубовий, А.А. Карпеченко, М.М. Бобров, А.О. Мазуренко, «Пристрій для електродугового напилення композиційних покриттів», Патент України, МПК C23C 26/02, B05B 7/22, № 111760, 10.06.2016.

[8]. O.M. Dubovoy, A.A. Karpechenko, M.N. Bobrov, et al. “Electric arc spraying of cermet coatings of steel 65G-TiC system”, Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, vol.2, pp. 63-68, 2021. https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-2/063.

[9]. H. Sutar, R. Murmu, D. Roy, S. Mirsha, “Plasma Sprayed Mud-Fly Ash Composite coatings on Mild Steel: A Comprehensive Outline”, Physical Science International Journal, vol 5(1), pp. 61-73, 2015.

УДК 621.793.7.

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ ПІСЛЯ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Карпеченко А. А.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри вищої математики
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
anton.karpechenko@nuos.edu.ua
Бобров М. М.
кандидат технічних наук,
асистент кафедри матеріалознавства і технології металів
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
laborantmtm@gmail.com
Лабарткава О. В.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри зварювального виробництва
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
oleksandr.labartkava@nuos.edu.ua
Лабарткава А. В.
кандидат технічних наук,
професор кафедри зварювального виробництва
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
andreynuk@gmail.com
Токарева О.В.
науковий співробітник,
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
olga.tokareva@nuos.edu.ua
Данько С.В.
науковий співробітник,
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
danserdan77@gmail.com

Анотація. У роботі досліджено можливість застосування передрекристалізаційної термічної обробки для підвищення комплексу властивостей композиційних електродугових покриттів систем дріт Св-08Г2С–Al_2O_3 та дріт 65Г-TiC. В результаті такої обробки спостерігається максимальне підвищення мікротвердості металевої матриці на 54% та 38% відповідно. Експериментальними дослідженнями міцності зчеплення покриттів з металевою основою

встановлено, що передрекристалізаційна термічна обробка забезпечує її підвищення на 15…20% у порівнянні з покриттями після напилення.
Ключові слова: електродугове напилення, композиційні покриття, термічна обробка, мікротвердість, міцність зчеплення.

Вступна частина. Формування функціональних композиційних покриттів забезпечується за рахунок застосування металічних матеріалів та наповнювачів [1] або плакованих порошків [2]. На практиці реалізовано нанесення таких покриттів в основному шляхом використання різновидів плазмового та високошвидкісного методів. Авторами робіт [3, 4] пропонується використання модернізованого розпилювача та порошку зміцнюючої фази у вільному вигляді для нанесення покриттів різноманітних складів. Запропонованим способом нанесено металополімерні [3], металокерамічні та металокарбідні композиційні покриття [4].

Значного підвищення та забезпечення унікальних властивостей металічних та композиційних покриттів можливо досягти шляхом цілеспрямованого формування здрібненої мікро- і нанокристалічної структури. Перспективним є формування саме наноструктурованих напилених покриттів шляхом застосування низки способів. Більшість з них пов’язані з нанесенням агломерованих порошків з нанорозмірними частинками [5]. Також використовують подачу ультрадисперсних порошків до високотемпературного струменя при напиленні за допомогою суспензій [6]. Досить перспективними вважаються способи формування нанокристалічного стану в поверхневому шарі за рахунок, наприклад, ультразвукового ударного оброблення [7], електромеханічної обробки напилених покриттів [8]. Автори роботи [9] вказують на альтернативу – застосування передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО) 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 впливу температурно-часових параметрів ПТО на рівень фізико-механічних та експлуатаційних властивостей функціональних композиційних електродугових покриттів.

Основна частина. Об'єктом досліджень обрано: електродугові металокерамічні покриття з композиції дріт Св-08Г2С – порошок оксиду алюмінію (Al_2O_3) та металокарбідні покриття – дріт 65Г – порошок карбіду титану (TiC). Для формування зазначених покриттів застосовували комплект електродугового напилення КДМ-2, який оснащений модернізованим розпилювачем ЕМ-14М з вузлом подачі порошку зміцнюючої фази до високотемпературної зони дугового розряду [10]. Оптимальний режим нанесення зазначених покриттів встановлено у роботах [3, 4, 11]. ПТО зразків проводили за допомогою «Надвисоковакуумного універсального технологічного комплексу ВВУ-1 Д».

В результаті ПТО визначено оптимальні температури для металевої матриці 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 які протікають при їх формуванні.

Оптимальні температурно-часові параметри ПТО згаданих композиційних покриттів: для Св-08Г2С - Al_2O_3 є витримка протягом 1 хв при температурі 450°С; для покриттів 65Г-TiC – 2 хв при 400 °С при цьому спостерігається максимальне підвищення мікротвердості металевих матриць на 54% та 38% відповідно. Значніший ефект підвищення твердості композиційних покриттів у порівнянні з ненаповненими після ПТО пояснюється додатковим наклепом металевої матриці твердими частинками Al_2O_3 та TiC, що мають високу швидкість при співударі з напилюваною поверхнею.

Металографічні дослідження показали, що для композиційних покриттів характерна типова луската структура та добре диференціюються частинки дисперсної зміцнюючої фази (Al_2O_3, TiC). Після проведення ПТО структурних змін не спостерігається, пористість залишається на тому ж рівні (близько 8% та 5% відповідно).

Міцність зчеплення композиційних металокерамічних та металокарбідних покриттів з основою визначали на розривній машині УММ-5 за методикою та з використанням матеріалів, описаних у роботі [4]. Після проведення ПТО спостерігається підвищення міцності зчеплення з металевою основою на 15…20% у порівнянні з покриттями після напилення за рахунок зменшення їх внутрішніх напружень.

Висновки. Встановлено оптимальні температурно-часові параметри ПТО композиційних покриттів: для Св-08Г2С - Al_2O_3 є витримка протягом 1 хв при температурі 450°С; для покриттів 65Г-TiC – 2 хв при 400 °С при цьому спостерігається максимальне підвищення мікротвердості металевих матриць та їх міцності зчеплення на 15…20% з металевою основою у порівнянні з покриттями після напилення.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Mal’tseva S. V., Mel’nikova I.P., Lyasnikova A. V., Zaharevich A.M. Structure and properties of modified plasma-sprayed composite coatings on a titanium base. *Mechanics of Composite Materials*. 2016. Vol. 52. P. 531 – 534. doi:10.1007/s11029-016-9603-2.

[2] Borisov Y.S., Borisova A.L., Kolomytsev M.V. High-Velocity Air Plasma Spraying of (Ti, Cr)C–32 wt.% Ni Clad Powder. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*. 2017. Vol.56. P.305 – 315. doi:10.1007/s11106-017-9898-0.

[3] Карпеченко А.А., Бобров М.М., Лимар О.О. Електродугове напилення композиційних металополімерних покриттів *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2021. № 2. С. 114 – 119. doi:10.31649/1997-9266-2021-155-2-114-119.

[4] Карпеченко А. А., Бобров М. М., Дубовий О. М., Макруха Т. О., Неделько Є. Ю. Формування композиційних металокерамічних та металокарбідних електродугових покриттів. *Вісник Національного технічного університету « ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ»*. 2021. № 1 (7). С. 9-17. doi:10.20998/2413-4295.2021.01.02

[5] Hashemi S.M., Parvin N, Valefi Z. Effect of Addition of Multimodal YSZ and SiC Powders on the Mechanical Properties of Nanostructured Cr_2O_3 Plasma-Sprayed Coatings. *Journal of Thermal Spray Technology*. 2019. Vol 28. P.544 – 554. doi: 10.1007/s11666-019-00834-8.

[6] Vaßen R., Kaßner H., Mauer G., Stover D. Suspension Plasma Spraying: Process Characteristics and Applications. *Journal of Thermal Spray Technology*. 2010. Vol. 19(1-2). P. 219-225. doi: 10.1007/s11666-009-9451-x.

[7] Васильєв М.О., Мордюк М.О., Сидоренко С.І., Волошко С.М., Бурмак А.П., Кіндрачук М.В. Синтез деформаційних нанокомпозитів на поверхні алюмінієвого сплаву Д16 за допомогою ультразвукового ударного оброблення. *Металофізика та новітні технології*. 2016. №4. С.545-563. doi: 10.15407/mfint.38.04.0545.

[8] Ivannikov A.Y., Kalita V.I., Komlev D.I., Radyuk A. A., Alpatov A. V., Zakharov I. N., Grigoriev S. N., Prozhega M. V. The Effect of Electromechanical Treatment on Structure and Properties of Plasma-Sprayed Fe-30Cr Coating. *Journal of Thermal Spray Technology*.2019. Vol 28. P.883 – 892. doi: 10.1007/s11666-019-00868-y.

[9] Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Бобров М.М., Лабарткава О.В., Неделько Ю.Є., Лимар О.О. Підвищення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей електродугових та плазмових покриттів формуванням термічно стабільної здрібненої і нанорозмірної субструктури. *Металофізика та новітні технології*. 2019. № 4. С. 461-480. doi: 10.15407/mfint.41.04.0461.

[10] Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Бобров М.М., Мазуренко А.О. Пат. 111760 Україна, МПК C23C 26/02, B05B 7/22. *Пристрій для електродугового напилення композиційних покриттів*. – а 2014 07318; заявл. 01.07.2014; опубл. 10.06.2016, Бюл. №11.

[11] Dubovoy O.M., Karpechenko A.A., Bobrov M.M., Gerasin O.S., Lymar O.O. Electric arc spraying of cermet coatings of steel 65G-TiC system. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021. Vol. 2. P. 63 – 68. doi: 10.33271/nvngu/2021-2/063.

Physical And Mechanical Properties Of Electric Arc Composite Coatings After Pre-Crystallization Heat Treatment

Karpechenko Anton, PhD, Associate Professor; Maksym Bobrov, PhD, Associate Professor; Labartkava Aleksandr, PhD, Associate Professor; Labartkava Andrey, PhD, Professor; Tokarieva Olha, Research Assistant; Danko Serhii, Research Assistant; (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-08Г2С–Al2O3 wire and 65Г-TiC wire. As a result of this treatment, the maximum increase in the microhardness of the metal matrix is observed by 54% and 38%, respectively. Experimental studies of the strength of adhesion of coatings to a metal base have established that pre-recrystallization heat treatment ensures its increase by 15...20% compared to coatings after spraying.

Key words: electric arc spraying, composite coatings, heat treatment, microhardness, bond strength.

Секція 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

УДК 629.12.03

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ПЛАВУЧИХ ОБ'ЄКТІВ ОФШОРНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Чередніченко О. К.[1], *д.т.н., доц.,* **Горбов В. М.**[2] *к.т.н., проф.,*

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
[1]*oleksandr.cherednichenko@nuos.edu.ua,* [2]*viktor.gorbov@nuos.edu.ua*

Анотація. Розглянуто сучасний стан шельфового нафтогазовидобування, тенденції розвитку енергетичних установок офшорного флоту, вимоги, що пред'являються до суднових енергетичних установок з забезпечення потрібної експлуатаційної працездатності. Доведено, що найбільш ефективна реалізація структурного резервування. Результати досліджень можуть бути використані при проектуванні енергетичних установок перспективних суден та плавучих об'єктів нафтогазовидобутку.

Ключові слова: суднова енергетична установка; експлуатаційна працездатність; офшорний флот; резервування.

Вступ. Нещодавно відкриті морські родовища нафти та газу приблизно в 10 разів перевищують нововідкриті наземні родовища. В даний час видобуток нафти та газу на шельфі морів та океанів є одним з основних джерел сировинної бази світової енергетики і має суттєвий вплив на економіку як окремих країн, так і цілих регіонів. Видобуток на мілководді освоєний вже давно і становить більш ніж 30 % обсягу світового видобутку нафти і 25 % видобутку газу. У глибоководних районах Світового океану є значні родовища нафти та газу, але їх освоєння вимагає великих фінансових інвестицій і впровадження нових технологій.

Незважаючи на високі капітальні та поточні витрати, частка глибоководного видобутку зростає. Про це говорить той факт, що аналітичні огляди та прогнози для регіональних ринків вуглеводневих енергоносіїв побудовані на оцінці ключових факторів наземного та офшорного видобутку нафти та газу, з урахуванням аналізу ситуації з прибережним та глибоководним видобутком (рис. 1) [1].

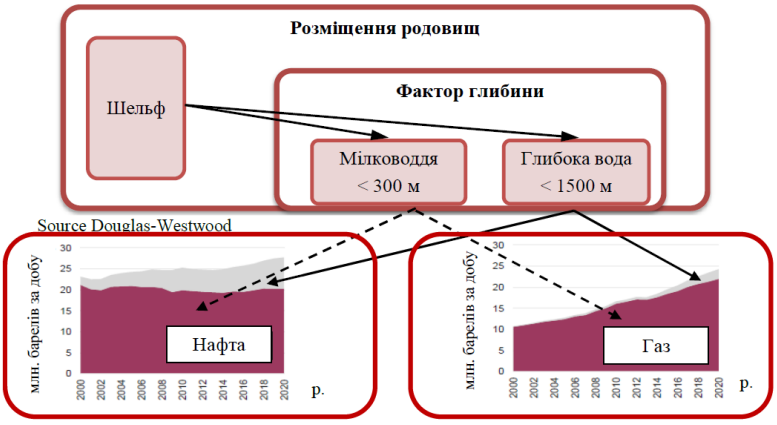


Рис. 1 – Частки видобутку нафти та газу з родовищ континентального шельфу

Офшорний флот, який забезпечує видобуток на шельфових родовищах містить такі основні групи суден і плавучих об'єктів [1]: обслуговуючі офшорні судна (Offshore Service Vessels – OSV), мобільні офшорні бурові об'єкти (Mobile Offshore Drilling Units – MODU), плавучі виробничі об'єкти та об'єкти зберігання і перевантаження (Floating Production Units and Storage Units). До останньої групи відносяться FPSO – Floating Production Storage and Offloading system – плавуча система для обробки, накопичення і відвантаження нафти; FSO – Floating Storage Offloading unit – плавуча система для зберігання та відвантаження нафти; FSRU – Floating Storage And Regasification Unit - плавуча установка для зберігання та регазифікації; FLNG – Floating Liquefied Natural Gas facility – плавуча установка для зрідження газу.

Глибоководні платформи і бурові судна можуть працювати у віддалених від наземної інфраструктури районах на глибинах понад 3,5 км. Видобуток на великих глибинах обходиться дорого та приводить до зростання числа суден FPSO, FLNG і FSRU. Вартість новозбудованих бурових суден може досягати 900 млн. USD, а напівзанурювальних платформ – 600 млн. USD.

Одними з основних факторів, що забезпечують ефективну роботу першої ланки логістичного ланцюжка «видобуток – накопичення та обробка – транспортування – поставка офшорних нафти і газу» є показники енергоефективності та надійності енергетичних установок плавучих споруд нафтогазовидобування MODU, FPSO, FLNG, FSRU [7].

Виробничі системи на таких суднах визначають стабільність і ефективність процесів видобутку, обробки і відвантаження та вимагають безперервного постачання великих обсягів енергії. Ці процеси є головними для функціонування вказаних плавучих споруд що потребує забезпечення потрібної експлуатаційної працездатності.

Таким чином, ***ціль роботи*** - аналіз шляхів забезпечення працездатності енергетичних установок плавучих об'єктів офшорної інфраструктури є актуальною для суднобудування.

Основна частина. Офшорні судна та плавучі об’єкти морської інфраструктури, як будь-який технічний об'єкт, повинні мати необхідні показники експлуатаційної працездатності. На відміну від функціональної працездатності, яка полягає у принциповій здатності об'єкта виконувати покладені на нього функції, експлуатаційна працездатність характеризує здатність об'єкта зберігати на достатньому рівні функціональну працездатність протягом усього терміну експлуатації.

Для MODU, FPSO, FLNG, FSRU, які використовуються в глибоководних і віддалених районах видобутку, вимоги до енергетичного обладнання найбільш жорсткі, так як пов'язані з забезпеченням експлуатаційної працездатності у важких умовах моря.

Одними з основних характеристик експлуатаційної працездатності є надійність[1] і живучість[2] [2]. Ефективним засобом забезпечення надійності та живучості елементів енергетичного обладнання є резервування, тобто використання додаткових засобів і можливостей, які є надлишковими по відношенню до мінімально необхідних для виконання необхідних функцій. Існують різноманітні прийоми резервування (табл. 1).

У судновій енергетиці найчастіше застосовується структурне резервування, активно використовується і навантажувальне резервування. У той же час найбільш ефективним з точки зору забезпечення економічної ефективності є функціональне резервування, але його реалізація має певні проблеми [3].

[1] Властивість зберігати працездатність при впливі внутрішніх джерел (відмови технічних засобів об'єкта, помилки в програмах функціонування і експлуатації, порушення координації процесів, що протікають в об'єкті, помилки керуючого і обслуговуючого персоналу).

[2] Властивість протистояти втраті працездатності від впливу зовнішніх джерел (випадкові і / або навмисні дії, здатні порушити його працездатність).

Таблиця 1. Основні прийоми резервування [4]

Вид резервування	Принципи реалізації
Структурне	Засноване на введенні надлишкових елементів в склад об'єкту, що має паралельну схему
Навантажувальне	Припускає використання надлишкових виробничих можливостей об'єктів щодо виконання функцій в умовах перевантажень при відмові інших об'єктів
Функціональне	Засноване на можливості використання окремих об'єктів для виконання додаткових функцій в умовах відмови інших об'єктів

Одним з ефективних засобів забезпечення надійного енергопостачання є реалізація структурного резервування шляхом створення надмірної потужності установки, тобто забезпечення можливості підключення резервної потужності в разі відмови основного обладнання [5,6]. Згідно з цією практикою, яка відповідає вимогам класифікаційних товариств, головні ГТГ встановлюються в конфігурації $n + 1$, при цьому додатковий блок забезпечує резерв потужності в разі зупинки одного з працюючих агрегатів. Кількість ГТД зазвичай становить 3 або більше, в залежності від вимог та необхідної потужності. Застосування одного агрегату для живлення основних виробничих споживачів вважається небажаним з точки зору забезпечення експлуатаційної працездатності та практично не застосовується. Використання декількох турбін відносно невеликої потужності надає гнучкість завантаження енергетичного обладнання, якщо є необхідність частої зміни режиму роботи. Але це потрібує більшої кількості запусків та зупинок, що негативно позначається на ресурсі агрегатів.

Слід врахувати, що протягом роботи FPSO та інших плавучих об’єктів нафтогазовидобутку на родовищі, потужність, яка необхідна для здійснення технологічних процесів, може змінюватися в досить широких межах (рис. 2). Це призводить до необхідності забезпечення резерву потужності.

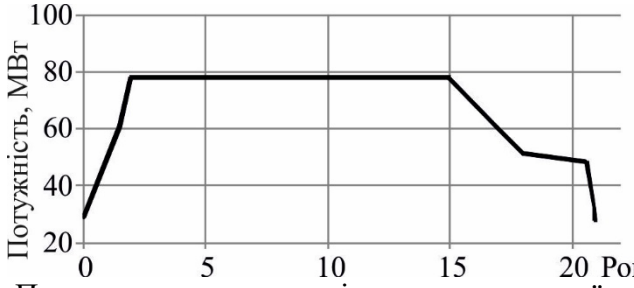


Рисунок 2 – Прогнозована потужність енергетичної установки FPSO типу Pioneiro de Libra за роки експлуатації [7]

Аналіз аспектів експлуатації 192 ГТД, які працюють в офшорній інфраструктурі [8] показав, що середнє завантаження газотурбінного агрегату в процесі експлуатації становить близько 50 %. Встановлено, що 97 % ГТД працюють в складі енергомодулю з більш ніж одним агрегатом та з розподілом навантаження.

В результаті досліджень виявлена перспективність застосування комбінованих дизель-газотурбінних енергетичних модулів у тому числі з термохімічною обробкою палива шляхом утилізації вторинних енергоресурсів теплових двигунів.

Висновки.

1. Підтверджено, що структурне резервування є основним та найбільш ефективним засобом забезпечення надійності та живучості елементів енергетичного обладнання установок плавучих споруд нафтогазовидобування MODU, FPSO, FLNG, FSRU.
2. Встановлено, що реалізація структурного резервування шляхом створення надмірної потужності установки відповідає вимогам, щодо забезпечення резерву у зв'язку зі зміною в три та більш разів потужності, яка необхідна для здійснення технологічних процесів за роки експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Organisation for Economic Cooperation and Development: OFFSHORE VESSEL, MOBILE OFFSHORE DRILLING UNIT & FLOATING PRODUCTION UNIT MARKET REVIEW. – 2014. – Retrieved from : http://www.oecd.org/ officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=c/wp6(2014)13/final&doclanguage=en.
[2] Рябинин, И. Теоретические основы проектирования электроэнергетических систем кораблей / И. Рябинин // ЛитРес. – 2017. – Режим доступа : https://books.google.com.ua/books?id=iVpCDwAAQBAJ.
[3] Горбов, В. М. Анализ структурных схем энергетических установок круизных лайнеров / В. М. Горбов, А. К. Чередниченко // Вестн. СевНТУ. Севастополь : СевНТУ, 2009. – Вып. 97. – С. 38–42.
[4] Горбов, В. М. Обеспечение надежности и живучести СЭУ на газотурбоэлектроходах / В. М. Горбов, А. К. Чередниченко // Вісн. СевНТУ. Вип. 87. Механіка, енергетика, екологія. – Севастополь : СевНТУ, 2008. – С. 51–55.
[5] Tarelko, W. Application of redundancy in ship power plants of offshore vessels / W. Tarelko // New Trends in Production Engineering. – 2018. – Vol. 1, Iss. 1. – P. 443–452.
[6] Tarelko, W. Redundancy as a way increasing reliability of ship power plants / W. Tarelko // New Trends in Production Engineering. – 2018. – Vol. 1, Iss. 1. – P. 515–522.
[7] OCYAN: FPSO Pioneiro de Libra. – 2017. – Retrieved from : http://www.ocyansa.com/en/fleet/fpso-pioneiro-de-libra
[8] THE UK OIL AND GAS INDUSTRY ASSOCIATION LIMITED // Offshore Gas Turbines and Dry Low NOx Burners. An analysis of the Performance Improvement. – 2015. – Retrieved from: https://oilandgasuk.co.uk/wp-content/uploads/ 2015/05/producys-cayrgory.pdf.

Analysis of ways to ensure the operation capacity of power plants of floating objects of offshore infrastructure

Cherednichenko O. C., Gorbov V.M.

Abstract. The issues to ensure the operation capacity of power plants of floating objects of offshore infrastructure are discussed. The current state of offshore oil and gas production, trends in the development of offshore fleet power plants, requirements for ship power plants to ensure the required operational performance are considered. It is proved that the implementation of structural redundancy is the most effective..

Keywords: ship power plant; operation capacity; offshore fleet; structural redundancy

УДК 621.45.034

NOVEL THERMOCHEMICAL SYSTEM FOR MARINE POWER PLANT

S. Serbin, *Doctor of Sciences (Tech.), Prof.*[1],
O. Cherednichenko, *Doctor of Sciences (Tech.), Assoc. Prof.*[2],
D. Chen, *PhD, Prof.*[3], **Y. Zongming**, *PhD, Assoc. Prof.*[4]
[1,2]*Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mikolayiv, Ukraine*
[3,4]*Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, China*
[1]*serhiy.serbin@nuos.edu.ua,* [2]*oleksandr.cherednichenko@nuos.edu.ua;*
[3]*dfchen@just.edu.cn,* [4]*zongmingy@just.edu.cn*

Abstract. The work is devoted to the study of the possibilities of using a thermochemical system for recuperating the heat of waste gases to improve the efficiency of marine power plants. The analysis carried out allows us to state that the thermochemical treatment of a number of hydrocarbon fuels is promising and that the energy and environmental performance of modern heat engines and installations can be improved.
Keywords: thermochemical system; heat engine; marine power plant; environmental indicators.

Introduction. The need to comply with the requirements of the International Maritime Organization (IMO) legislation to reduce the environmental impact of marine energetics determines the demand for practice aimed at developing and adopting energy-efficient technologies [1]. This scientific and practical problem could be solved by comprehensive implementation of innovative power plants, defining the ranges of their achievable parameters, as well as the development of scientifically sound promising scheme solutions that improve fuel efficiency in Ukraine and China, minimize CO2 emissions and other harmful substances.

To increase the efficiency of fuel energy consumption in marine power plants and reduce emissions, it is proposed to use the idea of thermochemical treatment of hydrocarbon and methanol fuels by steam conversion at parameters that are consistent with the parameters of operating processes of power plants and waste energy products, as well as subsequent low-emission combustion of thermochemical transformation products in combustion chambers with preliminary partial mixing of fuel and oxidant.

Due to the specific characteristics of every transformational technology, some of them will only apply to one specific sector (commercial shipping, naval, ocean space), whereas others will apply to two of them, or to all of them. The geography of world trade increases the impact of the transport system and its main component - the transportation of goods by the sea on the state of the world economy. According to a report by the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), more than 70% of the value of world trade is carried onboard ships [2].

One of the promising areas for improving the efficiency and environmental friendliness of marine power plants is the utilization of secondary energy resources of heat engines [3, 4]. Thermochemical technologies, which are technologies for the utilization of secondary energy resources, allow to expand the scope of alternative fuels and provide the possibility of efficient energy use of different heat engines in ship power complexes, primarily in joint units with electric propulsion.

Main part. Thermochemical treatment of hydrocarbon and methanol fuels is a set of processes as a result of which the enthalpy of regenerating energy carrier (a mixture of hydrocarbon fuel and oxidant) increase. Thermochemical transformation proceeds with a change in its chemical composition due to the endothermic process of conversion of base (source) fuels.

Fig. 1 and 2 show diagrams of thermochemical treatment of hydrocarbon base fuel by steam conversion due to regeneration / utilization of heat of exhaust gases of a heat engine.

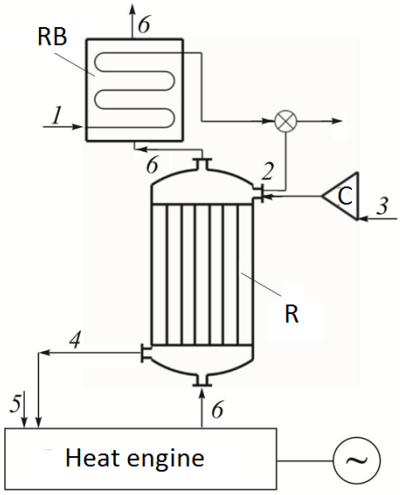


Fig. 1 – Schematic diagram of thermochemical treatment of base fuel:
RB - recycling boiler; C - compressor; R - thermochemical reactor; 1 - water; 2 - steam; 3 - hydrocarbon fuel; 4 - synthesis gas; 5 - air; 6 - engine exhaust

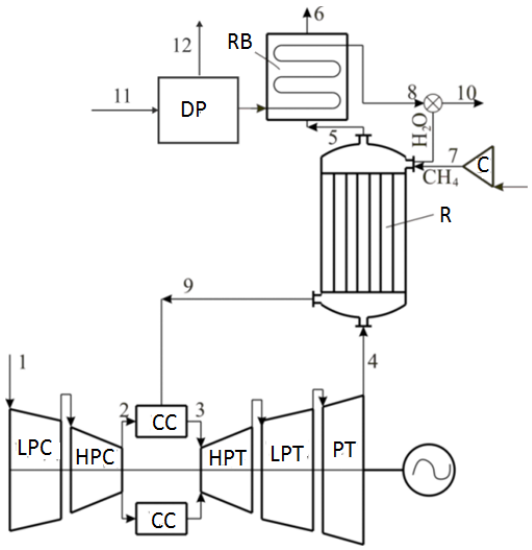


Fig. 2 – Diagram of the power module with thermochemical processing of fuel:
LPC - low pressure compressor; HPC - high pressure compressor; CC - combustion chamber; HPT - high pressure turbine; LPT - low pressure turbine; PT - power turbine; R - reactor; RB - recycling boiler; C - base fuel compressor; DP - desalination plant

The concept of thermochemical utilization of secondary energy resources of marine heat engines corresponds to the main trends in the development of marine power plants, given in the analytical review of Global Marine Technology Trends 2030, prepared by the Lloyd's Register. According to this forecast, the promising areas for the next 15 years will be:

1) use of alternative fuels;

2) the use of diesel-electric, combined, and hybrid power plants;

3) improvement of technologies for utilization of secondary energy resources.

Being technologies of utilization of secondary energy resources, thermochemical technologies will allow to expand the scope of application of alternative fuels and will provide an opportunity to use different types of heat engines as a part of uniform electric generating power plants.

Thermochemical technologies involve the conversion of base fuel using the thermal energy of exhaust gases. Alternative fuels such as ethanol / bioethanol, methanol, natural gas, petroleum associated gas of various compositions, gaseous fuel based on heavy hydrocarbons (ethane, propane, butane, and others) can be used as the base energy source.

Investigations of thermochemical technologies of fuel treatment have been carried out in the world for a number of recent years, but comprehensive studies of the efficiency of marine power plants based on utilization thermochemical technologies are virtually absent.

Despite the results achieved in the field of thermochemical utilization, methodological and technical aspects of solving the problem of creating technologies for thermochemical utilization of secondary energy resources of marine power plants have not yet been fully developed. Comprehensive research in this direction is practically absent in Ukraine.

Note that to obtain an increased amount of molecular hydrogen in the synthesis gas as a reactor for the thermochemical treatment of liquid fuel a plasma-chemical generator of hydrogen-containing gas (Fig. 3) was previously developed in the Admiral Makarov National University of Shipbuilding

(NUS) [4, 5]. The principle of its operation is based on the plasma conversion of the base fuel in the presence of insufficient amount of oxidant for combustion: air or steam.

For experimental researches of processes of thermochemical transformations, it is planned to use the experimental equipment of the Center of perspective energy technologies of research institute "Energy and mechanical engineering" of NUS. The experimental setup consists of a subsystem of preparation and supply of basic water-ethanol mixture, a subsystem of thermochemical treatment of the mixture, a subsystem of synthesis gas processing, which includes cooling and condensation units of conversion products, condensate removal, compression, and injection of synthesis gas into engine cylinders. The general view of the setup is presented in Fig. 4.

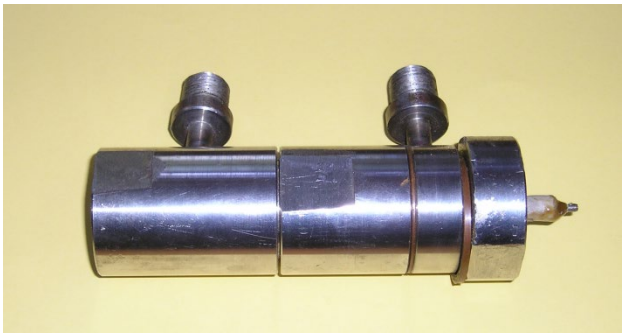


Fig. 3 – Plasma-chemical generator of hydrogen-containing gas

Fig. 4 – General view of the experimental setup for thermochemical process investigation

At Jiangsu University of Science and Technology, China, there is a research team deals with the design, optimization, and experimental proof of thermochemical fuel cells for marine use (Fig. 5, 6). One of the most pressing issues in the implementation of promising energy modules is the possibility of fuel cells running on various hydrocarbon and methanol fuels, which requires the development of external thermochemical systems to produce synthesis gas with high hydrogen content.

Fig. 5 – Power system with 4 kW fuel cells to study the possibilities of use on ship

Fig. 6 – 3 kW Solid Oxide Fuel Cell stack testing system

Preliminary investigations of thermochemical transformation processes have proved the prospects for the use of such systems in marine energetics.

Conclusions. 1. For the first time, new patterns have been obtained, which take into consideration the complex effect of temperature, pressure, and the ratio of water vapor / base fuel on the coefficient of increase of the calorific value of the base fuel.

2. Indicators of efficiency of thermochemical treatment of hydrocarbon and methanol fuels for ranges of temperatures and pressures which correspond to parameters of working processes of thermal engines of marine power plants have been determined.

3. The obtained results will significantly expand the understanding of the physics-chemical mechanisms of environmentally friendly burning in combustion chambers operating on the thermochemical products.

REFERENCES

[1] Lloyd's Register, QinetiQ and University of Strathclyde. (2015). Global Marine Technology Trends 2030. [Online]. Available: https://www.lr.org/en/insights/global-marine-trends-2030/global-marine-technology-trends-2030/.

[2] UNCTAD. (2021). Review of Maritime Transport 2021: UNCTAD/RMT/2021. [Online]. Available: https://unctad.org/system/files/official-document /rmt2021_en_0.pdf.

[3] Carapellucci, R., Giordano, L. (2019). Upgrading Existing Gas-Steam Combined Cycle Power Plants Through Steam Injection and Methane Steam Reforming. *Energy*, 173, 229–243.

[4] Cherednichenko, O., Serbin, S., Dzida, M. (2019). Investigation of the combustion processes in the gas turbine module of an FPSO operating on associated gas conversion products. *Polish Maritime Research*, 4, 149–156.

[5] Cherednichenko, O., Serbin, S., Dzida, M. (2019). Application of Thermo-chemical Technologies for Conversion of Associated Gas in Diesel-Gas Turbine Installations for Oil and Gas Floating Units. *Polish Maritime,* 26(3), 181-187.

УДК 536.24

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА ПРОТОТИПУ ТЕРМОСИФОННОГО ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТУ

Долганов Ю.А.

кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

yuri.dolganov1987@gmail.com

Анотація: Проаналізовано можливість використання технології цифрового двійника для створення прототипу теплообмінника на двофазних термосифонах. Сформовано задачі декомпозиції математичної моделі теплообмінника та визначено основні критерії та інженерні/цифрові інструменти для визначення характеристик і коефіцієнтів, що описують роботу термосифона.

Ключові слова: цифровий двійник, термосифон, теплообмінник.

Вступна частина. Цифровий двійник – це цифрова (віртуальна) модель будь-яких об'єктів, систем, чи процесів. Вона точно відтворює форму та дії оригіналу та синхронізована з ним. Технологія цифрових двійників дозволяє створювати окремі деталі та відтворювати цілі виробничі ланцюжки, проводячи віртуальні випробування та запобігаючи збоям у роботі обладнання [1, с. 3].

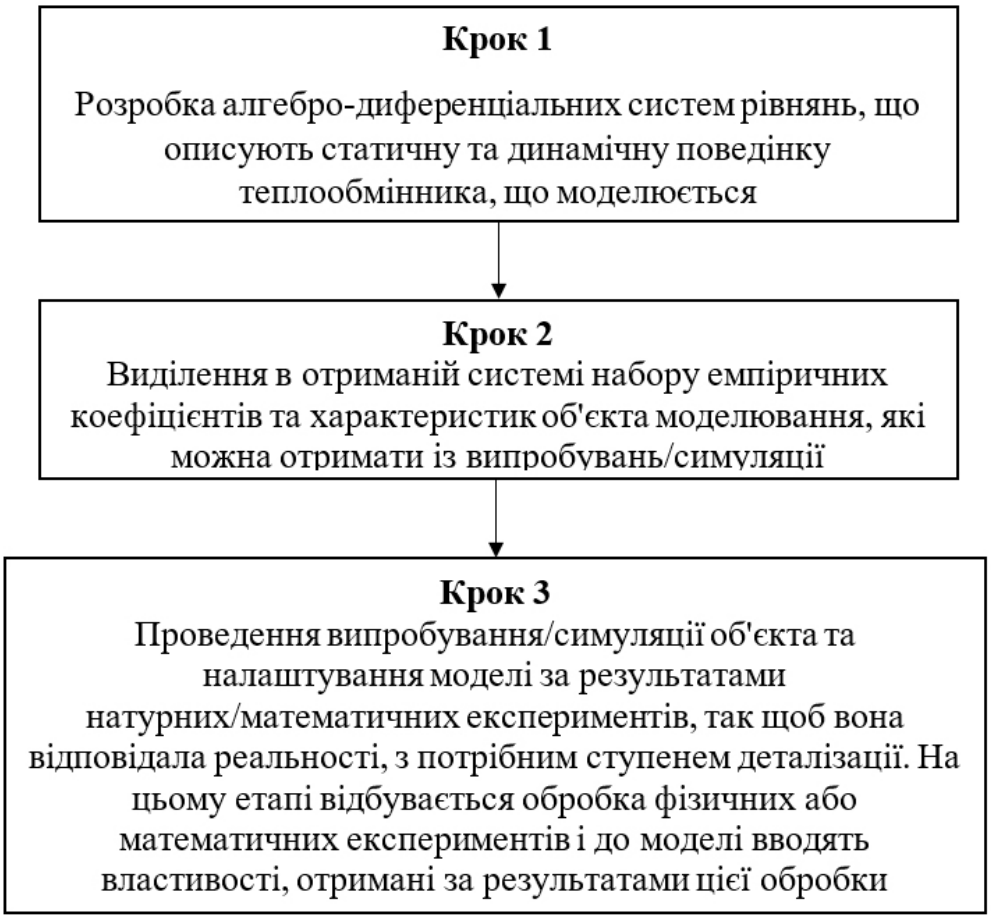
Мета роботи. При розробці нового енергетичного обладнання використання технології цифрового двійника дозволить суттєво знизити витрати часу і фінансів, оскільки ще на етапі

проектування дозволяє моделювати його роботу в різних умовах, на різних навантаженнях, виявити помилки та слабкі місця.

Досвід розробки та проектування котлів, економайзерів, повітропідігрівачів на базі двофазних термосифонів [2, 3, 4] показав складність, а місцями навіть неможливість заздалегідь визначити режими роботи та врахувати зміну навантажень у процесі експлуатації. А питання розрахунку надійності та інтенсивності відмов такого обладнання взагалі залишаються не розкритими.

Робота теплообмінних апаратів із класичними поверхнями (кожухотрубні, пластинчасті) як у статиці (робота на стаціонарних режимах), так і в динаміці (пуски, перехідні режими, зупинки) добре вивчена та математично описана. Однак робота термосифонів в якості поверхонь нагріву все ще залишає ряд питань щодо внутрішніх процесів кипіння-конденсації і термічного опору фазового переходу, а також роботу термосифона в динаміці - на перехідних режимах.

Процес створення цифрового двійника для теплообмінного апарату можна поділити на такі основні етапи:



Висновки. Для створення цифрового двійника термосифонного теплообмінника необхідно використовувати низку сучасних інженерних та цифрових інструментів.

1. BIM - інформаційне моделювання конструкції (SolidWorks, AutoCAD Invertor)
2. Програмно-апаратне моделювання в інжинірингу систем управління (MatLab/Simulink, Python, SimInTech)
3. Фізичне/математичне моделювання трудновимірюваних або невимірюваних параметрів фізичного об'єкта (SolidWorks Simulation, FlowVision, Ansys Fluent)
4. Відтворення рідкісних чи неіснуючих станів фізичного об'єкта

Подальша декомпозиція моделі теплообмінного апарату та елемента теплообмінної поверхні – термосифона, відкриває можливості у розвитку цього дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дозорцев В.М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Часть 1. Возникновение и становление цифровых двойников. Как существующие определения отражают содержание и функции цифровых двойников // Автоматизация в промышленности, 2020. № 9. с. 3-11
2. Dolganov Y.A. Yepifanov A.A., Patsurkovskyi P.A., Sorokina T.N., Lychko B.M. Study of Prospects of Two-Phase Gravity Thermosiphons Used in Waste Heat Boilers of Cogeneration Units. Problemele energeticii regionale, Republic of Moldova, 2020 – № 1 (45).
3. Епифанов А.А., Дымо Б.В., Долганов Ю..А., Анастасенко С.Н. Экспериментальное исследование двухфазных закрытых термосифонов для экономайзеров котлов**.** Problemele energeticii regionale, Republic of Moldova, 2020 – № 2 (46)
4. Термосифонный экономайзер-воздухоподогреватель для котельных агрегатов малой мощности / Ю.А. Долганов, А.А Епифанов, Б.В. Дымо// Збірник наукових праць НУК. Миколаїв: Видавництво НУК, 2012. №1. с.14-20

Analysis of the possibilities of creating a digital twins prototype of a two-phase thermosyphons heat exchanger

Iurii Dolganov, National University of Shipbuilding

Annotation: The possibility of using digital twin technology to create a prototype of a two-phase thermosyphons heat exchanger was analyzed. The tasks of decomposition of the mathematical model of the heat exchanger are formed, and the main criteria and engineering/digital tools for determining the characteristics and coefficients describing the operation of the thermosiphon are identified.

Keywords: digital twins, thermosiphon, heat exchanger

УДК 621.436:629.128.6:656.6

ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТИКИ СУЧАСНИХ ДВОТАКТНИХ ДВИГУНІВ ТА КОМПРЕСОРІВ

Варбанець Р. А.[1], **Мальчевський В. П.**[2], **Мінчев Д. С.**[3], **Залож В. І.**[4], **Кирнац В. І.**[5], **Александровська Н. І.**[6], **Воловик К. В.**[7]

[1] д-р техн. наук, проф., зав. каф. Суднових енергетичних установок та технічної експлуатації, Одеський Національний Морський Університет, Одеса, Україна, roman.varbanets@gmail.com
[2] канд. техн. наук, доц. каф. суднових енергетичних установок та технічної експлуатації, Одеський національний морський університет, Одеса, Україна, valentinmalchevsky@gmail.com
[3] канд. техн. наук, доц. каф. двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, Україна, misaidima@gmail.com
[4] канд. техн. наук, доц. каф. інженерних дисциплін, Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія», Ізмаїл, Україна, zalozh@dinuoma.com.ua

[5] канд. техн. наук, доц. каф. суднових енергетичних установок та технічної експлуатації, Одеський національний морський університет, Одеса, Україна, kirnacsvlad@gmail.com
[6] канд. техн. наук, доц. каф. суднових енергетичних установок та технічної експлуатації, Одеський національний морський університет, Одеса, Україна, a.nadegda@gmail.com
[7] аспірант Одеського національного морського університету, Одеса, Україна, Kateryna_volovyk@ukr.net

Анотація. Застосування вібродатчика разом з датчиком тиску газів у робочому циліндрі розширює можливості діагностики двигунів та компресорів у різних сферах експлуатації: морських дизелів, поршневих компресорів холодильних установок та авіаційних двигунів при їх випробуваннях на спеціальних стендах. Відомо, що експлуатаційні дефекти паливної апаратури високого тиску та механізму газорозподілу виявляються на індикаторних діаграмах *P(V), P(deg)* робочих циліндрів, змінюючи їх форму та значення основних параметрів робочого процесу. Однак відомо також, що деякі дефекти можуть мати однаковий вплив. Наприклад, пізній кут впорскування та знос паливної апаратури практично однаково спотворює індикаторну діаграму та значення параметрів. Причиною зниження компресії в циліндрах та зниження *Pcomp* можуть бути як знос втулки або поломка кілець, так і нещільність закриття або дефект клапанів газорозподілу. У багатьох випадках вплив дефектів може бути не явним.
Ключові слова: діагностика паливної апаратури, морський дизельний двигун, компресор, газорозподіл, моніторинг робочого процесу.

Вступ. Періодичний аналіз параметрів робочого процесу в циліндрах двигунів дає можливість оптимізувати їхню роботу, рівномірно розподіляти навантаження між циліндрами та вчасно виявляти небезпечні тенденції у зміні технічного стану основних систем та вузлів. В авіації, на морі та на інших видах транспорту безаварійну роботу двигунів та компресорів можна забезпечити шляхом регулярного контролю параметрів робочого процесу в окремих циліндрах. Періодичний контроль дозволяє виявити дефекти циліндрів, що зароджуються під час експлуатації і обслуговуючих двигун систем. Деякі дефекти можуть бути виявлені шляхом аналізу індикаторних діаграм P(°CA), аналізу їхньої форми на ділянках стиснення і згоряння, а також аналізу основних параметрів робочого процесу (*Pmax, Pcomp, MIP, ignition points* та інших.) [1]. Прикладами таких дефектів є зниження *MIP*, *Pmax* або тиску кінця стиснення *Pcomp*. На морі контроль робочого процесу дозволяє здійснювати регулювання двигунів так, щоб забезпечити низький рівень емісії шкідливих викидів, насамперед NOx, відповідно до вимог IMO [2].

Метою даної роботи є представлення технології діагностики паливної апаратури, роботи форсунки, приводу клапанів газорозподілу сучасних двотактних двигунів за допомогою паралельного аналізу вібродіаграм та індикаторної діаграми.

При аналізі одного з найбільш характерних дефектів ЦПГ – зниження компресії в робочому циліндрі і як наслідок *Pcomp* – існує неоднозначність при аналізі одних лише індикаторних діаграм. Зменшення величини *Pcomp* може бути викликано декількома причинами: зносом втулки циліндра, зносом та/або залипанням поршневих кілець, нещільністю закриття клапанів або *valves timing malfunction*. Всі ці фактори спричинять один наслідок – зниження параметра *Pcomp* і потім *Pmax* та *MIP* [2]. Таким чином, справжня причина дефекту може залишитись нез'ясованою.

Крім дефекту зниження компресії, деякі інші експлуатаційні дефекти, що виявляються на індикаторних діаграмах, можуть бути викликані різними причинами. В першу чергу це

дефекти паливної апаратури високого тиску та дефекти механізму керування клапанами газорозподілу. Необхідно підкреслити, що саме ці дефекти найчастіше виникають у процесі експлуатації морських двигунів. Особливо це стосується дефектів паливної апаратури високого тиску. Наприклад, пізнє згоряння палива в циліндрі, виявлене шляхом аналізу *ignition points* на індикаторних діаграмах *P(°CA)*, також може бути наслідком декількох причин: пізнього кута впорскування палива та/або зносу прецизійних вузлів паливної апаратури високого тиску та зниження тиску палива перед форсунками під час впорскування. Тому виявити окремі експлуатаційні дефекти за допомогою одного лише аналізу індикаторних діаграм досить складно. Також на ряд показників робочого процесу двигуна, серед яких затримка самозаймання та деякі характеристики згоряння палива у циліндрі двигуна впливає температура палива перед паливним насосом високого тиску (ПНВТ), що регулюється системою стабілізації температури палива. Основним вузлом цієї системи є компресор холодильної установки, що підтримує необхідну температуру охолоджувальної води. Своєчасне виявлення несправностей клапанів компресорів систем стабілізації температури палива, що проявляються досить часто, дозволяє уникнути багатьох аварійних ситуацій у роботі дизелів, пов'язаних із раптовою зміною температури палива.

Безпосередні вимірювання та аналіз діаграм тиску впорскування палива перед форсунками могли б дати повну діагностичну інформацію про технічний стан паливної системи високого тиску. Однак такі вимірювання неможливо проводити за допомогою переносних пристроїв в умовах експлуатації. Це пов'язано з високим ризиком виникнення пожежі при протіканні палива у місцях встановлення датчиків в системі високого тиску. Тому такі вимірювання обмежені сучасними вимогами *IMO* та більшістю морських сертифікаційних суспільств [1, 5].

Альтернативою прямим вимірам є застосування вібродатчиків на магнітній платформі [5-8]. Такі датчики повністю відповідають сучасній стратегії неруйнівного контролю параметрів при діагностуванні морських двигунів. Магнітні вібродатчики можуть бути швидко встановлені на обране місце, що скорочує загальний час вимірів і дає можливість витримати умови псевдостаціонарного режиму навантаження під час діагностування двигунів. Вібродіаграми та індикаторні діаграми *P(°CA)* записуються одночасно та аналізуються паралельно. Такий паралельний аналіз дозволяє з'ясувати точну причину дефекту чи уточнити її. Особливо чутливим запропонований метод виявився для аналізу дефектів паливної апаратури високого тиску (*injectors, HPFP*), клапанів газорозподілу, а також впускних та випускних клапанів компресорів холодильних установок. Використання магнітних вібродатчиків для контролю роботи паливної апаратури високого тиску та клапанів дають цінну інформацію про технічний стан основних вузлів, таймінгу паливоподачі та таймінгу газорозподілу двигунів.

Вібродіаграма форсунки та випускного клапана. Нормальний технічний стан. Індикаторна діаграма та вібродіаграма форсунки та клапана, що відповідають нормальному технічному стану двигуна для режиму *MCR*, показані на рис. 1. Індикаторна діаграма *P(°CA)* записується за допомогою датчика тиску (*HTT pressure sensor*), встановленого на індикаторний кран за допомогою *Thomson adapter* [5].

Для вимірювання та аналізу діаграм впорскування палива необхідно встановити магнітний вібродатчик на вільну частину торця форсунки. Для отримання вібродіаграми закриття клапану точка установки вібродатчика – на кришці циліндра приблизно напроти місця контакту тарілки клапану з кришкою, як показано на рис. 1.

Випробування на двотактних дизелях показали, що в більшості випадків з торця форсунки може бути записана вібродіаграма закриття клапана [5], тому часто достатньо використовувати тільки цю одну точку установки – торець форсунки. В результаті змін з двох

датчиків та подальшого розрахунку ВМТ [4,5,7,8] інженер отримує записані одночасно індикаторну діаграму *P(°CA)* – (див. рис.1) *red line* та оброблену вібродіаграму форсунки та випускного клапану – *green line*. Обидві діаграми і поєднані по кутку повороту колінчастого валу.

Високий тиск палива під час впорскування створює зусилля, що перевищує силу затягнутої пружини голки форсунки, голка піднімається вгору, ударяючись об верхній упор. Внаслідок цього удару вібродатчик фіксує імпульс з характерними загасаючими коливаннями (див. рис.1). Після амплітудної демодуляції вібросигналу отримуємо перший імпульс, що відповідає підйому голки форсунки (*Needle Up*). Наприкінці впорскування, після відсічки та припинення подачі палива з боку паливного насосу високого тиску, тиск перед форсункою падає, і пружина повертає голку на місце. Удар голки в посадкове місце розпилювача форсунки створює другий віброімпульс (*Needle Down*). Необхідно зазначити, що передні фронти віброімпульсів відповідають повному підйому і повній посадці голки. При цьому впорскування палива в циліндр починається трохи раніше, в момент початку підйому голки. Фазова тривалість підйому голки варіюється для різних типів двигунів і становить менше 0.3° колінчастого валу для більшості морських двотактних двигунів, протягом якої в циліндр впорскується менше 3% від циклової порції палива [2,5]. Таким чином, фазу моменту повного підйому голки та удару її об верхній упор (*Needle Up* на рис.1) можна вважати фазу дійсного кута впорскування палива в циліндр двигуна.

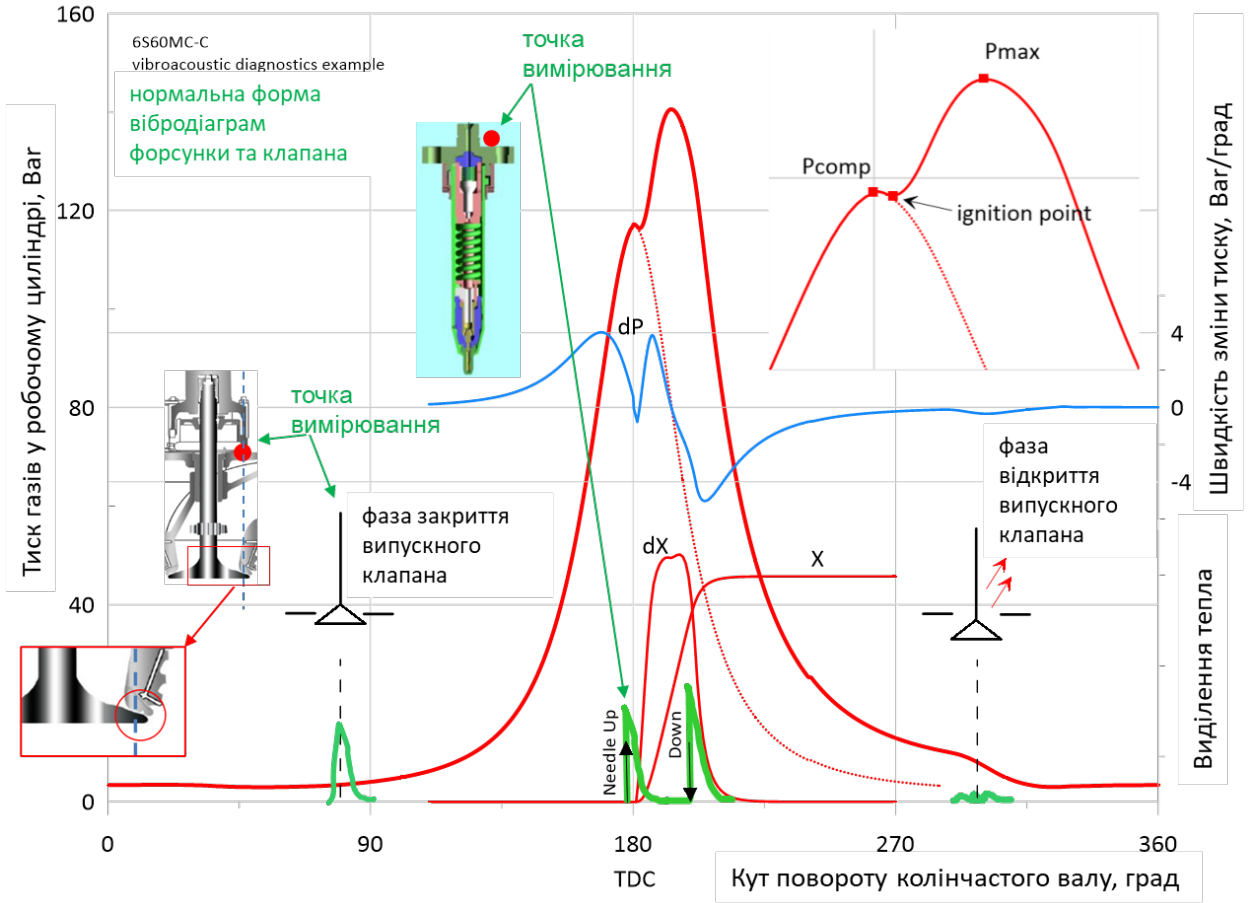


Рисунок 1. Вібродіаграми форсунки та випускного клапана в поєднані з індикаторною діаграмою

Висновки. Досвід авторів у проведенні *performance analysis* двигунів показав, що аналіз вібродіаграм паливної апаратури та механізму газорозподілу двигуна, записаних паралельно з індикаторними діаграмами, дає хороші діагностичні результати.

За допомогою вібродатчика на магнітній платформі можна визначити:

- фази підйому та посадки голки форсунки, експлуатаційні дефекти форсунки;
- початок та кінець циркуляції палива в паливній системі;
- фази початку подачі та відсічення палива паливним насосом високого тиску;
- фази закриття і, в деяких випадках, відкриття клапанів газорозподілу;
- частоти та амплітуди коливань при роботі впускних та випускних клапанів компресорів холодильних установок;
- фази упорскування масла в системі циліндрового змащування та експлуатаційні дефекти масляної форсунки.

Можлива також опосередкована оцінка гідрощільності паливної апаратури і тиску впорскування палива. Таку інформацію можна отримати безпосередньо під час експлуатації за допомогою магнітного вібродатчика. Розглянутий спосіб отримання інформації доступний та зручний у процесі експлуатації. Разом з алгоритмічним методом розрахунку та корекції ВМТ, аналіз вібродіаграм паралельно з індикаторними діаграмами *P(CA, deg)*, дозволяє отримати таку інформацію, яка раніше була доступна тільки в лабораторних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Heywood. Internal combustion engine fundamentals [Text] / J.B. Heywood. – New York: McGraw-Hill, 1988. – 930 p.

2. Resolution MEPC.317(74). 2019. Amendments to the technical code on control of emission of nitrogen oxides from marine diesel engines. International Maritime Organization (IMO) [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.319(74).pdf (дата звернення: 28.06.2022)

3. Neumann, S. High temperature pressure sensor based on thin film strain gauges on stainless steel for continuous cylinder pressure control [Text] / S. Neumann // CIMAC Congress. – Hamburg: Digest, 2001. – pp. 1–12.

4. Neumann, S. Marine diesels working cycle monitoring on the base of IMES GmbH pressure sensors data / S. Neumann, R. Varbanets, O. Kyrylash et al. // Diagnostyka. – 2019. – № 20(2). – pp. 19–26. DOI: https://doi.org/10.29354/diag/104516.

5. Варбанец, Р. А. Диагностический контроль рабочего процесса судовых дизелей в эксплуатации [Текст]: дис. … докт. техн. наук : 05.05.03 / Варбанец Роман Анатольевич ; Одес. национ. морск. акад., 2010. – 314 с.

6. Varbanets, R. Acoustic method for estimation of marine low-speed engine turbocharger parameters / R. Varbanets, O. Fomin, , V. Píštěk et al. // Journal of Marine Science and Engineering. – 2021. – V. 9(3), №. 321. – 13 p. DOI: http://dx.doi.org/10.3390/jmse9030321

7. Varbanets, R. Analyse of marine diesel engine per-formance / R. Varbanets, A. Karianskiy // Journal of Polish CIMAC. Energetic Aspects. – Gdansk: Faculty of Ocean Engineering and Ship Tech: Gdansk University of Technology, 2012. – p. 269–275.

8. Varbanets, R. Improvement of diagnosing methods of the diesel engine functioning under operating conditions / R. Varbanets, S. Karianskyi, S. Rudenko, I. Gritsuk et al. // SAE Technical Paper. – 2017. – 12 p. DOI: https://doi.org/10.4271/2017-01-2218 .

9. Minchev, D. Marine diesel engines operating cycle simulation for diagnostics issues / D. Minchev, R. Varbanets, N. Aleksandrovskaya, L. Pisintsaly // Acta Polytechnica. – 2021. – № 3(61). – pp. 428–440. DOI: https://doi.org/10.14311/AP.2021.61.0435

10. Minchev, D. S. Blitz-PRO User's manual [Електронний ресурс] / D. S. Minchev – Режим доступу: http://blitzpro.zeddmalam.com/extra/Tutorial/Help.pdf (дата звернення: 27.06.2022)

Diagnostic Technology Of Modern Two-Stroke Engines And Compressors

Roman Varbanets[1], Valentyn Malchevskyi[1], Dmytro Minchev[2], Vitalii Zalozh[3], Vladislav Kyrnats[1], Nadezhda Alexandrovskaya[1], Kateryna Volovyk[1]

[1] Odessa National Maritime University, Department of Ship Power Plants and Technical Operation, Odessa, Ukraine
[2] Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Department of Internal Engines, Installations and Technical Operation, Mykolaiv, Ukraine
[3] Danube institute of National university «Odessa maritime academy», Department of Engineering Sciences, Izmail, Ukraine

Abstract. The application of a vibration sensor with an in-cylinder pressure sensor extends the capabilities of internal combustion engines and compressor diagnostics for various types of plants and installations, such as marine diesel engines, refrigeration piston compressors, aircraft engines. The fuel injection equipment malfunctions as valve as valve train system malfunctions could be detected from the experimental indicated diagrams P(V), P(deg) of the engine cylinder operating process as it is known. The main indicators are the following: the shape of the diagram and the parameters of working cycle – the maximum combustion pressure Pmax, the compression pressure Pcomp, mean indicated pressure IMEP, etc. However, it should be considered that different types of malfunctions could have the same reflection on the indicated diagram.
Keywords: turbocharger diagnostics; marine diesel engine; compressor; gas distribution, monitoring working process

УДК 621.438 (075)

THERMAL CALCULATION OF GAS TURBINE UNIT WITH EJECTION OVER-EXPANSION OF GAS

Patlaichuk V. M. Head of the Department of Turbines, **Borschov O. M.** student,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolayiv, Ukraine
volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Abstract. The issues of thermal calculation of gas turbine unit with ejection over-expansion of gas in the turbine are considered. The peculiarities of the design and calculation of the parameters of the air-jet ejector are analyzed. The influence of the main parameters on its efficiency is determined.
Keywords: gas turbine unit; air-jet ejector; gas over-expansion; design features; thermal calculation.

The thermal calculation of a gas turbine unit with ejection over-expansion of gas will be carried out for the two-spool gas turbine unit with a free power turbine. This design has found wide application as part of marine propulsion systems of various manufacturers [1].

It is assumed that the air intake to the ejection device is carried out from the intermediate stages of the compressor part of gas turbine unit (more precisely, from the intermediate stages of the low-pressure compressor). The ring-shaped air jet ejector is located directly behind the power turbine

of the unit after the rear support strut [2].

The calculation of the studied design is a traditional calculation of the parameters for simple cycle gas turbine unit (for example, according to the method described in [3]), complicated by the presence of additional structural elements.

The calculation of the air jet ejector consists in determining all its parameters and the required air flow. We will calculate the ejector according to the methodology developed by E. Sokolov and S. Kopiev and described in paper [4].

The main rule in the calculation of any jet apparatus, including the projected ejector, is the law of conservation of momentum

$$G_{ej} w_{ej} + G_{t3} w_{t3} = (G_{ej} + G_{t3}) w_{mix},$$

where G_{ej} та G_{t3} – consumption of ejection air and exhaust gas from the power turbine, kg/s; w_{ej} and w_{t3} – speed of these substances at the entrance to the mixing chamber, m/s; w_{mix} – speed of the mixture in the mixing chamber before entering the diffuser, m/s.

An important parameter is the **ejection coefficient**, which is the ratio of the amount of exhaust gas from the power turbine to the amount of air used for ejection:

$$u = \frac{G_{t3}}{G_{ej}}.$$

Let's take for calculation the pressure distribution scheme along the ejection device, which is shown in fig. 1. The pressure in the mixing chamber is assumed to be constant, although in reality it increases somewhat. To create the required speed of the ejected exhaust gas at the entrance to the mixing chamber pressure p_β should be lower than the gas pressure behind the power turbine p_4. This decrease in pressure in the mixing chamber is characterized by a coefficient β, which determines the speed exhaust gas w_{t3} before mixing:

$$\beta = \frac{p_4 - p_\beta}{p_5 - p_4}.$$

That is, coefficient β is the ratio of the pressure difference used to create the input velocity of the ejected substance to the pressure difference created by the jet device.

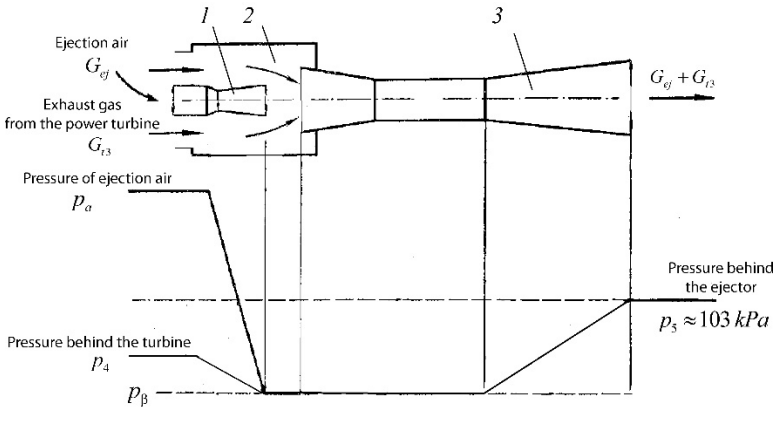


Fig. 1. General structure and change of pressure due to the movement of working substances in an air jet ejector: *1* – nozzle; *2* – mixing chamber; *3* – diffuser

The compression of the mixture of air and exhaust gas in the ejector is considered to be

isentropic.

The efficiency of the entire ejector can be defined as the ratio of the energy used to the energy spent on the ejection, i.e.

$$\eta_{ej} = \frac{G_{t3} h}{G_{ej}(H-h)} = \frac{u}{\frac{H}{h} - 1},$$

where $H = p_a - p_4$ – pressure difference during ejection air leakage; $h = p_5 - p_4$ – the pressure difference created by the jet device.

Pressure losses during energy conversion in various parts of the ejection device can be characterized by the efficiency coefficients of these parts. Approximate values of these coefficients (based on the experience of designing and operating steam jet ejectors of steam turbine power plants) are within the range of: nozzle efficiency η_1 = 0.95 - 0.97; efficiency of the entrance to the mixing chamber η_2 = 0.80 - 0.92; efficiency of the mixing process η_χ = 0.95 - 0.97; diffuser efficiency η_3 = 0.70 - 0.85 [3].

The results of studies of steam jet ejectors of steam turbine power plants within u = 0.1 - 3.0 та β = 0 - 1 [3] indicate that the optimal values of the coefficient β depend on the values of the ejection coefficient u. The less u, the lower it should be β. The graphs of the ejector efficiency values are quite flat near the maximum, which allows to choose the optimal values for practical calculations β, close to the absolute maximum, without using mathematical calculations of the ejector efficiency every time.

The developed method of calculating the gas turbine unit with ejection over-expansion of gas in the turbine can be used for designing and researching the parameters of the gas turbine unit of this type.

REFERENCES

[1] Романовський Г. Ф., Сербін С. І., Патлайчук В. М. Газотурбінні агрегати: у 2 ч. Ч. 1. Загальна будова та класифікація. Миколаїв: НУК, 2016. 216 с.

[2] Patlaichuk V. M., Patlaichuk O. V., Borschov O. M. Design of gas turbine unit with ejection over-expansion of gas in the turbine. *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці:* XII Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали. Миколаїв: НУК, 2021. С. 219-221.

[3] Романовський Г. Ф., Ващиленко М. В., Сербін С. І. Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів: навчальний посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2003. 304 с.

[4] Берман С. С. Теплообменные аппараты и конденсационные устройства турбоустановок. М.: ГНТИМЛ, 1976. 427 с.

УДК 621.438 (075)

ВПЛИВ ПЕРЕРОЗШИРЕННЯ ГАЗУ В ТУРБІНІ ГАЗОТУРБІННОГО АГРЕГАТУ НА ЙОГО ЕФЕКТИВНІСТЬ

Патлайчук В. М. *кандидат технічних наук, завідувач кафедри турбін*
Борщов О. М., *студент гр.6231м*
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто вплив перерозширення газу в силовій турбіні газотурбінного агрегату на його ефективність. Дослідження виконувалось на прикладі газотурбінного

агрегату, який використовує для евакуації випускних газів в атмосферу повітряноструйний ежектор. Одержані результати порівнювались з ефективністю ГТА простого циклу, яка розраховувалась на аналогічні вхідні параметри.

Ключові слова: газотурбінна установка; повітряноструйний ежектор; перерозширення газу; особливості конструкції; теплоперепад.

Вплив перерозширення газу в турбінній частині газотурбінного агрегату на його ефективність досліджувався на прикладі газотурбінного агрегату, який використовує для евакуації випускних газів в атмосферу повітряноструйний ежектор. Питання розробки конструкції такого агрегату розглянуті в роботі [1].

У ролі базового газотурбінного агрегата використовувалась конструкція з двокаскадним газогенератором та вільною силовою турбіною [2]. Передбачалося, що відбір повітря на ежекційний пристрій здійснюється з проміжних ступенів компресорної частини ГТА. Повітряноструйний ежектор кільцевої форми розташований безпосередньо за силовою турбіною агрегата після стійки задньої опори.

Теплові розрахунки газотурбінного агрегата з ежекційним перерозширенням газу в турбіні проводилися відповідно до розробленої методики при деяких змінних початкових параметрах. Дискретно варіювалися:

1) коефіцієнт ежекції u (приймаємі значення – 0,3; 1,0 та 3,0);

2) тиск за силовою турбіною p_4 – *глибина перерозширення* (приймаємі значення – 20, 40, 60, 80 та 100 кПа).

Кожному приймаємому значенню коефіцієнта ежекції u відповідали максимальне значення ККД ежектора $\eta_{еж}$ та оптимальне значення коефіцієнта β, які обирались за рекомендаціями [3].

Розрахунки обмежувалися мінімальним значенням тиску в камері змішання ежекційного пристрою p_β = 5 кПа.

Відповідно до цього мінімальний тиск газу на виході з силової турбіни становив:

– для коефіцієнта ежекції $u = 0{,}3$: $p_4^{\min}$ = 17,7 кПа;

– для коефіцієнта ежекції $u = 1{,}0$: $p_4^{\min}$ = 35,3 кПа;

– для коефіцієнта ежекції $u = 3{,}0$: $p_4^{\min}$ = 48,6 кПа.

Втрати тиску ежекційного повітря на шляху від місця відбору у компресорі до ежектора приймались рівними 10 %.

Параметри, безпосередньо не пов'язані з роботою ежекційного пристрою, приймалися такими ж як і для газотурбінного агрегата простого циклу, розрахунок якого було здійснено заздалегідь.

У всіх варіантах розрахунок проводився для однакової потужності газотурбінного агрегата на клемах генератора 25 МВт, однакових початкової температури газу 1500 К та міри підвищення тиску у компресорі $\pi_к = 22$. У ролі палива використовувався природний газ з теплотворною здатністю 50 032 кДж/кг.

Залежність ККД газотурбінного агрегата на клемах генератора від тиску за силовою турбіною, визначену за результатами розрахунків, наведено на рис. 1. На цьому ж графіку для порівняння також вказано значення ККД газотурбінного агрегата простого термодинамічного цикла.

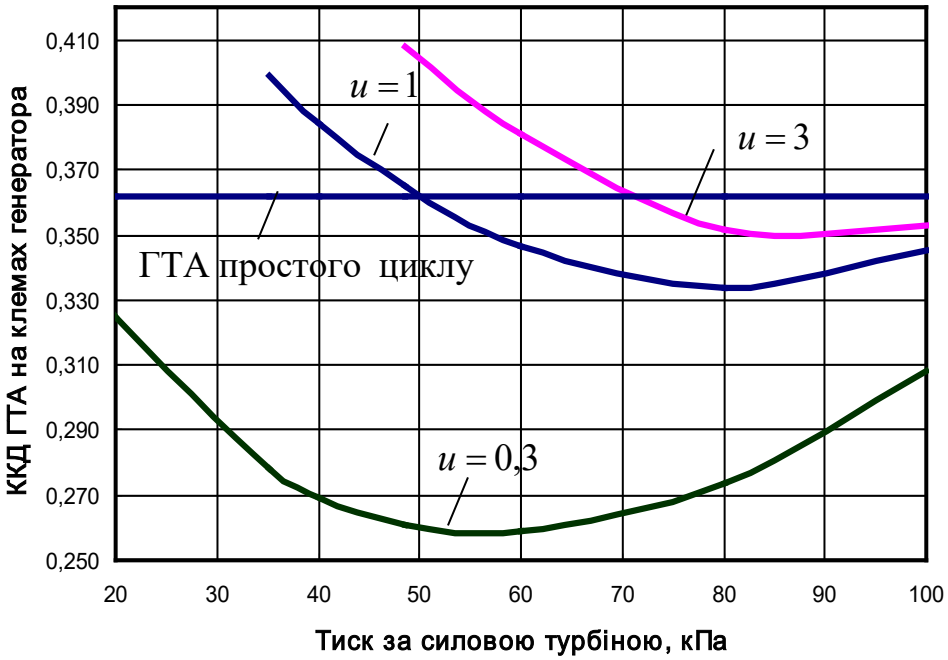


Рис. 1. Залежність ККД газотурбінного агрегата на клемах генератора від тиску за силовою турбіною

Результати розрахунків свідчать про те, що:

1) Залежність ККД газотурбінного агрегата від глибини перерозширення для усіх обраних значень коефіцієнта ежекції має оптимум. Це пояснюється неоднозначним впливом ежекційного перерозширення на ефективність ГТА. З одного боку, ККД збільшується через збільшення перероблюваного в турбіні теплоперепаду. З іншого боку, на роботу ежектора відбирається з проміжних ступенів компресора значна кількість повітря, на стиснення якого вже була витрачена потужність турбіни, що веде до зменшення ККД.

2) Неоднозначність впливу перерозширення на ККД газотурбінного агрегата є причиною того, що позитивний результат від зміни конструкції досягається лише при тиску за силовою турбіною, меншому ніж 70 кПа, та й то не для всіх значень коефіцієнта ежекції u.

3) Більші значення коефіцієнта ежекції u призводять до більшої ефективності газотурбінного агрегата. Це пояснюється меншою загальною кількістю повітря, відбираємого від компресора на ежекцію. Навіть якщо ККД ежектора при цьому буде гіршим.

4) В досліджуваному інтервалі параметрів найбільше значення ККД газотурбінного агрегата з перерозширенням сягає 0,408. Для порівняння ефективність базового ГТА простого циклу становить 0,362.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Патлайчук В. М., Патлайчук О. В., Борщов О. М Розробка конструкції газотурбінного агрегату з ежекційним перерозширенням газу в турбіні. *Суднова енергетика: стан та проблеми*: X Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали. Миколаїв: НУК, 2021. С. 51-55.

[2] Романовський Г. Ф., Сербін С. І., Патлайчук В. М. Газотурбінні агрегати: у 2 ч. Ч. 1. Загальна будова та класифікація. Миколаїв: НУК, 2016. 216 с.

[3] Берман С. С. Теплообменные аппараты и конденсационные устройства турбоустановок. М.: ГНТИМЛ, 1976. 427 с.

Influence of gas over-expansion in the turbine of a gas turbine unit on its efficiency

Patlaichuk V. M., Head of the Department of Turbines, Borschov O. M., student, group 6231m,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The effect of gas over-expansion in the power turbine of the gas turbine unit on its efficiency is considered. The research was carried out on the example of a gas turbine unit that uses an air jet ejector to evacuate exhaust gases into the atmosphere. The obtained results were compared with the efficiency of the simple cycle gas turbine unit, which was calculated for similar input parameters.

Keywords: gas turbine unit; air-jet ejector; gas over-expansion; design features; heat drop.

УДК 629.5

EFFICIENCY OF THE FLOATING ELECTRICITY POWER GENERATION WITH DUAL FUEL LOW-SPEED ENGINES

Borys Tymoshevskyy[1], Dr.E.Sc, prof., **Mykhaylo Tkach**[2] Dr.E.Sc, prof.,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
[1]borys.tymoshevski@nuos.edu.ua [2]mykhaylo.tkach@gmail.com

Abstract. The problem of the efficient electricity production increasing on the floating power plants board is significant actual at present. Low-speed dual fuel engines usage for solving this problem is reviewed. Floating power plants have some advantages: less building and tax cost, flexible, decentralized power generation and mobility and do not require a large site. Until present, medium-speed 4-stroke diesel engines are the main one on these floating power plants. Low fuel specific fuel consumption, reliability, acceptable mass and dimensions allow to taken a leading positions on floating power plants. But unfortunately, medium-speed engines power is not over 20,000 kW and all known floating power plants include from 8 up to 20 of engines for reaching power of 300 MW and more. It makes problems in designing and arrangement equipment in engine rooms, servicing and increasing capital cost. Low-speed dual fuel engines of large power, high supercharging, and low-grade heat recovery allow solve this problem. The technically and economically efficiency of this facility is proved. The advantages of the proposed technical solutions are shown.

Keywords: low-speed engine, dual fuel, waste energy recovery, floating power plant.

1. Introduction. At present, energy management and scientists are forcing implementation of the new ways for decreasing of electricity generation cost [1, 2, 3]. Achieving of this goal is possible, due to decreasing electricity energy the cost and taxes due to high efficient engines usage and waste energy recovery. Floating power plants on the base of medium-speed reciprocating engines [4 – 7] are known. These power plants have certain benefits upon stationary located power generation plants. Floating power stations can take advantage of minimal environmental impact and a small coastal land area is required. The floating power plants require minimum investment risk due to the mobility and adaptability.

The most spread are MAN M&W G and Wärtsilä-Sulzer diesel and duel fuel engines. This engine's efficiency is 0.175…0.190 kg/kWh and high enough. At present, energy market requires a power range of 60 MW up to 400 MW. Its require 8…20 medium-speed engine's. Large quantity of multi-cylinder engines creates certain problems in general arrangement and equipment's services. Fix these disadvantages is possible due to using of more power and efficient engines. The efficient high power low-speed engines have specific fuel consumption in a range of 0.156…0.160 kg/kWh. But, unfortunately, waste heat energy is much significant. Their waste heat is not recovery efficient until now and we cannot neglect these resources usage, especially of high fuel costs situation.

Low-speed engines implementation was been limited by the multipole generators absence, but now started production of industrial applications 30-pole SGen-100A/SGen-1000A series up to 370 MVA [8, 9]. It allows generating and supplying electricity of 50/60 Hz.

II. The results of the research

Last years, an increasing demand has been experienced in diesel engine market for large diesel units for reliable and fuel efficient floating power plants up to 400 MW, based on low-cost gas and heavy diesel fuels [10]. This needs is being satisfied by the modern marine medium-speed diesel generators, and for the high power plants, by two-stroke low-speed diesel engines, the latter capable of burning almost any fuel liquid or gas. This situation made it possible to consider the possibility of two-stroke crosshead diesel engines using for high power floating plants. For instance, example one of the possible options for a circuit diagram for a power floating complex based on a low-speed two-stroke crosshead duel-fuel engines Sulzer 14RT-flex-96C with MCR power of 80.0 MW. The simplified diagram of a power facility is shown in Fig. 1. Every engine equipped by 4 ABB TPL type turbochargers with two-stage SAC scavenges air cooling system and auxiliary blowers for air supplying at low load operation. Engine's load is 30-pole electricity generator, which provides current of 50/60 Hz with efficiency 0,975. All blocks and elements in the diagram are shown conditionally and do not claim to be accurate design.

Efficient for this design seems to be the choice of two generator units. Engines are combined with common circulation system, cooling the cylinder block and supercharging air. Exhaust gas from 14RT-flex-96C engine has significant more energy resources then its turbocharger needs that are why gas flow from outlet manifold separated on two ways: one part inlets to turbocharger and rest one inlets to gas-turbo-generator. Further low-grade heat recovery with boiler is inefficient on the floating power station board, and vessel own heat needs is supplying by waste heat from combined cooling system.

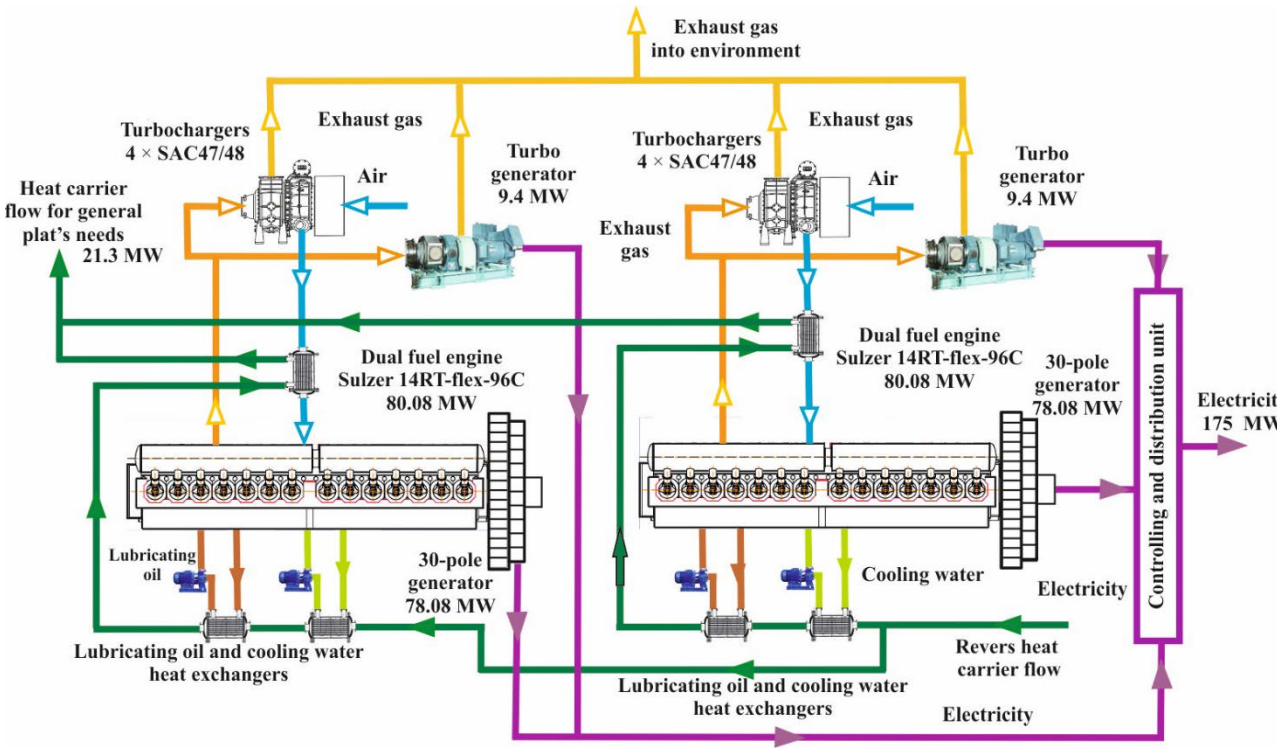


Fig. 1. The simplified diagram of a floating power station equipped with dual-fuel engines

The results of mathematical modeling determined the electricity power of gas-turbo-generator as 9.4 MW and total installation power increasing up to 87.48 MW from one unit, and total electricity power is reaching 174.96 MW. It allows to increased total engine's efficiency up to 0.557, and specific fuel consumption 0.151 kg/kWh at MCR and R1 point, accordantly.

The specific cost of low-speed engines is 350…360 $/kW and some higher compared to medium-speed engines 260…270 $/kW [11], but total energy production efficiency is higher due to higher fuel efficiency and service life. Dual fuel two-stroke low-speed engines can be successful used for floating power plants, for instance, modern X52DF, X62DF series have good basic engine's data, as well [12]. Perhaps, it is possible to apply 12X92DF engine with power up to 63.8 MW [13], but its crankshaft revolution is 80 rpm only and is not enough for 50/60 Hz electricity generation.

Further decreasing electricity production cost is possible due to artificial diesel fuel usage. For instance, diesel fuel of wide fractional content as result of plastic waste processing with properties closed to IFO 180 [14]. Increasing engine's efficiency may be reached due to small hydrogen additives amount to conventional fuels [15]. Efficiency growth up can be achieved due to usage a thermochemical systems with metal-hydrides for low-grade waste heat recovery [16].

III. Conclusions

Floating power plants are efficient facilities for electricity supplying coast and riverside areas. These power plants have advantages instead of stationary generation: less capital expanses, mobility, small position area, friendly to environment and less energy cost. Low-speed dual-fuel engines are effective enough for floating power plants design and creation. Engine's type and total floating plant power are chosen in according with regional electricity needs and different fuel supplying possibility. We certainty presented concept of floating power plant should be effective for electricity generation for coast and riverside regions.

REFERENCES

1. A. Radchenko, D. Mikielewicz, S. Forduy, M. Radchenko, A. Zubarev, “Monitoring the Fuel Efficiency of Gas Engine in Integrated Energy System,” Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering (ICTM 2019). Advances in Intelligent Systems and Computing (2020), vol 1113. Springer, Cham, pp. 361-370, https://doi.org/10.1007/978-3-030-37618-5_31.
2. O. Cherednichenko, M. Tkach, S. Dotsenko, “The Usage of a Waste Heat Recovery Metal-Hydride Unit of Continuous Operation in the Maritime Energy,” 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES 2019), pp. 510-513, doi: 10.1109/MEES.2019.8896386.
3. Floating power plants. Power barges: decentralized power generation. Available from: https://www.bwsc.com/fr/technical-solutions/engine-based-power-plants/floating-power-plants
4. Floating Power Plant. Efficiency, mobility and reliability. Available from: https://www.stengg.com/en/marine/products-and-solutions/floating-power-plant/
5. Novel Floating Power Plants on the Horizon. News & Technology for the Global Energy Industry, Dec 2, 2018. Available from: https://www.powermag.com/novel-floating-power-plants-on-the-horizon/
6. Floating Diesel Power Station of 72 MW. Available from: https://www.mandieselturbo.com/docs/default-source/shopwaredocuments/ floatingffcf061c05c64b9ab2725c2804935386.pdf?sfvrsn=2
7. Floating Power Plants. Available from: https://vardmarine.com/vessels/vard-9-series-specialized-vessels/floating-power-plants/
8. Highlights of the SGen-100A-2P/ SGen-1000A series generator. Available from: https://www.siemens-energy.com/global/en/offerings/power-generation/ generators/sgen-100a.html

9. Two-stroke Low Speed Diesel Engines for Independent Power Producers and Captive Power Plants. Available from: https://www.mandieselturbo.com /docs/default-source/shopwaredocumentsarchive/two-stroke-low-speed-diesel-engines
10. Approval in Principle for 200MW Floating Storage Power Unit. Available from: https://www.wingd.com/en/news-media/wingd-in-the-news/approval-in-principle-for-200mw-floating-storage-power-unit-en/
11. The technical and economical aspects of marine engine selection. Available from: https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=2051&context=all_disser tations
12. Wärtsilä low-speed dual-fuel solution. Available from: https://www.wingd.com/en/media/papers/low-speed-dual-fuel-solutions/
13. WinGD 12X92DF, the Development of the Most Powerful Otto Engine Ever. Available from: https://www.wingd.com/en/documents/general/papers/wingd-12x92df-development-of-the-most-powerful-otto-engine-ever-cimac2019-paper-425-d-schneiter.pdf/
14. Tymoshevskyy B., Tkach M. 2019, Energetic Complex for the Plastic's Waste Processing and Electricity Production, 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), pp. 226-229, doi: 10.1109/MEES.2019.8896373.
15. Tkach M.; Tymoshevskyy B.; Halynkin Y.; Proskurin A. The Research of the metal hydride compressor for the hydrogen transport vehicles service and fueling station. Transport Means - Proceedings of the International Conference. http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85055456033&partnerID=MN8TOARS
16. Cherednichenko O., Tkach M., Timoshevskyy B., Havrysh V., Dotsenko S. Improving the efficiency of a gas-fueled ship power plant using a Waste Heat Recovery metal hydride system. Scientific Journals Maritime University of Szczecin, Zeszyty Naukowe Akademia Morska w Szczecinie, 2019, 59(131), pp. 9-15. doi:10.17402/346.

УДК 629.12:621.431

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА В ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНАХ

Доценко С. М.[1], *к. т. н., доцент кафедри «Енергетичне машинобудування»*
Грабовенко О. І.[2] *інженер, старший викладач кафедри «Енергетичне машинобудування»*
Первомайський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, Україна,
[1]dotsenkosm2016@gmail.com [2]goi70@ukr.net.

Аннотація: Дизельні двигуни визначаються відносно високим рівнем викидів шкідливих речовин. Одним із варіантів використання даного типу двигунів є перевід їх на альтернативні палива з відновлювальних джерел енергії - рослинних олій. До переваг рослинних олій відносять те, що при попаданні на землю вони через пару тижнів розпадаються. Завдяки незначній кількості сірки в рослинних оліях у відпрацьованих газах двигуна практично відсутні оксиди сірки. До позитивних екологічних факторів можна віднести зниження викидів в атмосферу оксидів азоту (NO_x), оксиду вуглецю (CO) та сажі (C). У статті представлені результати експериментальних досліджень щодо визначення ефективних показників при роботі на соєвій олії дизельного двигуна 6ЧН 26/34, що входить до складу стаціонарного дизель-генератора ДГА-900.
Ключові слова: дизельний двигун; дизельне паливо; максимальний тиск; температура відпрацьованих газів; викиди токсичних компонентів.

Вступ. Широкомасштабна війна, розв'язана російською федерацією проти України, впливає на підвищення ціни на нафту та нафтопродукти. Європейські країни активно намагаються скоротити закупівлю російської нафти, внаслідок чого нафтові котирування з початку червня виросли до 122 $/барель. Одночасно з ростом цін на паливо посилюються вимоги до рівня викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами дизелів.

Актуальність задачі. Зменшення запасів нафти на планеті та викиди в атмосферу великої кількості токсичних речовин при спалюванні моторного палива отриманого з нафти змушують шукати альтернативу паливу нафтового походження. Моторне паливо отримане з нафти при спалюванні виділяє SO_2, NOx та різні форми вуглеводнів. У випускних газах двигуна працюючого на нафтовому паливі міститься значний відсоток CO_2, який потрапляючи в атмосферу сприяє збільшенню парникового ефекту [1, с 80].

Серед рідких палив альтернативного походження особлива увага приділяється паливам отриманим в ході переробки рослинної сировини (біопалива), до переваг яких треба віднести: можливість відновлення запасів сировини, відносну дешевизну їх отримання, а також можливість отримання значних обсягів сировини, достатніх для забезпечення власних потреб.

З метою застосування загальноприйнятих світових практик в Україні щодо CO_2-нейтральності біопалива та стимулювання його використання для виробництва енергії в уряді підготовлено такі законопроєкти: «Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо встановлення нульової ставки податку за викиди CO_2 для установок, якими здійснюються такі викиди в результаті спалювання біопалива»; «Про внесення змін до Закону України «Про альтернативні види палива» щодо створення Реєстру установок, що використовують біопаливо як єдиний вид палива». Основні положення законопроєктів передбачають: звільнення від сплати податку на викиди CO_2 за спалювання біопалива; створення Реєстру установок, що використовують біопаливо, для забезпечення адміністрування нульової ставки податку на CO_2. Справа полягає у тому, що сьогодні виробники енергії з біопалива на рівні з іншими підприємствами сплачують податки за викиди двоокису вуглецю відповідно до ст. 240 Податкового кодексу України. Однак це не відповідає світовій практиці. Відповідно до положень Додатку IV до Директиви 2003/87/ЄС коефіцієнт викидів парникових газів для біомаси дорівнює нулю.

Основна частина. Відмінність фізико-хімічних властивостей рослинних олій та дизельного палива має вплив на протікання робочого процесу дизельних двигунів. В першу чергу це відноситься до процесів паливоподачі та сумішоутворення. Ці процеси в значній мірі визначаються такими фізичними властивостями палива, як густина, в'язкість, поверхневий натяг палива що використовується. Параметром який суттєво впливає на економічні показники є нижча теплота згоряння палива.

В якості палив для дизелів найбільш широко використовується ріпакова олія та палива на її основі. Кліматичні умови України є досить сприятливими для вирощування ріпаку. Також вирощування ріпаку приводить до поглинання радіонуклідів. Радіонукліди залишаються у волокнистій частині рослин і тільки незначна частка потрапляє в олію. Також в якості палива для дизеля знайшов широке застосування метиловий ефір ріпакової олії (МЕРО) [2, с. 219]. Технологія виготовлення даного палива у порівнянні з дизельним набагато простіша, що дозволяє виготовляти при наявності необхідного обладнання. МЕРО отримують через хімічну реакцію ріпакової олії – 87% та метанолу –12% під дією каталізатора (гідрооксиду калію або натрію) – 1%. з наступною термічною обробкою. Кінцевим продуктом реакції є: метиловий ефір –86%, фосфорні добрива –1%, гліцерин – 9% та метанол –4%[2, с. 220].

Експериментальні дослідження щодо визначення ефективних показників при роботі на дизельному паливі та рослинній олії проводилися на дизелі 6ЧН 26/34, що входить до складу стаціонарного дизель-генератора.

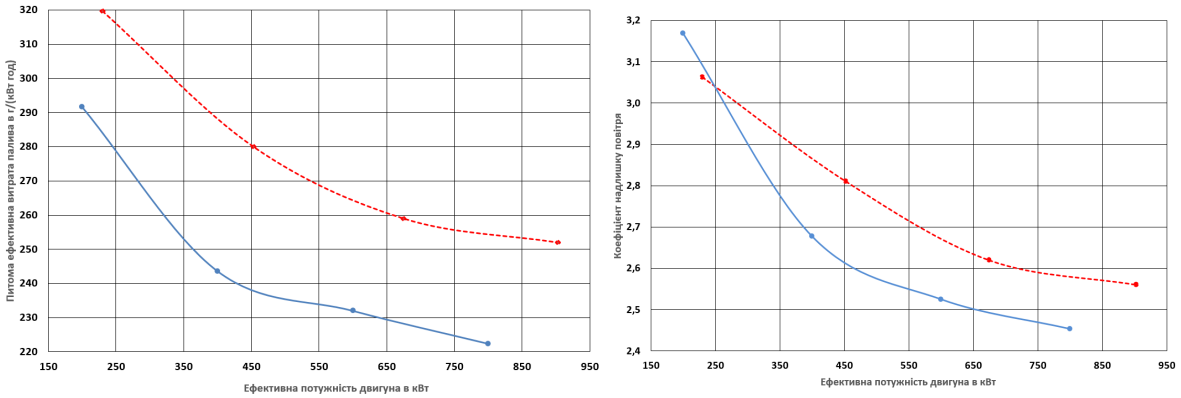


Рисунок 1. Навантажувальна характеристика двигуна 6ЧН 26/34 при роботі на ДП та РО.
а) Залежність питомої ефективної витрати палива від навантаження;
б) Залежність коефіцієнта надлишку повітря від навантаження.

- дизельне пальне (Pe.nom=800 кВт; n= 750 хв$^{-1}$);
- соєва олія (Pe.nom=900 кВт; n= 750 хв$^{-1}$);

Порівняльний аналіз отриманих результатів показує, що за меншої нижчої теплоти згоряння та гірших умов горіння рослинній олії ніж ДП, питома ефективна витрата палива є більшою по величині на 12,9% для рослинної олії. Різниця в густині палива, де рослинна олія має даний показник більший за ДП на 9%, вплине на параметри вприскування. В першу чергу це стосується збільшення далекобійності паливного факела та зменшення конусу його розпилу[3, с. 674]. Температура відпрацьованих газів за циліндрами при роботі на рослинній олії і режимі в 800 кВт, на 13% вища ніж при роботі на ДП. Це свідчить про те, що процес згоряння затягується у часі при роботі на рослинній олії у порівнянні з ДП, що в свою чергу вплинуло на показники токсичності відпрацьованих газів[3, с. 672].

Висновки. Використання в якості моторного палива рослинних олій (в першу чергу ріпакової) в сучасних реаліях перспективне при умовах підтримки державою на законодавчому рівні.

Застосування палив, отриманих на основі рослинних олій має в собі не лише переваги, але й містить в собі проблеми, головною з яких є підготовка даного палива перед подачею в циліндр дизеля.

Досягнення високої ефективності при згорянні рослинної олії потрібно забезпечувати за рахунок застосування системи ефективної утилізації теплоти охолоджуючої води, масла та випускних газів.

ЛІТЕРАТУРА

1. О. Грабовенко, С. Доценко, В. Нестеренко, І. Швець «Використання рослинної олії в якості палив в середньо оборотному дизельному двигуні». Двигуни внутрішнього згоряння. – 2021. № 2. С.79–86.

2. С. Доценко Конвертація дизельних двигунів сільськогосподарської техніки для роботи на метиловому ефірі ріпакової олії. Зб. наук. праць КНТУ.–Кіровоград : КНТУ, 2007. Вип. № 37. – С.219–223.

3. I. Shvets, O. Hrabovenko, S. Dotsenko, V. Nesterenko. «Results Of The Experimental Research Of The Medium Speed Diesel Engine Work On Soybean Oil». // 24rd International Scientific Conference On Transport Means 2020: – Kaunas, Trakai, Lithuania, 2020. – Pages 671-675.

Perspective and Problems of the Use of Biofuel in Diesel Engines

Serhii Dotsenko, Oleksandr Hrabovenko
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Annotation. Diesel engines with high fuel efficiency do not meet environmental standards for emissions. One way to use this type of engines is to convert them to alternative fuels from renewable energy sources, such as vegetable oils. A significant advantage of vegetable oils is that when they hit the ground, they break down in a couple of weeks. Sulfur oxides are virtually absent due to the small amount of sulfur in vegetable oils in the engine exhaust gases. Other environmental factors include reduced emissions of nitrogen oxides NO_x, carbon monoxide CO, unburned hydrocarbons and carbon black C.

The article presents the results of experimental studies to determine the effective performance of soybean oil, six cylinder, four-stroke supercharged diesel engine (26 – the diameter of the cylinder, cm; 34 – the piston stroke, cm), which is a part of the stationary diesel generator DGA-900.

Key words: diesel engine; diesel fuel, maximum pressure; temperature of exhaust gases, emissions of toxic components.

УДК 65.9

ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ

Кісєтов Ю. В. *кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики*
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
kisetov499@ukr.net

Аннотація. Проаналізовано сучасний підхід до професійно-практичної підготовки фахівців рівня вищої освіти, на основі методів проблемного навчання і вимог стандарту підготовки. Наведено деякі питання практичного досвіду використання методів проблемного навчання для спеціалізації «Управління судновими технічними системами і комплексами» за спеціальністю 271 «Річковий та морський транспорт» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Ключові слова: (складові навчального процесу; методи проблемного навчання суднових механіків, практичний досвід підготовки).

Вступна частина. В умовах зростання обсягів інформації з багатьох галузей науки, техніки та технології, висунення високих професійних вимог до майбутніх суднових механіків існує необхідність постійної інтенсифікації процесів і методик їх навчання.

Мета роботи – аналіз і узагальнення набутого практичного досвіду використання методів проблемного навчання інженерів механіків.

Основна частина. Особливістю морської освіти, є те, що вона регламентується вітчизняними і обов'язковими нормативними документами Міжнародної морської організації. Зокрема, підготовка фахівців морського транспорту в Україні повинна відповідати вимогам Міжнародної Конвенції по підготовці, дипломуванню моряків та несенню вахти ПДНВ-78/95 (STCW) та Кодексу ПДНВ з Манільськими поправками 2010 р. [1; 2].

Професійними особливостями процесів підготовки і наступної діяльності суднових механіків є також достатньо великий обсяг практичної складової навчального комплексу. Крім того, окремі особливості вивчення деяких питань потребують наявності колективного

(групового) розв'язання шляхом групових дискусій, рольових ігор, розігрування ситуацій, використання тренажерів тощо.

Такі достатньо специфічні умови підготовки викликають необхідність фактичного поєднання форм очного і дистанційного навчання, при якому окремі курси або розділи студент (курсант) самостійно вивчає в електронному форматі, що не виключає його безпосередніх контактів з викладачем як в очному, так і в електронному вигляді. У зв'язку з цим навчання стає процесом розв'язання нестандартних науково-навчальних завдань методами проблемного навчання, сутність якого полягала в утворенні в навчальному процесі проблемних ситуацій, вирізненні та вирішенні студентами проблем [3; 4].

В таких умовах електронні джерела інформації стають не додатковим, а провідним засобом на багатьох етапах навчального процесу, не тільки дистанційної заочної, але й очної форми навчання, надаючи викладачеві нові можливості для творчого пошуку змісту, методів, засобів роботи.

Висновки. В загальному вигляді система освіти являє собою навчальний комплекс, в якому об'єднано переваги всіх форм викладання навчального матеріалу – підручника; навчального посібника для самостійного вивчення матеріалу; конспекту лекцій; методичних вказівок і посібників до практичних занять і практики на підприємствах і суднах, лабораторних робіт, курсового та дипломного проектування; довідкової літератури. В роботі аналізуються практичні питання впровадження методів проблемного навчання інженерів механіків.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Манільські поправки до Кодексу з підготовки та дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ) 25.06.2010 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://SEARCH.LIGAZAKON.UA/L_DOC2.NSF/ LINK1/MU10242.HTML

[2]. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Sea farers as amended, including the 1995 and 2010 Manila Amendments. STCW Convention and STCW Code. 2011 edition. Language(s): ENG, FRE, SPA, RUS, CHI, ARA (IMO-IC938).

[3]. Кісєтов Ю., В., Кукліна О. Ю. Деякі питання організації самостійної роботи студентів. Суднова енергетика: стан та проблеми: Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв : НУК, 2017. с. 432-434.

[4]. 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.

The Practice Of Implementation Of Methods Of Problem-Based Training Of 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 modern approach to the professional and practical training of specialists at the level of higher education, based on the methods of problem-based learning and the requirements of the training standard, is analyzed. Some questions of the practical experience of using problem-based learning methods for the specialization "Management of ship technical systems and complexes" in specialty 271 "River and sea transport" for the first (bachelor) level of higher education are presented.

Keywords: components of the educational process; methods of problem-based training of ship mechanics, practical training experience.

УДК 621.486

АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА 12РПД 4,4/1,75

Митрофанов О. С., *д-р. техн. наук, доц.*[1], **Проскурін А. Ю.,** *канд. техн. наук, доц.*[2], **Познанський А. С.,** *канд. техн. наук, доц.*[3]
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
[1]*mitrofanov.al.ser@gmail.com,* [3]*arkadii.proskurin@nuos.edu.ua,*
[2]*andreypoznansky@gmail.com,*

Анотація. Наведено результати експериментальних досліджень потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна перспективної конструкції з шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху. Експериментальні дослідження спрямовані на вирішення проблеми підвищення ефективності перетворення потенційної енергії стиснутого робочого тіла в механічну роботу. Експериментально встановлені кількісні значення складових потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна (втрати на тертя та втрати пов'язані з здійсненням насосних ходів) в залежності від основних експлуатаційних параметрів двигуна (оберти та робочий тиск у впускному ресивері).

Ключові слова: роторно-поршневий двигун; шарнірно-кулачковий механізм руху; стиснуте повітря; експериментальний стенд; потужність механічних втрат; механічний ККД

Вступна частина. Деяка частина індикаторної потужності, яка отримана у робочому циліндрі від підведеної до двигуна енергії безповоротно витрачається на подолання сил тертя, здійснення насосних ходів поршня, а також на привід навішеного на двигун допоміжного обладнання. Загальна величина цих втрат, за різною оцінкою, може досягати до 20 % від підведеної до двигуна енергії. Найбільшу кількість з усіх втрат становлять втрати на тертя, які виникають між сполучними деталями двигуна (особливо між деталями механізму перетворення руху). Крім втрат енергії сили тертя спричиняють зношування деталей двигуна та відповідно вихід їх з ладу. Втрати пов'язані зі здійснення насосних ходів здебільшого залежать від прийнятої конструкції органів газообміну, опору впускного та випускного тракту та режимів експлуатації самого двигуна.

Для визначення величини потужності механічних втрат двигунів різних типів найчастіше використовують методи: прокручування двигуна від зовнішнього джерела енергії (найчастіше від електродвигуна); послідовного відключення робочих циліндрів (у багатоциліндровому двигуні); зняття індикаторної діаграми робочого процесу (потужність механічних втрат у цьому випадку визначається як різницю індикаторної та ефективної потужності); визначення інтенсивності уповільнення частоти обертання вихідного валу при відключенні подачі палива; екстраполяції навантажувальної характеристики [1–4].

Аналіз та оцінка потужності механічних втрат необхідні для визначення ефективності енергоперетворення робочого тіла та технічного стану двигуна під час експлуатації, а також розробки комплексу мір для підвищення моторесурсу двигуна. Виходячи з цього забезпечення мінімальних значень потужності механічних втрат є актуальним завданням, як з наукової так і з практичної точки зору.

Мета роботи – визначення величини складових потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна принципово нової конструкції механізму перетворення руху, що дозволить оцінити ефективність енергоперетворення стисненого робочого тіла.

Об'єктом дослідження є механічні втрати у роторно-поршневому двигуні з шарнірно-кулачковим механізмом руху.

Предмет дослідження – експериментальні характеристики зміни механічних втрат у процесі енергоперетворення.

Основна частина. Реалізація поставленої мети дослідження досягається шляхом стендових випробувань дослідного зразка роторно-поршневого двигуна з шарнірно-кулачковим механізмом перетворення руху 12 РПД 4,4/1,75, який має 12 робочих циліндрів діаметром 44 мм та ходом поршня 17,5 мм [5]. Досвідчений зразок роторно-поршневого двигуна типу 12 РПД 4,4/1,75 із шарнірно-кулачковим механізмом руху, експериментальний стенд з системою вимірювання виконано на базі машинобудівного підприємства «Мотор-Плюс» спільно з Центром перспективних енергетичних технологій Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова. Фотографія експериментального стенду на базі роторно-поршневого двигуна 12 РПД 4,4/1,75 наведено на рис. 1.

Рис. 1. Експериментальний стенд для визначення потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна перспективної конструкції

На рис. 2 представлені результати експериментальних досліджень загальної величини потужності механічних втрат та втрат потужності на подолання сил тертя роторно-поршневого двигуна із шарнірно-кулачковим механізмом руху в залежності від обертів. Результати отримано без регулювання ступеня наповнення робочого циліндра (при положенні регулюючого кулачка в середньому положенні [5]).

Відповідно до результатів експериментальних досліджень, поданих на рис. 2 зі зростанням оборотів з 400 до 1500 хв$^{-1}$ значення потужності механічних втрат $N_м$ зростає з 262 до 865 Вт, що напряму пов’язане зі збільшенням інерційних сили та опору впускних і випускних трактів. Втрати потужності на подолання сил тертя $N_т$ залежно від оборотів складають 195…592 Вт, що становить близько 68,4…74,4 % від загальних втрат. При цьому втрати, пов'язані з здійсненням насосних ходів поршня двигуна – 67…273 Вт.

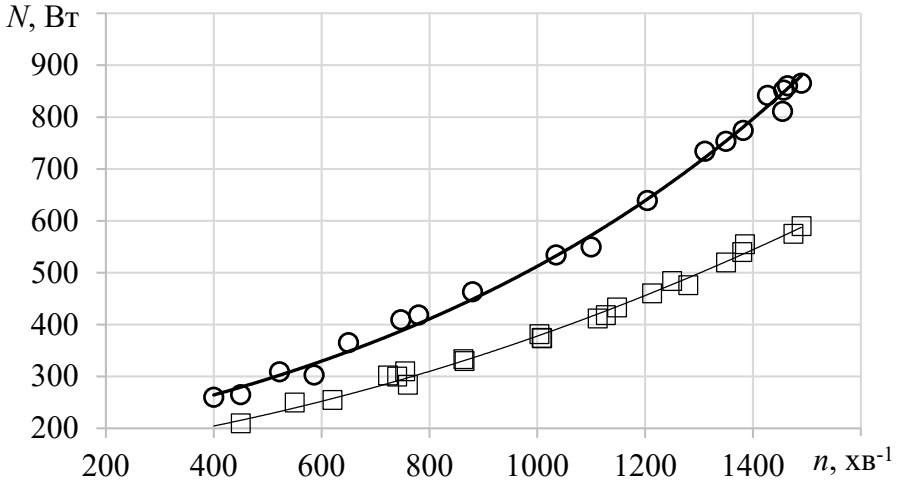


Рис. 2. Потужність механічних втрат роторно-поршневого двигуна 12 РПД 4,4/1,75 з шарнірно-кулачковим механізмом руху:
○ – загальна потужність механічних втрат; □ – втрати потужності на подолання сил тертя

Відповідно до отриманих результатів, представлених на рис. 2, зі зростанням оборотів роторно-поршневого двигуна величина потужності механічних втрат збільшується у наслідок зростання відносної швидкості деталей двигуна, що труться, сили інерції, а також газодинамічних втрат. При цьому зі збільшенням тиску робочого тіла у впускному ресивері двигуна, а також ефективної потужності механічний ККД (рис. 3) не знижується, а навпаки зростає, це обумовлене тим, що індикаторна та ефективна потужності зростають значно швидше ніж потужність механічних втрат, а механічний ККД, як відомо, є відношенням цих потужностей.

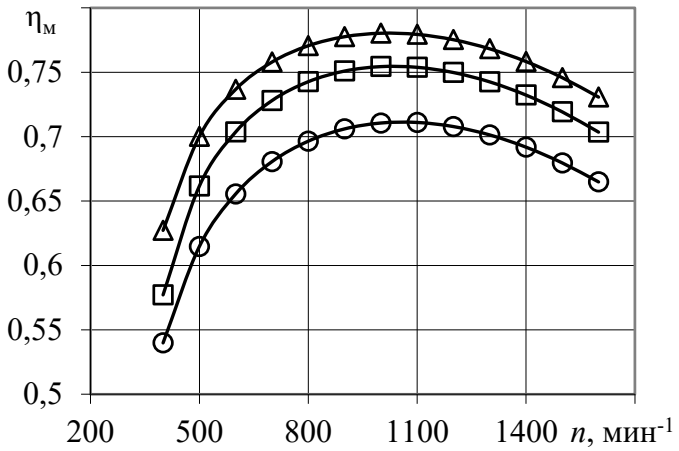


Рис. 3. Зміна механічного КПД роторно-поршневого двигуна в залежності від робочого тиску у впускному ресивері та обертів: ○ – P_s = 0,4 МПа; □ – P_s = 0,6 МПа; Δ – P_s = 0,8 МПа

Забезпечити зниження втрат потужності на тертя можна за рахунок підвищення якості виготовлення деталей роторно-поршневого двигуна, що сполучаються між собою, а також застосуванням відповідно до умов експлуатації якісних масел та присадок. Зменшити втрати потужності двигуна на здійснення насосних ходів поршня можна за рахунок зниження опору органів газообміну та впускних (випускних) трактів, шляхом визначення оптимальних площин перетину впускних (випускних) отворів для відповідних умов експлуатації двигуна, а також підбором оптимальної довжини каналів.

Висновки. 1. Розроблений дослідний стенд з системою вимірювання для експериментальних досліджень потужності механічних втрат роторно-поршневого двигуна нової конструкції, дає можливість отримати достовірні емпіричні дані для аналізу ефективності енергоперетворення у новому двигуні.

2. Встановлено, що збільшення обертів двигуна у 3,75 рази призводить до зростання потужності механічних втрат у 3,3 рази, при цьому складова втрат, пов'язана з тертям, збільшується у 3,0 рази, а з виконанням насосних ходів – у 4,1 рази.

3. Встановлено, що збільшення тиску робочого тіла в 2,0 рази сприяє збільшенню механічного ККД в 1,1 рази, при цьому раціональним діапазоном оборотів роторно-поршневого двигуна є 800...1200 $хв^{-1}$.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Алексеев И.В. Автомобильные двигатели: Учебник для вузов. 3 изд. / И.В. Алексеев, К.А. Морозов, М.Г. Шатров. М.: Академия, 2013. 464 с.
[2] Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. М.: Машиностроение, 1983. 289 с.
[3] Диагностика и техническое обслуживание машин: Учебник / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 432 с.
[4] Путинцев С.В. Механические потери в поршневых двигателях: Учебное пособие / С.В. Путинцев. М.: МГТУ им. Н. Баумана, 2011. 288 с.
[5] Митрофанов, О. С., Шабалін, Ю. В., Бірюк, Т. Ф., & Єфеніна, Л. О. (2019). *Пат. на винахід України № 120489. Поршнева машина*; заявл. № a201902189 10.09.2019 р.; опубл. 10.12.2019 р., бюл. № 23.

Analysis of Mechanical Losses of Rotor-Piston Engine 12RPD 4.4/1.75

O. S. Mytrofanov, Proskurin A. Yu., A. S. Poznanskyi,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The results of experimental studies of the mechanical losses power of a rotor-piston engine of a promising design with a joint-cam mechanism of motion conversion are presented. Experimental studies are aimed at solving the problem of increasing the efficiency of converting the potential energy of a compressed working body into mechanical work. Quantitative values of the power components of the mechanical losses of the rotary-piston engine (friction losses and losses associated with the implementation of pumping strokes) were experimentally determined depending on the main operating parameters of the engine (revolutions and working pressure in the intake receiver).

Key words: rotary-piston engine; hinge-cam movement mechanism; compressed air; experimental stand; power of mechanical losses; mechanical efficiency.

УДК662.767.

КОМПЛЕКСНЕ ВИРОБНИЦТВО АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Семенов М.М.
доцент НУК кафедри суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
mukola.semenov@nuos.edu.ua
Шаповалов Ю.О.
Доцент, кандидат технічних наук
доцент кафедри суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна
yuriy.shapovalov@nuos.edu.ua
Гавриш В.І.
Професор, доктор економічних наук,
завідувач кафедри тракторів та сільськогосподарських машин,
експлуатації і технічного сервісу Миколаївського національного аграрного університету
м. Миколаїв, Україна
havryshvi@gmail.com

Анотація. Представлено вирішення проблеми енергетичної безпеки України шляхом комплексного виробництва різних видів біопалива. Запропоновано використання залишків пшениці, яку неможливо використовувати у зв'язку з воєнним положенням. Розглянута комплексна переробка пшениці в різні види біопалива.
Ключові слова: біоенергетика, біопаливо, біодизель, біоетанол, пшениця, економічній ефект.

До Російської агресії, Україна була одним з головних експортером пшениці в світі. Це ми бачимо на рис.1 [1,2]. У 2019-2020 роах Україна посіла друге місце з імпорту зерна [3]. Але зараз за оцінками експертів на складах залишаються 18 мільйонів тон зерна з минулого вражаю. І його необхідно переробити, щоб заповнити зерносховище новим врожаєм. З іншого боку в Україні гостро стоїть питання поліпшення енергетичної незалежності, спостерігається нестача рідкого та газоподібного палива. Ці дві проблеми можливо вирішити шляхом комплексного виробництва з пшениці різних видів біопалива.

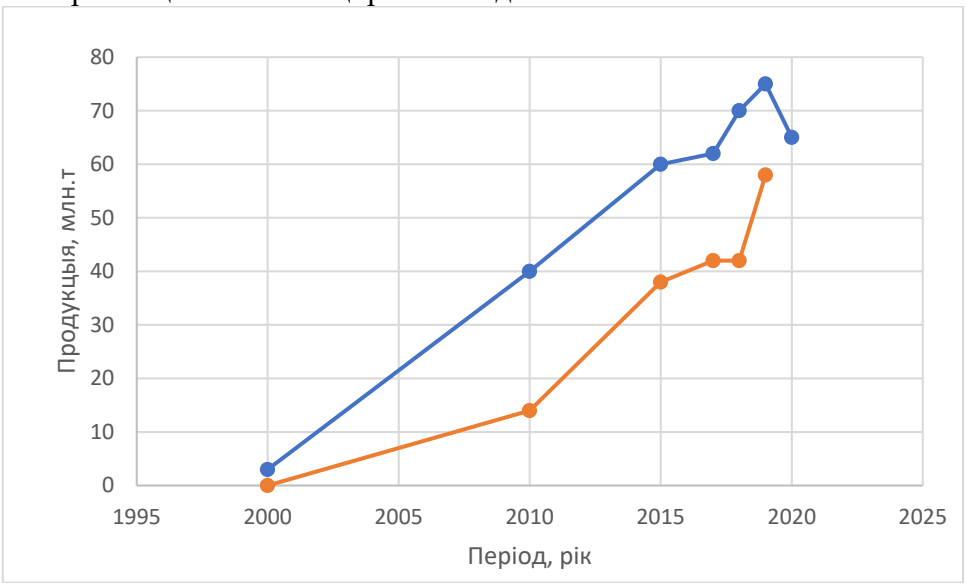


Рис. 1 Виробництво та експорт пшениці в Україні

Такою технологією володіє завод Vereinigte BioEnergie AG (VERBIO) [4]. VERBIO є одним із провідних незалежних виробників і постачальників біопалива і водночас єдиним великим промисловим виробником біодизеля, біоетанолу та біометану в Європі. Компанія VERBIO вирішує завдання щодо виробництва сучасного біопалива. DE VERBIO straw – так офіційно називається проект – є одним із п’ятнадцяти проектів, що фінансуються програмою NER 300 на сьогоднішній день, і одним із перших із них, який уже генерував реальні обсяги виробництва. В компанії запропонували завод, який виробляє приблизно 480 ГВт-год біометану з дистиляційного відстою, побічного продукту при переробці пшениці, що утворюється під час виробництва біоетанолу. Отриманий біометан використовується як

біопаливо для транспортних засобів, що працюють на природному газі. Завдяки виробленому об'єму VERBIO постачає понад 100 із 900 заправних станцій природного газу в Німеччині, що робить її безперечним лідером ринку в цьому сегменті.

Висновки. Для України край важливе покращувати енергонезалежність. Одним з засобів цього є використання різних сортів біопалива в одному циклі. Пропонується технологія комплексного виробництва біоетанолу та біогазу.

ЛІТЕРАТУРА

1. CropProductionofUkraine2019.StatisticalYearbook.Kyiv,Ukraine.2020.Availableonline:http ://www.ukrstat.gov.ua/druk/ publicat/kat_u/ 2020/zb/04/zb_rosl_ 2019.pdf (accessedon15May2021).
2. AgricultureofUkraine.StatisticalYearbook.Kyiv,Ukraine.2020.Availableonline:http://www.u krstat.gov.ua/druk/publicat/ kat_u/2019/zb/09/ Zb_sg_2018%20. pdf (accessedon15May2021).
3. Ukraine Become World's Second Grain Exporter. Available online: https://www.ukrinform.net/rubric-economy/3176698-ukraine-becomes-worlds-second-largest-grain-exporter.html(accessedon14June2021).
4. New VERBIO Plant for the Production of Biomethane from 100 Percent Straw Commissioned as Scheduled. Available online: https:// www.verbio.de/ en/press/news/ press-releases/new-verbio-plant-for-the-production-of-biomethane - from-100-percent-straw/(accessedon11April2020).

Complex Production Of Alternative Fuels To Improve The Energy Security Of Ukraine

Semenov Mykola. Shapovalov Yuriy
Admiral Makarov National Shipbuilding University Mykolaiv, Ukraine
Havrysh Valeriy
Mykolayiv National Agrarian University,

The solution to the problem of energy security of Ukraine through integrated production of various types of biofuels is presented. It is proposed to use the remains of wheat, which cannot be used in connection with the carriage position. The comprehensive processing of wheat into various types of biofuel is considered.

Key words: bioenergy, biofuel, biodiesel, bioethanol, wheat, economic effect.

УДК 62-242

ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМ І ЧАСТОТ ВЛАСНИХ КОЛИВАНЬ ПОРШНІВ ТЕПЛОВИХ МАШИН

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
Золотий Ю. Г.
завідувач лабораторії кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
goldspekl@ukr.net

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

Анотація. У роботі визначено форми власних коливань та відповідні їм частоти поршня автомобільного компресора діаметром 60,0 мм та висотою 50,0 мм. Дослідження проведено експериментально, методом спеклінтерферометрії реального часу, що дозволило отримати ряд форм безпосередньо для досліджуваного об'єкта. Побудована твердотільна модель у програмному комплексі Solidworks та визначені форми власних коливань шляхом комп'ютерного моделювання. Встановлено, що найбільш достовірні результати вдається отримати при комбінації експериментальних методів та розрахунку в сучасних комп'ютерних системах.
Ключові слова: власні коливання, частоти коливань, поршень, електронна спеклінтерферометрія, комп'ютерне моделювання.

Вступна частина. В більшості моделей двигунів внутрішнього згоряння та компресорів об'ємного типу використовується кривошипно-шатунний механізм. Однією з найбільш навантажених деталей такого механізму, і машини вцілому, є поршні, оскільки саме вони сприймають теплову енергію робочого тіла, виконуючи про цьому зворотно-поступальний рух. При цьому на поршні діють змінні в часі газодинамічні навантаження та сили інерції. Оскільки характер зміни цих сил у часі визначається частотою обертання колінчастого валу, вони мають періодичний характер. Окрім того періодичний характер мають сили, що діють на поршень при перекиданні його з однієї сторони втулки робочого циліндру на іншу. Сумарна дія всіх зазначених сил викликає вібрацію поршнів. При збігу частоти зовнішнього впливу з однією з власних частот поршня виникає резонанс, що супроводжується збільшенням амплітуд коливань і різким зростанням вібраційних напружень в ньому.

Резонансні коливання можуть призвести до появи тріщин, розвиток яких тягне за собою можливість поломки юбки або навіть донця поршня. Місця виникнення втомних тріщин визначають за лініями найбільших напружень (відповідних лініям найбільшої кривизни) деталі, що коливається.

Таким чином, визначення форм і частот власних коливань дозволяє визначити резонансні режими роботи поршня; визначити найбільш небезпечні місця щодо появи тріщин; при відпрацюванні машини вжити заходів для запобігання роботі на небезпечних резонансних режимах.

Метою роботи є експериментальне та теоретичне визначення форм і частот власних коливань поршня компресору об'ємного типу.

Основна частина. Об'єктом досліджень обрано поршень автомобільного компресору об'ємного типу діаметром 60,0 мм та висотою 50,0 мм.

Експериментальне визначення проведено методом електронної спеклінтерферометрії реального часу на розробленому та запатентованому обладнанні Національного університету кораблебудування [1], схема експериментального стенду наведена на рис. 1.

Джерелом когерентного світла є твердотільний лазер 1 з діодною накачкою (DPSS) з потужністю випромінювання 50 мВт і довжиною хвилі λ = 0,532 мкм. За допомогою мікролінзи 2 лазерний промінь розширюється і розділяється світлороздільником 3 на пропущений і відбитий. Пропущений промінь освітлює консольно закріплену в затискному

пристрої 5 поверхню досліджуваного об’єкта 4, розсіюється її поверхнею і утворює дифузну предметну хвилю.

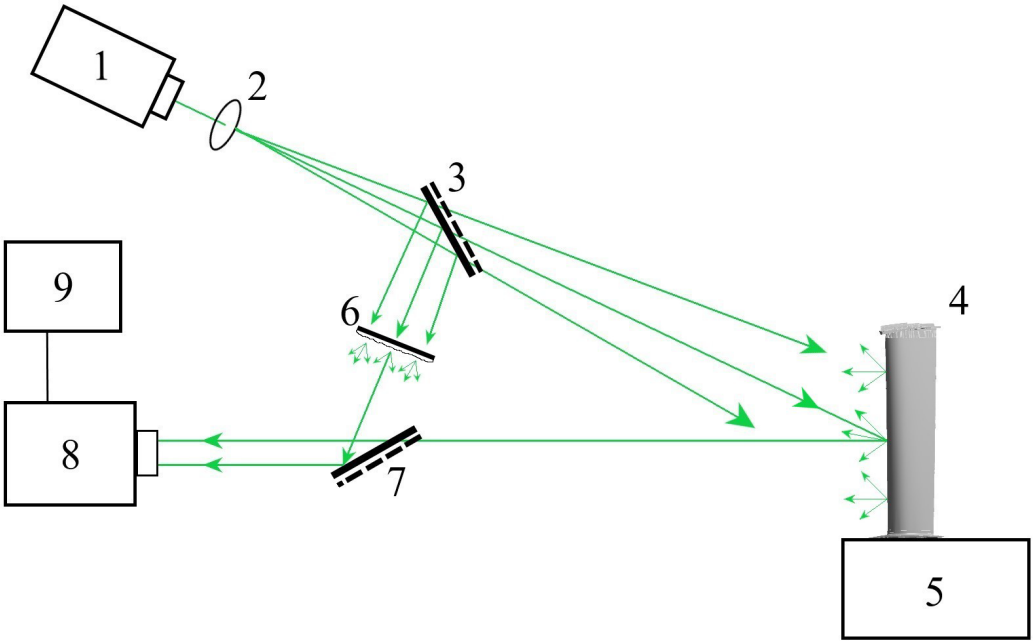
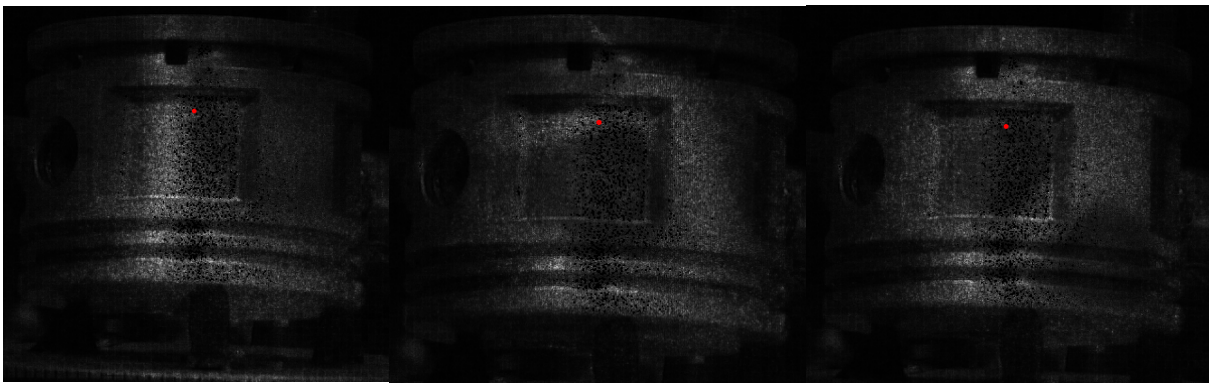


Рис. 1. Оптична схема експериментального стенду:
1 - лазер; 2 - мікролінза; 3, 7 - світлорозділювачі; 4 - досліджуваний об’єкт; 5 - затискний пристрій; 6 - трансмісійний дифузор; 8 - відеокамера; 9 - персональний комп'ютер.

Віброзбудження досліджуваного об’єкта здійснюється п'єзокерамічним віброперетворювачем, на який подається синусоїдальний сигнал звукового генератора, посилений підсилювачем низької частоти. Промінь світла, відбитий світлозділювачем 3, розсіюється пропускаючим дифузором 6 і створює дифузну опорну хвилю. Об'єктний і опорний промені, об'єднані світлороздільником 7 і об'єктивом камери 8, утворюють результуюче спекл-поле – спекклограму на світлочутливій матриці. Більш детальний опис схеми експериментального стенду, а також методу отримання та обробки голограм наведено в [2].

Результатом експериментального дослідження є ряд форм коливань, деякі з них наведено на рис. 2.

Чисельне моделювання дозоляє узагальнити результати експериментальних досліджень, настроїти модель по отриманим експериментально формам, розширити досліджуваний діапазон зі значно зменшеними витратами часу та економією ресурсу лабораторного обладнання. Для його проведення використовується ліцензійний програмний комплекс Solidworks. Так Solidworks використовує чисельний метод аналізу технічних конструкцій – метод кінцевих елементів (МКЕ), суть якого полягає в розділенні віртуальної твердотільної моделі на багато малих частин простих форм (їх називають елементами), що дозволяє ефективно замінити складне рішення кількома простими.



а) б) в)

Рис. 2. Форми коливань поршня отримані експериментально, частота:
а) 5854; б) 29050 Гц; в)40168;

Поведінка кожного елемента за всіма можливими комбінаціями граничних умов та навантажень коректно описана математичними рівняннями у програмному комплексі Solidworks. Метод кінцевих елементів використовує елементи різних форм. Діюча сила у будь-якій точці елемента інтерполюється з реакціями вузлів елементів. Кожен вузол повністю описується рядом параметрів, які залежать від типу виконуваного розрахунку та використовуваного елемента [3].

Solidworks використовує рівняння, що описують поведінку кожного елемента з огляду на його з'єднання з іншими елементами. Ці рівняння пов'язують діючі сили з відомими властивостями матеріалу, граничними умовами та навантаженнями. Далі програма впорядковує рівняння у велику систему спільних алгебраїчних рівнянь і знаходить невідомі.

Для визначення власних форм використовується твердотільна модель, розроблена на основі робочого креслення. Тип сітки – сітка на твердому тілі, спосіб розбивання – сітка на основі кривизни, максимальний розмір комірки 7,63 мм, мінімальний 1,53, якість сітки – висока. Тип програми рішення FFEPlusю. Матеріал – алюмінієвий сплав: щільність 2700 кг/м^3, модуль пружності: 6,9х10^{10} Н/м^2, коефіцієнт Пуассона: 0,33

Результатом досліджень є ряд форм, деякі з них наведено на рисунку 3, всього у діапазоні 50…40000 Гц отримано 49 форм коливань.

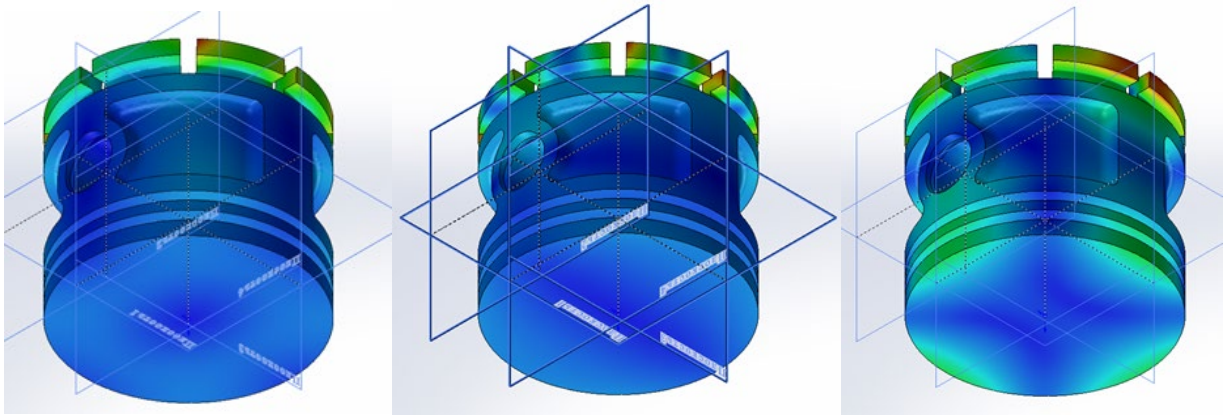


Рис. 3. Форми коливань поршня отримані шляхом розрахунку у програмному комплексі Solidworks, частота
а) 21575 Гц, б) 24193 Гц, в) 29083 Гц

Висновки. Отримано ряд власних форм коливань та визначено відповідні частоти експериментально у діапазоні 50…40 000 Гц. Що дозволяє визначити найбільш небезпечні місця щодо появи тріщин та встановити небезпечні резонансні режими роботи компресору. Експериментальні методи дозволяють отримати форми для об’єкту безпосередньо

(враховуючи технологічні відхилення та не ізотропність матеріалу для конкретної досліджуваної деталі).

Побудовано твердотільну модель досліджуваного поршня за розмірами робочого креслення та визначенно форми коливань в тому ж діапазоні частот. При цьому отримано ряд форм, які не встановлено експериментально, що пояснюється їх низькою амплітудою збудження на стенді.

При визначенні частот і форм коливань найбільш достовірні результати вдається отримати при комбінації експериментальних методів, зокрема методу спеклінтерферометрії реального часу, та розрахунку в сучасних комп'ютерних системах, таких як Solidworks.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Tkach M.R., Zolotiy Yu.G., Dovgan D.V., Guk I.Yu. (2015), Patent: Method of determining of forms of resonant vibrations shapes of blades of gas turbine engine by speckle interferogram, UA 103068.

[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

[3] https://www.solidworks.com

Theoretical And Experimental Determination Of The Forms And Frequencies Of The Natural Oscillations Of The Pistons Of Thermal Engines

Tkach Mykhailo, Zolotoy Yuriy, Halynkin Yurii

Abstract. The form of self-oscillations and the corresponding frequencies of the automobile compressor piston with a diameter of 60.0 mm and a height of 50.0 mm are determined in the paper. The research was carried out experimentally, using the real-time speckle interferometry method, which made it possible to obtain a number of shapes directly for the object under study. A solid-state model was built in the Solidworks software complex and the forms of self-oscillations were determined by computer simulation. It has been established that the most reliable results can be obtained with a combination of experimental methods and calculation in modern computer systems.

УДК 621.43.016

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОФІЛЮ ПОВЕРХОНЬ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ КОМПАКТНИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ С ЗАДАНИМИ МАСОГАБАРИТНИМИ ПОКАЗНИКАМИ У СКЛАДІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Кузнецов В.В.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри Технічної теплофізики і суднових паровиробних установок
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
valeriy.kuznetsov@nuos.edu.ua

Анотація. Представлені результати дослідження конвективного енергообміну при використанні круглих, еліптичних та плоскоовальних труб в якості поверхонь нагріву теплообмінних апаратів енергетичних установок. Показано вплив перерозподілу опорів форми і тертя на ефективність теплопередачі в окремих каналах різної форми. Отримано, для утилізаційних для дизельних та газотурбінних енергетичних установок, використання гладких еліптичних труб призведе до зменшення встановленої поверхні нагріву на 26…31%, маси поверхні на 16…19%, об'єму поверхні на 14…18%, для регенераторів газотурбінних

установок зменшення маси складе 12…18%, об'єму – 12…14%, для нагрівачів-утилізаторів повітряних турбінних теплоутилізуючих установок використання еліптичних гладких трубних поверхонь нагріву дозволить знизити масу майже на 28%. При використанні досліджених поверхонь в утилізаційних котлах суднових енергетичних установок підвищення ефективності установки складе до 2,5%.
Ключові слова: енергетична установка, ефективність, теплообмінний апарат, інтенсифікація, профільна поверхня, масогабаритні показники.

Підвищення ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок здійснюється за рахунок вдосконалення процесів перетворення теплоти і маси в їх елементах. Ці процеси визначаються законами термодинаміки, гідрогазодинаміки, тепломасообміну і впливають на ефективний ККД, рівень теплових та шкідливих викидів, ресурс та компактність установок. Значний вплив на ці показники мають їх теплообмінні апарати як елементи енергетичних установок.

Вдосконалення суднових енергетичних установок та зростання масогабаритних показників теплообмінних апаратів у зв'язку з цим визначило запит практики на розробку і впровадження науково-технічних рішень інтенсифікації процесів переносу теплоти і маси в цих апаратах для комплексного поліпшення їх економічних, екологічних, ресурсних і масогабаритних характеристик і забезпечення зменшення споживання палива та емісії шкідливих речовин.

Для вирішення цього представлені результати дослідження конвективного енергообміну при перерозподілі опорів форми і тертя при інтенсифікації переносу теплоти для окремих каналів різної форми та в пучках каналів з різним просторовим розташуванням. В результаті визначені переваги застосування енергоефективного теплопередавального обладнання у транспортних та промислових енергетичних установках.

Розроблена математична модель енергетичної установки з урахуванням впливу ефективності процесів перенесення теплоти в теплообмінних апаратах, яка відтворює ієрархічну структура перетворення теплоти: *перший рівень* – теплопередавальна поверхня теплообмінного апарату як елемент підсистеми, *другий рівень* – теплообмінний апарат як підсистема конструктивних елементів і *третій рівень* – теплообмінний апарат як елемент системи енергетичної установки. При розрахунках можуть використовуватись статистичні данні щодо конструктивних елементів теплообмінного апарату (дифузори, конфузори, калачі тощо). В цьому випадку результати розрахунку першого рівня будуть передаватись відразу на третій рівень.

Для дослідження конвективного енергообміну система критеріальних рівнянь теплопередачі в каналах трубних пучків теплообмінних апаратів енергетичних установок представлена наступним чином

$$Nud,i=f1,iR,\Phi,Z,Re,Pr\&\theta i=f2,iR,\Phi,Z,Re,Pr\&Eui=f3,iR,\Phi,Z,Re,Pr\&Wi=f4,iR,\Phi,Z,Re,Pr\&k=f$$

$$\begin{cases} \frac{Nu_{d,i}}{Eu_i} = f_{1,i}(R,\Phi,Z,Re,Pr) \\ \theta_i = f_{2,i}(R,\Phi,Z,Re,Pr) \\ W_i = f_{3,i}(R,\Phi,Z,Re,Pr) \\ k = f_4\left(Nu_{d,i},Re,Pr\right) \end{cases}$$

з граничними умовами $t_i = t_{i0}\,; w_i = w_{i0}$. Відношення $\frac{Nu_{d,i}}{Eu_i}$ відповідає умові аналогії Рейнольдса

Для обґрунтування способу інтенсифікації тепловіддачі на першому рівні отримав подальший розвиток напрямок, запропонований академіком А.А. Халатовим при тепловіддачі в каналах. На підставі цього показник ефективності на першому рівні оцінки визначиться як

$$FAR = \frac{Nu/Nu_0}{Eu/Eu_0},$$

де індекс 0 відповідає циліндричному гладкому каналу.

Для врахування і оцінки ефективності процесів інтенсифікації теплопередачі на другому рівні запропоновано модифікований фактор аналогії Рейнольдса FAR_k, який визначається як

$$FAR_k = \frac{k/k_0}{Eu_1/Eu_{10} + Eu_2/Eu_{20}} \text{ або } FAR_k = \frac{k/k_0}{f_1/f_{10} + f_2/f_{20}},$$

де k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м^2·К), індекси 0, 1 і 2 відповідають зазвичай гладкому каналу з обох боків (як найбільш термогідравлічно дослідженому), а також гарячому і холодному теплоносію.

Співставлення показників ефективності процесів перетворення енергії в енергетичних установках з теплообмінними апаратами, переносу теплоти між теплоносіями в теплообмінних апаратах і процесів конвективного теплообміну доводить їх аналогію за відношенням теплоти до роботи.

Ефективності процесів перетворення енергії в енергетичних установках з теплообмінними апаратами ($\Delta Q_{сц}/\Delta L_{сц}$), переносу теплоти в теплообмінних апаратах цих установок ($Q_{та}$ /$L_{та}$) і *конвективного теплообміну* теплоносіїв в цих апаратах визначається відношенням кількості теплоти процесу до роботи, що забезпечує цей перенос($Q_{кт}$ /$L_{кт}$).

Математична модель процесів перенесення теплоти і маси і містить систему рівнянь нерозривності, збереження енергії, закону Ньютона, Фур'є, рівняння стану теплоносіїв. Для замикання системи використана RSM модель турбулентності. Реалізація виконана за допомогою сучасних програмних засобів.

Верифікація математичної моделі процесів перенесення теплоти в елементах енергетичних установок виконана шляхом порівняння з наявними літературними даними і представлена на рис.1 та 2.

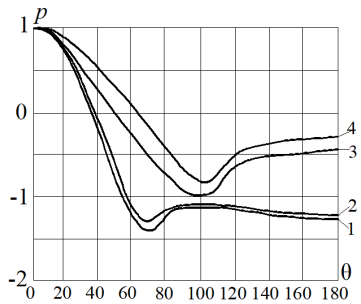


Рисунок 1 – Порівняльне моделювання розподілу тиску на поверхні циліндрів різних поперечних перерізів при $d_{екв}$=const та Re=1,1×10^5: 1 – дані [1], 2 – розрахунок круглий профіль, 3 – розрахунок плоскоовальний профіль (a/b=2,7), 4 – розрахунок еліптичний профіль (a/b=2,5)

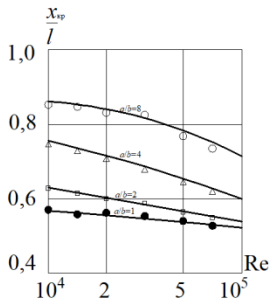


Рисунок 2 – Порівняльне моделювання положення нейтральної точки на еліптичних циліндрах зі співвідношенням осей a/b: сполошні лінії – дані [2], дискретні значення – результати математичного моделювання

Результати моделювання ефективності тепловіддачі і теплопередачі в залежності від руху гарячого теплоносія представлені на рис.3 та 4.

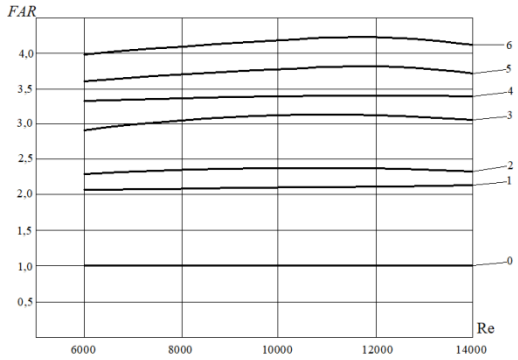


Рисунок 3 – Порівняльне моделювання ефективності тепловіддачі для поодиноких теплообмінних профілів різного поперечного перерізу при $d_{екв}$=const: 0 – круг; 1 – плоскоовальний профіль (a/b=2,0), 2 – плоскоовальний профіль (a/b=3,4), 3 – еліптичний профіль (a/b=2,0), 4 – плоскоовальний профіль (a/b=2,7), 5 – еліптичний профіль (a/b=2,7), 6 – еліптичний профіль (a/b=2,5),

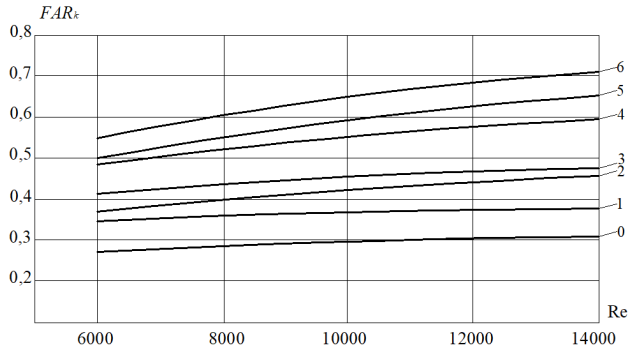


Рисунок 4 – Порівняльне моделювання ефективності теплопередачі для поодиноких теплообмінних профілів різного поперечного перерізу при $d_{екв}$=const: 0 – круг; 1 – еліптичний профіль (a/b=2,0), 2 – еліптичний профіль (a/b=2,7), 3 – плоскоовальний профіль (a/b=2,0), 4 – еліптичний профіль (a/b=2,5), 5 – плоскоовальний профіль (a/b=3,4), 6 – плоскоовальний профіль (a/b=2,7)

Отримані результати дали можливість виконати оцінку ефективності використання профільованих поверхонь в теплообмінних апаратах енергетичних установок.

Для утилізаційних котлів, що мають у своєму складі пароперегрівну, випарну та економайзерну поверхні, для дизельних та газотурбінних енергетичних установок, використання гладких еліптичних труб дозволить підвищити показник ефективності теплопередачі майже у два рази, що призведе до зменшення встановленої поверхні нагріву (по газовій стороні) на 26…31%, маси поверхні на 16…19%, об'єму поверхні на 14…18%. Для регенераторів газотурбінних установок зменшення маси складе 12…18%, об'єму – 12…14%. Для нагрівачів-утилізаторів повітряних турбінних теплоутилізуючих установок використання еліптичних гладко трубних поверхонь нагріву дозволить знизити масу майже на 28%. Для апаратів повітряного охолодження технологічних рідин енергетичних установок зниження енергоспоживання складе до 14%.

При використанні компактних теплообмінних апаратів з зазначеними поверхнями нагріву в суднових енергетичних установках танкерів дедвейтом близько 45500 т очікується підвищення ефективності енергетичної установки на 1,32% завдяки збільшенню паропродуктивності утилізаційного котла та відповідному зниженню паропродуктивності допоміжного котла.

Для систем *WHRS*, які зазвичай використовуються на контейнеровозах великої місткості [3], очікуване підвищення ефективності енергетичної установки складає до 2,5% завдяки збільшенню паропродуктивності утилізаційного котла.

ЛІТЕРАТУРА:

[1] Бэтчелор, Дж. Введение в динамику жидкости. Москва, Издательство «Мир», 1973. 758с.
[2] Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя/ Москва, Главная редакция физ-мат.лит-ры изд-ва «Наука», 1974. 712с.
[3] *Waste Heat Recovery System (WHRS) for Reduction of Fuel Consumption, Emissions and EEDI.* (2018). Відновлено з https://turbocharger.man-es.com/technologies/waste-heat-recovery.

Substantiation Of The Profile Of Heat Transfer Surfaces Of Compact Heat Exchangers With Specified Weight-Size Parameters As Part Of The Power Plants

Kuznetsov V. V.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The results of the research of convective energy exchange when using round, elliptical and flat-oval pipes as heating surfaces of heat-exchange apparatus of power plants are presented. The influence of redistribution of shape and friction resistances on heat transfer efficiency in separate channels of different shapes is shown. It is received, for utilization for diesel and gas turbine power plants, the use of smooth elliptical pipes will lead to a decrease in the installed heating surface by 26...31%, surface mass by 16...19%, surface volume by 14... 18%, for regenerators of gas turbine plants, the mass reduction will be 12...18%, the volume - 12...14%, for heaters-utilizers of air turbine waste heat recovery plants, the use of elliptical smooth pipe heating surfaces will reduce the weight by almost 28%. When using the investigated surfaces in waste heat boilers of ship power plants, the efficiency of the plant will increase up to 2.5%.

Key words: power plant, efficiency, heat-exchange apparatus, intensification, profiled surface, weight - size parameters.

УДК 629.5

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОРАБЕЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Кузнецов Г.В.
магістр кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
kuznetsov.heorhiy@gmail.com

Анотація. Кораблі є складовою частиною системи збройних сил держав, які мають вихід до моря. Комплексне використання сучасних технологій у Військово-Морському Флоті дозволить забезпечити значне підвищення потенційних можливостей кораблів. Енергетичні установки мають забезпечувати виконання кораблями задач за призначенням, задовольняючи, при можливості, діючим обмеженням ІМО щодо впливу на довкілля. Впровадження новітніх інноваційних технологій в суднобудування сприяє появленню нових рішень у корабельній енергетиці. Тому, аналіз сучасного стану та можливих шляхів вдосконалення корабельної енергетики є актуальною задачею.

Ключові слова: корабель, енергетична установка, вимоги, AIP, риформінг.

Основна частина. У даний час на зміну старим кораблям прийшли сучасні з новими тактико-технічними даними, які здатні виконувати різноманітні завдання [1], табл. 1.

Таблиця 1 Класифікація кораблів відповідно до стандартів НАТО

Тип	Водотоннажність	Головні розміри	Призначення
Крейсер	9800 – 25.860 т	Довжина – 173 – 258 м Ширина – 16.8 – 28.5 м Осадка – 8.4 -10 м	Боротьба з морськими силами, оборона з'єднань бойових кораблів і корабельних конвоїв, вогнева підтримка сухопутних військ тощо.

Есмінець	3900 – 15.907 т	Довжина – 147.7 – 180 м Ширина – 16.1 – 17 м Осадка – 5 - 6.6 м	боротьба з підводними човнами, авіацією та кораблями противника, охорона корабельних з'єднань або конвоїв кораблів під час морських переходів
Фрегат	1800 – 6050 т	Довжина – 103 – 146.7 м Ширина – 10 – 14.8 м Осадка – 3 - 4.75 м	Пошук і знищення підводних човнів, протиповітряна і протиракетна оборона.
Корвет	485 – 2400 т	Довжина – 58.5 – 103.4 м Ширина – 9 – 17 м Осадка – 2 - 5.25 м	Береговий сторожовий корабель, ракетний катер та швидкохідний десантний корабель.
Патрульний катер	49 – 550 т	Довжина – 20.8 – 56.8 м Ширина – 5.8 – 7.6 м Осадка – 1.8 - 2.7 м	патрульна служба, протичовнова, протиповітряна оборона корабельних з'єднань і конвоїв на морі в прибережних районах і на відкритих шляхах

Згідно аналізу джерел [2-5] на 2022 рік всі типи кораблів переважно використовують енергетичні установки типу CODAG та CODOG (деякі приклади приведені у таблиці 2).

Таблиця 2 Характеристики кораблів відповідно до стандартів НАТО

Кораблі, приклади	Водотоннажність, Головні розміри	Склад корабельної енергетичної установки	Пропульсивна система	Питома потужність, кВт/год
Frégate de défense et d'intervention (FDI)	Водотоннажність - 4460 т Довжина - 122 м Ширина - 17.7 м	Combined diesel and diesel (CODAD) arrangement Total output: 32,000 kW (43,000 shp)	-	7.175
Brandenburg	Водотоннажність - 3600 т Довжина - 138.85 м Ширина - 16.7 м Осадка - 4.35 м	**CODOG** 2× MTU 20V 956 TB92, 8.14 MW, General Electric LM2500 gas turbines, 2×18 MW	two shafts, 2× CPP, two Renk BGS 178 Lo gearboxes	10.6
Ada	Водотоннажність - 2400 т Довжина – 99.56 м Ширина – 14.40 м Осадка – 3.90 м	**CODAG** 1 x gas turbine (23000 kW / 2 x diesel engines (4320 kW)	2 shafts, 2 propellers	13.2

Зменшення викидів шкідливих речовин у останні роки є однією з головних цілей міжнародних організацій. Для досягнення даної мети ІМО запровадило низку вимог, що регламентують об’єми викидів енергетичних установок для існуючих суден та тих, що перебувають на стадії проектування або будівництва. Сучасні рішення розроблені для виконання цих вимог можуть бути використані для ефективнішого виконання поставлених цілей для корабля, а також для зменшення теплового та звукового сліду кораблів.

Наприклад, енергетичну установку модернізованих фрегатів типу 26 (Великобританія) рис. 1 [6] складають оновлений редуктор, два електродвигуни, чотири швидкохідні дизель-генератори MTU з двигунами Type 20V 4000 M53B, а також газотурбінна установка MT30 з прямим приводом у комбінованій дизель-електричній або газовій конфігурації. Двигуни будуть обладнані системою нейтралізації відпрацьованих газів для зменшення викидів оксидів азоту та відповідності вимогам стандартів викидів Міжнародної морської організації (IMO) Tier III. Компоненти пропульсивної установки оптимізовані для зменшення підводного шуму. Очікується, що максимальна швидкість фрегата становитиме понад 26 вузлів. Запас ходу фрегата має бути 60 діб, при дальності плавання понад 7000 морських миль.

Рис.1 HMS Glasgow фрегат типу 26

Для підводних човнів проектантами «Naval Group» була розроблена система AIP - Air-independent propulsion, на паливних елементах 2-го покоління FC2G [7].

Паливні елементи 2-го покоління, використовуючи водень як паливо і кисень як окиснювач, перетворюють хімічну енергію в електрику. Технологія «Naval Group» забезпечує риформінг дизельного палива для отримання водню, усуваючи проблему тривалого зберігання водню борту.

Окиснювач виготовляється шляхом змішування зрідженого кисню з азотом, що забезпечує потрібний ресурс мембран паливних елементів.

В результаті електрохімічних процесів в паливні елементи виробляють електроенергію для підзарядки акумуляторів підводного човна, при роботі паливні елементи продукують воду, яка використовується в процесі риформінгу.

«Naval Group» має понад 40 патентів на свою технологію FC2G AIP. Система FC2G компанії Naval Group може збільшити витривалість безперервного підводного плавання човна до трьох тижнів на низькій швидкості без шкоди для скритності.

AIP система FC2G є модульною і може бути встановлена на будь-який підводний човен з діаметром 6 метрів і більше, як в рамках нового будівництва, так і в якості модернізації. Ця система сумісна з усіма існуючими і майбутніми технологіями акумуляторних батарей і розрахована на термін служби підводного човна.

Рис. 2 Система AIP

Важливо враховувати, що це нове покоління AIP - як ще одне звичайне джерело енергії для підводного човна. Командир підводного човна в поєднанні з батареями зможе вести дедалі складнішу і складнішу підводну війну з абсолютно іншим мисленням.

Висновки: 1. У сучасній судновій енергетиці широко використовуються парогазові енергетичні установки типу CODOG або CODAG, питома потужність яких може становити 10...28 кВт/т, а також для сучасних кораблів ВМС перспективним є використання гібридних енергетичних установок.

2. Одним з можливих рішень вдосконалення пропульсивного комплексу кораблів є встановлення комбінованих установок електричних двигунів з газовою турбіною або встановлення паливних елементів та гібридних енергетичних установок.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Классификация кораблей военно-морских сил: веб-сайт. URL https://flot.com/publications/books/shelf/chainikov/5.htm (дата звернення 20.09.2022).

[2]. What are Corvettes Naval Vessels?: веб-сайт. URL: https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-corvettes/ (дата звернення 20.09.2022).

[3]. Visby class corvette: веб-сайт. URL: https://thaimilitaryandasianregion.wordpress.com/2020/01/26/visby-class-corvette/ (дата звернення 20.09.2022).

[4]. Frigate: веб-сайт. URL: https://www.britannica.com/technology/frigate (дата звернення 20.09.2022).

[5]. Rolls-Royce Seals Propulsion Systems Contract For Royal Navy's Type 31 Frigates: веб-сайт. URL: https://www.navalnews.com/naval-news/2020/05/rolls-royce-seals-propulsion-systems-contract-for-royal-navys-type-31-frigates/ (дата звернення 20.09.2022).

[6]. Type 26 Global Combat Ship (GCS) Programme: веб – сайт. URL: https://www.naval-technology.com/projects/global-combat-ship-gcs-programme/ (дата звернення 22.09.2022).

[7]. Full speed into tomorrow: веб – сайт. URL: https://www.naval-group.com/en/full-speed-tomorrow (дата звернення 22.09.2022).

Improvement Ways Of Ship Power Plants

Kuznetsov H.V.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Ships are the integral part of the armed forces of the states that have access to the sea. The integrated use of modern technologies in the Navy will ensure a significant increase in the potential capabilities of ships. The power plants must ensure that ships perform their intended tasks, meeting, if possible, the current IMO restrictions on environmental impact. The introduction of the latest innovative technologies in shipbuilding contributes to the emergence of new solutions in ship power engineering. Therefore, the analysis of the current state and possible ways to improve ship power is the urgent task.

Key words: ship, power plant, requirements, AIP, reforming.

УДК 628.165:621.44

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЗОПОВІТРЯНИХ ОХОЛОДЖУВАЧІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Кузнецова С.А.[1], **Волошин А.Ю.**[2]
1 - 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
2 - кандидат технічних наук,
начальник механічного відділу
Державного підприємства «Дослідно-проектний центр кораблебудування»
м. Миколаїв, Україна
andrii.voloshin@srdsc.com

Анотація. Представлені результати оцінки ефективності зниження концентрації шкідливих речовин у газоповітряних охолоджувачах відпрацьованих газах суднових дизельних двигунів за рахунок зміни кута нахилу жалюзі кожуху димової труби. Досліджені кути нахилу склали 30-60°. Отримано, що з підвітряного боку охолоджувача раціональний кут нахилу складає 50-60°, з навітряного – 30-40°, що забезпечить зниження концентрації до 35%.
Ключові слова: суднова енергетична установка, газоповітряний охолоджувач, жалюзі, кут нахилу, шкідливі речовини, концентрація.

Посилення вимог Міжнародної морської організації (*International Maritime Organization – IMO*) викликало необхідність прийняття додаткових заходів для їх дотримання [1, 2].
У роботі [3] була виконана оцінка та доведена ефективність використання ежекційних повітряних охолоджувачів, як додаткових елементів, для зниження рівня шкідливих викидів (рис.1).

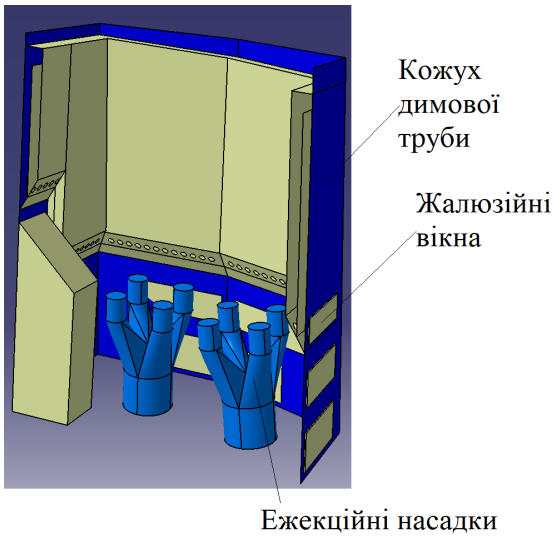


Рисунок 1 – Ежекційний охолоджувач повітря

Особливістю сучасних конструктивних виконань подібних охолоджувачів є те, що їх жалюзі, що закривають жалюзійні вікна, виконуються з постійним кутом нахилу. При цьому, сучасні судна транспортного флоту мають достатньо широку географію роботи у

районах з різними погодними умовами, що може викликати необхідність зміни кута нахилу жалюзі для забезпечення дотримання вимог стосовно викидів.

Мета роботи – визначення зниження рівня шкідливих речовин у відпрацьованих газах суднових дизельних двигунів в залежності від кута нахилу жалюзійної решітки. *Об'єкт дослідження* – процеси руху та перемішування відпрацьованих газів та повітря, що ежектується, у газоповітряних охолоджувачах, *предмет* – концентрація шкідливих речовин в залежності від кута нахилу жалюзійної решітки.

Верифікація використаних математичних моделей та програмного забезпечення представлена у роботі [4].

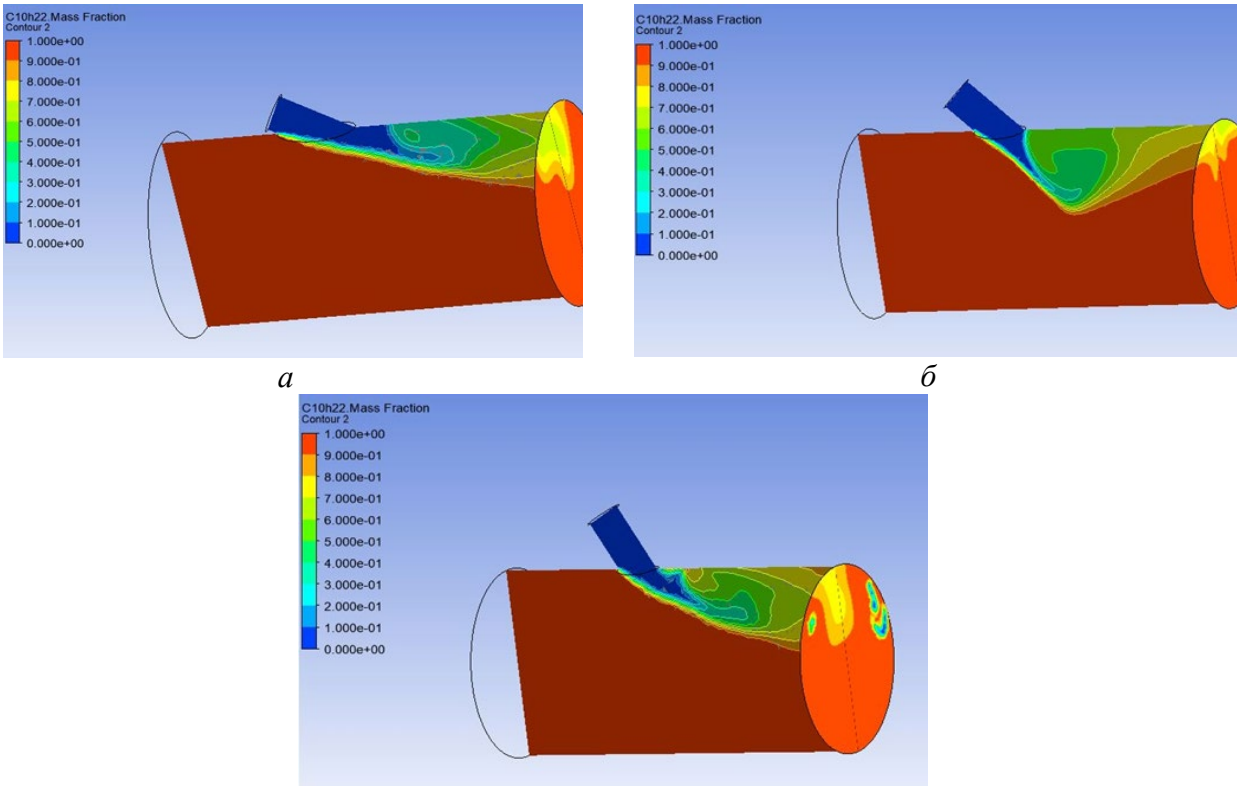
Оцінка зміни концентрації відпрацьованих газів в залежності від кута нахилу жалюзі, що розташовані з одного боку охолоджувача, представлено на рис.2. Для всіх трьох випадків швидкості та інші характеристики робочих речовин були однаковими.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки.

При куті нахилу 30° спостерігається інтенсивне перемішування потоків, що дозволяє отримати зниження концентрації на виході до 35% абс., при цьому кут нахилу потоку, що ежектується, складає близько 30°. «Пляма» зміни концентрації складає 15% загальної площини вихідного перерізу.

При 45° куті на початковому етапі руху потоку спостерігається кут нахилу близько 45°, після чого, із-за активного перемішування потоку він переходить у 30°. Зниження концентрації складає близько 25% абс., а «пляма» зміни концентрації займає 12% площини вихідного перерізу.

При куті входу 60° спостерігається більш рівномірне перемішування зі сталим нахилом руху потоку, що ежектується, що дозволяє отримати майже повне зниження концентрації у деяких містах вихідного перерізу. Зниження концентрації складає близько 20% абс.



а *б*

в

Рисунок 2 – Оцінка зміни концентрації відпрацьованих газів в залежності від кута нахилу жалюзі θ: *а* – θ=30°; *б* – θ=45°; *в* – θ=60°

Висновки. 1.Раціональний кут нахилу жалюзі на кожуху димової труби з підвітряного боку складає 50…60°, а з навітряного – 30…40°.
2.Подальші дослідження будуть спрямовані на моделювання процесів змішування при наявності жалюзі з різним кутом нахилу з протилежних боків охолоджувача.

Література:

[1] Prevention of Air Pollution from Ships Режим доступу https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Air-Pollution.aspx
[2] What happens tomorrow? IMO Tier III (NOx) regulations from 2021 Режим доступу https://yachtsforsale.nl/yachts-news/what-happens-tomorrow-imo-tier-iii-nox-regulations-2021
[3] Kuznetsov V. Improvement of the cargo fleet vessels power plants ecological indexes by development of the exhaust gas systems / Valerii Kuznetsov, Boris Dymo, Svitlana Kuznetsova, Mykola Bondarenko, Andrii Voloshyn // POLISH MARITIME RESEARCH. – 2021. – 1 (109). – Vol. 28; pp. 97-104.
[4] Дымо Б.В., Волошин А.Ю., Харченко В.И. Исследование газодинамических процессов в газовоздушном охладителе корабельной энергетической установки. *Збірник наукових праць НУК*. Миколаїв : НУК, 2010. № 6. С. 81–89.

Determination Of Rational Values Of The Structural Elements Of Exhaust Gases Gas-Air Coolers Of The Marine Power Plants

Kuznetsova S.A.[1], Voloshyn A.Y.[2]
1 – Admiral Makarov National University of Shipbuilding
2 – State Research and Design Shipbuilding Center

Abstract. The results of the efficiency evaluation of reducing the concentration of hazardous substances in the gas-air coolers of exhaust gases of marine diesel engines by changing the tilt angle of the louvers of the smoke stack casing are presented. The researched tilt angles were 30-60°. It was found that on the leeward side of the cooler, the rational tilt angle is 50-60°, on the windward side - 30-40°, which will reduce the concentration to 35%.

Key words: marine power plant, gas-air cooler, louvre, tilt angle, hazardous substances, concentration.

УДК 621.444:629.5.03

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ОЗОНУВАННЯ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ СУДНОВОГО ДВИГУНА

Пирисунько М.А., Шалапко Д.О.
кандидати технічних наук, доценти кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна
maximka1786@gmail.com

Анотація. Вплив шкідливих викидів суднових дизелів на глобальний екологічний стан повітряного басейну є обмеженим і оцінюється в 5-7 % від загальної кількості викидів шкідливих речовин стаціонарними енергетичними установками і сухопутними транспортними засобами. Однак через відносно велику агрегатну потужність суднові дизелі можуть бути основним джерелами забруднення атмосфери в таких локальних зонах як порти, водні акваторії річок, особливо на території міст. Викиди шкідливих речовин в атмосферу з

відпрацьованими газами суднових дизелів є одним з головних забруднювачів повітряного басейну, прилеглого до судноплавних акваторій річок. В роботі проаналізовано зниження шкідливих викидів судновими дизелями за рахунок використання методу озонування наддувного повітря.
Ключові слова: шкідливі викиди, озонування, випускні гази, судновий двигун.

Погіршення екології повітряного середовища, що спостерігається в даний час, призводить до необхідності посилення норм на токсичні викиди, насамперед від транспортних засобів, у яких досить суттєве місце займають суднові енергоустановки і, в першу чергу, суднові двигуни внутрішнього згоряння.

Вирішення проблеми забруднення повітряного басейну Світового океану викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами суднових дизелів пов'язано, насамперед, зі створенням високоефективних технологій зниження концентрації шкідливих викидів на випуску з дизельної установки, і це повною мірою відноситься як до суден, що проектуються та будуються, так і до суден, що знаходяться в експлуатації.

Екологічні характеристики дизельних двигунів визначаються головним чином вмістом у продуктах згоряння, які за індексом токсичності значно перевершують інші шкідливі компоненти відпрацьованих газів.

Суднові дизелі дають близько 7 % світових викидів і регулярно проводяться дослідження, пов'язані з пошуком ефективних способів зниження шкідливих викидів суднових дизелів у експлуатаційних режимах при одночасному забезпеченні невисоких експлуатаційних витрат. Таким чином, зниження шкідливих викидів з відпрацьованими газами суднових дизелів є однією з найбільш актуальних завдань, що стоять перед дослідниками в галузі підвищення екологічної безпеки суднових енергетичних установок.

Мета дослідження – оцінка ефективності озонування наддувного повітря суднового двигуна для покращення його екологічних показників.

Поліпшення експлуатаційних показників дизелів неможливе лише шляхом вдосконалення систем впорскування пального, очистки та нейтралізації відпрацьованих газів. Тому виникає необхідність у вдосконаленні процесів сумішоутворення та горіння пальної суміші. Перспективним методом впливу на процес горіння пального є активація пальної суміші шляхом його попереднього озонування.

Теоретичні та експериментальні дослідження впливу озону на вуглеводневе паливо, в тому числі дизельне були здійснювались як в Україні так і в інших країнах [1-4]. Наявність часткових досліджень у сфері озонування суднових дизельних палив та відсутність теоретичного дослідження з даного питання вказує на актуальність даної роботи.

Дослідження впливу озонування дизельних палив на вміст твердих часток в ВГ дизеля здійснювалось за рахунок аналізу механізму утворення та вигоряння сажі. Була розроблена схема хімізму утворення твердих часток в камері згоряння дизеля. Розрахунковим способом знайдена залежність від температури газів в камері згоряння, вмісту сажі у відпрацьованих газах та швидкості утворення сажі.

При згорянні вуглеводневих палив двигунів внутрішнього згоряння у відпрацьованих газах може міститися твердий вуглецевий продукт в дисперсному стані — сажа. Частки сажі — це агломерат кристалітів, які, в свою чергу, складаються з набору окремих сіток графітових шестикутників. Сажа є одним із найбільш шкідливих викидів дизеля. Із врахуванням відносної агресивності токсичних компонентів та масових викидів відпрацьованих газів дизелів на частку твердих часток припадає 44,9 % витрат на компенсацію сумарної шкоди навколишньому середовищу [5, 6].

Утворення сажі є об’ємним процесом термічного розкладу вуглеводнів у газовій або паровій фазі в умовах сильного браку чи відсутності кисню, який може бути виражений рівнянням:

$$C_nH_m \rightarrow nC + 0{,}5mH_2, \quad (1)$$

що, однак, не описує дійсного механізму утворення твердого вуглецю.

Переважним механізмом утворення сажі в камері згоряння дизеля є низькотемпературний фенольний механізм [7]. Згідно цього механізму, всі ароматичні вуглеводні з двома ароматичними кільцями залежно від температури:

— конденсуються в високомолекулярні сполуки: утворення сажі реалізується в низькотемпературної області T < 1000 K;

— відбувається розрив ароматичних кілець з утворенням ацетилену і радикалів C_2*, C_2H*, утворення сажі реалізується в області середніх температур T = 1500...1600 K.

Від кута $\phi_{п.к.в.}$, коли досягається максимальне значення температури, до кута $\phi_{п.к.в.}$, коли відкриваються випускні клапана. Утворення сажі практично завершилося і триває інтенсивне вигоряння сажі. Активні радикали OH*, що утворилися в процесі горіння, вступають у взаємодію з частинками сажі і збільшують товщину граничного шару. Тим самим, збільшуючи вклад в процес окислення частинок сажі. Чим довше триває цей інтервал часу, тим менше залишиться сажі до моменту відкриття випускних клапанів.

Висновоки. В результаті дослідження впливу озонування на встановлено, що: в результаті підвищення вмісту кисню в пальному підвищується максимальна температура циклу дизеля, що в свою чергу може призвести до підвищення вмісту оксидів азоту у відпрацьованих газах; озонна активація призводить до підвищення періоду затримки займання пального, що дає додатковий час для сумішоутворення в камері згоряння дизеля; додатковий кисень в складі пального активізує процес вигоряння сажі на пізніх стадіях горіння робочої суміші, що призводить до зниження рівня твердих часток у відпрацьованих газах дизеля.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. John Sousanis. World Vehicle Population Tops 1 Billion Units / John Sousanis // WardsAuto. – 2011. – August, 2011 – P. 65

[2]. Автомобільні двигуни: підручник. / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Димченко. – К.: Арістей, 2006. – 476 с.

[3]. Парсаданов І.В. Наукові основи комплексного поліпшення показників паливної економічності та токсичності відпрацьованих газів дизелів вантажних автомобілів і сільскогосподарських машин: Автореф. дис ... д-ра техн. наук : 05.05.03 / Ігор Володимирович Парсаданов; Нац. техн. ун-т "Харківський політехнічний інститут".– Харків, 2003 – 36 с.

[4]. Ноженко Е.С. Определение допустимих границ озонирования дизельного топлива. / Е.С. Ноженко, В.И. Могила, О.Л. Игнатьев, Е.Л. Барышева // Вісник СНУ ім.. Даля – Вип. №4(158) – С. 156 - 160.

[5]. О.М. Пилипенко. Вплив кута випередження запалювання на паливно-екологічні показники карбюраторного двигуна з озонуванням палива / О.М. Пилипенко, В.Ю. Васильченко; А.Л. Миленко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - Вінниця, 2009 – Вип.5 – С.26 – 28.

[6]. Анализ эффективности применения озонирования в системе рециркуляции отработавших газов ДВС / А.А. Андреев, М. А. Пирисунько // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2013. – С. 152–153.

[7]. Nasser, S. H. A Novel Fuel Efficient and Emission Abatement Technique for Internal Combustion engines [Text] / S. H. Nasser, S. Morris, S. James. — 1998. — SAE Paper 982561. — Availableat: \www/URL: http://dx.doi.org/10.4271/982561

Prospects For Using The Ozoning Method To Reduce Harmful Emissions Of A Ship 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.
Shalapko Denys - 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. The impact of harmful emissions from marine diesel engines on the global ecological state of the air basin is limited and is estimated at 5-7% of the total emissions of harmful substances from stationary power plants and land vehicles. However, due to the relatively large aggregate capacity, marine diesel engines can be the main source of air pollution in such local areas as ports, water areas of rivers, especially in cities. Emissions of harmful substances into the atmosphere with the exhaust gases of marine diesel engines are one of the main pollutants of the air basin adjacent to the navigable water areas of rivers. The paper analyzes the reduction of harmful emissions from marine diesel engines through the use of the charge air ozonation.

Keywords*:* harmful emissions, ozonation, exhaust gases, marine engine.

УДК 621.444:629.5.03

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРИСАДКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА ШКІДЛИВІ ВИКИДИ В ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗАХ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЯ

Пирисунько М.А., Шалапко Д.О.
кандидати технічних наук, доценти кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна
maxitmka1786@gmail.com

Анотація. В останнє десятиліття питання охорони навколишнього середовища вийшли в число найважливіших, які необхідно вирішити людству. Через високу токсичність шкідливих компонентів дизелів, їх зміст в відпрацьованих газах обмежується національними та міждержавними стандартами. Кожна країна або група країн приймають стандарти в залежності від умов навколишнього середовища, специфічних особливостей: економіки, думки різних залучених груп, які захищають свої позиції (економістів, промисловості, науковців) та рішення політиків.

Ключові слова: відпрацьовані гази, двигун внутрішнього згоряння, оксиди азоту, сажа.

Дизельні двигуни в даний час є основою суднової енергетики, і такий стан збережеться в найближчому майбутньому. Працюючий дизель є інтенсивним джерелом хімічного забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, що містяться у відпрацьованих газах.

Останнім часом спостерігається тенденція різкого посилення екологічних норм і стандартів, як в Європі, так і в усьому світі. Наприклад, в Європі заборонено розповсюдження продукції, що не відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO 14000 (International Standards Organization).

Одностайно, як найбільш небезпечних компонентів відпрацьованих газів дизелів фахівцями всіх країн приймаються: оксиди азоту, оксиди сірки, окис вуглецю і незгорілі вуглеводні [1]. У зв'язку зі специфічними особливостями суднових, тепловозних і

промислових дизелів в їх відпрацьованих газів в більшості країн нормуються тільки викиди оксидів азоту. Але світова громадськість веде активну боротьбу за чистоту навколишнього середовища і тому, в прагненні не забруднювати атмосферу містяться у відпрацьованих газах агресивними сполуками сірки, в ряді регіонів введені обмеження на вміст сірки в пальному, використовуваних не тільки на березі, а й на судах.

Якщо прийняти за 100 % весь екологічний збиток, заподіяний експлуатацією транспортних суден, то збиток від окремих складових розподіляється таким чином: від забруднення морського середовища і біосфери токсичними речовинами - 40%; від вібрації і шуму обладнання і корпусу судна - 22%; від корозії обладнання та корпусу - 18%; від ненадійності двигунів - 15%; від погіршення здоров'я екіпажу - 5%.

Мета дослідження – оцінка ефективності підвищення екологічних показників суднового дизельного двигуна за рахунок застосування водневмісних присадок.

Доцільність застосування водню як палива для дизелів, перш за все, визначається його моторними властивостями. Водень істотно відрізняється від традиційних рідких вуглеводневих палив швидкістю згоряння, енергією займання і межею займання.

Відмінною особливістю водню є широкий діапазон займання (4-75% за об'ємом) і вибуховості (від 18,3 до 74,3% за обсягом).

При згорянні молекулярного водню утворюється водяна пара і виділяється 120 МДж/кг теплової енергії. За масової енергоємності водень перевершує нафтові палива в два - три рази, спирти в п'ять - шість разів.

Водень має більш високу дифузійну здатність і, відповідно кращу змішуваність з повітрям і більшою швидкістю згоряння. Швидкість згоряння воднево-повітряних сумішей в порівнянні з сумішшю дизельного палива з повітрям при інших рівних умов вище в 6, 75 рази [2]. Енергія займання водню менше енергії займання вуглеводневих палив більш ніж в 10 разів.

Температура займання воднево-повітряної суміші залежить від концентрації водню і для стехиометричної суміші становить 500-510 °С [3].

На період затримки займання воднево-повітряної суміші величина коефіцієнта надлишку повітря практично не впливає, але цей параметр істотно залежить від температури і тиску.

Відомо, що двигуни, що працюють на водні схильні до детонації. Внаслідок цього потужність дизеля при роботі на чистому водні становить не більше 60% від потужності дизеля працює на вуглеводневому паливі при порівнянних зовнішніх умовах.

Детонаційне згоряння водню спостерігається вже при ступені стиснення рівний шести при коефіцієнтах надлишку повітря в діапазоні від 0,2 до 1,82. При ступені стиску рівній шістнадцяти детонація відбувається при коефіцієнті надлишку повітря в області від 0,12 до 2,85. На бідних сумішах можлива робота в широкому діапазоні ступеня стиснення без детонації [4].

Присутність водню в свіжому повітряному заряді може вплинути як на процес окислення азоту, що міститься в ньому, так і на процес відновлення оксидів азоту, що утворилися в результаті цього.

Позитивний ефект впливу молекул водню на зменшення вмісту оксидів азоту, в камерах згоряння дизелів, можна представити наступними процесами.

По-перше, за рахунок швидко протікає ланцюгової реакції горіння водню процес згоряння поданого дизельного палива в дизелі буде відбуватися більш рівномірно, і супроводжуватися розмиванням високотемпературних локальних зон. Наслідком цього буде зменшення максимальних температур згоряння, і умов для утворення оксидів азоту.

По-друге, процес зменшення концентрації оксидів азоту в камері згоряння в присутності молекулярного водню можна пояснити наступними хімічними реакціями:

$$2NO + 4H_2 + O_2 \rightarrow N_2 + 4H_2O; \quad (1)$$

$$2NO_2 + 6H_2 + O_2 \rightarrow N_2 + 6H_2O. \quad (2)$$

З наведених рівнянь видно, що в присутності кисню, при певних умовах, водень сприяє відновленню оксидів азоту. Кінцевим продуктом буде атомарний азот і вода.

У зв'язку з тим, що до теперішнього часу відсутня єдина думка, що стосується оцінки ефективності використання водню і водневмісних газів в якості присадок до повітря, то в цьому напрямку необхідні додаткові наукові дослідження.

Тут також слід наголосити на необхідності вирішення проблеми зберігання водневмісних газів на борту судна. Правилами Регістру судноплавства забороняється використання, і зберігання палив з температурою спалаху менше 61 °С.

Висновки. В результаті дослідження впливу озонування на встановлено, що: в результаті підвищення вмісту кисню в пальному підвищується максимальна температура циклу дизеля, що в свою чергу може призвести до підвищення вмісту оксидів азоту у відпрацьованих газах; озонна активація призводить до підвищення періоду затримки займання пального, що дає додатковий час для сумішоутворення в камері згоряння дизеля; додатковий кисень в складі пального активізує процес вигоряння сажі на пізніх стадіях горіння робочої суміші, що призводить до зниження рівня твердих часток у відпрацьованих газах дизеля.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Kim D. et al. Flexible, water-proof, wire-type supercapacitors integrated with wire-type UV/NO2 sensors on textiles //Nano Energy. – 2017. – Т. 35. – С. 199-206.

[2]. Zou X. et al. Water-proof, electrolyte-nonvolatile, and flexible Li-air batteries via O2-permeable silica-aerogel-reinforced polydimethylsiloxane external membranes //Energy Storage Materials. – 2020. – Т. 27. – С. 297-306.

[3]. Xu A. et al. A facile solution to mature cathode modified by hydrophobic dimethyl silicon oil (DMS) layer for electro-Fenton processes: water proof and enhanced oxygen transport //Electrochimica Acta. – 2019. – Т. 308. – С. 158-166.

[4]. Arfania S., Sayadi A. R., Khalesi M. R. Constant Resistance Pressure Professional Coaxial Loudspeaker Water-Proof Two-Way 98dB 50W-300W with Mq-12cp190827for flotation machines //Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. – 2017. – Т. 117. – №. 1. – С. 89-96.

Analysis Of The Effect Of Additive Of Water-Proof Gas On Harmful Emissions In Exhaust Gases Of Marine Diesel

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.

Shalapko Denys - 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 the last decade, environmental issues have become one of the most important that humanity needs to solve. Due to the high toxicity of harmful diesel components, their content in the exhaust gas is limited by national and interstate standards. Each country or group of countries adopts standards depending on environmental conditions, specific features: the economy, the opinions of the various groups involved defending their positions (economists, industry, scientists) and the decisions of politicians.

Keywords*:* exhaust gases, internal combustion engine, nitrogen oxides, soot.

УДК 621.444:629.5.03-8

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ГАЗІВ АБСОРБЦІЙНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ СУДНОВОГО ДВИГУНА

Пирисунько М.А.[1], Шалапко Д.О.[2], Шалапко Г.Г.[3]
[1,2] кандидат технічних наук, доцент
[3] студентка групи 1217
кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна
maxitmka1786@gmail.com

Анотація. Дизельні двигуни внутрішнього згоряння є джерелом інтенсивного забруднення повітря. Вони викидають у довкілля велику кількість шкідливих речовин. Це негативно впливає на екологічну ситуацію в районах акваторій, портів, ремонтних баз, на флору і фауну водойм, на здоров'я людей. Зменшення кількості шкідливих викидів та їх токсичності є складною науково-технічною проблемою. Необхідність її вирішення продиктована нормативними вимогами, які стають дедалі жорсткішими. Найчастіше їх реалізація супроводжується зниженням економічних та енергетичних показників двигунів.
Ключові слова: відпрацьовані гази, двигун внутрішнього згоряння, витрата палива, абсорбційна холодильна машина.

Міжнародні конвенції встановлюють жорсткі вимоги до технічного стану суден і процесу їх експлуатації. Недотримання цих норм під час експлуатації судна може бути обмежене або заборонене адміністративною процедурою [1]. З 2016 року введено нові стандарти IMO TIER III. Відповідно до них на регульованих територіях (ECA) кількість шкідливих викидів має бути зменшена більш ніж у 3 рази.

Крім оксидів азоту, правила IMO також обмежують викиди оксидів сірки. Як згадувалося раніше, на викиди SO_X (на відміну від NO_X) не впливає сам процес горіння. Вся сірка надходить у камеру згоряння разом з паливом, тому викиди SO_X можна зменшити лише за допомогою палива з низьким вмістом сірки.

Одним із перспективних напрямків екологізації суднових двигунів є протидія шкідливим речовинам шляхом їх рециркуляції. У цьому випадку вихлопні гази очищаються в скруберах, а їх тепло відводиться морською водою. Після цього очищені вихлопні гази разом з надувним повітрям після турбокомпресора надходять знову у циліндри двигуна (технологія EGR) [2].

Слід зазначити, що використання таких технологій супроводжується додатковими витратами енергії на циркуляцію газів та втратами тепла з морською водою, що призводить до збільшення витрати палива та зниження потужності двигуна. У той же час охолодження всмоктуваного повітря двигунів забезпечило б зниження витрати палива [3]. Можливість використання рециркуляційних (екологічних) газів, що викидаються за борт, також дає можливість зменшити витрати енергії на їх рециркуляцію та очищення з одночасним зменшенням шкідливих викидів [4].

Метою наукового дослідження є підвищення екологічної та енергетичної ефективності суднової енергетичної установки шляхом охолодження циркуляційного повітря в абсорбційній холодильній машині, що використовує тепло відпрацьованих та рециркуляційних газів.

Для розрахунку ефекту повітряного охолодження на вході було обрано суховантажне судно, до складу СЕУ якого входить судновий двигун від провідної двигунобудівної компанії

MAN Energy [5]. Двигун 6G50ME-C9.6-TIII дизельний, малооборотний і має такі характеристики: потужність - N_e = 9288 кВт (NMCR = 90 %), питома витрата палива - g_e = 165,8 г/(кВт год). Доступна система рециркуляції вихлопних газів, яка допомагає відповідати нормам Tier III та зменшувати шкідливі викиди.

Холод, необхідний для охолодження наддувочного повітря, залежить від кліматичних умов на лінії рейсу. Для розрахунку характеристик двигуна було обрано рейсову лінію з порту Одеса (Україна) до порту Шанхай (Китай). Тривалість рейсу складає 24 дні (з 01.07.2018 по 24.07.2018), довжина L = 15023 км.

На рис. 1 показані параметри кліматичних умов (температура морської води $t_{м.в}$, відносна вологість $\varphi_п$ та температура зовнішнього повітря $t_п$) під час рейсу.

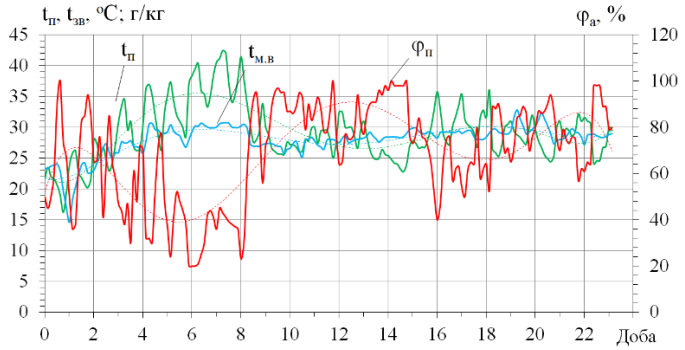


Рисунок 1. Зміна значень $\varphi_п$, $t_{м.в}$ та $t_п$ на протязі рейсу Одеса - Шанхай

Теплота вихлопних газів, яка потрібна для нагріву конденсату та відповідно отримання пари, розраховується враховуючи масову витрату вихлопних газів $G_{вг}$, їх теплоємності$c_{вг}$ та температури вихлопних газів на вході $t_{вг1}$ та на виході $t_{вг2}$ з котельної установки:

$$Q_{г.вг} = G_{вг} \cdot c_{вг} \cdot \Delta t_{вг} = G_{вг} \cdot c_{вг} \cdot (t_{вг1} - t_{вг2}) \quad (1)$$

На рис. 2 представлено схему системи охолодження повітря на вході в ТК суднової енергоустановки за рахунок утилізації теплоти рециркуляційних і вихлопних газів в абсорбційній холодильній машині.

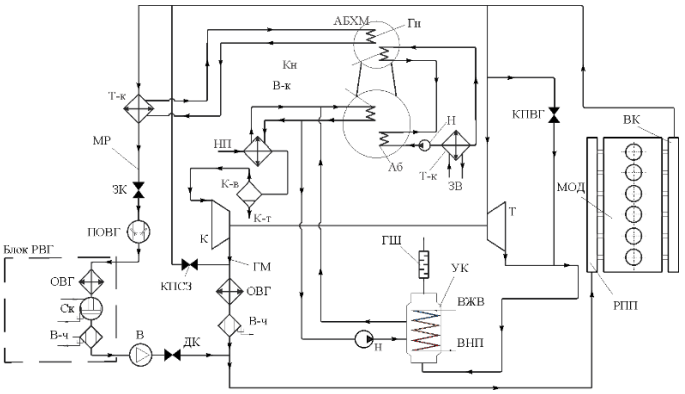


Рисунок 2. Схема розробленої системи охолодження повітря на вході суднового двигуна утилізацією теплоти рециркуляційних і випускних газів в абсорбційній холодильній машині

Охолодження температури повітря на вході двигуна шляхом утилізації теплоти відпрацьованих та вихлопних газів в абсорбційній холодильній машині дозволяє знизити значення питомої витрати умовного палива в залежності від значення теплового коефіцієнта. При цьому питома витрата палива складе (рис. 3): $\Delta g_{e.рг+вг(0.6)}$ = 163,6…167,9 г/(кВт·год) (ζ = 0,6); $\Delta g_{e.рг+вг(0,7)}$ = 163,9…167,6 г/(кВт·год) (ζ = 0,7).

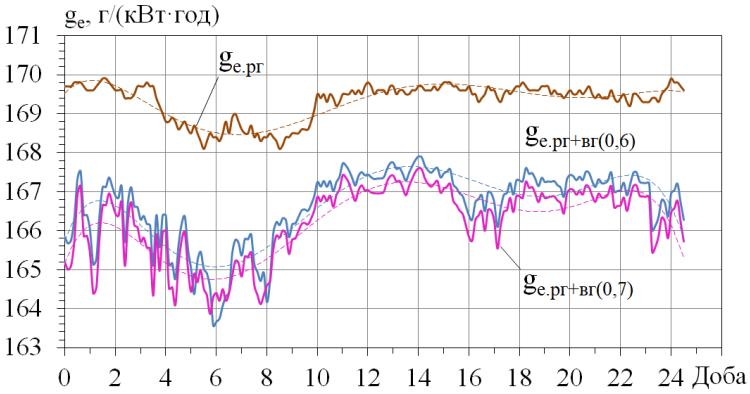


Рисунок 3. Поточні значення питомої витрати палива базового двигуна з рециркуляцією газів $g_{e.рг}$, питомої витрати палива двигуна $g_{e.рг+вг(0,6)}$ та $g_{e.рг+вг(0,7)}$ з охолодженням повітря на вході в АБХМ (ζ = 0,6; 0,7) на протязі рейсу судна

Зниження викидів за рахунок зниження температури повітря на вході при використанні теплоти рециркуляційних (екологічних) газів складає: Δg_{NOx} = 4,8…5,1 г/(кВт год); Δg_{SOx} = 1,0…1,2 г/(кВт год). При цьому коефіцієнт рециркуляції відпрацьованих газів складає K_r = 13 %.

Висновки. Запропоновано та проаналізовано варіант конструктивної схеми і розрахунку при використанні теплоти рециркуляційних та вихлопних газів двигуна суднової енергоустановки для охолодження повітря на вході турбокомпресора в абсорбційній холодильній машині.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Ghosh, S. and Dutta, D., "The Effects of EGR on the Performance and Exhaust Emissions of a Diesel En-gine Operated on Diesel Oil and Pongamia Pinata Methyl Ester (PPME)", International Journal of En-gineering Inventions, 12 (1), - 2012. - 39-44.

[2]. Hussain, J., Palaniradja, K., Alagumurthi, N. and Manimaran, R., "Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on performance and emission characteristics of a three cylinder direct injection compression igni-tion engine", Alexandria Engineering Journal, 51 (4), - 2012. - 241-247.

[3]. 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).

[4]. Pyrysunko, M., Radchenko, A., Tkachenko, V., Zubarev, A., & Andreev, A. (2022). Marine Diesel Engine Inlet Air Cooling by Ejector Chiller on the Vessel Route Line. In Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange (pp. 259-268). Springer, Cham.

[5]. MAN Diesel Turbo, «CEAS Engine Calculations», 2019. [Онлайновий]. Available: https://marine.man-es.com/two-stroke/ceas.

Prospects For Using The Heat Of Recirculation Gases Of An Absorption Refrigerator To Reduce Harmful Emissions Of A Marine 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.

Shalapko Denys - 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.

Shalapko Ganna – student.

Abstract. Diesel internal combustion engines are a source of intense air pollution. They release a large amount of harmful substances into the environment. This negatively affects the ecological situation in areas of water areas, ports, repair depots, the flora and fauna of water bodies, and human

health. Reducing the amount of harmful emissions and their toxicity is a complex scientific and technical problem. The need to solve it is dictated by regulatory requirements that are becoming more stringent. More often, their implementation is accompanied by a decrease in the economic and energy performance of engines.
Keywords*:* exhaust gases, internal combustion engine, fuel consumption, absorption refrigerator.

УДК: 621.181.2

МОДЕРНІЗАЦІЯ ДОПОМІЖНОЇ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ТАНКЕРА YEVGENIY TITOV

Підвисоцький М.В.
магістр гр.6214мз, НУК імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
Бондаренко М.С.
к.т.н., доцент кафедри експлуатації СЕУ та ТЕ
Єлеонська О.С.
викладачка кафедри експлуатації СЕУ та ТЕ
НУК імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянуті питання поліпшення експлуатаційних показників енергетичної установки танкера YEVGENIY TITOV шляхом більш глибокої утилізації тепла наддувного повітря головного двигуна.
Ключові слова. утилізаційний парогенератор, теплота наддувного повітря, теплова схема, зниження витрат котельного палива, строк окупності, лімітна ціна.

Актуальність. Дослідження присвячене аналізу можливості підвищення енергетичної ефективності установки – більш повного використання теплоти, що виділяється при згорянні палива в теплових двигунах.

Традиційними методами підвищення ефективності використання палива і скорочення його витрат є утилізація вторинних енергетичних ресурсів: теплоти відпрацьованих газів, наддувного повітря, охолоджуючої води двигунів [1].

Одним із напрямків удосконалення головних суднових малообертових двигунів є підвищення ступеню наддуву, що супроводжується значним ростом температури повітря після компресора газотурбонагнітача (до 200…220ºС) і втрат в охолоджувачі наддувного повітря (до 14…16% від кількості тепла, що виділяється при згорянні палива). Утилізація цього тепла може значно поліпшити економічність суднової енергетичної установки.

Проектне рішення. Для забезпечення танкера YEVGENIY TITOV тепловою енергією використовується два допоміжних автоматизованих котла (ДК) з природною циркуляцією номінальною продуктивністю 8 т/год. насиченої пари тиском 7 бар. Для утилізації тепла відхідних газів головного двигуна (ГД) використано утилізаційний парогенератор (УПГ) вертикальний, водотрубний з примусовою циркуляцією та іскрогасником. Його продуктивність при експлуатаційній потужності ГД 7940 кВт становить близько 1,1 т/год. насиченої пари тиском 7 бар. Система допоміжної пари забезпечує живлення всіх споживачів (табл. 1) від любого котла при одиночній чи сумісній їх роботі.

В тепловій схемі суднової ЕУ часто використовують підігрів живильної води, що поступає із теплого ящика до сепаратора УПГ у високотемпературній секції охолодника наддувного повітря. Так як продуктивність УПГ порівняно невелика, утилізується при цьому незначна кількість тепла наддувного повітря. Його температура знижується на 10…15ºС.

Пропоноване рішення. Для більш повної утилізації тепла наддувного повітря пропонується використати замість високотемпературної секції охолодника наддувного повітря утилізаційний парогенератор УПГ ОНВ для постачання насиченою парю деяких споживачів МКВ та знизити навантаження на ДК (рис.).

Для визначення можливої продуктивності УПГ ОНВ прийнята наступна вхідна інформація:

експлуатаційна потужність головного двигуна 6ДКРН 60/195-10 на ходовому режимі – Ne = 7150 кВт;

питома витрата важкого палива на режимі – be = 0,186 кг/(кВт×год.)

температура наддувного повітря на виході із компресора ГТН (вході в УПГ ОНВ) – t_1 = 200 ºС;

температура наддувного повітря на виході із УПГ ОНВ – t_2 = 80ºС

температура насиченої пари, що продукується УПГ ОНВ – $t_П$ = 165ºС;

тиск насиченої пари – $P_{УПГ2}$ = 7 бар (аналогічний ДКУ базового судна);

ентальпія насиченої пари (функція тиску пари $P_{УПГ2}$ на лінії насичення) – $I_П$ = 2763 кДж/кг;

температура живильної води на виході із теплого ящика – $t_{ЖВ}$ = 60ºС;

ентальпія живильної води – $i_{ЖВ}$ = 251 кДж/кг;

середня ізобарна теплоємність повітря в процесі його охолодження в УПГ-2 – $c_{пов}$ = 1,005 кДж/кг;

сумарний коефіцієнт надлишку повітря в ГД – α_Σ = 3,4;

коефіцієнт збереження тепла в УПГ ОНВ – $\zeta_{УПГ}$ = 0,98;

теоретична необхідна кількість повітря для згоряння одного кілограма важкого палива – L_0 = 14,3 кг/кг;

Витрату повітря на головний двигун, кг/с, при його експлуатаційному навантажені можна визначити як

$$G_{ПОВ} = Ne \times be(1 + \alpha_\Sigma \times L_0)/3600 = 0{,}186 \times 7150\ (1 + 3{,}4 \times 14{,}3)/3600 = 18{,}33.$$

Кількість теплоти, кВт, що віддає наддувне повітря в УПГ-2:

$$Q_{УПГ\ ОНВ} = G_{ПОВ} \times c_{пов} \times (t_1 - t_2) = 18{,}33 \times 1{,}005 \times (200 - 80) = 2210.$$

Паропродуктивність УПГ ОНВ визначається із рівняння його теплового балансу:

$$D_{УПГ\ ОНВ} = \zeta_{УПГ} \times Q_{УПГ\ ОНВ}/(I_П - i_{ЖВ}) = 0{,}98 \times 2210/(2763 - 251) = 0{,}862 \text{ кг/с};$$

або $D_{УПГ\ ОНВ}$ = 3100 кг/год.

Включення до складу допоміжної котельної установки УПГ ОНВ зменшує навантаження на допоміжні котли на ходових режимах роботи судна. Економія котельного палива, кг/год., при цьому може скласти:

$$\Delta B_П = D_{УПГ\ ОНВ}\ (I_П - i_{ЖВ})/(Q_{РН} \times \eta_{ДК}) =$$
$$= 3100 \times (2763 - 251)/(40000 \times 0{,}87) = 224,$$

де $Q_{РН}$ = 40000 кДж/кг – робоча нижча теплота згоряння котельного (важкого) палива;

$\eta_{ДК}$ = 0,87 – ККД допоміжного котла.

Для визначення економічного ефекту від використання УПГ ОНВ в складі теплогенеруючого комплексу умовно прийнята наступна схема експлуатації танкера:

середньорічний період експлуатації танкера – $\tau_Е$ = 330 діб;

частка ходового часу, коли ГД працює при експлуатаційному навантаженні $\overline{\tau}_{ХР}$ = 0,70;

частка часу використання допоміжних котлів на ходовому режимі судна (з урахуванням ймовірності переходів у холодній і теплій зонах, роботи систем підігріву вантажу та мийки танків і їх тривалості тощо) прийнята $\overline{\tau}_{ДК}$ = 0,8.

Таблиця витрат пари, кг/год., на ходових режимах (ХР) судна

Споживачі пари	Холодна зона				Тепла зона			
	ХР з вантажем		ХР в баласті		ХР з вантажем		ХР в баласті	
	Підтримка *t* вантажу	Підігрів вантажу	Підтримка *t* баласту	Мийка танків	Підтримка *t* вантажу	Підігрів вантажу	Підтримка *t* баласту	Мийка танків
1. Грілки парового опалення	155	155	155	155	–	–	–	–
2. Система кондиціювання	590	590	590	590	–	–	–	–
3. Отеплювальні агрегати МКВ	–	–	–	–	–	–	–	–
4. Загально суднова вентиляція (підігрів)	160	160	160	160	–	–	–	–
5. Підігрівачі забортної води і їх продувка	(75)	(75)	(75)	(75)	–	–	–	–
6. Підігрівачі мийної води	185	185	185	185	150	150	150	150
7. Підігрівачі питної води	70	70	70	70	55	55	55	55
8. Система вентиляції ВНВ	440	440	440	440	–	–	–	–
Разом по станції господарських потреб:	**1600**	**1600**	**1600**	**1600**	**205**	**205**	**205**	**205**
9. Система обігріву вантажних танків	2600	10890	–	8070	380	7880	–	–
10. Система обігріву відстійних танків	–	–	1450	2360	–	–	–	2400–
11. Система мийки танків	–	–	–	–	–	–	–	2360–
12. Зачисні насоси	–	–	–	–	–	–	–	–
13. Система обігріву баластних танків	–	–	2400	900	–	–	–	–
Разом по вантажному комплексу:	**2600**	**10890**	**3850**	**11330**	**380**	**7880**	**–**	**4760**
14. Цистерни запасу важкого палива	400	400	400	400	330	330	330	330
15. Відстійна цистерна важкого палива ГД	175	175	175	175	140	140	140	140
16. Витратна цистерна важкого палива ГД	66	66	66	66	66	66	66	66
17. Підігрівач важкого палива ГД	110	110	110	110	110	110	110	110
18. Підігрівач системи сепарації палива	80	80	80	80	80	80	80	80
19. Підігрівач системи сепарації масла	46	46	46	46	46	46	46	46
20. Витратна цистерна котельного палива	42	42	42	42	21	21	21	21
21. Сепаратор льяльних вод	(640)	(640)	(640)	(640)	(640)	(640)	(640)	(640)
22. Цистерна льяльних вод	580	580	580	580	–	–	–	–
23. Цистерна мийної води	50	50	50	50	–	–	–	–
24. Цистерна котельної води	16	16	16	16	–	–	–	–
25. Система вентиляції МКВ	1280	1280	1280	1280	–	–	–	–
Разом по споживачах МКВ:	**2265**	**2265**	**2265**	**2265**	**793**	**793**	**793**	**793**
Загалом по судну	**6465**	**14755**	**7715**	**15195**	**1378**	**8878**	**998**	**5758**

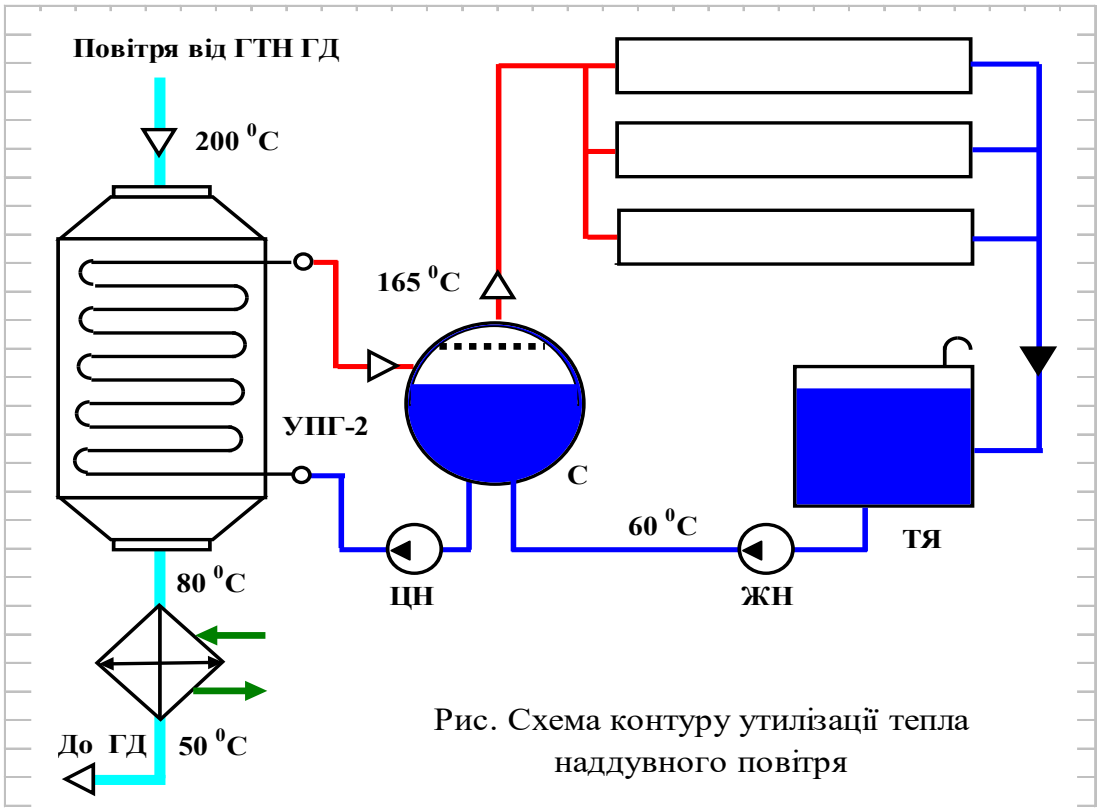


Рис. Схема контуру утилізації тепла наддувного повітря

Середньорічна економія котельного палива при цьому складатиме

$\Delta В_{П\,Р} = 10^{-3}\times 24\times \tau_{Е}\times \overline{\tau}_{ХР}\times \overline{\tau}_{ДК}\times \Delta В_{П} = 10^{-3}\times 24\times 330\times 0{,}7\times 0{,}8\times 224 = 993$ т.

Вартість метричної тонни високосірчистого суднового мазуту (380 HFSO) вранці 13 серпня 2022 року становила $308,93 (+$3,24). Судновий мазут із дуже низьким вмістом сірки (VLSO) торгувався за $367,00 (+$3,00).

Таким чином, річна економія витрат на паливо для котельної установки при ціні на мазут $Ц_М$ = 370 дол. США може скласти

$$\Delta З_П = 10^{-3}\times \Delta В_{П\,Р}\times Ц_М = 10^{-3}\times 993\times 370 = 367 \text{ тис. дол. США.}$$

При строку окупності капіталовкладень $Т_{ОК}$ = 7 років лімітна ціна такої модернізації допоміжної котельної установки танкера

$$Ц_{Лім} = 10^{-3}\times \Delta З_П\times Т_{ОК} = 10^{-3}\times 7\times 367 = 2{,}6 \text{ млн. дол. США.}$$

Висновки. Запропонований варіант модернізації допоміжної котельної установки танкера не потребує реконструкції теплообмінників, параметри пари, що генерує УПГ ОНВ, відповідають базовим.

УПГ ОНВ змійовикового типу достатньо простої конструкції, має аналоги використання в судновій енергетиці [2], може бути встановлений замість високотемпературної секції охолодника наддувного повітря під час проведення заводського ремонту судна. Цілком ймовірно, що капітальні затрати на реалізацію такого варіанту модернізації не перевищать лімітну ціну.

Базовий варіант комплектації ДКУ має істотний недолік – параметри пари прийняті за умови забезпечення роботи кінцевого підігрівника важкого палива (КПВП) єдиного на судні споживача пари такого потенціалу, при чому витрата пари на нього складає усього 110 кг/год. (див. табл.) [3]. ДКУ може бути спрощеною при генеруванні пари тиском до 4 бар та використанні окремого джерела теплоносія для КПВП.

ЛІТЕРАТУРА

1. Данилян А.Г., Чимшир В.И., Власов И.В., Найденов А.И. Новые направления глубокой утилизации тепла судовых дизелей // Вісник ОНМУ – №3 (49) – 2016 – С 91-102

2. Єпіфанов О. А.Конструкції суднових котлів : навчальний посібник /
О.А. Єпіфанов. – Миколаїв: НУК, 2016. – 198 с

3. Расчет паровой нагрузки котельной установки. Выбор котлоагрегатов и конденсационной установки. Конструкторская документация.15966 – 024 – 012.

Modernization of auxiliary boiler installation of tanker YEVGENIY TITOV

Pidvysotskyi M.V., Bondarenko M.S., Yeleonska O.S.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The issues of improving the performance indicators of the power plant of the YEVGENIY TITOV tanker through deeper utilization of the heat of the charge air of the main engine were considered.

Keywords. Waste steam generator, charge air heat, thermal scheme, reduction of boiler fuel consumption, payback period, limit price.

УДК: 621.181.2

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТАНКЕРА ПРОЕКТА 15966

Підвисоцький М.В.
магістр гр.6214мз НУК імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
Бондаренко М.С.
к.т.н., доцент кафедри експлуатації СЕУ та ТЕ
Гоцуляк М.О.
викладачка кафедри експлуатації СЕУ та ТЕ
НУК імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянуті питання поліпшення теплопостачання танкера проекту 15966 шляхом зниження параметрів теплоносія та більш ефективної утилізації тепла наддувного повітря головного двигуна.

Ключові слова. утилізаційний парогенератор, теплота наддувного повітря, термо-масляний котел, трисекційний охолодник наддувного повітря, теплова схема суднової енергетичної установки.

Актуальність. Сучасні головні малообертові двигуни характеризуються високим ступенем наддуву і значно зниженою температурою відхідних газів, що супроводжується суттєвим перерозподілом статей теплового балансу. Як наслідок, виникає необхідність пошуку нових, більш ефективних способів використання вторинних енергоресурсів для підвищення теплової економічності суднової енергетичної установки

Аналіз проектних рішень. Розрахунок парового навантаження котельної установки танкера виконаний для холодної і теплої зони.

В системі підігріву вантажних танків використовується свіжа насичена пара тиском 7 бар для підігріву вантажу від 50 до 75ºС протягом 120 год. Система мийки танків забезпечує підігрів забортної води від 5 до 55ºС свіжою насиченою парою тиском 7 бар. В системі парового опалення та господарського водопостачання використовується редукована пара

тиском 3…4 бар. Витрати пари на кінцевий підігрівач важкого палива (КПВП) для ГД розраховані за умов розігріву 1369 кг/год. палива від 70 до 135ºС і складають 110 кг/год.

Для забезпечення танкера пр.15966 тепловою енергією використовується два допоміжних котла (ДК) з природною циркуляцією номінальною продуктивністю 8 т/год. насиченої пари тиском 7 бар. (*Примітка. Параметри пари очевидно були прийняті для забезпечення роботи КПВП, тоді як для решти суднових споживачів може бути використана насичена пара тиском 3…4 бар з температурою 133…144ºС*).

Для утилізації тепла відхідних газів головного двигуна (ГД) використано утилізаційний парогенератор (УПГ) вертикальний, водотрубний з примусовою циркуляцією та іскрогасником. Його продуктивність при експлуатаційній потужності ГД 7940 кВт становить близько 1,1 т/год. пари тиском 7 бар.

Результати розрахунку парового навантаження ДКУ наведені в таблиці.

Споживання пари, кг/год., тиском 7 бар на експлуатаційних режимах судна

Споживачі пари		Холодна зона				Тепла зона				Стоянка в холодній зоні		
		З вантажем		В баласті		З вантажем		В баласті				
		Підтримка температури	Підігрів вантажу	Підтримка температури	Мийка танків	Підтримка температури	Підігрів вантажу	Підтримка температури	Мийка танків	Під розванта	Під наванта-	Мийка танків
1. Господарські потреби		600	600	600	600	05	05	05	05	600	600	600
2. Вантажний комплекс		600	10890	3850	11330	380	7880	–	4760	500		240
3. Споживачі МКВ		2265	2265	2265	2265	793	793	793	793	99	99	99
Разом по судну	кг/год.	6465	14755	7715	15195	1378	8878	998	5758	1099	599	1899
	кВт*	710	468	428	720	91	095	73	305	370	492	828
Споживання пари P = 4 бар, кг/год. При роботі ТМК		260	4290	470	4710	330	600	70	58	0750	520	1520
		150	4180	360	4600	230	490	60	470	0640	410	1410
Навантаження модернізованого теплогенеруючого комплексу												
КАВ 6/4		150	0180	360	0600		490		470	ДК	ДК	ДК
УПГ ГД			000		000		000		000			
УПГ ОНВ		000	000	000	000	230	000	60	000			
ТМК												
По відношенню до базового варіанту		,49	,69	,30	,70		,51		,26			

*)Прийнято, що у споживачах використовується тільки прихована теплота пароутворення гріючої пари, тоді споживана потужність визначиться як $Q = D \times r/3600$; для пари тиском 7 бар r = 2066 кДж/кг, для пари тиском 4 бар r = 2133,8 кДж/кг.

Пропоноване рішення. З метою удосконалення системи тепло-постачання танкера пр. 15966 пропонується для живлення усіх споживачів (окрім кінцевого підігрівника важкого палива ГД) використовувати насичену пару тиском 4 бар, яка має більшу приховану теплоту пароутворення, що приведе до зменшення витрат гріючої пари. Включити до складу системи охолодження наддувного повітря термо-масляний контур та утилізаційний парогенератор. Таким чином, системи теплопостачання танкера включатиме наступне обладнання: допоміжні котли, утилізаційний парогенератор головного двигуна (УПГ ГД), термо-масляний контур (ТМК) для живлення КПВП, утилізаційний парогенератор охолодника наддувного повітря (УПГ ОНП).

Для визначення можливої продуктивності УПГ ГД прийнята наступна вхідна інформація:

експлуатаційна потужність головного двигуна 6ДКРН 60/195-10 на ходовому режимі – Ne = 7150 кВт;

питома витрата важкого палива на режимі – be = 0,186 кг/(кВт×год.)

температура відхідних газів ГД (на вході в УПГ ГД) – $t_{Г}$ = 230ºС;

температура газів на виході із УПГ ГД – $t_{ВГ}$ = 190ºС;

тиск насиченої пари – $P_{УПГ\ ГД}$ = 4 бар;

температура насиченої пари – $t_{П}$ = 143,6ºС;

ентальпія насиченої пари – $I_{П}$ = 2738,5 кДж/кг;

температура живильної води на виході із теплого ящика – $t_{ЖВ}$ = 60ºС;

ентальпія живильної води – $i_{ЖВ}$ = 251 кДж/кг;

сумарний коефіцієнт надлишку повітря в ГД – α_{Σ} = 3,4;

коефіцієнт збереження тепла в УПГ ГД – $\zeta_{УПГ}$ = 0,98;

теоретична необхідна кількість повітря для згоряння одного кілограма важкого палива – L_0 = 14,3 кг/кг;

середня ізобарна теплоємність відхідних газів в процесі їх охолодження в УПГ ГД – $c_{вг}$ = 1,03 кДж/кг;

Витрати палива на головний двигун на експлуатаційному режимі

$$B_{ПАЛ} = Ne \times be/3600 = 7150 \times 0{,}186/3600 = 0{,}3694 \text{ кг/с.}$$

Витрата повітря на головний двигун

$$G_{ПОВ} = Ne \times be\ (1 + \alpha_{\Sigma} \times L_0)/3600 = 7150 \times 0{,}186\ (1 + 3{,}4 \times 14{,}3)/3600 = 18{,}3 \text{ кг/с.}$$

Витрата відхідних газів головного двигуна

$$G_{ВГ} = B_{ПАЛ} + G_{ПОВ} = 0{,}37 + 18{,}3 = 18{,}67 \text{ кг/с.}$$

Розрахункову продуктивність УПГ ГД визначимо із рівняння його теплового балансу:

$$D_{УПГ\ ГД} = \zeta_{УПГ} \times G_{ВГ} \times c_{вг} \times (t_{Г} - t_{ВГ})/(I_{П} - i_{ЖВ}) =$$

$$= 0{,}98 \times 18{,}67 \times 1{,}03 \times (230 - 190)/(2738{,}5 - 251) = 0{,}303 \text{ кг/с; (1090 кг/год.).}$$

Прийнято $D_{УПГ\ ГД}$ = 1 т/год.

Теплова потужність кінцевого підігрівача важкого палива для ГД, кВт

$$Q_{КПВП} = B_{КПВП} \times c_{вп}\ (t_{п1} - t_{п2})/3600 = 1369 \times 2{,}0\ (135 - 70)/3600 = 50,$$

де $B_{КПВП}$ = 1369 кг/год. – витрата палива на КПВП (проектні дані);

$c_{вп}$ = 2,0 кДж/(кг×град.) – питома теплоємність важкого палива;

$t_{п1}$, $t_{п2}$ – температура палива на виході/вході в КПВП, відповідно, 135/70ºС.

Температура наддувного повітря на вході в теплообмінник КПВП (за компресором ГТН), ºС

$$t_{нп1} = (t_{вх} + 273)[1 + (\pi_{К}^{0{,}286} - 1)/\eta_{К}] - 273 =$$

$$= (37 + 273)[1 + (3{,}3^{0{,}286} - 1)/0{,}77] - 273 = 201,$$

де $t_{вх}$ = 37ºС – температура повітря на вході в компресор ГТН;

$\pi_{К}$ = 3,3 – ступінь підвищення тиску в компресорі;

$\eta_{К}$ = 0,77 – адіабатний ККД компресора

Температура наддувного повітря на виході з теплообмінника термо-масляного контуру (див. рис.)

$$t_{нп2} = t_{нп1} - Q_{КПВП}/(G_{ПОВ} \times c_{пов} \times \zeta_{ТМК}) = 201 - 50/(18{,}3 \times 1{,}005 \times 0{,}98) = 198^{\circ}C.$$

Витрати теплоносія (масла) в термо-масляному контурі

$$G_{тмк} = Q_{КПВП}/(c_м \times (t_{м1} - t_{м2})) = 50/(1{,}9\ (165 - 100)) = 0{,}405 \text{ кг/с; (1460 кг/год.)}$$

Тут $c_м$ =1,9 кДж/(кг град.) – питома теплоємність масла; $t_{м1}$, $t_{м2}$ відповідно температура масла на виході/вході в КПВП, 165/100ºС.

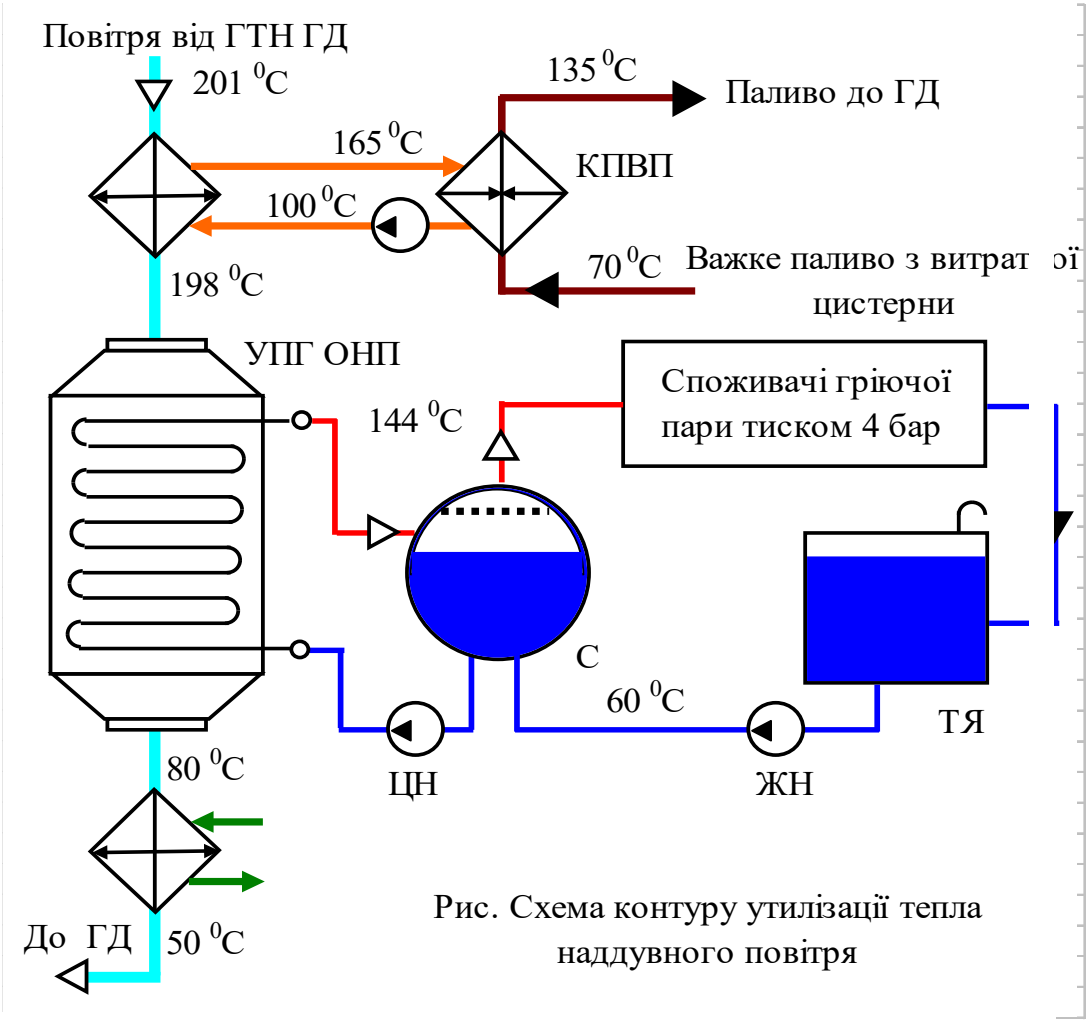


Рис. Схема контуру утилізації тепла наддувного повітря

Кількість теплоти, кВт, що віддає наддувне повітря в УПГ ОНП:

$$Q_{УПГ\ ОНП} = G_{ПОВ} \times c_{пов} \times (t_{нп2} - t_{нп3}) = 18{,}3 \times 1{,}005 \times (198 - 80) = 2170,$$

де $t_{нп2}$ = 195ºС; $t_{нп3}$ = 80ºС – відповідно, температура повітря на вході/виході в УПГ ОНП.

Паропродуктивність УПГ ОНП визначається із рівняння його теплового балансу:

$$D_{УПГ\ ОНП} = \zeta_{УПГ} \times Q_{УПГ\ ОНП}/(I_П - i_{ЖВ}) = 0{,}98 \times 2170/(2738{,}5 - 251) = 0{,}848 \text{ кг/с;}$$

або $D_{УПГ\ ОНП}$ = 3050 кг/год. Прийнято $D_{УПГ\ ОНП}$ = 3 т/год.

Тут $I_П$, $i_{ЖВ}$ – відповідно ентальпія пари, що продукується в УПГ ОНВ, та живильної води: $I_П$ = 2738,5 кДж/кг (насичена пара тиском 4 бар); $i_{ЖВ}$ = 251 кДж/кг (при температурі води 60ºС).

Виконані розрахунки визначили характеристики основного обладнання модернізованого теплогенеруючого комплексу танкера пр. 15966:

два допоміжних котла типу КАВ 6/4 паропродуктивністю 6000 кг/год. насиченої пари тиском 4 бар;

один утилізаційний парогенератор, що використовує теплоту відхідних газів ГД продуктивністю 1000 кг/год. насиченої пари тиском 4 бар;

один утилізаційний парогенератор, що використовує теплоту наддувного повітря продуктивністю 3000 кг/год. насиченої пари тиском 4 бар;

термо-масляний контур (котел) для живлення кінцевого підігрівача важкого палива (50 кВт, температура масла 165ºС).

Висновок. Включення до складу теплогенеруючої установки танкера УПГ ОНП, ТМК та перехід на знижені параметри теплоносія зменшує установлену продуктивність допоміжних котлів і їх навантаження на ходових режимах роботи судна порівняно з базовим варіантом в 2…3 рази (див. табл.), забезпечує відповідну економію котельного палива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Расчет паровой нагрузки котельной установки. Выбор котлоагрегатов и конденсационной установки. Конструкторская документация.15966 – 024 – 012.

Improvement Of The Heat Supply System Of The Tanker Project 15966

Pidvysotskyi M.V., Bondarenko M.S., Hotsulyak M.O.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Considered the issues of improving the heat supply of the project 15966 tanker by reducing the parameters of the coolant and more efficiently utilizing the heat of the charge air of the main engine.

Keywords. Waste steam generator, charge air heat, thermo-oil boiler, three-section charge air cooler, thermal scheme of the ship's power plant.

УДК 621.7.044

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОБРОБКИ ІМПУЛЬСНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРІАЛІВ СУДНОВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Авдюнін Р.Ю., викладач,
Хоменко В.С., викладач,
Челпанов А.О., студент
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адм. Макарова

Анотація: У роботі розкрито фізичну суть впливу обробки імпульсним магнітним полем на структурно-чутливі властивості інструментальних матеріалів, багатокомпонентних рідинних систем, матеріалів та виробів суднового машинобудування.

Ключові слова: обробка імпульсним магнітним полем, характеристика матеріалу, суднове машинобудування, ізотоп, релаксація

Метод обробки імпульсним магнітним полем (ОІМП) був запропонований у СРСР у 1973 р., коли вперше було висунуто положення про можливість перебудови реальної структури конденсованих систем у результаті дії на них послідовності імпульсів відносно слабкого магнітного поля з крутим переднім фронтом. В СРСР були створені промислові ділянки та цехи з імпульсної обробки високоміцних металів на основі вибухової технології, які дали можливість на оборонних підприємствах країни значно підвищити якість обраних матеріалів.

Незважаючи на те, що енергія взаємодії полів з магнітними моментами в твердих тілах і рідких середовищах значно менша за теплову, ефект ОІМП встановлений на

найрізноманітніших за фізичною природою системах, що конденсуються [1]. Цей ефект виявляється у зміні структурно-чутливих властивостях інструментальних матеріалів, багатокомпонентних рідких систем, матеріалів і виробів машинобудування та електронної техніки тощо.

У результаті проведених авторами досліджень виявлені довготривалі затухаючі коливання властивостей твердих тіл після дії ОІМП. Вони зумовлені довготривалою релаксацією динамічної поляризації ядр ізотопів з відмінним від нуля спином. Така поляризація забезпечує спінову заборону відновлення хімічних зв'язків і, отже, аномально високу рухливість домішкових атомів. Таким чином, після накладання поля на багатокомпонентну конденсовану систему в ній виникає дифузійна нестійкість, що приводить до радикальної перебудови реальної структури, включаючи випадки появи в кристалах стійкої просторової організації. У цьому полягає фізична основа методу [2].

Технологічними параметрами ОІМП є амплітуда імпульсу поля, крутість переднього фронту та частота проходження імпульсів, час обробки. Обробка імпульсним магнітним полем, як правило, є фінішною. У той же час вона застосовується на різних стадіях технологічних процесів виготовлення матеріалів та виробів [3].

Технологія ОІМП легко здійсненна, не вимагає великих енергетичних витрат і додаткових виробничих площ. Установки для ОІМП відрізняються простотою виготовлення, обслуговування та ремонту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрєєва Н.Б. Покращення екологічної ситуації в умовах міста застосуванням магнітних активаторів палива в двигунах внутрішнього згоряння / Н.Б. Андрєєва, А.А. Андрєєв, І.О. Самойленко, В.В. Пендак // Science, engineering and technology: global and current trends: International scientific and practical conference, Prague, Czech Republic, December 27-28, 2019. – Prague: Izdevnieciba "Baltija Publishing", 2019. – С. 75–77.

2. Некоз А.И. Разработка методов оценки и повышения долговечности деталей оборудования пищевой промышленности, подверженных кавитационно-эрозионному изнашиванию. Автореф. дисс. докт. техн. наук. – Киев, 1985. – 32 с.

3. Постников С.Н. и др. Перестройка дефектных комплексов в кристаллических твердых телах под действием магнитных полей кристаллических твердых телах под действием магнитных полей допороговых энергий // Прикладные проблемы прочности и пластичности: Всесоюзн. межвуз. сб., 1980. – С. 138-143.

Research Of The Influence Of Treatment By A Pulsed Magnetic Field On The Characteristics Of Materials In Ship Engineering

Avdiunin R., Khomenko V., Chelpanov A.
Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract: This article reveals the physical essence of the impact of pulsed magnetic field processing on the structurally sensitive qualities of tool materials, multicomponent fluid systems, materials and products of ship engineering.

Key words: pulsed magnetic field processing, material characteristics, marine engineering, isotope, relaxation

УДК 629.5:519.6

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Кузнецов В.В.
кандидат технічних наук
доцент кафедри технічної теплофізики та суднових паровиробних установок Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
valeriy.kuznetsov@nuos.edu.ua,
Чурсін Д.І.
аспірант
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
chursin.d@gmail.com**,**
Шевцов А.П.
доктор технічних наук
професор Навчально-наукового центру Морська інфраструктура
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
anatoliy.shevtsov@nuos.edu.ua

Анотація. Для визначення комплексної технічної ефективності теплообмінних апаратів енергетичних установок об'єктів морської інфраструктури пропонується вирішення математичного завдання системного аналізу з невизначеністю мети. Такий підхід дозволяє за рахунок раціонального компромісу цільових функцій вибрати показники теплообмінних апаратів енергетичних, технологічних та систем об'єктів морської інфраструктури з урахуванням умов обмеження. Спосіб раціонального компромісу заданих цілей реалізований у вигляді оптимістичного та песимістичного варіантів сукупності значень критеріїв як цільових функцій.
Ключові слова: теплообмінний апарат, енергетична установка, морська інфраструктура, ефективність.

Комплексна технічна ефективність енергетичних установок об’єктів морської інфраструктури може бути охарактеризована сукупністю показників паливної економічності, екологічної безпеки, надійності і компактності. Кількісно ці показники можуть бути представлені значеннями ККД, теплових і шкідливих викидів, тривалістю експлуатації, маси і об’єму енергетичної установки та її елементів.

Одним з істотних елементів енергетичних установок простих та складних циклів є теплообмінні апарати. Такі теплообмінні апарати по функціональному признаку можна представити як енергетичні, технологічні і систем об’єктів морської інфраструктури, а їх показники технічної ефективності – економічністю, екологічністю, ресурсом і компактністю.

Визначення умов комплексної технічної ефективності теплообмінних апаратів енергетичних установок пропонується як рішення математичної задачі системного аналізу з невизначеністю цілі. Такий підхід дозволяє за рахунок раціонального компромісу цільових функцій вибирати такі показники теплообмінного апарату, які найкращим чином забезпечують технічні енергетичні установки і об’єкті морської інфраструктури в цілому з урахуванням умов обмеження.

Формалізація процесів теплообмінного апарату у вигляді математичних виразів зведена до системи балансових рівнянь теплоти і маси теплоносіїв, теплопередачі між теплоносіями, тепловіддачі теплоносіїв, умов однозначності і обмежень.

Формулювання критеріїв ефективності і конструктивної досконалості теплообмінних апаратів враховує їх функціональні признаки в енергетичній установці об’єкта морської інфраструктури і забезпечує комплексну оцінку досконалості і якості.

В результаті термогідродинамічна, екологічна, експлуатаційна і масогабаритна досконаліть теплообмінного апарату енергетичної установки визначено у вигляді відношень відповідно модифікованих факторів аналогії Рейнольдса, теплових і шкідливих викидів, тривалістю експлуатації – ресурсу, маси і об’єму двох апаратів. Один з цих апаратів є прототипом, інший – більш ефективним. Перелічені критерії мають вигляд, який унеможливлює вміст випадкових параметрів.

Наявність декількох критеріїв призводить до невизначеності цілей. Більш того, окремі процесні і конструктивні показники теплообмінного апарату для визначення ефективності повинні відповідати найбільшим значенням критеріїв, що неможливо для всіх критеріїв одночасно.

Спосіб раціонального компромісу заданих цілей реалізований у вигляді оптимістичного та песимістичного варіантів сукупності значень критеріїв як цільових функцій. Для досягнення умов максимізації значень всіх цільових функцій, деякі з критеріїв теплових та шкідливих викидів, а також масогабаритні показники представлені їх зворотними функціями.

Розкриття невизначеності багатокритеріальної цілі виконано лінійною згорткою, зміст компромісу полягає у ранжируванні цілей виходячи з енергетичної установки та об'єкта морської інфраструктури [1]. Призначення вагових коефіцієнтів при ранжируванні цілей дозволяє звести задачу з багатьма критеріями до задачі з одним критерієм.

Якщо умови комплексної технічної ефективності теплообмінного апарату пов'язані з системою обмежень його показників, то при максимізації критеріїв їх значення мають бути не нижче відповідних обмежуючих значень. Вводячи цільову функцію як мінімум відношення критерію до його обмежуючого значення, визначено значення параметрів, які забезпечують максимально значення цільової функції.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу.-К.: Видавнича група BHV, 2007.-544 с.

Determination Of The Complex Technical Efficiency Conditions Of Power Plants Heat-Exchangers

Kuznetsov V.V., Chursin D.I., Shevtsov A.P.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. To determine the complex technical efficiency of the power plants heat-exchangers of the marine infrastructure facilities, the solution of the mathematical problem of system analysis with uncertainty of the goal is proposed. This approach allows to choose the performance of heat-exchangers of energy, technological and systems of marine infrastructure facilities taking into account the constraints by rational compromise of objective functions. The method of rational compromise of the set goals is implemented in the form of optimistic and pessimistic variants of the set of criteria values as objective functions.

Key words: heat-exchanger, power plant, maritime infrastructure, efficiency.

УДК 338.23

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ В СУДНОБУДУВАННІ

Наливайко В.С., к.т.н., проф. НУК,
Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова
Авдюнін Р.Ю., викладач, **Челпанов А.О.,** студент
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адм. Макарова

Анотація. Суднобудування має прямий вплив на довкілля, це стосується будівництва, технічного обслуговування, експлуатації та ремонту суден, і є серйозною проблемою для цієї галузі. Необхідність активізації зусиль для зменшення викидів токсичних компонентів в атмосферу зростає, оскільки вплив галузі на довкілля стає дедалі помітнішим у суспільному надбанні. Для стабілізації екологічного стану навколишнього середовища в даній доповіді наведено основні рекомендовані рішення (ІМО) які є економічно доцільними при експлуатації суден.

Ключові слова: Суднобудування, ДВЗ, екологізація,

Розробка інноваційних технологій протягом всієї історії завжди була спрямована на покращення життя людини. У суднобудуванні також спостерігається характерна тенденція. На жаль, цей прогрес має свою ціну - негативний вплив на навколишнє середовища.

При експлуатації суднових двигунів внутрішнього згоряння (СДВЗ) утворюється значна кількість токсичних компонентів що забруднюють атмосферу. [1]. Найбільший забрудник – високов'язке паливо, яке під час реакції згоряння в циліндрі виділяє переважно оксиди сірки (SOx), оксиди азоту (NOx) і вуглекислий газ (CO_2). Щоб зменшити цей вплив на навколишнє середовище, Міжнародна морська організація (ІМО) запровадила зони контролю викидів (ECA) [2]. Зони контролю за викидами – це морські зони, в яких було встановлено більш суворий контроль для мінімізації викидів у атмосферу з суден, як визначено в Додатку VI Протоколу MARPOL 1997 року. Найпростіший спосіб зменшити викиди токсичних сполук в атмосферу - це перейти з високов'язких сортів палив на більш дороге дизельне паливо зі зниженим вмістом сірки (ULSD).

1. Рекомендовані рішення (ІМО) по захисту навколишнього середовища

Однією з екологічних проблем, що впливають на природне середовище, є вміст сірки в паливі, який пов'язаний із хімічним складом сирої нафти. У процесі горіння сірка окислюється, утворюючи оксиди SO_2 і SO_3. Викиди оксидів сірки об'єднуються і вони підпадають під обмеження як SOx. При розгляді технічних рішень щодо зменшення викидів токсичних речовин у зонах ECA найважливішими питаннями є витрати, пов'язані з необхідною модернізацією суднових енергетичних установок. Витрати є фактором, який найбільше впливає на рішення судновласників.

Для зменшення вмісту оксидів сірки у складі відпрацьованих газів СДВЗ використовується ряд різних методів. Одним із них є використання каталізаторів [3]. Каталізатори можуть бути в паливі у вигляді залишків після обробки сирої нафти. Іншим способом зменшення викидів SOx є використання палива з меншим вмістом сірки. Паливна система повинна бути адаптована до спалювання палива з низьким вмістом сірки. Однак більшість судновласників використовують залишкове паливо з економічних причин. Вартість палива з низьким вмістом сірки в середньому більш ніж на 50% дорожча за ціну залишкового палива [1]. Методами зниження вмісту SOx у паливі може бути очищення газів шляхом їх обробки в пристроях, які називаються скруберами. Вони ефективно видаляють оксиди сірки з вихлопних газів, але проблема виникає в утилізації відходів.

Однак проблемою переходу на паливо з низьким вмістом сірки є економічний фактор – ціни на паливо залежать від вмісту сірки. Причина – дорогий процес сіркоочистки. Лужні присадки до мастила в двигуні нейтралізують невелику частинку сірки, що міститься в паливі, перетворюючи її на нейтральні сполуки кальцію. Однак кількість нейтралізованої таким чином сірки настільки мала, що це не вважається ефективним способом зменшення SOx.

2 Технічний та екологічний аналіз і труднощі, пов'язані із застосуванням рішень щодо покращення навколишнього середовища.

В якості різних екологічних рішень можна назвати використання палива з низьким вмістом сірки, що відповідає нормам викидів, встановлення скрубера та конвертація двигуна на роботу під використання природного газу.

2.1 Використання скрубера відпрацьованих газів

Альтернативним рішенням зниження обмежень викидів оксиду сірки є використання спеціального обладнання – скруберів відпрацьованих газів ДВЗ. Завдяки цьому рішенню можна використовувати паливо з високим вмістом сірки, оскільки ця система знижує рівень викидів оксиду сірки в атмосферу. В результаті запроваджених правил такі компанії, як MAN, Wärtsilä та Hamworthy, розробили відповідну технологію скрубера, яку можна використовувати на суднах.

Скрубери можна розділити на два основних типи: мокрі, які використовують морську або прісну воду як промивне середовище, і сухі, у яких використовується сухий сорбент. Мокрі скрубери можуть працювати у відкритому, закритому та гібридному циклах.

Скрубери, які використовуються в суднобудуванні, працюють у замкненій системі та використовують прісну воду, оброблену гідроксидом натрію NaOH, як промивне середовище. У результаті цього процесу оксиди сірки SOx видаляються з димового газу у вигляді сульфату натрію. На відміну від відкритих скруберів, промивна вода після всього процесу та очищення повторно циркулює та використовується знову. Недоліком замкненої системи є збільшені габарити через необхідність встановлення додаткових цистерн для промивної води та обладнання, необхідного для зберігання та дозування гідроксиду натрію.

У зв'язку з тим, що на маршруті немає можливості скидати воду з скруберного циклу безпосередньо в море, як у випадку скруберів відкритого контуру, найбільш доцільним буде використання мокрого скрубера замкнутого циклу (рис. 1).

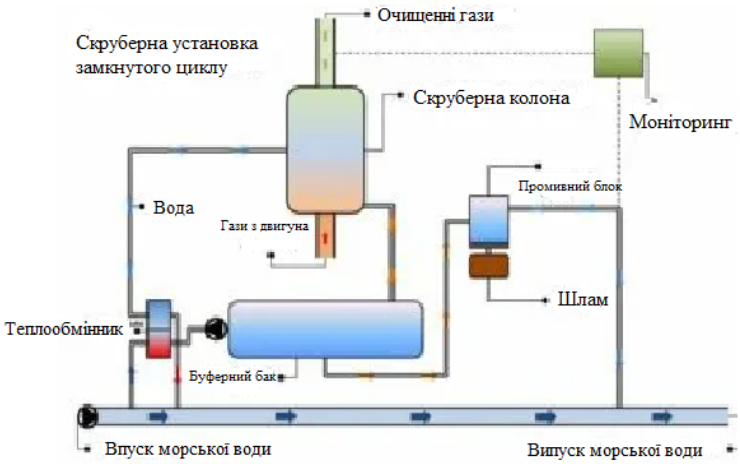


Рис. 1 Мокрий скрубер замкнутого циклу

2.2 Використання скрапленого природного газу

Перспективним рішенням для скорочення викидів оксиду сірки є забезпечення роботи суднових двигунів роботою на скрапленому газі. Це рішення цікаве тим, що воно зменшує

викиди SOx настільки, щоб відповідати високим вимогам у зонах ECA, і воно на 20-40% дешевше, ніж сира нафта. LPG не містить сірки і важких металів, таких як кобальт, свинець, ртуть, тому при згорянні не утворюються оксиди сірки і пил.

Також відсутні тверді відходи горіння, такі як шлак, зола чи сажа. У порівнянні з традиційним паливом, яке використовується на суднах. Природний газ, що спалюється, виділяє значно менше оксидів азоту та вуглекислого газу. В результаті спалювання LPG утворюється приблизно на 85-90% менше викидів оксидів азоту і на 15-25% менше викидів вуглекислого газу, ніж у випадку спалювання традиційного палива [4, 5].

Переваги використання палива з низьким вмістом сірки

– відповідність нормам викидів оксиду сірки,
– розвинена мережа бункерування палива,
– низькі інвестиції або їх відсутність.

Недоліки:

– збільшення витрат на паливо в порівнянні з HFO на 30-40%, – зміна палива під час круїзу може спричинити так званий Blackout,
– проблеми, пов’язані із зниженням температури займання,
– відсутність зниження NOx.

Переваги використання скрубера вихлопних газів та виков’язкого палива:

– відповідність нормам викидів оксиду сірки,
– не потрібно монтувати нові паливні цистерни,
– використання дешевшого важкого палива,
– менші інвестиційні витрати, ніж у випадку постачання LPG.

Недоліки:

– займає додаткове місце на судні,
– необхідність збору шламу в порту,
– витрати, пов’язані з обслуговуванням,
– велика вартість самого скрубера.

Переваги постачання скрапленого природного газу:

– відповідність нормам викидів оксиду сірки,
– нижчі витрати на використання, ніж у випадку встановлення скруберів,
– низька ціна палива.

Недоліки:

– дуже великі інвестиційні витрати,
– недостатньо розвинена мережа бункерування,
– цистерни для LPG займають багато місця.

3. Інші альтернативні технічні рішення

Звичайно, електроприводи є природним кроком до екології, особливо на невеликих територіях (фіорди в Норвегії), оскільки вони мають деякі обмеження, які в основному пов'язані з радіусом дії. Наприклад, пором довжиною 80 метрів і шириною 20 метрів приводиться в рух двома електродвигунами, потужністю 450 кВт кожен.

Паливні елементи виробляють електроенергію за рахунок реакції окислення палива. Більшість паливних елементів для виробництва електроенергії використовують лише водень на аноді та кисень на катоді (водневі елементи). Процес виробництва енергії не змінює хімічну природу електродів і електролітів, що використовуються. Вироблена електроенергія зможе живити не тільки бортові пристрої, а й електродвигун, який встановлено на судні .

Перевагою водневих елементів є мале забруднення повітря, яке вони спричиняють. Утворювані в них відпрацьовані гази складаються виключно з екологічно нейтральної водяної пари.

Висновки. Для того щоб мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище при експлуатації існує декілька інноваційних технологічних рішень.

Найпростішим способом захисту навколишнього середовища, хоча і не позбавленим недоліків, є використання палива з низьким вмістом сірки, але за значно вищою ціною порівняно з високов'язким паливом.

Альтернативним рішенням підвищення обмежень викидів оксиду сірки є використання спеціального обладнання – скруберів димових газів. Найбільшою екологічною проблемою в даному випадку є використання мокрих скруберів, оскільки це не зменшує кількість викидів сірки в екосистему, а лише змінює напрямок викидів, практично виключає фазу викидів сірки в атмосферу. Тому мокрий скрубер у замкнутому контурі буде найбільш придатним у цьому відношенні.

Використання СПГ дозволить не тільки знизити шкідливий вплив відпрацьованих газів ДВЗ на атмосферу портових акваторій і водних шляхів відповідно до екологічних вимог IMO, але і скоротить експлуатаційні витрати і собівартість перевезень;

Альтернативним кроком до екологічної експлуатації є використання електроприводів. На жаль, рішення також мають деякі обмеження, які стосуються в першу чергу на асортимент. Через ці проблеми технологія, яка здатна усунути цю перешкоду, тобто водневий двигун, стає все більш популярною.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kowalski, M., Jankowski, A., Research Performance of Novel Design of Diesel Engine, Journal of KONES, Vol. 24, Issue 4, DOI: 10.5604/01.3001.0010.3157, pp. 99-108, Warsaw 2017.
2. Łosiewicz, Z., Łukasik, Z., Дизель-електрична пропульсія на морських суднах - проектні припущення з точки зору експлуатаційної придатності та безпеки навігації, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, T. 18, No. 6, стор. 886-890, 2017.
3. Haller, P. Jankowski, A. Kolanek, Cz. Walkowiak, W. W. ,Research of water − fuel microemulsions as fuel for diesel engine, Journal of KONES, Vol. 19, No. 3, pp. 165-170, 2012.
4. Giernalczyk, M., Metody redukcji rmisji do atmosfery związków toksycznych oraz CO_2 przez statki, Logistyka, No. 6, pp. 655-665, 2014.
5. Wartsila. (2019). *Wärtsilä awarded milestone order to supply 2-stroke dual-fuel engines for large LNG carriers.* Retrieved from https://www.wartsila.com/media/news/09-09-2014-wartsila-awarded-milestone-order-to-supply-2-stroke-dual-fuel-engines-for-large-lng-carriers

Analysis Of Environmental Issues In Shipbuilding

Nalyvaiko V.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Avdiunin R., Chelpanov A.O.
Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Shipbuilding has a direct impact on the environment, it includes the construction, maintenance, operation and repair of ships, and is a serious problem for this industry. The need for increased efforts to reduce emissions of toxic compounds into the atmosphere is growing as the environmental impact of industry becomes more visible to the public. In order to stabilize the ecological state of the environment, this report presents the main recommended solutions (IMO) that are economically feasible in the operation of ships.

Key words: Shipbuilding*;* internal combustion engine (ICE)*;* environmentalization

УДК 629.128: 621.181.27

ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ У КОМПЛЕКСНІЙ СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ВОДОПАЛИВНОЇ ЕМУЛЬСІЇ

Філіпщук О. М.
ст. викладач кафедри автоматики та електроустаткування
Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, filipschuk5@gmail.com

Анотація: Представлена експериментальна установка, в якій реалізовано комплекс послідовно електрохімічної обробки води і водопаливної емульсії при застосуванні м'яких і жорстких режимів кавітації. Розглядаються результати досліджень цих режимів з оцінкою рівня інтенсивності кавітації по значенню пропонуємого індексу її активності.
Ключові слова: комплексна установка, експериментальні дослідження, режими кавітації, електродіаліз, активність кавітації, індекс активності.

Вступна частина. При впливі гідродинамічної кавітації на воду і на вуглеводні утворюються іони H^+ і OH^- і продукти їх взаємодії, що міняє значення pH речовини й, отже, впливає на його хімічну активність. Промислове електродіалізне опріснення (ЕДО) — це унікальний процес, у якім реалізуються всі відомі електрокінетичні явища: потенціал плину/течії (ξ-потенціал), електроосмос, електрофорез, потенціал осідання (ефект Дорна), явища переносу і т.д. Застосування процесів кавітації в технології ЕДО впливає на хід процесів і на значення величини pH.

При підвищенні pH розчину зростає ξ-потенціал [1, с.95]. Отже, збільшення pH під впливом кавітації сприяє відповідно росту ξ-потенціалу. При концентраційній поляризації зростає ξ-потенціал у подвійному електричному шарі, і рух іонів до мембрани в цьому випадку прискорюється. Дисбаланс pH — ця властивість електродіалізу, що виникає за рахунок різної рухливості U і іонів води $U_{H^+} > U_{OH^-}$. Дисбаланс pH виникає і під впливом кавітаційних процесів. Протони в рідині сильно взаємодіють з молекулами води, утворюючи іони оксонію (H_3O^+) або навіть ще більш складні комплекси. Оксоній утворюється і під впливом кавітації. Отже, кавітація інтенсифікує процеси електродіалізного опріснення.

Взаємодія іонів і рухливого середовища викликає рух єдиного потоку, властивості якого залежать від співвідношення іонів у рухливому умовно індиферентному середовищі і електрохімічного потенціалу, що накладається, залежить від електронапруженості електричного поля, що створює інтенсивний спрямований рух іонів до аноду і катоду, а молекули води, у порівнянній кількості присутні в іонному вихрі, будуть практично повністю захоплюватися ним, тобто буде спостерігатися значне масове переміщення всього об'єму води в напрямку руху іонного вихру [1, с.103] – що і визначає вплив ЕДО на підсумкове значення інтенсивності кавітації.

По даним [1, с.14 … 27] для прогнозу якості і різних видів активності вод є кілька розрахункових індексів, що дозволяє здійснювати прогноз поведінки різних сполук у воді (наприклад, індекс Сноінка-Дженкинса, який визначається по різниці фактичного і гіпотетичного значення pH; індекс агресивності, який є похідним від цього індексу).

У [2, с.34] пропонується розрізняти жорсткі (для стимулювання гідромеханічних процесів, пов'язаних переважно з руйнуванням дисперсних часток) і м'які (для прискорення процесів міжфазного тепло- масообміну) механізми дискретно-імпульсного вводу енергії (ДІВЕ) шляхом перетворення її у форму потужних локальних імпульсів при умовах ініціювання динамічного розвитку бульбашкових структур при кипінні і кавітації, не проводячи між ними чіткої межі.

Мета роботи. Розробки експериментальної установки, в якій реалізується комплексне використання процесів електродіалізної підготовки прісної води з безпосередньою подачею активованого ділюату на приготування водопаливної емульсії з використанням різних режимів кавітаційних процесів. Проведення досліджень активності кавітації.

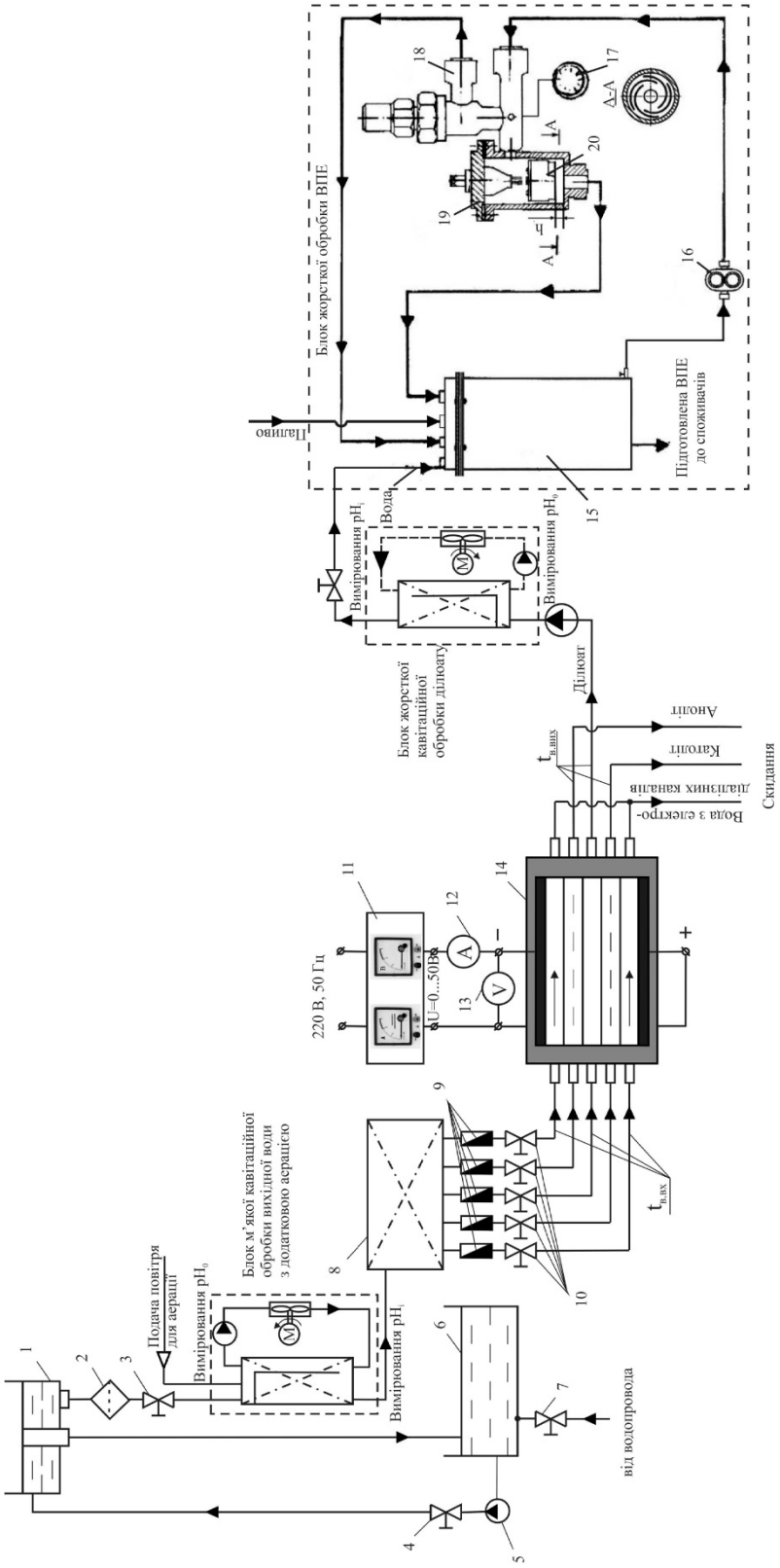


Схема установки комплексної підготовки води і водопаливної емульсії:
1 - ємність постійного рівня; *2* - механічний фільтр; *3,4,7,10* - вентиль *5* - відцентровий насос; *6* - видаткова цистерна;
8 - ємність стабілізації потоку; *9* – витратоміри; *11* – джерело живлення; *12* – амперметр; *13* – вольтметр; *14* - електродіалізний опріснювач;
15 – накопичувальна ємність води; *16* - бак (термостат); *17* – шестеренчастий насос; *18* – манометр; *19* – запобіжний клапан; *20* –
гідродинамічний кавітатор; *21* – блок направляючих лопаток; (h – зазор між направляючими лопатками і донишком корпусу кавітатору)

Основна частина. Для оцінки рівня активності кавітаційної обробки води і водомазутної емульсії, який впливає на якість горіння водопаливної емульсії, розроблена експериментальна установка (рисунок), яка складається з блоку підготовки електродіалізної обробки води і блоку підготовки водопаливної емульсії.

Дослідження процесу кавітаційної активації води проводили з застосуванням ротаційного реактора (міксера) (в режимі жорсткої кавітації при n = 100 $с^{-1}$ і t_0 = 20 °С і n = 20 $с^{-1}$ – в режимі м'якої кавітації).

Особливістю блоку кавітаційної підготовки водопаливної емульсії являється застосування багатократної циркуляції через гідродинамічний кавітатор 20 для досягнення максимального значення pH, а значить і рівня кавітаційної обробки. В кавітаторі здійснювалось регулювання зазору h між блоком направляючих лопаток, які не тільки енергійно закручують потік, а і направляють його на дно кавітатора, де внаслідок гідроудару відбувається енергійне з хлопування пухирців повітря і відповідна кавітаційна обробка.

Дослідження проведені при використанні водопровідної вода з солевмістом на рівні 1000 … 1482 мг/дм^3 і дистиляту з солевмістом 50 мг/дм^3. Оцінку рівня активації води при м'якій і жорсткій кавітаційній обробці здійснювалось по прийнятому значенню індексу активності, який визначається по відношенню показника pH після обробки (pH_i) до показника pH до початку обробки (pH_0). При м'якій кавітаційній обробці води індекс активності водопровідної води склав pH_i / pH_0 = 8,1/7,5 = 1,08, а дистиляту - pH_i / pH_0 = 7,55/7,1 = 1,063. При жорсткій кавітаційній обробці води індекс активності водопровідної води склав pH_i / pH_0 = 8,5/7,5 = 1,133, а дистиляту - pH_i / pH_0 = 8,05/7,1 = 1,134. Збільшення індексу активності pH води після м'якої кавітаційної обробки в 1,06 … 1,08 рази дозволяє відповідно інтенсифікувати масоперенос у міжмембранному просторі робочих каналів електродіалізного опріснювача і зменшити забруднення мембран.. Збільшення індексу активності pH води після жорсткої кавітаційної обробки в 1,13 рази, дозволяє поліпшити активність водопаливної емульсії і якість її горіння за рахунок крапель активованої води і зменшення їх діаметру (одержано діаметр крапель води на рівні 2 мкм). Чим менший діаметр крапель води в емульсії, тим більший тиск мікровибуху краплі водопаливної емульсії. При мікровибуху краплі водопаливної емульсії у полум'ї (факелі) створюється більш висока концентрація активних радикалів H^+ і OH^-, що призводить до появи плазмового режиму горіння водопаливної емульсії.

По результатам проведених досліджень отримано патент [3]. Результати дослідження використані в розробленій комплексній технології підготовки водопаливної емульсії [4].

Висновки

1. Пропонується оцінювати інтенсивність кавітації по значенню індексу активності, що дорівнює відношенню значень pH після проведення кавітаційної обробки середовища до значення pH до обробки.
2. Порівняння індексу активності у кожному режимі кавітації дозволить чітко відрізнити режими м'якої і жорсткої кавітації.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Пилат Б.В. Основы электродиализа // М.: Авваллон. 2004. 456 с.
[2]. Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостніх дисперсных средах: теплофизические основы дискретно-импульсного введения энергии. - Киев: НВП «Издательство "Научная мысль" НАН Украины», 2008. - с. 382.
[3]. Пат. Україна, UA 115037 Спосіб підготовки водопаливної емульсії для енергетичних установок, в яких спалюється сірчисте органічне паливо: [Текст] / Горячкін В.Ю., Горячкін А.В., Акімов О.В., Корнієнко В.С., Філіпщук О.М., Тендітний Ю.Г.; №201402318; заявл. 06.03.14; опубл. 11.09.17, Бюл. № 17.

[4]. 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. Кишенев: Институт энергетики Академии наук Молдовы. №3(51). С. 62-77. https://doi.org/10.52254/1857-0070.2021.3-51.06.

Cavitation of cavitation modes in a complex system for the preparation of water emulsion

Filipshchuk O. M.
Art. Vikladach of the Department of Automation and Electrical Installation
Kherson Scientific Research Institute of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

Annotation: An experimental installation is presented, in which a complex of sequential electrochemical treatment of water and water-fuel emulsion is implemented using soft and hard cavitation modes. The results of studies of these regimes are considered with an assessment of the level of cavitation intensity based on the value of the proposed index of its activity.

Key words: complex installation, experimental studies, cavitation regimes, electrodialysis, cavitation activity, activity index.

УДК 629.128: 621.181.27

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЇ ПРИ ЕЛЕКТРОДІАЛІЗІ

Філіпщук О. М. *ст. викладач кафедри автоматики та електроустаткування*
Буренко О.В. *викладач кафедри автоматики та електроустаткування*
Кручених Г.О. *магістрант кафедри автоматики та електроустаткування*
Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна,
filipschuk5@gmail.com

Анотація: Представлено аналіз даних з процесів забезпечення створення електричного поля у електродіалізному апараті з врахуванням втрат енергії і можливого підвищення температури води. Розглянуто можливості економії енергії при застосуванні дискретно-імпульсного вводу енергії при кавітації.

Ключові слова: електродіаліз, омічний опір, теплота, кавітація, дискретно-імпульсне введення енергії, витрати енергії, економія енергії.

Вступна частина. До найбільш ефективних способів інтенсифікації масообмінних та гідромеханічних процесів у рідинних дисперсних середовищах, при мінімальних непродуктивних витратах, відноситься використання дисперсно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) шляхом перетворення її в форму потужних локальних імпульсів при умовах ініціювання динамічного розвитку бульбашкових структур при кипінні і кавітації.

Згідно [1, с.46] критерієм оцінки ефективності ДІВЕ являється застосування кількох видів нерівноважних ефектів. Потенціали цих нерівноважних процесів: різниця тисків початкового тиску p_υ і кінцевого p_i (p_υ - p_i), а при врахуванні поверхневого натягу σ на радіусі бульбашки R ($p_{v0} - p_{l0} - 2\sigma/R = 0$); різниця хімічних потенціалів (μ_υ - μ_i) і різниця температур (T_υ, - T_i,) .

При використанні бульбашок як трансформаторів енергії при створенні кавітації ця умова досягнення оптимального рівня інтенсифікації зводиться до вимоги за можливий короткий час забезпечити максимальну різницю тисків між фазами; тривалість трансформації

енергії має бути надзвичайно короткою, оскільки корисна потужність, що виділяється у вигляді імпульсу, прямо пропорційна акумульованій енергії і обернено пропорційна часу трансформації; енергія у формі імпульсу повинна виділятися одночасно у великій кількості малих локальних зон у вигляді бульбашок, рівномірно розташованих у всьому робочому обсязі апарату.

З нашої точки зору, враховуючи застосування технології електродіалізної обробки води безпосередньо перед приготуванням водопаливної емульсії при розрахунках значень енергії необхідно враховувати наявність створеного електрохімічного потенціалу, що відповідає питомій потужності на 1 м^3 прісної води, витраченої на створення відповідної напруженості електричного поля в апараті електродіалізного опріснення (ЕДО). Електрохімічний потенціал $\tilde{\mu}_i$ більший за хімічний потенціал на величину $z_i F\varphi$ (z_i — заряд частки, φ — електричний потенціал, e — елементарний заряд) член $z_i e\varphi$ виражає роботу з подолання електричних сил, необхідних для створення електричного поля в електродіалізаторі.

Згідно [1, с.55] при виборі способу інтенсифікації необхідно в будь-якому разі забезпечити рівень енергії на вході в апарат, достатній для здійснення корисної роботи. Енергія або вводиться в робочу зону ззовні за допомогою різноманітних механічних пристроїв, або використовується акумульована раніше внутрішня енергія самої системи. При проведенні експериментальних досліджень передбачається використання обох видів енергії.

Енергетичні витрати пов'язані лише зі скороченням часу проведення таких операцій, отже, з підвищенням продуктивності устаткування, що можливо при використанні кавітаційних процесів.

Важливою складовою питомої витрати електроенергії являється повна напруга на електродіалізаторі, яка залежить від повного омічного опору електродіалізатора, який складається з опорів усіх мембран у складанні і розташованих між ними розчинів електролітів знесоленої і мінералізованої води. При досить глибокому знесоленні повинні створюватися такі умови, коли омічний опір знесоленої води — найбільший із усіх складових мінімальний і визначає загальну напругу на електродіалізаторі. Тому була висловлена ідея про необхідність розташовувати мембрани як найближче одна до одної, принаймні, в камерах знесолення. При цьому значення граничної щільності струму зворотнонопропорційна міжмембранній відстані [2, с.128].

При напрузі на осередку 1,5 В и η = 0,85 питомі витрати електроенергії складуть 47,3 кВт · год/г-екв при опрісненні солонуватих вод. Витрата електроенергії на опріснення 1 м^3 океанської води становить близько 20 кВт · год/м^3 [2, с.294]. При цьому не врахована енергія, затрачувана на нагрівання розчину, паразитні струми і роботу насосів [2, с.259].

Згідно даних [1, с.57] теплова енергія, що звільняється в результаті охолодження одного кілограма води всього на два градуси, еквівалентна роботі, необхідної для підняття цієї маси на висоту одного кілометра. Якщо таке перетворення теплової енергії в механічну роботу здійснити протягом однієї секунди, то значення потужності складе близько 10 кВт. Таким чином, динамічний ефект в результаті трансформації енергії за допомогою бульбашкової структури виявляється дуже високим.

Мета роботи. Знаходження показників витрат енергії і її економії при здійсненні електродіалізного опріснення при обробці води з застосуванням дискретно-імпульсного вводу енергії при забезпеченні режиму кавітації.

Основна частина. Щоб вивести систему зі стану термодинамічної рівноваги і створити необхідну різницю температур між фазами, необхідно попередньо ввести в систему еквівалентну кількість теплової енергії, яка виділяється за рахунок омічного опору при проведенні електродіалізного опріснення.

На основі експериментальних даних [3, с.423] показано, що під дією ефектів гідродинамічного кавітаційного поля у воді утворюються гідроксильні радікали, що з плином

часу рекомбінують з утворенням піроксиду водороду або молекул води. Необхідно відмітити, що при кавітаційній обробці води через 10 … 12 с фіксується збудження молекул H_2O, а концентрація іонів OH^- знаходиться на рівні 23 %, що відповідає зростанню ефективності горіння, тобто економії палива в камері згоряння при безпосередньому підводі емульсії на згоряння в умовах неохолодженої камери згоряння [4, с.67]. При цьому максимальне значення питомої потужності, що вводиться у воду, знаходиться на рівні 42,56 Вт/дм^3 або 42,56 Дж/(с·дм^3) (питоме значення цієї потужності знаходиться як відношення потужності до всього об'єму рідини, що підлягає кавітаційній обробці (при такому рівні обробки було досягнуто питоме значення pH на рівні 8,1 [3, с.428]). При кавітаційній обробці водопровідної води в кавітаційному стенді питоме значення потужності, що вводиться у воду складає 70 Вт/дм^3, так як при кавітаційній обробці водопровідної води досягнуто значення pH 8,5. Рівень кавітаційної обробки водомазутної емульсії за допомогою прийнятої конструкції кавітатора і циркуляційної схеми, забезпечує економію чистого палива на рівні 25% при забезпеченні постійної температури газів на виході з топки, що відповідає 0,12 кг/год при перерахунку показників на 1 кг палива (мазуту) [4, с.67].

В цьому випадку забезпечується економія енергії на рівні 0,12 кг/год × 40 МДж/год = 4,8 МДж/год = 4,8·10^6 Дж/год або 4,8·10^6 Дж/год /3600 = 1333,3 Дж/с = 1333,3 Вт з урахуванням густини мазуту одержимо 1333,3 Вт × 0,9 = 1200 Вт/дм^3. Таким чином, витрати на кавітаційний режим складає 70 Вт/дм^3 : 1200 Вт/дм^3 × 100 = 5,8 %. Тобто витрата потужності на проведення кавітаційного режиму незначна, що відзначається в багатьох літературних джерелах.

Висновки.1. Витрати на електродіалізне опріснення складають 20 … 47 кВт год/ м^3.

2. Рівень використання електрохімічного потенціалу при приготуванні водопаливної емульсії може досягати більше 15% від витрат на електродіалізне опріснення.

3. Рівень використання теплоти при здійсненні дискретно-імпульсного вводу енергії може досягати більше 30%, що використовується для підвищення активності водопаливної емульсії.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостніх дисперсных средах: теплофизические основы дискретно-импульсного введения энергии. - Киев: НВП «Издательство "Научная мысль" НАН Украины», 2008. - с. 382.

[2]. Пилат Б.В. Основы электродиализа // М.: Авваллон. 2004. 456 с.

[3]. Витенько Т.Н. Гумницкий Я.М. Механизм активирующего действия гидродинамической кавитации на воду. / Химия и технология води. 2007 т.29, №5. С.

[4]. 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. Кишенев: Институт энергетики Академии наук Молдовы. №3(51). С. 62-77. https://doi.org/10.52254/1857-0070.2021.3-51.06.

Energy efficiency of the application of cavitation during electrodialysis

Filipshchuk O. M. Burenko O.V. G.O. Kruchenykh
Kherson educational and scientific institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding Mykolaiv, Ukraine

Abstract: An analysis of data on the processes of ensuring the creation of an electric field in an electrodialysis apparatus is presented, taking into account energy losses and a possible increase in water temperature. The possibilities of energy saving when applying discrete-pulse energy input during cavitation are considered.

Keywords: electrodialysis, ohmic resistance, heat, cavitation, discrete-pulse energy input, energy consumption, energy saving

УДК 514.18

IMPROVEMENT OF FLOW PARTS OF GAS TURBINE INSTALLATIONS WITH METHODS IN APPLIED GEOMETRY

Bidnichenko O.G.
Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor
Professor of the Department of Computer-Integrated Technologies and Engineering Graphics
of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, Ukraine
helenbidnichenko@gmail.com

This work is devoted to the description of one of the ways of improving the flow parts of gas turbine installations, specifically modern methods of geometric modeling of the elements of the flow parts of turbomachines. The developed methods make it possible to generate geometric models of moving and stationary elements of the flow parts of turbomachines with improved diagrams of the distribution of differential characteristics of the contours and surfaces formed on their basis. An example of a spatial solid-body model of a centrifugal compressor impeller built on the basis of the proposed methods is given.
Key words: geometric modeling, flow part, impeller, optimization methods, solid body model.

The limits of the use of gas turbine engines have been expanding very intensively in recent years. They are widely used both on high-speed vessels of various purposes and in stationary installations. The factor of the spread of their use in wartime, when Ukraine pays great attention to the creation of modern highly effective technical means, becomes especially important.

The achievements of recent years in applied geometry and computer graphics in the field of modeling and visualization of curved lines and surfaces, providing the user with the possibility of local influence on the distribution of their differential characteristics, allow raising to a qualitatively new level the solution of problems of geometric modeling of turbomachinery blades and, in particular, centrifugal compressors.

Geometrical modeling of the flow part of centrifugal compressors is a solution to a complex of problems of profiling the contours of elements based on a single mathematical approach. The scientific direction regarding the geometric modeling of the flow parts of turbomachines of various structural design and purpose characterizes a comprehensive approach to the profiling of aerodynamic contours and surfaces that limit the flow of the working substance in turbomachines. It is based on modern achievements of applied, analytical, drawing, differential, computational geometry and computer graphics in the field of analytical representation of curves and surfaces of complex technical forms.

One of the factors that affects the improvement of the gas-dynamic characteristics of the flow of the working substance, contributes to the improvement of the efficiency of gas turbine engines, is the improvement of the geometry of the flow parts of turbomachines, in particular, centrifugal compressors and centrifugal turbines. One of the ways to increase the efficiency of turbomachines is to improve the aerodynamic performance of the elements of their flow parts, which is inextricably linked with the improvement of the geometric characteristics of the flat and spatial contours of the blade units that form the flow of the working substance.

Many enterprises of Ukraine use modern mathematical models and methods developed under the leadership of Dr. Tech. of Sciences Professor V.D. Borysenko [1,2]. This scientific direction solves the problems of geometric modeling of the elements of the flow parts of turbomachines of different design and purpose using different mathematical curves and surfaces [3]. Bezier curves, *B*-splines, rational cubic curves based on Bernstein polynomials, parametric cubic curves with two degrees of freedom, modified Nicomedes conchoids, logarithmic spirals and other mathematical

curves that allow local influence on the shape of the curve are the basis of the developed methods and methods of geometric modeling of elements of flow parts of turbomachines.

Let's consider the mathematical foundations that are laid for geometric modeling using Bezier curves, which are distinguished by the relative simplicity of the mathematical description and the possibility of local changes in the shape of the curve. Concerning to the limits of the meridional section of the impeller, a flat curved line describing them can be represented by parametric correlation of the form

$$x(t)=\sum_{k=0}^{n} x_k \Phi_{k,n}(t); \qquad y(t)=\sum_{k=0}^{n} y_k \Phi_{k,n}(t),$$

where n is the degree of the approximating polynomial; x_k, y_k, - polynomial coefficients, which represents the coordinates of the vertices of the characteristic broken line; $\Phi_{k,n}(t)$ – the system of Bernstein basis functions, which is determined by the dependence

$$\Phi_{k,n}(t)=\frac{n!}{k!\cdot(n-k)!}t^k(1-t)^{n-k}, k\in[0,n].$$

By changing the coordinates of the vertices of the characteristic broken line, you can arbitrarily vary the shape of the contour curve being modeled.

The use of optimization methods in determining the parameters influencing the shape of the modeled curve made it possible to develop geometric models of movable and immovable elements of the flow parts of turbomachines with improved diagrams of the distribution of differential characteristics of outlines and surfaces formed on their basis. This has a positive effect on the distribution of flow parameters and, therefore, contributes to the improvement of the flow of energy processes occurring in the flow parts of turbomachines.

Thus, based on the results of the gas dynamic calculation, the designer has the opportunity to solve the optimization problems of the geometric modeling of the elements of the flow parts of turbomachines, which has a positive effect on the performance of installations with gas turbine engines.

As an example of computer implementation of the developed geometric models of elements of the flow parts of centrifugal compressors, Fig. 1 shows a spatial solid image of the impeller, rendered in the *AutoCAD* graphics system.

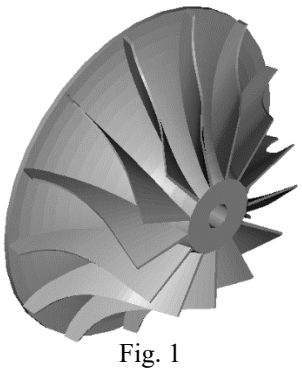


Fig. 1

Conclusions. 1. It has been proven that the geometric modeling of the flow parts of turbo machines is one of the ways to improve the gas-dynamic characteristics of the flow of the working substance and affects the efficiency of gas turbine engines. 2. Some mathematical curves are presented, which are the basis of the developed methods of geometric modeling. 3. An example of a solid model of a centrifugal compressor impeller is given.

LITERATURE

1. Впровадження досліджень з геометричного моделювання у практику створення проточних частин турбомашин / В.Д. Борисенко, С.А. Устенко. – Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2003. Вип.73. С.72-77.

2. Роль прикладной геометрии в повышении эффективных показателей турбомашин / В.Е. Михайленко, С.А. Устенко. Геометричне моделювання та інформаційні технології. 2016. С 82-86.

3. Борисенко В.Д., Устенко С.А., Устенко І.В. Геометричне моделювання кривих ліній і поверхонь у натуральній параметризації: монографія. – Миколаїв: МНУ, 2018. – 216 с.

УДК 629.12-8:669.018.6

ТЕРМОСТАТИЧНИЙ КОНДЕНСАТОВІДВІДНИК З ЕФЕКТОМ ТЕРМОМЕХАНІЧНОЇ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ

Пилипчак В. І.
доцент кафедри технічної теплофізики та суднових паровиробних установок Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Єпіфанов О. А.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри технічної теплофізики та суднових паровиробних установок Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
epifanov.nuk@gmail.com.

Анотація. Досліджено вплив способу виготовлення пружинних силових елементів із конструкційного сплаву ВСП-1 з ефектом термомеханічної пам'яті форми на основі інтерметаліду титан-нікель на їх деформаційно-силові характеристики. Встановлено, що деформаційно-силові характеристики пружинних силових елементів на основі інтерметаліду титан-нікель залежать від їх геометричних параметрів (діаметрів дроту та пружини, кроку навивки), способу термообробки та кількості циклів термосилового циклування. Наведено опис конструкції термостатичного конденсатовідвідника, розробленого на основі досліджень характеристик силових приводів із сплавів з ефектом пам'яті форми.
Ключові слова: термостатичний конденсатовідвідник, силовий привід, сплав з ефектом пам'яті форми.

Вступ. У суднових системах паропостачання найбільш широко використовуються поплавкові, термодинамічні та термостатичні (з термосиловим приводом робочого органу у вигляді сильфону) конденсатовідвідники [1, 283]. Основні недоліки цих типів конденсатовідвідників: втрати теплової енергії з прольотною парою; великі габарити та металоємність (поплавкові); невисока надійність роботи (в особливості термостатичних). Найбільш прийнятними, з точки зору енергоефективності, є термостатичні конденсатовідвідники. У них прольот пари відсутній. Термосиловий привід запірного органу (тарілки клапану) одночасно виконує функції силового приводу та датчика температури. Низька надійність роботи сильфону викликала необхідність створення більш надійних термосилових приводів.

У роботы [2] показано, що для конденсатовідвідників найбільш прийнятним термосиловим приводом є циліндрична пружина стиснення, виготовлена з нікелиду титану марки ВСП-1. Середній діаметр пружини 6,3 мм, діаметр дроту 2 мм. Крок навивки термосилового елемента при термообробці в печі складає 8 мм. Проведене після термообробки термосилове циклування (ТСЦ) пружинних елементів дозволило виявити зворотний ефект пам'яті форми. Він проявляється в самодовільному стисненні пружини при охолодженні її нижче температури прямого фазового перетворення. Крім того, показано, що при цьому максимальне корисне зусилля, яке розвиває пружинний елемент при нагріві його вище температури зворотного мартенситного перетворення, зростає.

Мета роботи – визначення доцільної кількості циклів термосилового циклування пружинного силового елемента та розробка конструкції термостатичного конденсатовідвідника з ефектом термомеханічної пам'яті форми.

Основна частина. Цикл ТСЦ – це нагрів термосилового елемента, стиснутого до зіткнення витків, до температури вище температури зворотного мартенситного перетворення з послідовним охолодженням до температури нижче температури прямого фазового

перетворення. Дослідження деформаційно-силових характеристик пружинного зразка визначались на спеціальній експериментальній установці за методикою, що наведена в [2]. Дослідження проводились з пружинним силовим елементом, який має чотири витка. Геометричні характеристики пружини наведені вище. Результати досліджень показали, що пружинний силовий елемент, що пройшов ТСЦ з кількістю циклів не менше 100, має довільну осадку 60…70 % від максимально можливої (до зіткнення витків) при його охолодженні нижче температури прямого фазового перетворення. Крім того, корисне зусилля ($P^к$), яке він розвиває при виникненні прямого ефекту пам'яті форми (нагрів до температури вище температури зворотного мартенситного перетворення), вище зусилля $P^к_{N=0}$, яке він розвиває без ТСЦ, на 20 % (рис. 1).

З рис. 1 видно, що доцільна кількість циклів ТСЦ не перевищує 100. При збільшенні кількості циклів більше 100 величина корисного зусилля збільшується незначно. При дослідженнях також встановлено, що термосилові елементи з подвійним ефектом пам'яті форми мають дуже низьку інерційність. Час відновлення форми термосилового елемента при температурі вище температури початку зворотного фазового перетворення не перевищує 1 с. Використання таких термосилових елементів у якості термосилових приводів робочого органу дозволило створити конструкції енергетично ефективних конденсатовідвідників з подвійним ефектом пам'яті форми, які мають значно менші масогабаритні показники, ніж поплавкові конденсатовідвідники.

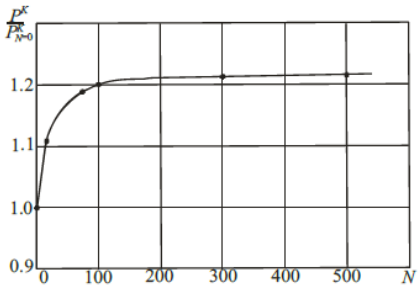


Рис. 1. Залежність відносного корисного зусилля пружини з кроком навивки 4*d* від кількості термоциклів

На рис. 2 показано переріз муфтового термостатичного конденсатовідвідника з ефектом термомеханічної пам'яті форми. Конструкція термостатичного конденсатовідвідника з ефектом пам'яті форми захищена патентом України [3]. Зіставлення масогабаритних показників розробленого та поплавкового (фірма «Armstrong») конденсатовідвідників з однаковим діаметром умовного проходу (*d*y20) показало, що маса термостатичного конденсатовідвідника менше в 6,5 рази. Висота та ширина менше майже в 2 рази.

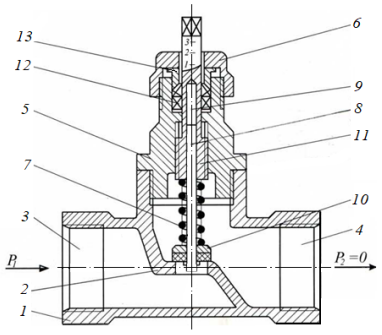


Рис.2. Поперечний переріз муфтового термостатичного конденсатовідвідника з ефектом термомеханічної пам'яті форми: *1* – корпус; *2* – сідло; *3*, *4* – вхідний и вихідний канали; *5* – головка; *6* – накидна гайка; *7* – пружина з ефектом пам'яті форми; *8* – шток; *9* – глухий отвір; *10* – тарілка; *11* – регулювальний шток; *12* – набивка; 13 – грундбукса

Висновки 1. Доцільна кількість циклів ТСЦ складає 100. При цьому величина корисного зусилля, яке розвиває пружинний силовий елемент із нікеліду титану марки ВСП-1 (діаметр дроту 2 мм) при виникненні прямого ефекту пам'яті форми, вище зусилля, яке він розвиває без ТСЦ, на 20 %.

2. ТСЦ пружинного силового елемента з кількістю циклів не менше 100 забезпечує його довільну осадку в межах 60…70 % від максимально можливої (до зіткнення витків) при температурах нижче температури прямого фазового перетворення.

3. Термосилові приводи з подвійним ефектом пам'яті форми мають низьку інерційність. Час відновлення форми привода при температурі вище температури зворотного фазового перетворення не перевищує 1 с.

4. Конденсатовідвідники з термосиловим приводом з подвійним ефектом пам'яті форми мають значно менші масогабаритні показники при порівнянні з поплавковими конденсатовідвідниками**.**

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Костылев.И.И., Петухов В.А.Судовые системы: учебник – СПб.: Изд-во ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2010,– 420 с.

[2]. Исследование влияния геометрических параметров на характеристики силовых элементов из сплавов с эффектом памяти формы / А.К. Албантов, В.И. Пилипчак, В.А. Полищук, В.В. Ершов, В.Н. Мирошниченко // Зб. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв, УДМТУ, 2002. – № 1 (379). – С. 46-51.

[3]. Патент 557568А України. Термостатичний конденсато-відвідник / В.І. Пилипчак (Україна). – Заявлено 11.06.2002. Надруковано 15.04.2003. Бюл. № 4.

Thermostatic Steam Trap With Thermomechanical Shape Memory Effect

Pilipchak V. I., Yepifanov O. A.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Abstract. The influence of the method of manufacturing spring power elements from the VSP-1 structural alloy with the effect of thermomechanical shape memory based on titanium-nickel intermetallic compound on their deformation-force characteristics has been studied. The design of a new type of thermostatic steam trap with a thermal power drive of the executive body in the form of a spring power element with direct and reverse shape memory effects has been developed.

Keywords: thermostatic steam trap, shape memory effect, titanium-nickel intermetallic compound, spring power element,d eformation-force characteristics, heat treatment, thermal force cycling.

Секція 4. ХОЛОД В ЕНЕРГЕТИЦІ, ПРОМИСЛОВОСТІ ТА НА ТРАНСПОРТІ, ЯК ПЕРЕДУМОВА ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ КРАЇНИ

УДК 621. 51

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR CALCULATING THE CHARACTERISTICS OF HERMETIC COMPRESSOR UNITS IN TRANSIENT MODES

Olena V. Lytosh
Ph. D., associate professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, Ukraine
olena.lytosh@nuos.edu.ua

Abstract. Calculation of transient modes of hermetic compressor units of ship systems of microclimate and refrigeration was carried out. The mathematical model of hermetic compressor units in transition operation is described. The method, results of calculation and estimation value of rated slip, maximum and initial starting torque of built-in electric motor are presented.
Keywords: hermetic compressor unit (HCU), the mathematical model, transition operation of HCU.

Introduction. One of the most common types of equipment for microclimate and refrigeration systems on sea and river-going ships is autonomous air conditioners (AC) and monobloc refrigerating machines for provisional storerooms (RMP) with compression refrigeration machine (CRM). The most important element of a CRM is the hermetic compressor unit (HCU), which largely determines the reliability, economy, weight, size and vibration-noise characteristics of the AC and RMP. Therefore, among the areas of science and technology, work on the development and improvement of HCU, which involves a large amount of theoretical and experimental research, is important [5].

Nowadays autonomous air conditioners (AC) are widely used on ships with new principles of propulsion, where to reduce the weight and dimensions of power plant, auxiliary mechanisms and systems it is reasonable to use alternating current at a frequency of 400 Hz. One of the most difficult problems in creation of AC of these ships is development of HCU with electric motor at 400 Hz [5].

One of the tasks of designing hermetic compressor units (HCU) is to determine the main parameters (rated slip, maximum and initial starting torque) of the built-in electric motor, the knowledge of which allows, at the early stages of design of HCU, to set the parameters of mechanical characteristics of the developed electric motor. There are no reliable theoretical methods for solving this problem, and the practical recommendations for open (gland) machines are not applicable to HCU, distinguished by design features and specific operating conditions [1, 2].

Aim. The aim of the work is to develop a methodology for calculating the characteristics of a HCU in transient modes and to determine the parameters (rated slip, maximum and initial starting torque) of the electric motor under development.

Main material. The authors have developed a mathematical model to calculate the transient modes of the HCU depending on the design and operating conditions, to estimate and specify the parameters of the mechanical characteristic of the built-in electric motor.

The mathematical model and calculation of the transient modes of the HCU is based on the following basic assumptions and assumptions: 1. Suction pressure (p_s) and discharge pressure (p_d) are constant, i.e. p_s = const, p_d = const. 2.The thermodynamic system is homogeneous, i.e. the gas pressure is constant at all points in the suction (p_s) and discharge (p_d) side of the HCU cavities at any given time. The simultaneity of changes in refrigerant parameters over the entire volume is maintained.3. The continuity of the medium is respected, i.e. $l / L << 1$ (here l is the free path length of the molecule; L is the characteristic size of the system). 4. The change in potential and kinetic energy of the gas is negligibly small. 5. There is no heat exchange between the gas and the walls of the cylinder. 6. The discharge process ends at an angle of rotation φ = 0° (360°) and the suction process ends at an angle of rotation φ = 180°. 8. The change in the amount of gas in the cylinder occurs: during compression due to leakage through the piston-cylinder gap (hereinafter referred to as leakage), during discharge due to leakage and outflow of gas through the discharge valve, during suction due to leakage and inlet of gas through the suction valve. 9. It is assumed that when pressure equalises in the cylinder and in the suction (discharge) cavity, the suction (discharge) valve opens momentarily.

The model is based on the equation of motion of the machine unit, which, for HCU, can be written with a fair degree of accuracy as [3].

$$M_D - M_R = I_r \frac{d\omega}{d\tau}. \quad (1)$$

where M_D - torque developed by the driving forces (electric motor); M_R - torque spent on overcoming useful and harmful resistances of the compressor; I_r - reduced moment of inertia of masses driven in motion; ω - angular velocity; τ - time.

Equation (1) can only be solved when the motor torque and drag torque are known functions of rotation speed, i.e. $M_D = f_1(\omega)$ and $M_R = f_2(\omega)$. Since the drag torque of a piston HCU is a function of the rotation angle $M_R(\varphi)$ and the driving force torque for an electric motor is a function of the angular velocity $M_D(\omega)$, equation (1) can be solved, for example, numerically.

The result is a system of equations describing the operation of the HCU in starting modes and establishing relationships of the form:

$$M_D = f_1(\omega, \omega_0, M_m, s_s, s_{ns}, a, M_S, \beta_1, \beta_2, \omega_c, U_{ph}); \quad (2)$$

$$M_R = f_2(\varphi, \Delta\varphi, D_p, S, a_d, I_{red}, \lambda, \Delta, L, \mu, w_p, j_p, p_d, p_s, p_{f.m}, M_{f.r}, p_{beg}, t_{beg}, \varphi_{beg}), \quad (3)$$

where ω_0 - synchronous angular speed of electric motor; M_m, s_s, s_{ns} - critical (maximum) moment developed by electric motor and corresponding to it slip, nominal slip; M_S - starting moment of electric motor; a, β_1, β_2 - dimensionless parameters of electric motor mechanical characteristic depending on active and reactive resistance of stator and rotor winding phases; ω_c, U_{ph} - angular frequency and amplitude value of phase voltage; φ, $\Delta\varphi$ - angle of shaft rotation and angle increment (step of integration); D_p, S - diameter and stroke of piston; a_d - relative volume of dead space; λ - ratio of piston stroke to the doubled length of connecting rod; I_{red} - reduced moment of inertia; Δ - radial clearance between piston and cylinder; L - piston length to oil wiper groove; μ - coefficient of dynamic viscosity of gas (steam); w_p, j_p - piston speed and acceleration; p_d, p_s - discharge and suction pressure; $p_{f.m}$, $M_{f.r}$ - average friction pressure of progressively moving parts (piston, connecting rod part) and average friction torque of rotation; p_{beg}, t_{beg}, φ_{beg} - gas pressure and temperature in the cylinder and shaft angle of rotation (piston position) at the beginning of calculation.

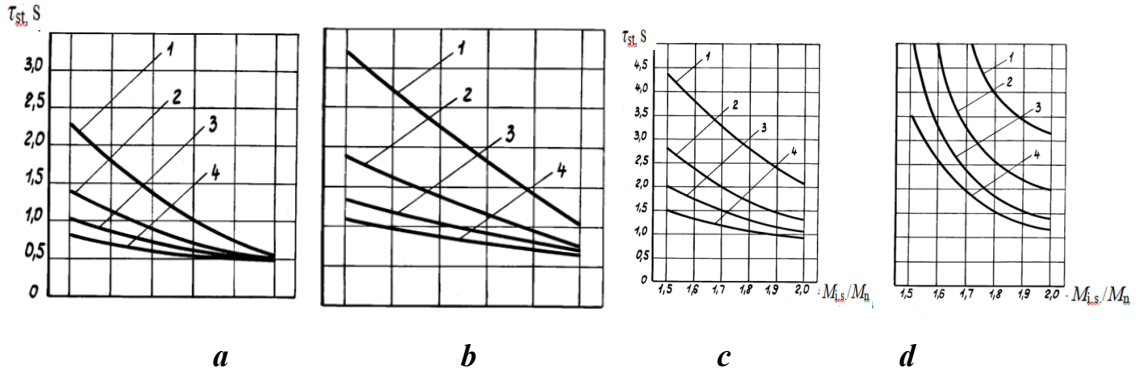
In order to verify the adequacy of the model, the results of calculation of transient modes of HCU were compared with the experimental data. The comparison allows us to conclude that this

mathematical model accurately reflects the physical essence of the processes that occur during HCU start-up.

To evaluate the starting characteristics of the HCU, a graph is calculated and plotted showing the dependence of the starting time τ_{st} on the multiplicity of the initial starting torque $M_{i.s.}/M_v$ of the built-in electric motor at different piston-cylinder clearances 2Δ, rated and undervoltage of the supply network. The calculation is carried out for several maximum (critical) torque values of the built-in electric motor in order to select a rational variant.

On fig. 1 shows such dependences for the compressor unit KHGV-14 (two-cylinder, cylinder diameter 50 mm, stroke 24 mm, speed 66,7 s^{-1} at frequency 400 Hz) at a multiple of maximum moment of the built in electric motor, equal to 2,5. Starts were calculated at temperatures t_0 = 10 ºC, t_c = 55 ºC. A position of pistons before start-up was chosen taking into account the most probable range of angles at stopping of HCU [4]. The start-up was considered successful if its time did not exceed 5 s.

It can be seen from the graphs that the start-up time is virtually independent of the value of 2Δ when the motor torque is significantly higher than the motor resistance torque (Fig. 1, a, multiplicity of starting torque 2) at nominal mains voltage. As the torque decreases (with decreasing electrical voltage and $M_{i.s.}/M_v$) the start-up time depends significantly on the value of 2Δ, which is confirmed experimentally. It can be seen from Fig. 1, that with a minimum gap of 12 micron and a voltage of 10% below the nominal voltage (normally a greater voltage drop is not observed on courts) the KHGV-14,0 starts up with a multiple of $M_{i.s.}/M_n$ = 1,5 (Fig. 1, c). When the voltage drops to 0,85U_n, the required multiplicity $M_{i.s.}/M_n$ should be increased to 1,9 ... 2.



a ***b*** ***c*** ***d***

Fig.1. Dependence of start-up time τ_{st} of compressor unit KHGV-14 on multiplicity of initial starting torque ($M_{i.s.}/M_n$) of the built-in electric motor (multiplicity of maximum torque equals 2,5):

a - nominal supply voltage $U = U_н$; ***b*** - U = 0,95$U_н$; ***c*** - U = 0,9$U_н$; ***d*** - U = 0,85$U_н$;

1 - diameter gap 2Δ = 12 micron; 2 - 16 micron; 3 - 20 micron; 4 - 25 micron

Conclusions. The parameters of the built-in electric motor (rated slip, maximum and starting torque) determine the volumetric and energy performance, temperature level and durability of the hermetic compressor. Therefore, when designing the latter, due consideration should be given to the choice of electric motor.

The developed mathematical model of transient modes of one- and two-cylinder HCU allows to calculate and estimate parameters of mechanical characteristics of designed electric motors from operating conditions and design features of HCU. The calculated starting characteristics for HCU with 400 Hz power supply are presented.

REFERENCES

[1] Redkozub B.D., Dorosh V.S. Study of starting mode of the hermetic piston compressor/ B.D. Redkozub // Cooling technology. – 1971. – № 3. –. P. 24–27.
[2] Yakobson V.B. Malyye kholodil'nyye mashiny [Small refrigeration machines] / V.B Yakobson. – M: Food Industry, 1977. – 368 p.
[3] Plastinin P.I. Piston compressor theory and calculation / P.I. Plastinin. – M: Agropromizdat, 1987. – 271 p.
[4] Dorosh V.S. Determination of mechanical and electrical losses of high-speed piston hermetic compressors / V.S. Dorosh, U.V. Zakharov, V.A. Redkin // Heat and cold engineering. Collection of scientific Paper. – Nikolaev: NSI, 1988. – P. 3 – 14.
[5] Dorosh V.S. Determination of parameters during transient operations (start and stop) of ship hermetic compressor units / V.S. Dorosh // Innovations in shipbuilding: Proceedings of the international scientific and technical conference: – Mykolayiv: NUS, 2010. – P. 289 – 291.

УДК 621. 51

ELECTRICAL LOSSES OF HERMETIC COMPRESSOR UNITS FOR MARINE AIR CONDITIONING

Olena V. Lytosh
Ph. D., associate professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, Ukraine
olena.lytosh@nuos.edu.ua

Abstract. Special studies have been carried out that evaluate the electrical losses of hermetic compressor units for marine air conditioning. Experiments were carried out in a certain sequence. The electrical losses of the hermetic compressor units (HCU) were estimated from the efficiency of the built-in electric motors of the high-speed compressors. It has been experimentally established that the efficiency of built-in electric motors of the high-speed (shaft rotation frequency 50 rps and more) HCU of ship air conditioning equipment, operating in the power range of 0,7 ... 1,2 nominal, practically coincide with the test results of these electric motors under uniform electromagnetic load, brake, in contrast to the built-in HCU motors of the same performance, but with a shaft rotation of 25 rps, in which the efficiency is reduced.
Keywords: hermetic compressor unit (HCU), experiment, electrical losses, efficiency, electric motors, shaft rotation frequency.

Introduction. The main characteristics of the hermetic compressor unit (HCU) largely depend on the built-in electric motor. In turn, the indicators of the built-in electric motor significantly depend on the characteristics HCU, with which it has a common shaft, housing and casing. Majority HCU – these are one- and two-cylinder machines, characterized by a significant uneven change in load (opposing moment). At HCU with shaft rotation frequency 25 rps this causes a large ripple in the built-in motor torque, which leads to a decrease in its efficiency and therefore worsens energy performance HCU.

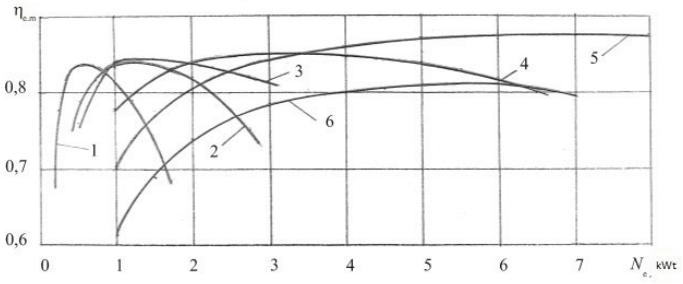
Aim. With an increase in shaft rotation frequency HCU с 25 до 50 rps the moment of inertia of an HCU with the same performance is reduced by about 1,3 times. However, given that the kinetic energy of the rotating masses increases fourfold, as a result, its reserve increases more than threefold. In this case, a reduction in the torque fluctuation of the electric motor should be expected, which should affect the efficiency of the electric motor. To assess this influence, special studies have been carried out.

Main material. The experiments were carried out in the following sequence. Before being incorporated into compressor units, electric motors were tested under uniform load with an electromagnetic brake in accordance with the regulatory documents. At the same time, the power consumption was determined N_e, consumed current I_f, efficiency $\eta_{e.m.}$, torque $M_{e.m.}$, mechanical characteristics were built.

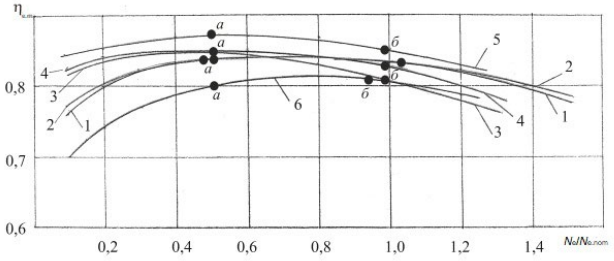
The electrical losses of the HCU were estimated from the efficiency of the built-in electric motors of the compressors of the type FGV, having shaft rotation frequency n = 50 rps: N_e = 0,75 kWt (FGV -2,2); 2 − 1,5 kWt (FGV -4,5); 3 – 2,2 kWt (FGV -9,0); 4 – 4 kWt (FGV -14,0); 5 – 7,5 kWt (FGV -28,0); 6 – 5,5 kWt (KHGV -14,0, n = 67 rps).

The dependence of the efficiency of electric motors on the power consumption N_e is shown in Fig. 1. Here N_e / $N_{e.\,nom}$ – the ratio of the power consumed in this mode N_e to power $N_{e.\,nom}$, consumed at nominal operating mode HCU (at t_0 = 5 °C, t_c = 40 °C).

The curves (see Fig. 1, ***b***) indicate points **a** and **b**, characterizing the calculated power consumption at the minimum (in mode t_0 = –10 °C, t_c = 30 °C) and maximum (in mode t_0 = 10 °C, t_c= 50 °C) loads. The graphs show that in this interval the power changes by a factor of 1,5 or more.



a



b

Fig. 1. Efficiency dependence of built-in electric motors $\eta_{e.m.}$ on power consumption N_e (*a*) and its relation to rated power $N_e/N_{e.nom}$ (*b*):

1 – N_e = 0,75 kWt (FGV-2,2); 2 − 1,5 kWt (FGV -4,5); 3 – 2,2 kWt (FGV -9,0); 4 – 4 kWt (FGV -14,0); 5 – 7,5 kWt (FGV -28,0); 6 – 5,5 kWt (KHGV -14,0)

As studies have shown, the most desirable type of characteristic of the built-in electric motor in the working area (between points **a** and **b**) − it is a flat curve with a maximum $\eta_{e.m.}$ in the power

range 0,7…0,9 nominal, where the cooling conditions for the electric motor are somewhat worse. Most of the curves shown in the graph meet this condition.

After testing under uniform load (electromagnetic brake), the electric motors were assembled with the compressors into a single unit, built into hermetically sealed casings and tested on a calorimetric stand, and on three units (FGV -2,2; FGV -14 and KHGV -14) carried out indexing and determined the efficiency of the built-in electric motor $\eta_{e.m.}$.

In Fig. 2 the dependence of the $\eta_{e.m.}$ of the tested HCUs on their operating mode is presented (relations p_{dis}/p_{suc}). The test results of electric motors as part of the compressor unit were compared with the experimental data at uniform load (Fig. 3). The figure shows that the efficiency of the built-in electric motors $\eta_{e.m.}$ in the working range of relations $N_e/N_{e.nom}$ 0,7...1,2 practically coincide with the test data of electric motors under uniform load.

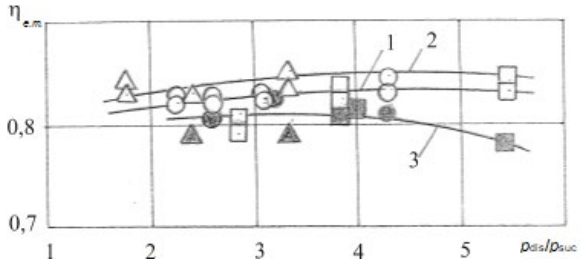


Fig. 2. Dependence of the efficiency of the electric motor $\eta_{e.m.}$ from the operating mode (relations p_{dis}/p_{suc}) compressor units**:**

1 – FGV -2,2; 2 − FGV -14,0; 3 − KHGV -14,0; ▲, Δ – t_c = 30 ºC; ●, ○ – t_c = 40 ºC; ■, □ – t_c = 50 ºC

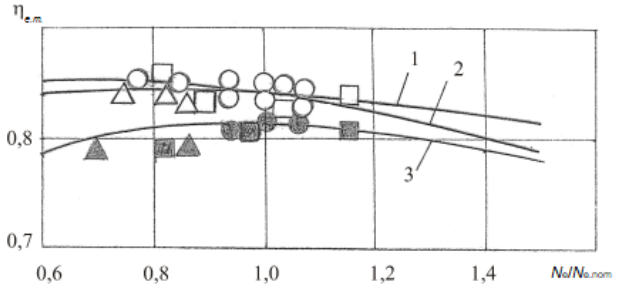


Fig. 3. Dependence of efficiency of electric motors $\eta_{e.m.}$ from the ratio of power consumption to nominal $N_e/N_{e.nom}$ compressor units:

1 – FGV -2,2; 2 − FGV -14,0; 3 − KHGV -14,0; solid line - constant load tests;

▲, Δ − tests as part of a compressor unit at t_c = 30 ºC; ●, ○ − the same for t_c = 40 ºC; ■, □ – the same for t_c = 50 ºC

Conclusions. It has been experimentally established that the efficiency of built-in high-speed electric motors (shaft rotation frequency 50 rps and more) HCU ship air conditioning equipment, operating in the power range of 0,7 ... 1,2 nominal, practically coincide with the test results of these electric motors under uniform electromagnetic load, brake, in contrast to the built-in HCU motors of the same performance, but with a shaft rotation of 25 rps, in which the efficiency is reduced.

REFERENCES

[1] Yakobson V.B. Malyye kholodil'nyye mashiny [Small refrigeration machines] / V.B Yakobson. – M: Food Industry, 1977. – 368 p.

[2] Redkozub B.D. Issledovanie vliyaniya dinamicheskih faktorov na harakteristiki holodil'nyh germetichnyh porshnevyh kompressorov: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: 194 [Study of the influence of dynamic factors on the characteristics of refrigeration hermetic reciprocating compressors: Ph.D. dis. cand. tech. Sciences: 194] / B.D Redkozub; OTIKhP. – Odessa, 1970. – 32 p.

[3] GOST 11828−86. Mashiny elektricheskie vrashchayushchiesya. Obshchie metody ispytanij (s Izmeneniyami № 1,2).[Rotating electrical machines. General test methods (with Amendments No. 1, 2).] / M: Standards Publishing House, 1986. – 43 p.

УДК 621.57

ЕФЕКТИВНІСТЬ І ПРОБЛЕМИ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ РЕСОРБЦІЙНИХ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРІВ

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. Ресорбційні термотрансформатори, що працюють на розчинах зі змінною температурою в апаратах можуть значно підвищити термодинамічну ефективність процесів охолодження наближенням циклу до трикутного. Зменшення стиску пари дає можливість використання високоефективних турбокомпресорів або тепла ВЕР невисокої температури. Для практичного застосування основною проблемою є досягнення еквідистантності зміни температур між потоками в процесах теплообміну.

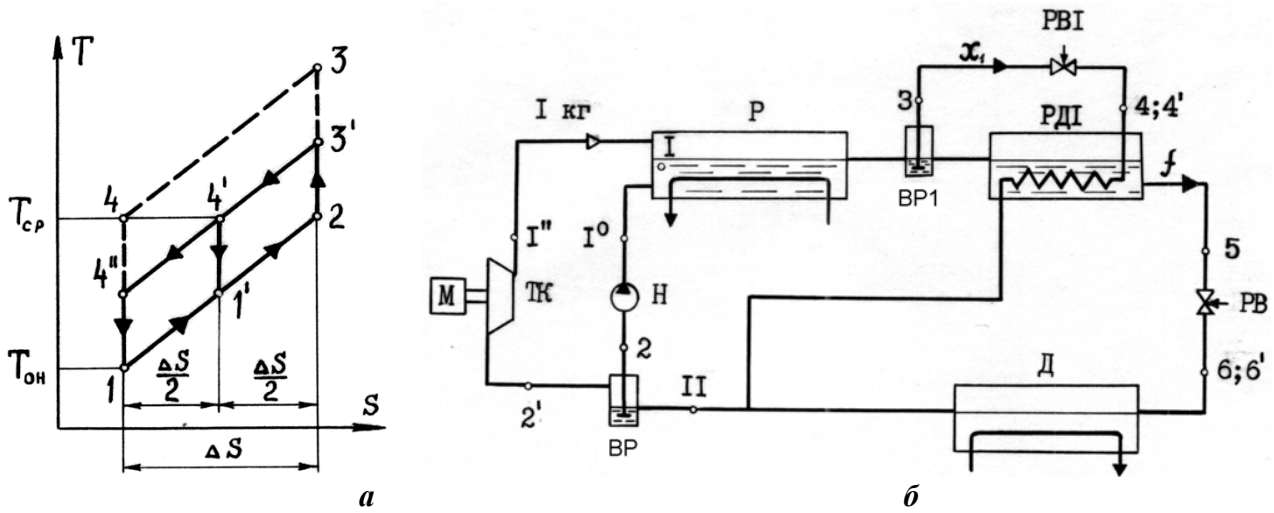
Ключові слова: ресорбційний термотрансформатор, охолодження, трикутний цикл, ступінь, еквідистантність зміни температур.

Ресорбційна ступінь, в якій конденсатор і випарник замінено відповідно на ресорбер і дегазатор, вперше була запропонована в 1913 році Озенбрюком для зменшення тиску в аміачній холодильній машині з механічним компресором [1, с.157]. Разом з компресором ця ступінь утворює термотрансформатор, який отримує при дегазації тепло холодного джерела і віддає його при ресорбції з вищою температурою охолоджуючої води, наприклад, для опалення. Альтенкірх замінив механічний компресор «термохімічним», який використовує теплову енергію [2, с. 135].

Мартиновський В.С. і Шнайд І.М. довели, що трикутний цикл Лоренца одною умовою якого є змінна температура охолоджуючого робочого тіла від низької до навколишнього середовища, а другою - постійна при відведенні тепла в навколишнє середовище збільшують коефіцієнт перетворення в два рази порівняно з циклом Карно [3, с.12-17]. Схема ж ресорбційної ступені Озенбрюка містила теплообмінник міцного і слабкого розчинів, тому інтервал температур охолоджуючого розчину в дегазаторі був обмежений.

Ресорбційна ступень без теплообмінника розчинів дозволяє повністю виконати першу умову. Для виконання другої умови, тобто зменшення інтервалу температур відведеного тепла і збільшення таким чином термодинамічної ефективності циклу (наближенням до трикутного) запропоновано після ресорбера, тепло від якого відводиться в навколишнє середовище,

продовжити процес ресорбції при змінній температурі нижче навколишнього середовища в послідовно включених ступенях протитокових ресорбційно-дегазаторних теплообмінників. В кожному з них частка розчину відбирається з теплого перерізу ресорбційної порожнини і дроселюється в холодний переріз дегазаційної порожнини. На рис. 1, *а* приведено ідеальний цикл (1-2-3′-4″-1), в якому 4′-4″ - охолодження ступінею 1′-2-3′-4′-1′, а 1-2-3-4-1 – без ступені. На рис. 1, *б* - принципова схема реалізації термотрансформатора з одною ступінею підвищення концентрації розчину [4].



а *б*

Рис. 1. Ідеальний одноступінчастий цикл (*а*) та принципова схема його реалізації (*б*): Р – ресорбер; Д – дегазатор; РД1 – ресорбер-дегазатор ступені 1; Н – насос; ТК – турбокомпресор; РВ – регулюючий вентиль

За таким принципом донасичення розчину агентом кількість ступенів не обмежується. При збільшенні їх кількості цикл наближається до трикутного при одночасному зниженню стиску пари в компресорі.

В ресорбційних термотрансформаторах з абсорбційно-генераторним контуром зменшення ступеню стискання пари дозволить використовувати для кипіння розчину в генераторі теплову енергію, наприклад ВЕР невисокої температури, що може дати значний економічний ефект і сприятиме енергозбереженню.

У деяких країнах ресорбційні термотрансформатори уже знайшли використання. Так у Франції в інституті нафти розроблені блочні водоаміачні абсорбційно-ресорбційні термотрансформатори, які використовують тепло ВЕР з температурою 75...100°С [5, 6].

Але в Україні ще не знайшли використання ресорбційні термотрансформатори з-за ряду технічних проблем, які необхідно вирішити.

Метою дослідження є виявлення і аналіз основних науково-технічних проблем, які необхідно вирішити для практичного використання ресорбційних охолоджуючих термотрансформаторів.

Так, при випробуваннях охолоджуючого водоаміачного термотрансформатора з поршневим компресором виявлено конденсацію пари в картері прямоточного компресора. Причиною конденсації була низька його концентрація і недостатньо низька температура. Для усунення цього розроблено методику теплового розрахунку циклу і конструкцію дегазатора з відбором пари із холодного перерізу дегазатора з протитоком пари і розчину. У верхній переріз вертикального дегазатора дроселювався міцний розчин і з цього ж перерізу холодна пара направлялася в компресор щоб її температура була нижче температури конденсації її в картері. Це незначно зменшило холодопродуктивність циклу, але не дало можливості конденсації пари в картері компресора з-за її не охолодження, а підігріву.

Другою причиною нестабільної роботи термотрансформатора були зриви в роботі насосу для подачі розчину в ресорбер. Розчин після дегазаторів має температуру нижче навколишнього середовища, тобто температури деталей самого насоса, тому в насосі слабкий розчин підігрівається, а окрім цього на його робочих елементах виникають розрідження. Під дією розріджень і теплоти деталей насоса розчин періодично закипає, що призводить до зривів подачі слабкого розчину з дегазаторів у ресорбер.

Усунути цей недопік можна охолодженням насосу паром, який направляється з холодного перерізу дегазатора в компресор.

Третя, ще не вирішена причина порушення режиму роботи термотрансформатора є нееквідистантність потоків в протитокових теплообмінних апаратах. Розрахункові температурні напори вибрані на кінцях апаратів можуть змінюватися по довжині апаратів до від'ємних величин, в результаті чого установка на практиці не буде працювати в заданому режимі. Причина тому, що теплота пароутворення і ресорбції розчину залежить не тільки від тиску, а й від параметру, який вибирається вільно – концентрації розчину, що впливає на характер зміни температури від переданої теплоти.

На еквідистантність потоків у протитокових апаратах можуть впливати вибір агентів і абсорбентів, вибір концентрації міцного розчину і числа ступенів насичення розчину та відношення тиску ресорбції до тиску дегазації. Всі ці фактори потребують подальших досліджень для вирішення проблем впровадження ресорбційних термотрансформаторів. Однією з перспектив досягнення результату є збільшення числа ресорбційно-дегазаторних ступенів до зменшення відношення тисків ресорбції і дегазації, яке буде відповідати мінімальним змінам температурного напору залежно від переданого тепла.

Таким чином вирішення проблем з температурним напором буде сприяти наближенню термодинамічного циклу охолоджуючого термотрансформатора до найбільш ефективного – трикутного і дозволить використовувати для стиску пари в ньому високоефективні турбокомпресори або теплоту джерел низького температурного потенціалу, що сприятиме енергозбереженню в сучасних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Блиер Б.М., Вургафт А.В. Теоретические основы проектирования абсорбционных термотрансформаторов. М.: Пищевая промышленность, 1971. 203 с.

[2] Бадылькес И.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины. М. : Пищевая промышленность, 1966. 356 с.

[3]. Мартыновский В.С., Шнайд И.М. Термодинамический анализ обратного цикла Лоренца // Холодильная техника и технология. К. : Техника, 1966. Вып. 3. - С. 12-17.

[4] А.с. СССР №1103054, кл. F25B 1/00, F25B 15/12. Холодильная установка / Одесский технолог. ин-т холод. пром-ти; В.Я. Ошовский, А.Г. Дергачёв. - Заявл. 20.05.83; Опубл. 15.07.84, Бюл. № 26. – 3 с.

[5] Cohen G., Salvat J., Rojey A. Entopie 84, 1978. PP.31-37.

[6] Cohen G., Salvat J., Rojey A. Proceedings of the 14th International Energy Conversion Conference, Boston, Vol.2, 1979. PP.1720-1724.

Efficiency and problems of practical application of resorption thermal transformers

Oshovskyi Viktor Yakiv

Pervomaisk Educational and Scientific Institute of National Shipbuilding University named after admiral Makarov.

Abstract. Resorption thermotransformers working on solutions with a variable temperature in devices can significantly increase the thermodynamic efficiency of cooling processes by bringing the cycle closer to a triangular one. A reduction in steam compression makes it possible to use highly

efficient turbocompressors or low-temperature HPP heat. For practical application, the main problem is achieving equidistant temperature changes between flows in heat exchange processes.
Keywords: resorption thermotransformer, cooling, triangular cycle, degree, equidistant temperature change.

УДК 621.517: 62-717

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ КОНТАКТНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ СУДНОВИХ ДВЗ

Кобалава Галина Олександрівна
к.т.н., доцент кафедри теплотехніки,
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна
g.lavamay@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0634-5814

Анотація. В роботі проведено аналіз систем водорозпилення та розроблено схему удосконалення систем повітряного охолодження суднових двигунів, що полягає у використанні упорскування води в термопресор. Ця схема дозволяє знизити температуру наддувного повітря до 50...67 градусів, збільшити відносний приріст тиску повітря на виході з термопресора на 2...10% і відповідно знизити потужність турбокомпресора двигуна.
Ключові слова: термопресор, питома витрата палива, охолодження повітря.

На двигунах з наддувом одним з шляхів підвищення потужності є охолодження наддувного повітря, яке тим ефективніше, чим вищий рівень підвищення тиску в компресорі π_c. Поряд із зниженням теплових втрат та підвищенням механічного ККД (підвищення потужності без підвищення рівня тиску) охолодження наддувного повітря також сприяє зниженню питомої витрати палива [1, 2].

Для охолодження наддувного повітря в сучасних дизелях можуть застосовуватись різні способи охолодження: поверхневе, випарне, водоконтактне, турбодетандерне, охолодження із застосуванням вихрового ефекту.

Для підвищення ефективності поршневого циклу ДВЗ застосовують різні схеми безпосереднього впорскування води. В конструкціях фірми Wârtsilâ використовувалася система Combustion Air Saturation System (CASS) для насичення повітря для горіння. Це рішення забезпечило зниження NOx до 3г/(кВт·год) [3].

Щоб зменшити викиди NOx, компанія MAN досліджувала можливість зволоження наддувного повітря. Для цього німецька компанія Munters Euroform розробила систему Humid Air Motor (HAM), що дозволяє підвищити вологість повітря до 99%. Тестування системи показало, що у робочому режимі NOx знижується на 70–80%. Автори пояснюють це тим, що підвищений вміст пари в наддувному повітрі знижує температурні піки в камері згоряння [2].

Для цілей контактного охолодження наддувного повітря (до входу в компресор і при стисканні в компресорі), а також екологічного зволоження наддувного повітря на вході в циліндри ДВЗ (з метою зменшення емісії оксидів азоту NOx) запропоновано спосіб тонкого розпилення води в наддувному повітрі термопресором, тобто безпосередньо у теплообміннику – термопресорі, завдяки турбулізації потоку при високих швидкостях потоку (число Маха M = 0,60...0,85) і зменшення розмірів крапель у результаті випаровування. Це виключає необхідність застосування складних систем розпилення форсунками, розміщеними в усьому перерізі потоку.

Схема з використанням термопресора у якості охолоджувача наддувного повітря основного турбокомпресора представлена на рис. 1. Повітря всмоктується одноступеневим турбокомпресором і стискається до меншого тиску, ніж тиск на вході в циліндри ДВЗ. Після цього повітря з високою температурою і тиском поступає на випарне охолодження в термопресор. При цьому за рахунок ефекту термогазодинамічного стиснення температура повітря значно знижується, а тиск підвищується до необхідної величини, що відповідає на вході двигуна. Остаточне зниження температури здійснюється в охолоджувачі наддувного повітря.

Для визначення робочих характеристик термопресора та основних параметрів роботи двигуна було розроблено програмний комплекс, заснований на відомих методиках розрахунку термопресорних пристроїв [4, 5], а також з урахуванням особливостей процесу контактного охолодження наддувного повітря двигуна.

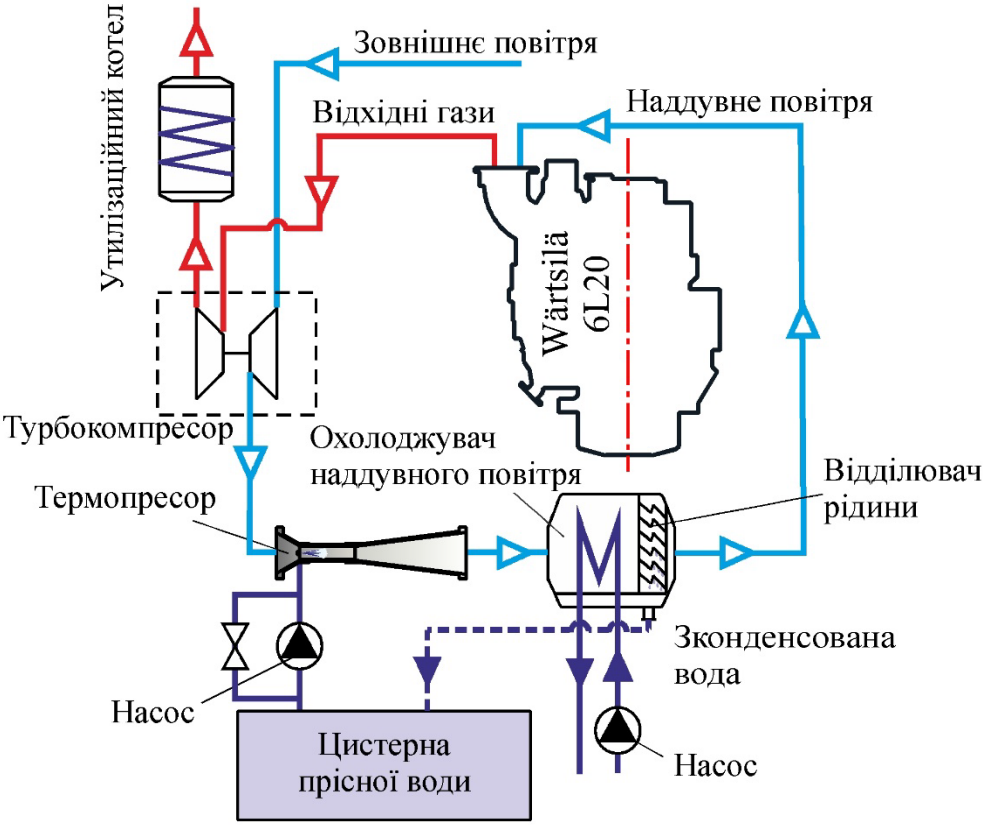


Рис. 1. Система охолодження середньообертового головного суднового двигуна

Розрахунок термопресорної системи виконано для головного суднового середньообертового двигуна фірми Wârtsila (Фінляндія) марки 6L20 (N_e = 1200 кВт, n = 1000 хв$^{-1}$).

Отримані параметри повітря на виході з термопресора відповідають рекомендованим виробником для даного типу двигуна, згідно з якими температура наддувного повітря після охолоджувача наддувного повітря не повинна перевищувати 50...70 °С.

Таким чином застосування термопресора для охолодження наддувного повітря дозволяє скоротити потужність на привід компресора на ΔN_c = 1…2 кВт (0,5…1,5 %) для швидкості повітря на вході в робочу камеру термопресора M = 0,35. А при швидкості повітря на вході у випарну камеру M = 0,85 зниження потужності на привід компресора становить ΔN_c = 7…21 кВт (13,0…17,5 %) (рис. 2).

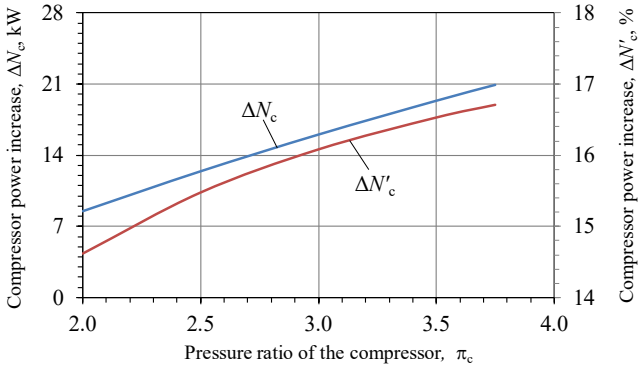


Рис. 2. Залежність зміни потужності турбокомпресора ΔN_c, $\Delta N'_c$ від ступеня підвищення тиску в турбокомпресорі π_c при числі Маха M = 0,85

Охолодження наддувного повітря термопресором забезпечує зменшення потужності, яку споживає компресор і, відповідно, відбувається зростання потужності ДВЗ. Так, застосування термопресора в системах охолодження наддувного повітря дозволяє знизити потужність, що споживається компресорами, на 1–17%, тим самим збільшивши потужність двигуна внутрішнього згоряння до 1%.

Висновки. Запропоновано принцип охолодження наддувного повітря ДВЗ із одночасним підвищенням тиску – ефект термопресії (термогазодинамічна компресія), що дозволяє знизити витрати потужності штатного турбокомпресора за умови збереження сумарного ступеню стиснення π_c.

Застосування термопресора в системах охолодження наддувного повітря дозволяє знизити потужність, що споживається компресорами, на 1–17%, тим самим збільшивши потужність двигуна внутрішнього згоряння до 1%.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Iyer A. A., Rane I. P., Upasani K. S., Bhosale Y. P. Gawande, S. H. (2017). Experimental Study on the Effect of Water Injection in an Internal Combustion Engine. *International Review of Mechanical Engineering*, No. 11(6), 379-386.

[2] Lausoh W., Dietl V., Fleischer W. (1994). Low engine Fuel Consumption and Low NOx Emission. Incompatible Opposites. *Wartsila Diesel Group. Marine News*. No. 12, 35-40.

[3] Wartsila 46. (2008). Technology review. Wartsila Corporation.

[4] Konovalov, D., Radchenko, M., Kobalava, H., Radchenko, A., Radchenko, R., Kornienko, V., & Maksymov, V. (2021). Research of characteristics of the flow part of an aerothermopressor for gas turbine intercooling air. *Proc. of the Inst. of Mech. Eng., Part A: Journal of Power and Energy*. Vol. 236(4), pp. 634-646.

[5] Kobalava H., Konovalov, D., Radchenko, R., Forduy, S., & Maksymov, V. (2021). Numerical Simulation of an Aerothermopressor with Incomplete Evaporation for Intercooling of the Gas Turbine Engine. Kobalava H. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering, ICTM 2020. Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 188, pp. 519-530.

Improvement of contact air cooling systems of marine engines

Halina Kobalava

Admiral Makarov National University of Shipbuilding Kherson Educational-Scientific Institute

Water spray systems were analyzed in the paper and a scheme for improving the air-cooling systems of ship engines was developed. This scheme consists in the water injection use into a thermopressor, which allows to reduce the charge air temperature to 50...67 degrees, increase the relative increase in air pressure at the outlet of the thermopressor by 2...10% and, accordingly, reduce the power of the engine turbocharger.

Keywords: Thermopressor, Specific Fuel Consumption, Air Cooling.

УДК 621.574

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ЗАМІНІ ТЕРМОСТАТИЧНОГО РОЗШИРЮВАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯ НА ЕЛЕКТРОННИЙ

Шевченко Е.В., Кулеш Г.О., Сорокін Р.Р., Хлієва О.Я.
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса, Україна
khliyev@ukr.net

Розглянуто доцільність заміни термостатичного розширювального вентиля на електронний (ЕРВ). Показано, що за рахунок підтримки «плаваючої» температури конденсації можна підвищити холодильний коефіцієнт суднового кондиціонера повітря та холодильної машини провізійних камер. Доцільність зменшення перегріву холодоагенту в випарнику при встановленні ЕРВ потрібно розглядати сумісно з вирішенням питання використання регенеративного теплообмінника.

Ключові слова: холодильний коефіцієнт, енергоспоживання електронний регулюючий вентиль (ЕРВ)

Підвищення енергетичної ефективності суднової холодильної техніки є пріоритетним напрямом при її переведенні (ретрофіті) на використання альтернативних холодоагентів з низьким потенціалом глобального потеплення. Вибір альтернативного холодоагенту зазвичай базується на результатах термодинамічного аналізу холодильного циклу на різних робочих тілах з близькою температурою кипіння. Але необхідністю виконання процедури ретрофіту можна використати для додаткового модернізування холодильної системи з метою підвищення її енергетичної ефективності.

Правильний підбір компонентів холодильної системи дуже важливий для її нормальної та ефективної роботи, а вибір регулюючого пристрою для підтримки потрібної подачі холодоагенту у випарник і, як наслідок, певного тиску кипіння, грає провідну роль. В суднових холодильних системах найбільше поширення знайшли термостатичні розширювальні (терморегулюючі) вентилі (ТРВ). Однак, незважаючи на надійну конструкцію та навіть при високий якості їх виготовлення, механічні ТРВ не позбавлені недоліків. К деяким з них можна віднести: досить вузький допустимий діапазон зміни продуктивності (зазвичай нижня межа становить 50…60% від максимального значення); робота при постійному перегріві парів холодоагенту перед компресором, автоматична зміна перегріву неможлива; ефективна та надійна робота лише до певного мінімального перепаду тиску на ТРВ.

Останні роки як виробниками компонентів холодильних систем [1], так и науковцями [2, 3], активно пропонується використання замість ТРВ електронного розширювального вентиля (ЕРВ) у різних типах холодильних систем. Наявні публікації, де розглядається навіть заміна капілярної трубки на ЕРВ в побутових холодильних приладах [2]. Причому в відзначеній роботі стверджується, що подібне модернізування побутового холодильника при правильному підборі ЕРВ сприяє зниженню споживання електроенергії на 4-9 %. В роботі [3] виконане експериментальне дослідження можливості енергозбереження системою кондиціювання повітря при застосування в неї ЕРВ (експеримент проводився тривалий час в різні пори року при періодичному включенні в роботу або ТРВ, або ЕРВ, які були встановлені у паралелі). Показано, що енергоспоживання кондиціонером повітря при застосуванні ЕРВ замість ТРВ знижується на 2-20 % (в залежності від темперами навколишнього повітря). Причому біль суттєве зменшення енергоспоживання характерно для холодного періоду (низька температура конденсації). Автори [3] пояснють отримані результати наступним: при використанні ЕРВ у порівнянні з ТВР підтримується менший перегрів холодоагенту на виході з випарника; спостерігається більш стабільна робота усієї системи; підтримується вища масова витрата

холодоагенту при низькому тиску конденсації (у цих ситуаціях ТРВ працює у режимі «вмикання-вимкнення», тоді як ЕРВ працює більш стабільно).

Виходячи з вищезазначеного, було теоретично проаналізовано можливість застосування ЕРВ в судновій холодильній техніці з метою підвищення її енергоефективності за рахунок можливості роботи при змінній температурі конденсації та підтримки більш високої температури кипіння холодоагенту при підтримці мінімального перегріву парів у випарнику.

Традиційно, конденсатори суднових холодильних установок різного призначення охолоджуються прісною водою проміжного контору охолодження (рідше безпосередньо забортною водою). Таким чином, однією з особливостей роботи суднових холодильних установок є часта та швидка зміна температури води, що охолоджує конденсатор (що визначається зміною кліматичних умов знаходження судна). Зниження температури охолоджуючого середовища тягне за собою зниження температури конденсації, що негативно сказується на роботі ТРВ, тобто ступені заповнення випарника холодоагентом [4]. Так як ТРВ калібровані під диференціальний тиск, то якщо температура конденсації зменшується, пропорційно зменшується також подача рідкого холодильного агента до випарника (зменшується пропускна здатність ТРВ, та, як наслідок, зменшується продуктивність випарника). Внаслідок цього тиск випаровування може ще більше знизитися, що може спричинити порушення режиму функціонування: часті запуски/зупинки, зледеніння випарника та інше. Не зважаючи на те, що зниження температури конденсації холодоагенту теоретично призводить до підвищення енергоефективності холодильної машини (підвищується холодильний коефіцієнт термодинамічного циклу), в суднових холодильних установках застосовують підходи для підтримки тиску конденсації на певному рівні (не менш, ніж встановлене значення тиску конденсації).

Заміна ТРВ на ЕРВ буде сприяти можливості підтримки «плаваючої» температури конденсації (в залежності від зміни температури забортної води та, як наслідок, охолоджуючої води) при стабільній роботі випарника. Виконано теоретичний аналіз холодильного циклу для суднового кондиціонера повітря (t_0=7,2 °С) та для холодильної машини провізійних камер (t_0=-27 °С для випарника низькотемпературної камери). Параметри стану холодоагенту R404A приймалися за [5]. Для обох систем перегрів холодоагенту в випарнику прийнято 1 °С, переохолодженням рідкого холодоагенту - 5 °С (у регенеративному теплообміннику). Теоретичний холодильний коефіцієнт було розраховано при $t_к$=42,4 °С (за даними інструкцій з експлуатації обох систем), так додатково при $t_к$=35,0 °С (при зниженні температури води, що охолоджує конденсатор, на 7-8 °С). Показано, що для кондиціонера повітря холодильний коефіцієнт при зниженні температури конденсації збільшується з 5,84 до 8,03, а для холодильної машини – з 2,11 до 2,60. При цьому слід звернути увагу на те, що масова витрата холодоагенту через компресор не змінюється, тобто у першому наближенні пропорційно збільшенню холодильних коефіцієнтів очікується зменшення енергоспоживання компресорів. Але для більш коректної оцінки потенціалу енергозбереження планується виконати розрахунок енергоспоживання розглянутих систем при різних параметрах навколишнього середовища та температурах охолоджуючої води для конкретного обладнання систем.

Другою досить привабливою с точки зору енергозбереження перевагою застосування ЕРВ в судновій холодильній техніці є можливість підвищення температури кипіння холодоагенту за рахунок зниження ступеня перегріву парів холодоагенту в випарнику. ЕРВ може досить стабільно підтримувати ступень перегріву після випарника на рівні 3 °С (не менше 3 °С - безпечний рівень перегріву для компресора, у механічних ТРВ не менше 6...8 °С). Тобто можливе підвищення температури кипіння на 3-5 °С, що буде сприяти збільшенню холодильного коефіцієнта. Але таке рішення можливе для систем без регенеративного теплообмінника (в якому відбувається додаткове догрівання холодоагенту перед компресором за рахунок переохолодження рідини після конденсатора). Зазвичай в схемах з регенеративним

теплообмінником перегрів підтримується на рівні 1…2 °С та додаткової переваги з точки зору енергозбереження ЕРВ вже не дасть.

Але, при можливості модернізування холодильної системи під час її ретрофіту з причини заміни холодоагенту, перспективним є вирішення оптимізаційної задачі доцільності або недоцільності застосування регенеративного теплообміннику сумісно з ЕРВ. Причому тут можливий пошук оптимальних ступенів перегріву/переохолодження холодоагенту при використанні певних альтернативних робочих тіл з низьким потенціалом глобального потепління. Відзначені питання будуть вирішуватися авторами у подальшій роботі на прикладі конкретних суднових холодильних систем (система кондиціювання повітря та холодильна система провізійних камер) при наявності інформації о реальних температурах води, що подається на вхід конденсаторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горохов С., Поддерживаем оптимальный перегрев. Emerson Climate Technologies/ Copeland Europe

2. Knabben F. T., Ronzoni A. F., Hermes C. J. Application of electronic expansion valves in domestic refrigerators. *International Journal of Refrigeration.* 2020. Vol. *119*. P. 227-237.

3. Lazzarin R., Noro M. Experimental comparison of electronic and thermostatic expansion valves performances in an air conditioning plant. *International journal of refrigeration*. 2008. Vol. *31*(1). P. 113-118.

4. Колиев И.Д. Судовые холодильные установки: Учебное пособие. Одесса: Фенікс, 2009. 264 с.

5. Lemmon E. W., Bell I. H., Huber M. L., McLinden M. O., NIST Standard Reference Database 23: Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties-REFPROP, Version 10.0, NIST, Standard Reference Data Program, Gaithersburg, 2018

Analysis Of The Energy Efficiency Enhancement Of Marine Refrigeration Equipment By Replacing A Thermostatic Expansion Valve With An Electronic One

Shevchenko E., Kulesh H., Sorokin R.R., Khlieva O.Ya.

National University "Odessa Maritime Academy", Odesa, Ukraine

The practicability of replacing a thermostatic expansion valve with an electronic one (EEV) was considered. The maintenance of a "floating" condensing temperature contributes to increasing the coefficient of performance of the both ship's air conditioner and the refrigeration plant of provision chambers. The practicability of reducing the refrigerant superheating in the evaporator in a plant with EEV should be considered together with the practicability of utilizing in it a regenerative heat exchanger.

Keywords: coefficient of performance (COP), energy consumption, electronic expansion valve (EEV)

Секція 5. ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА І ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

УДК 504.53

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ *BACILLUS* У КОМБІНАЦІЇ З ФУЛЬВОКИСЛОТАМИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСІВ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ НАФТОПРОДУКТІВ

Трохименко Г.Г., *д.т.н, професор, завідувачка кафедрою екології та природоохоронних технологій,*
Недорода В.М., *аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій,*
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, Україна
nedorodavlad@gmail.com

Анотація. Досліджено ефективність використання біопрепарату на основі консорціуму мікроорганізмів роду *Bacillus*, а також добрив на основі фульвокислот для біоремедіації нафтозабруднених ґрунтів. Проаналізовано вплив добрив на покращення процесів нафтодеструкції у кореневій зоні рослин. Рівень фітотоксичності забрудненого ґрунту визначався за допомогою методики біотестування.

Ключові слова: біодеградація, біотестування, нафтове забруднення, фітотоксичність

Вступ. Нафтопродукти є одними з найбільш поширених та токсичних речовин на територіях, порушених внаслідок антропогенної діяльності. Загроза забруднення навколишнього середовища сирою нафтою та продуктами її переробки стоїть гостро не тільки для нафтовидобувних та нафтопереробних регіонів, оскільки зберігання та транспортування паливно-мастильних матеріалів, розливи нафти та нафтопродуктів внаслідок аварій, пожежі на нафтосховищах, надзвичайні ситуації на нафтопереробних заводах несуть у собі небезпеку для будь-якого регіону [1].

Одним з перспективних методів очищення ґрунту від нафтопродуктів є біоремедіація - набір біотехнологічних заходів відновлення навколишнього середовища, які використовують метаболічні здібності бактеріальних мікроорганізмів. Одним із заходів є введення до ґрунту різноманітних консорціумів, які характеризуються підвищеною здатністю до біодеградації окремих вуглеводневих компонентів нафти та нафтопродуктів [2].

Нафтодеструктори, використані у ході експерименту, включали штами *Bacillus amyloliquefaciens subsp. plantarum* НШ-2, *Bacillus amyloliquefaciens* НШ-3 та *Bacillus subtilis* НШ-4.

Основна частина. Для визначення рівню фітотоксичності забрудненого ґрунту було обрано метод біотестування. Це ефективний і відносно недорогий підхід, що базується на використанні біоіндикаторів для оцінки ступеня забруднення навколишнього середовища. У представленому експерименті у ролі біоіндикатора була використана *Sinapis arvensis* (Гірчиця польова).

Дослідження фітотоксичності забрудненого вуглеводнями ґрунту проводили за допомогою стандартної методики «Ростового тесту» [3]. Зразки забрудненого ґрунту отримувалися штучно, шляхом підготовки ґрунтосуміші зі встановленим співвідношенням незабрудненої частини та нафтопродуктів. Залежно від завдань експерименту рослини вирощували в умовах забруднення 60%, 70% та 80% концентрації нафтошламу.

У всіх експериментах з рослинами насіння попередньо калібрували, рослини культивували у контрольованих умовах освітлення (день/ніч - 14 год/10 год), температури (24°/20°C), відносної вологості повітря (70%), необхідність поливу визначали зважуванням. Аналіз рослин включав визначення схожості, енергії (швидкості) проростання насіння,

приживаності рослин, вимірювання біомаси, довжину коренів і пагонів. Основним підходом у ході експерименту було внесення мікроорганізмів до ґрунту для прискорення розщеплення органічних забруднювачів. Також були використанні добрива на основі фульвокислот, основною метою їх використання було підвищення ефективності мікробіологічної деструкції у кореневій зоні рослин.

Усі варіанти описаних експериментів та аналізів мали не менше ніж триразову повторюваність. Для отриманих результатів обчислювали середні значення, для порівняння яких використовували показники стандартного відхилення та найменшої суттєвої різниці.

Загальний ріст рослин у ґрунтосуміші з різним співвідношенням нафтошламу та добрив відображений у Таблиці 1. У всіх випадках використовувався біопрепарат на основі штаму *Bacillus* у концентрації 4%.

Таблиця 1. Результати проростання *Sinapis arvensis* у штучно забрудненому ґрунті, мм

Концентрація фульвокислот	Концентрація нафтошламу					
	60%		70%		80%	
	Висота пагонів	Довжина коренів	Висота пагонів	Довжина коренів	Висота пагонів	Довжина коренів
1%	71.09 ± 7.63	64,70 ± 5.58	54.19 ± 5.73	48.83 ± 3.95	9.16 ± 1.27	15,42 ± 4.31
0,2%	65.59 ± 6.08	58,70 ± 4.26	31.64 ± 2.90	39.17 ± 3.52	4.02 ± 0.81	11,63 ± 2.94
0%	56.31 ± 8.78	49.32 ± 6.69	20.93 ± 3.37	35.42 ± 6.48	-	-

Встановлено, що за 2 тижні після початку експерименту, тобто чотирьохразового додаткового поливу розчином з нафтодеструкторами відбувалося покращення росту та розвитку біоіндикаторних рослин. Подібний ефект може бути пов'язаний як із нарощенням критичної маси мікроорганізмів у ґрунті, достатньої для помітного зниження фітотоксичності, так і з кумулятивно-деструктивним ефектом нафтопродуктів, насамперед легких вуглеводнів. У такому випадку відбувається зменшення рівня токсичності ґрунту, нижче гранично допустимої концентрації для рослин, що призводить до покращення морфометричних параметрів. Зміни кількості отриманої біомаси в залежності від концентрації нафтошламу та фульвокислот зображені на Рисунку 1. Це важливо, насамперед, через підвищення щільності ризосферних мікробних популяцій, що в свою чергу призводить до сприятливіших і стабільніших умов ризосфери у порівнянні з ґрунтом без рослин. Таким чином, рослина в умовах забруднення є фактором, що підтримує та/або збільшує чисельність ґрунтових мікробних популяцій, надаючи їм нішу та додаткове харчування для розмноження та виконання захисних функцій від впливу поллютанта, інтенсифікуючи тим самим процеси очищення.

Висновки. При використанні фульвокислот у ґрунтосуміші з високим рівнем забруднення нафтошламом добрива призводять до того, що насіння проростає, іноді навіть раніше, ніж при менших рівнях забруднення, але паростки швидко в’януть та засихають, оскільки висока концентрація нафтопродуктів має критичний кумулятивний ефект на подальший вегетаційний період рослини. Враховуючи подібний результат, використання добрив при надвисокій концентрації нафтошламу є недоцільним, оскільки це не призводить до активації ефекту різодеградації та, як наслідок, не покращує ефективність нафтодеструкції.

В інших вибірках проведені дослідження показали, що використання фульвокислот у комбінації з нафтодеструкторами при вуглеводному забрудненні ґрунту важкими нафтовими фракціями (нафтошлам) справляло виражений позитивний ефект на рослинність. Таким чином, біопрепарат на основі штаму *Bacillus* у комбінації з добривом на основі фульвокислот

можуть бути використаними для комплекної біоремедіації ґрунту. Це покращує швидкість зростання рослин у забрудненому вуглеводнем ґрунті, як за рахунок стимуляції росту рослин, так і за рахунок зниження фітотоксичності шляхом біодеградації полютанту.

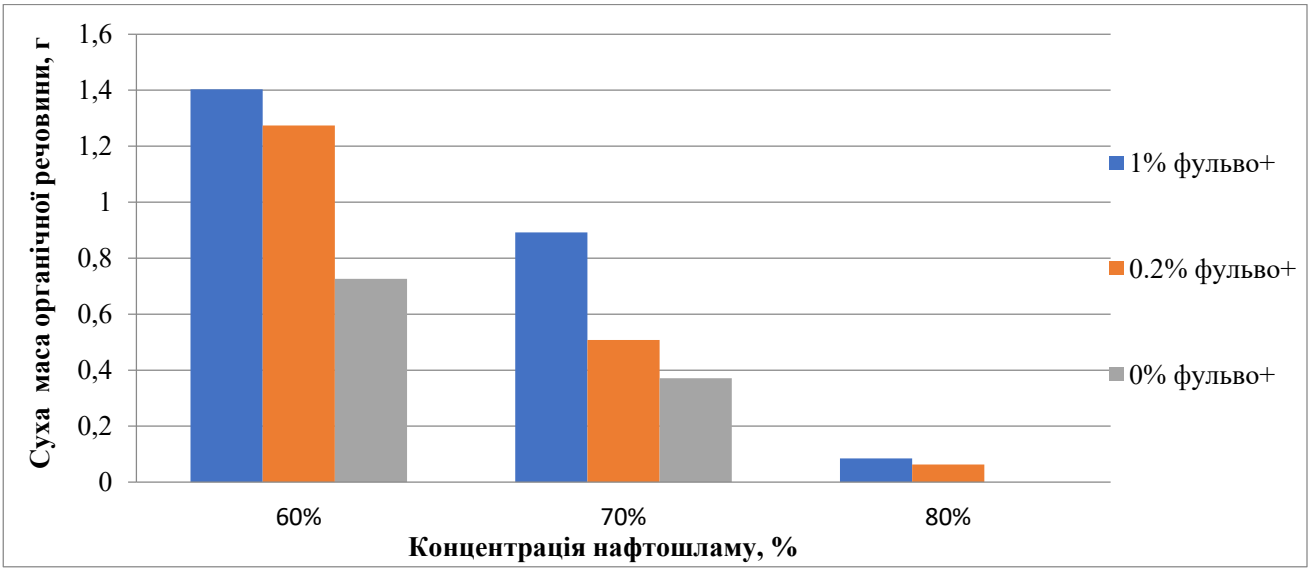


Рисунок 1. Вага отриманої органічної речовини, г

ЛІТЕРАТУРА

[1] Державна служба статистики України «Довкілля України» [Електронний ресурс] . URL:https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/11/Dovk_19.pdf
[2] Ossai I.C., Ahmed A., Hassan A. Remediation of soil and water contaminated with petroleum hydrocarbon: A review. Environmental Technology & Innovation. 2019. №17. P. 38-45. https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100526
[3] Джура Н.М. Можливості використання рослинних тест-систем для моніторингу нафтозабруднених ґрунтів. Studia Biologica. 2011. № 3. С. 183-196.

Combined Effect of *Bacillus Subtilis* and Fulvic Acid Fertilizers on Petroleum Biodegradation

Ganna Trokhymenko, Vladyslav Nedoroda,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Article. The effectiveness of using a biosurfactant based on a consortium of microorganisms of the genus *Bacillus* in combination with fertilizers based on fulvic acids for the bioremediation of oil-contaminated soils was investigated. The work aimed to evaluate the influence of fertilizers on the improvement of oil destruction processes in the root zone of the plants. The contaminated soil level of phytotoxicity was determined using the bioassay methodology.

Keywords: bioassay, biodegradation, oil pollution, phytotoxicity

УДК 504:629.5

ПРИРОДООХОРОННІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОБРОБКИ БАЛАСТНИХ ВОД НА БОРТУ СУДНА

Літвак С.М.
кандидат технічних наук, доцент
заступник директора Кораблебудівного навчально-наукового інституту НУК;
Літвак О. А.
кандидат економічних наук, доцент
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
sergiy.litvak@nuos.edu.ua; olya.litvak@gmail.com

Анотація: Визначено важливість впровадження систем обробки баластних вод з метою запобігання біологічного забруднення водних екосистем. Розглянуто сучасні системи обробки суднового баласту з використанням фізичного методу знезараження за допомогою ультрафіолетового випромінювання. Обґрунтовано ефективність та основні переваги даного методу в контексті забезпечення екологічної безпеки і охорони морського середовища.
Ключові слова: баластні води, біологічне забруднення, фільтрація, ультрафіолетове випромінювання, знезараження, екологічна безпека.

Вступ. В умовах активного розвитку судноплавства однією з важливих проблем у сфері охорони морського середовища є біологічне забруднення водних екосистем, яке виникає в результаті перенесення чужорідних видів організмів з судновими баластними водами. У ряді випадків шкода навколишньому середовищу від інвазивних видів значно перевищує негативні наслідки від інших антропогенних впливів.

Враховуючи зростаючу кількість подібних випадків, Міжнародна Морська Організація (IMO) склала і ратифікувала «Конвенцію про контроль суднових баластних вод й осадів та управління ними» (Ballast water management convention, BWB 2004). Було введено стандарт D2, в якому строго обмежується кількість життєздатних організмів у баластній воді, що скидається [1, 2]. Якщо раніше наявність системи обробки баластних вод та якість очищення віддавалися повністю на розсуд судновласника, то з вересня 2017 року дотримання стандарту D2 стало обов'язковим для всіх.

Це дало поштовх розвитку різних систем обробки баластних вод, що відрізняються як продуктивністю (залежно від тоннажу судна), так і запропонованими способами очищення. При розгляді всіх можливих способів поводження з судновими баластними водами найбільш перспективними є способи знешкодження баласту на борту судна.

Метою дослідження є проведення аналізу та визначення переваг застосування методу обробки баластних вод ультрафіолетовим випромінюванням в контексті забезпечення екологічної безпеки і охорони морського середовища.

Основна частина. В різних країнах світу активно ведуться дослідження у напрямку пошуку ефективних та екологічно безпечних способів знешкодження баластних вод на суднах. На ринку доступно безліч технологій для очищення водяного баласту. Відомі наступні розробки: системи обробки баласту GloEn-Patrol концерну PANASIA (Південна Корея), системи фірм Ecochlor, Inc. та Matson Navigation Company, Inc. (США), розробки японської транспортної компанії Mitsui OSK, модульна система ERMA FIRST BWMS компанії ELVI MARINE LTD (Україна), системи обробки баластних вод консорціуму міжнародних незалежних компаній NAVALISTA, природоохоронна система Optimarin Ballast System компанії Optimarine та інші.

Щоб забезпечити відповідність своїх суден правилам і положенням, встановленим Міжнародною Морською Організацією щодо поводження з баластними водами, оператори почали впроваджувати на своїх суднах системи очищення баластних вод. Однак такі обмеження, як наявність місця на борту судна, вартість реалізації та рівень забезпечення екологічних вимог, безпека екіпажу, простота обслуговування та експлуатації устаткування відіграють важливу роль при використанні того чи іншого типу системи очищення баластних вод.

Сучасні системи обробки суднового баласту є сукупністю різних технічних складових, що включають роботу декількох основних блоків: механічної фільтрації та знезараження. Процеси знезараження баластних вод можуть відбуватися з використанням фізичних або хімічних методів. Саме фізичні методи обробки баластних вод є більш екологічно безпечним і мають мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище.

До фізичних методів очистки баластних вод відноситься обробка ультрафіолетовими променями. Як правило, такі системи обробки баласту складаються з двох ступенів очищення. При баластуванні на першому ступені обробки високоефективні фільтри видаляють великі організми та осад (діаметром більше 40-50 мікрон), які потім скидаються за борт. На другому ступені обробки потужні ультрафіолетові модулі знезаражують залишки планктону, бактерій та інші патогенні організми.

Фільтрація є не тільки перешкодою для проникнення організмів, але й допомагає зменшити кількість відкладень у баластових цистернах, а це в свою чергу є вигідним для судноплавних компаній, оскільки дає можливість знизити витрати на обслуговування та очищення баластних цистерн [3].

Після фільтрації баластна вода проходить через ультрафіолетову камеру і далі потрапляє до баластних танків. Знезараження баластних вод відбувається за допомогою ультрафіолетових ламп, які оточують камеру, через яку пропускається вода. Щоб дана обробка була біологічно та енергетично ефективною, ультрафіолетові промені, що генеруються лампами, повинні активно впливати на організми. Ультрафіолетове світло є частиною електромагнітного спектру нижче видимого діапазону. Частина спектру, яка має бактерицидні властивості, знаходиться в діапазоні 240-280 нм, пік діапазону – 264 нм. Ультрафіолетове випромінювання дезактивує або руйнує ДНК організмів, знешкоджує чи робить їх нездатними до відтворення [4]. Цей метод активно застосовується у всьому світі для знезараження води та є дієвим проти багатьох мікроорганізмів. Ефективність УФ-обробки не залежить від концентрації солі або температури води, при цьому не утворюються небезпечні побічні продукти і не збільшується ризик корозії.

Внутрішня конструкція реактора повинна рівномірно розподіляти високі рівні УФ-випромінювання і створювати високу турбулентність у воді, що проходить через нього, щоб забезпечити вплив концентрованої дози на всі організми. Доза опромінення ультрафіолетом комбінується потужністю ламп, відстанню між колбами з лампами та часом витримки. Швидкість потоку води, що проходить через ультрафіолетову камеру – не більше 0,5-3,0 м/с [5].

Оскільки досить часто баластні води мають значну каламутність, то коефіцієнт пропускання УФ-випромінювання може знижуватися. При цьому для формування надійної системи обробки використовують захисні трубки для ламп із синтетичного кварцу, які дозволяють передавати більш широкий спектр довжин хвиль та забезпечують високий рівень випромінювання для ефективного знезараження баластної води.

Також ефективність ультрафіолетових ламп може знижуватися з часом в результаті забруднення робочої поверхні. На кварцових трубках ламп накопичуються відкладення карбонату кальцію та іонів металів, це блокує деякі види УФ-випромінювання та знижує якість обробки [6]. Тому такі системи потребують регулярного обслуговування та очищення, яке забезпечується автоматичним механізмом видалення накопичених осадів. Треба відзначити,

що механічна та ручна очистка будь-якого типу призводить до утворення на трубці подряпин, які знижують якість обробки води.

Як правило, ультрафіолетова камера має датчик для контролю температури, датчик вимірювання інтенсивності УФ-ламп, вентиляційний та дренажний клапани. Процес знезараження баластних вод в ультрафіолетових камерах відбувається автоматично і присутність оператора зведена до мінімуму.

Висновки. Таким чином, при розгляді різних методів очистки суднових баластних вод треба відзначити ефективність системи обробки води за допомогою ультрафіолетового випромінюванням за рахунок її максимальної безпеки для членів екіпажу та суднових конструкцій, високої продуктивності та можливості інтегрування на судна змішаного району плавання при невеликій площі розміщення, без значних конструктивних впливів на корпус судна та суднові системи. Також перевагами ультрафіолетового знезараження баластних вод є запобігання біологічних інвазій, відсутність негативного впливу хімічних реагентів, забезпечення екологічної безпеки та охорони морського середовища. При експлуатації даного обладнання якість знезараження баластних вод повністю відповідає стандарту D2 та вимогам Конвенції BWM 2004 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ballast Water Management. International Maritime Organization. URL: https: //www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/BallastWaterManagement.aspx.
2. Міжнародна конвенція про контроль суднових баластних вод й осадів та управління ними 2004 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ 896_050#Text.
3. Raunek K. How Ballast Water Treatment System Works? Marine Insight. Marine Technology, June 18, 2021. URL: https://www.marineinsight.com/ tech/how-ballast-water-treatment-system-works/
4. Ballast Water Treatment System Installation Design. NAVALISTA. URL: https://navalista.com/en/bwts.html.
5. Ballast Water Treatment. URL: https://www.zeppelin-ballastwatertreatment. com/index.html.
6. Волошин А.О. Контроль та управління баластними водами. SWorld – April 2018. The practical significance of modern scientific research, 2018. URL: https://www.sworld.com.ua/konferua9/21.pdf.

Environmental Protection Aspects of Implementation of a Ballast Water Treatment System on Board a Ship

Litvak Serhiy, Litvak Olga
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The importance of implementing ballast water treatment systems in order to prevent biological pollution of water ecosystems was determined. Modern ship ballast processing systems using the physical method of disinfection using ultraviolet radiation are considered. The effectiveness and main advantages of this method in the context of ensuring environmental safety and protection of the marine environment are substantiated.

Key words: ballast water, biological pollution, filtration, ultraviolet radiation, disinfection, environmental safety.

УДК 631.602

ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКІВ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

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. Проаналізовано роль і місце екологічного страхування промислових підприємств, сформульовано основні тези моделі страхування при короткотерміновому і довготерміновому впливі діяльності підприємства на довкілля.
Ключові слова: (екологічне страхування, модель екологічного страхування).

Вступна частина. Серед напрямків зменшення негативних наслідків подій, які створюють загрози довкіллю та життю і здоров'ю людей, важливу роль відіграє екологічне страхування промислових підприємств (ПП). В практиці страхування екологічної відповідальності функціонують декілька основних видів:

- страхування ризиків забруднення довкілля внаслідок експлуатації ПП;
- страхування ризиків аварійного забруднення довкілля внаслідок експлуатації промислових і торгівельних комплексів;
- страхування ризиків цивільної відповідальності за забруднення довкілля при проведенні досліджень і робіт;
- страхування ризиків цивільної відповідальності за аварійне забруднення довкілля в ході будівельних робіт.

У загальному випадку вплив на довкілля може бути одиничним (наслідок небезпечної події), а також тривалим (наслідок короткотермінових викидів, що перевищують порогову масу небезпечних речовин) протягом всього терміну експлуатації об'єкту, або деякий обмежений час. Крім того, треба мати на увазі, що ефекти негативного впливу можуть з'являтися після певного проміжку часу. Останнє частіше всього виявляється стосовно шкоди, завданої здоров'ю та життю людини.

Мета роботи - проаналізувати тези моделі страхування при короткотерміновому і довготерміновому впливі діяльності підприємства на довкілля.

Основна частина. З урахування підходу, який пропонується в [1], сформулюємо основні тези моделі страхування.

По-перше, у якості вихідних випадків розглядаються «внутрішні» впливи на довкілля (внаслідок порушень в функціонуванні обладнання, помилок обслуговуючого персоналу, або «зовнішні» впливи, як з боку природних явищ – шторм, ураган тощо, так і іншого впливу – об'єктів транспортної інфраструктури, людського фактора тощо. Такі впливи характеризуються інтенсивністю відмовлень, або вірогідністю зовнішніх впливів в одиницю часу. По-друге, вирази прогнозованих наслідків від страхових випадків подаються у вигляді безрозмірних одиницях вірогідності у одиницю часу (частіше всього – рік).

Короткотерміновий вплив на довкілля. Маємо ПП, яке потенційно може викидати в довкілля небезпечні речовини. Період функціонування ПП і строк його страхування починається з t=0 і складає $T_ж$. Частоту можливої аварії визначаємо через W_0 , шкода від цієї аварії становить Y_0. Середній за час $T_ж$ розмір шкоди

$$\overline{Y}_0 = W_0 Y_0 T_{ж} \ .$$

Страхувальник кожного року на протязі часу $T_ж$ сплачує страховий платіж $p_р$ і на момент T_0 сума страхових платежів складає

$$P = p_p T_{ж},$$

або, якщо $p_р$ змінюється за часом,

$$P = \int_0^{T_ж} p_p(t)\, dt$$

Нехай ПП викидає шкідливі речовини в кількості B(t) протягом часу t. Якщо визначити $dw(b;t)/db$ як щільність вірогідності викиду в момент часу t , то середній очікуваний викид в момент часу t

$$\bar{b}(t) = \int_0^{b^{max}(t)} (dw(b;t)/db) b(t) db ,$$

де $b^{max}(t)$ – максимально можливе значення викиду.

Середній очікуваний інтегральний викид до моменту часу t складає

$$B(t) = \int_0^t b(t)\, dt = \int_0^{b^{max}(t)} (dw(b;t)/db) b db$$

Довготерміновий вплив на довкілля. Працююче ПП має після очищення небезпечні викиди в кількості B в довкілля (воду, повітря тощо). Механізми довкілля або зовнішня екологічна служба очищують кількість шкідливих речовин на $B_{0ч}$. Внаслідок утворюється довкілля з концентраціями небезпечних речовин C. Чоловічий організм піддається впливу небезпечних речовин, які викликають захворювання (смерті), в кількості $N_{ЗАБ}$. Профілактичні заходи нейтралізують частину шкідливих речовин $B_{ПР}$. З урахуванням працюючих очисних споруд, ПП має викиди небезпечних речовин в кількості B(t) , повна кількість яких у момент часу $T_Ж$ складе $B(T_Ж)$. На момент часу $T_{КР}$ кількість небезпечних викидів призведе до перевищення їх допустимих концентрацій, через проміжок часу ΔT (латентний період) починає зростати кількість захворювань (смертей) dN/dt в одиницю часу при зростанні B(t) і зниженню після закінчення експлуатації терміну ПП $T_Ж$ припиняючись повністю при $T_{ОК}$. На рисунку наведено графічну інтерпретацію процесів екологічного страхування. На цьому ж рисунку визначені - загальна кількість захворювань (смертей) N(t) і необхідні засоби для компенсації шкоди У(t), яке має максимальне значення $У_О$.

Наведена картина реалізації шкоди для екологічного страхування при довготерміновому впливі на довкілля характеризує дві основні особливості екологічного впливу:

- можливий шкідливий вплив на довкілля і населення починається з визначеного моменту часу і в загалі має безперервний і достатньо постійний характер;
- шкідливий вплив, а отож, компенсація шкоди продовжуються після закінчення експлуатації ПП і викиду небезпечних речовин.

Висновки. Наведені вирази надають вірогідні і спрощені детерміновані рівняння, на яких базується математична модель розрахунку розміру шкоди від екологічного впливу під час функціонування ПП.

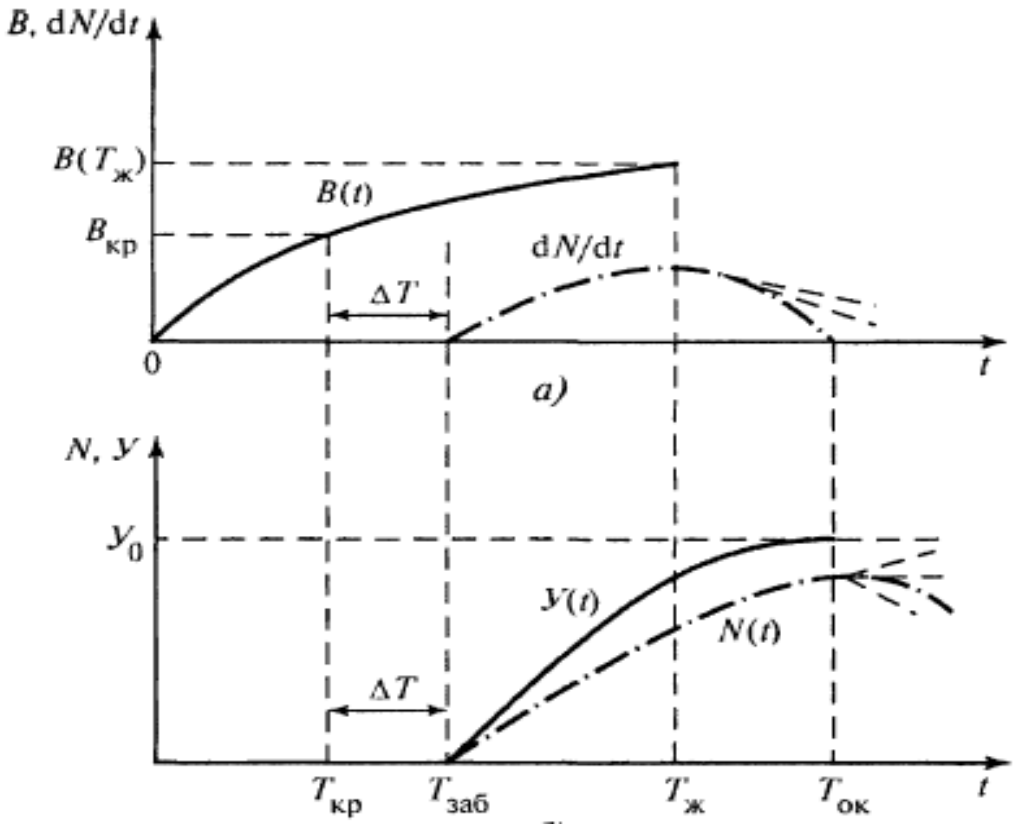


Рис. 1. Загальні залежності моделі екологічного страхування ПП

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Борисенко В.Д., Кисетов Ю.В. Математическая модель расчета нетто-тарифа при страховании морских судов, Збірник наукових праць НУК.- Миколаїв: НУК.-2004.-№4 (397).-с.92-97.

Reducing the Risks of Negative Impact on the Environment of Industrial Enterprises

Yu. Kisetov,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The role and place of environmental insurance of industrial enterprises is analyzed, the main theses of the insurance model for the short-term and long-term impact of the enterprise's activities on the environment are formulated.

Keywords: environmental insurance, model of environmental insurance.

УДК 621.43.068

THE CARBON DIOXIDE PROBLEM IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Kapitonov P.P. [1], **Leybovych L.I.** [2], **Patsurkovskyi P.A.**[3]
[1]*Director of Teodora Ltd.,*
teodora@gmail.com
[2]*PhD, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine,*
recycle.lev@gmail.com,
[3]*PhD, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine,*
pavlo.patsurkovskyi@nuos.edu.ua

Abstract. Growth the number of internal combustion engines increasing carbon dioxide emissions. The scheme of installation of the exhaust gases purification from carbon dioxide is presented.
Keywords: carbon dioxide, emissions, high voltage electrochemical cell, electrochemical reactor.

The carbon dioxide (CO_2) concentration in dry air is 0.02-0.045 vol. % (250-450 ppm).

The industrial revolution [1, 2] of the last 100...200 years has led to a sharp increase of carbon dioxide concentration in the air of the Earth's atmosphere (fig. 1) and it causes global warming.

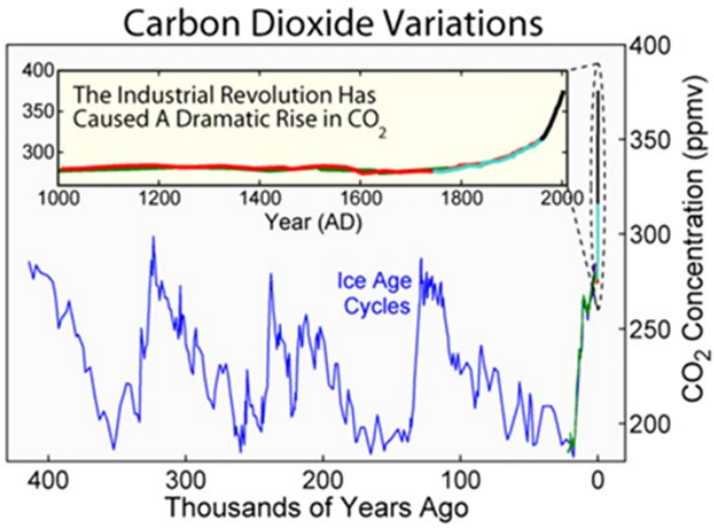


Fig.1. The carbon dioxide concentration in the air of the Earth's atmosphere

Internal combustion engines are one of the biggest sources of carbon dioxide in the atmosphere. Electric generators with a diesel drive are located in all countries of the world (Fig. 2), practically [3].

The parametrs of diesel fuel are shown in table 1.

Table 1. The average parametrs of diesel fuel

Parametr	Dimension	Value
Diesel density	kg/l	0,845
Usage coefficient	-	0,9
Carbon concentration	%	87
Range of fuel consumption	l/h	6,4…14,3
Conversion factor for the amount of CO_2 obtained from the 1 kg of carbon combustion	-	3,67

The results of calculations for diesel fuel parametrs presented in table 1 show that annual CO_2 emissions from DG35, DG43 and DG70 are in the range from 136 to 304 tons/year. An elementary calculation shows that even small diesel generators emit hundreds of kilograms of carbon dioxide into the atmospheric air.

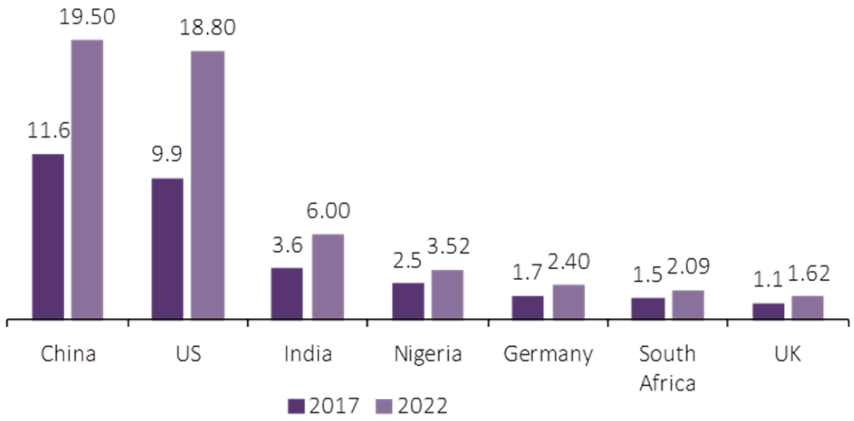


Fig.2. The diesel generators – key countries' market volume (GW) in 2017…2022 [3]

The authors propose to use a high voltage electrochemical cell in order to reduce CO_2 emissions. The schematic diagram of installation of the exhaust gases purification from carbon dioxide is presented on fig.3.

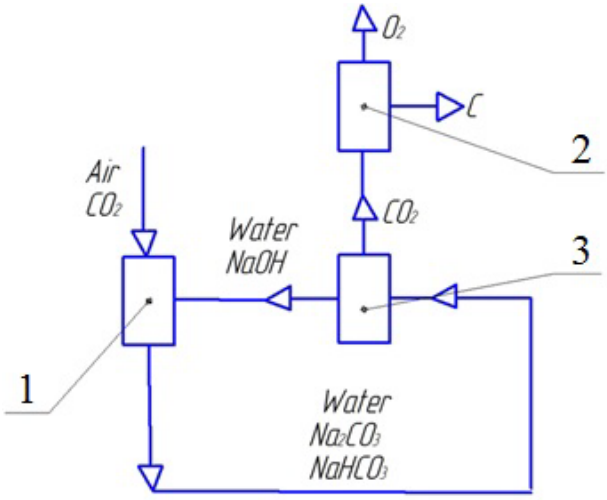


Fig.3. The schematic diagram of installation of the exhaust gases purification from carbon dioxide:
1 – absorber, 2 – high voltage electrochemical cell, 3 – electrochemical reactor

To summarize, the sharp increase of carbon dioxide concentration in the air is a catalyst of global warming process. The scheme of installation of the exhaust gases purification from carbon dioxide is presented.

REFERENCES

[1] [1]. Lüthi, D., Le Floch, M., Bereiter, B. *et al.* (2008). High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present. *Nature,* 453, 379–382. DOI: https://doi.org/10.1038/nature06949.

[2] [2]. Carbon dioxide in Earth's atmosphere. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_dioxide_in_Earth%27s_atmosphere.

[3] [3]. Global diesel generators market to reach value of $115.1bn in coming years. Available from: https://www.power-technology.com/comment/global-diesel-generators-market-reach-value-115-11bn-coming-years.

УДК 502.17

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ В ЯКОСТІ ЕНЕРГОНОСІЯ В СУЧАСНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ТА ПРИВАТНОМУ СЕКТОРІ

Ремешевська І. В.[1] , кандидат технічних наук, доцент,
Гурець Н. В.[2],
Мурлян А. А.[3]
[1,2,3] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м. Миколаїв
[1]https://orcid.org/0000-0002-3040-3922 1,
[2]https://orcid.org/0000-0002-0835-3551 2

Визначено основні переваги ВДЕ в порівнянні з традиційними невідновлювальними джерелами та фактори, що обмежують використання ВДЕ. Окреслено коло проблем в енергетичному секторі України, які можливо вирішити шляхом впровадження водневої енергетики. Описано різновиди водню, які виробляється промисловістю, наведені приклади використання водню в якості енергоносія водневого у приватному секторі.
Ключові слова: «зелений» водень, воднева енергетика, відновлювані джерела енергії, приватний сектор.

Сучасна енергетика, яка є найважливішим фактором розвитку суспільства, одночасно виступає одним із основних забруднювачів навколишнього середовища. Це в першу чергу теплова енергетика, що справляє глобальний негативний вплив на екологію, на зміну клімату. Швидке зростання потреби в електричній енергії й кризовий стан навколишнього середовища обумовлюють необхідність широкого використання відновлювальних традиційних (гідроенергетика) й нетрадиційних джерел енергії (ВДЕ). Майбутнє людства залежить від того, як воно зможе забезпечити себе енергією, перебороти екологічну кризу і зберегти навколишнє середовище придатним для життя наступних поколінь.

На початку 2020 року Європейський Союз (ЄС) ухвалив European Green Deal (Європейський зелений договір). Це стратегія, яка має зробити Європу кліматично нейтральною до 2050 року. Особливе місце у стратегії відведено переходу на водневе паливо як на екологічне. Оскільки у 2014 році Україна підписала Угоду про Асоціацію з ЄС, то наш уряд зобов'язаний імплементувати низку документів, які пов'язані із протидією зміні клімату і, також, приділяти увагу екологічним видам енергії [3].

Переведення енергетики України на водень допомогло б вирішити багато проблем. Насамперед, політичних. Використовуючи водень замість природного газу, Україна могла б зменшити свою залежність від російського газу [1, 3]. По-друге, уникнути складнощів у міжнародній торгівлі. Наприклад, ЄС може запровадити спеціальний вуглецевий податок на всю продукцію України. Такий податок застосовуватиметься до всіх країн, які не приділяють належної уваги зменшенню викидів CO_2. Якщо товари з України підпадуть під цей податок, то експортери виявляться у складних умовах, а країна недоотримає валютних надходжень. По-третє, перехід до низьковуглецевої економіки – це турбота про екологію та навколишнє середовище.

Запаси водню воістину невичерпні, що робить його універсальним енергоносієм. Однією з численних переваг цього газу є те, що його можна отримати з різних доступних джерел для подальшого використання на місці або продажу споживачам. Вступаючи в реакцію з киснем, водень виділяє величезну кількість енергії, яке спалювання в чистому кисні не призводить до утворення парникових газів.

При такому розкладі вуглецевий слід на етапі електрогенерації є нульовим, проте якщо розглядати його в сукупності, слід враховувати, з якої сировини був виготовлений водень. Екологічність водню переважно залежить від способу виробництва та спожитих природних ресурсів (Рисунок 1.) [2, 4].

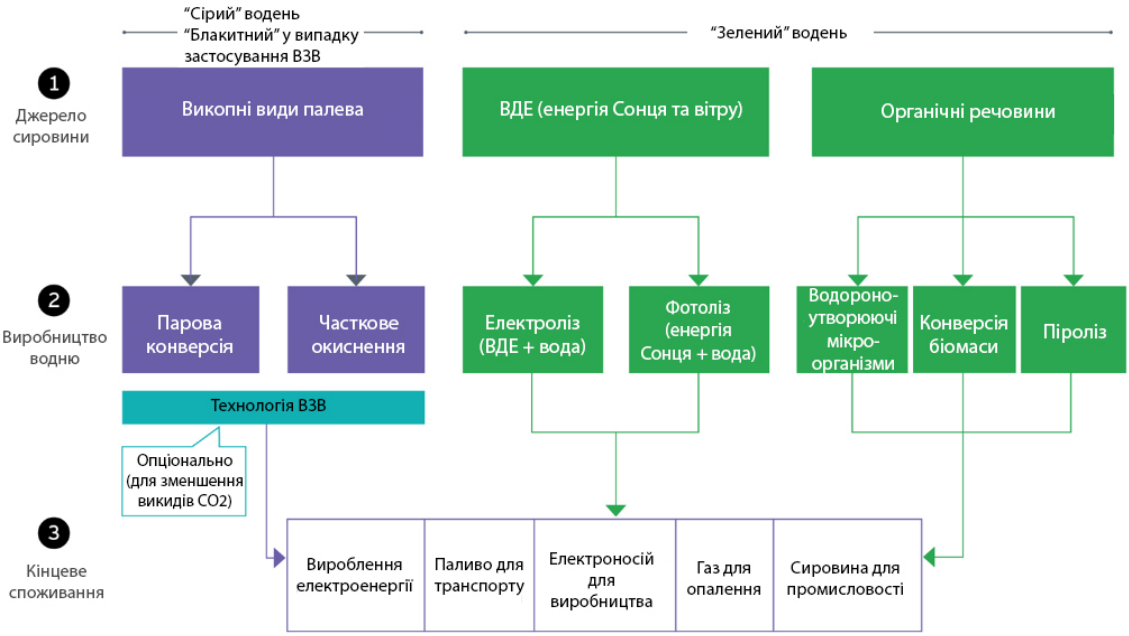


Рисунок 1. Виробництво різних видів водню

Водень, що одержується з копалин, класифікується як «сірий». «Блакитним» називається водень, що виробляється з викопних палив, але з уловлюванням парникових газів за допомогою технологій уловлювання та зберігання вуглецю. Водень вважають «зеленим», якщо він виробляється методом електролізу води, причому енергія, що використовується електролізером, надходить із відновлюваного джерела, що робить процес виробництва повністю екологічно чистим. Практично весь водень, що виробляється на сьогоднішній день, є «сірим» і в основному використовується для отримання аміаку і добрив, а також для переробки нафти.

Також сьогодні в Європі активно запроваджуються проекти застосування водневої енергетики для енергозабезпечення приватного сектора. Так, компанією SGN, яка постачає природний газ для 5,9 мільйонів будинків та підприємств у Шотландії та на півдні Англії наприкінці минулого року розпочала реалізацію проекту H100 Fife, за якою зелений водень буде використаний для опалення житлового сектора в районі з 300 будівель [5]. Водень вироблятиметься методом електролізу за допомогою електроенергії, що виробляється офшорними вітровими електростанціями, централізовано зберігатиметься та розподілятиметься по мережі SGN за домогосподарствами.

Також у Швейцарії вже кілька років заселений водневий «Дом майбутнього», який є повністю автономним. Водень використовується як проміжна субстанція, в якій зберігається енергія, а кінцеві споживачі-жителі отримують у свої квартири все-таки готові тепло та електрику, а не водень [6]. Раніше вже в декількох джерелах була опублікована інформація, що Асоціація газотранспортних операторів Німеччини (FNB Gas - Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V.) представила план створення до 2030 року мережі для

транспортування водню по всій країні завдовжки 1200 км, що на сьогоднішній день є найбільшим проектом.

Основними перевагами ВДЕ в порівнянні з традиційними невідновлювальними джерелами є практично невичерпні ресурси; зниження негативного впливу на довкілля, включаючи викиди різних забруднюючих речовин, парникових газів, радіоактивне і теплове забруднення тощо.

Основними факторами, що обмежують використання нетрадиційних ВДЕ, є мала густина енергетичного потоку; значна нерівномірність вироблення енергії в часі та її використання; відносно висока капіталоємність енергетичних установок і вартість виробленої електроенергії. Висока собівартість виробництва є основною проблемою на шляху переходу від «сірого» водню до «зеленого» і розширення сфери застосування останнього. На сьогодні в країнах Європи безвуглецевий водень розглядається деякими експертами як потенційна заміна природного газу, в тому числі і в приватному секторі.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Сотник І. М., Харчишина О. В., Коваленко Є. В. Реформування системи субсидій населенню в контексті сталого енергоефективного розвитку України. Актуальні проблеми економіки. 2017. N 1. С. 243–252.

[2]. Гнідий М. В., Маляренко О. Є. Методологія визначення теоретичного потенціалу енергозбереження на різних рівнях управління економікою. Проблеми загальної енергетики. 2007. N 15. С. 17–21.

[3]. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”. URL: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80?lang=uk

[4]. Как в Украине можно добывать "зеленый" водород URL: https://biz.censor.net/r3225183

[5]. Водородное отопление жилого сектора в Шотландии URL: http://savenergy.info/page/hydrogen-heating-residential-sector/

[6]. Проекты по «зелёному» водороду вслед за ЕС становятся мировым трендом. URL: https://regnum.ru/news/innovatio/3106637.html

Analysis Of The Possibility Of Using Hydrogen As An Energy Supply In Modern Industry And The Private Sector

Remeshevska I. V., Gurets N. V. Murlyan A. A.

The main advantages of RES in comparison with traditional non-renewable sources and factors limiting the use of RES are determined. A range of problems in the energy sector of Ukraine, which can be solved by introducing hydrogen energy, is outlined. The types of hydrogen produced by industry are described, and examples of the use of hydrogen as a hydrogen energy carrier in the private sector are given.

Key words: "green" hydrogen, hydrogen energy, renewable energy sources, private sector

УДК 502.17

АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ВПЛИВІВ БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ДОВКІЛЛЯ

Ремешевська І. В.[1], кандидат технічних наук, доцент,
Гурець Н. В.[2],
Воробйова М.[3]
[1,2,3] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м. Миколаїв
[1]https://orcid.org/0000-0002-3040-3922 1,
[2]https://orcid.org/0000-0002-0835-3551 2

Національні нормативні акти та стандарти не повністю враховують різноманіття негативних впливів вітрових електростанцій (ВЕС) на довкілля. Визначено негативні впливи на довкілля на стадії будівництва та експлуатації ВЕС. Описано роль такого фактору впливу, як зміна характеру вітрових потоків. Зазначено, що найбільшу шкоду ґрунтовому покриву при будівництві ВЕС завдає прокладання комунікацій.
Ключові слова: вітрові електростанції, вплив на довкілля, будівництво ВЕС, вітрова енергетика

Альтернативна енергетика, зокрема вітрогенерація, завдяки низці характеристик чинить менший негативний вплив на довкілля, ніж традиційні способи виробництва енергії. Базовий набір короткострокових і довгострокових впливів на довкілля розглядається при розробці Оцінки впливу проекту на довкілля . Національні нормативні акти та стандарти далеко не повністю враховують різноманіття негативних впливів будівництва вітрових електростанцій (ВЕС) на навколишнє середовище. Наприклад, не враховується вплив на клімат шляхом вивільнення парникових газів у ґрунті. Це викликано тим, що екологічний слід будівництва ВЕС дуже різносторонній і недостатньо вивчений [2, 3].

Найбільші «екологічні» переваги альтернативних способів виробництва енергії проявляються на рівні малої енергетики. Невеликі енергогенератори можуть обслуговувати окремі будинки, підприємства і невеликі адміністративні споруди за принципом самозабезпечення. Такі дрібні об'єкти енергетики несуть мінімальну небезпеку для довкілля та природних екосистем (в першу чергу тому, що розташовані поза природними територіями), сприяють уникненню втрат енергії при транспортуванні і економії на будівництві інфраструктури транспортування енергії. Однак в Україні розвиток альтернативної енергетики рухається іншим шляхом – за рахунок будівництва великих комерційних електростанцій, що генерують енергію з використанням «відновних» технологій та розподіляючи загальну потужність на багато генеруючих установок.

Інтерес інвесторів у спорудженні таких електростанцій полягає в отриманні прибутку від продажу енергії, покладаючись на механізм «зеленого тарифу», який гарантує підприємцю купівлю державою виробленої ним «зеленої» енергії за відчутно вищими цінами, ніж вартість електроенергії для населення. Так, наприклад Ботієвська ВЕС у Запорізькій області, складається з вітрогенераторів, кожен з яких має потужність 2 МВт, при цьому загальна кількість генераторів складає 65 одиниць. Вплив такого об'єкту на довкілля є значно більшим. Таким чином, українська «відновна» енергетика розвивається не шляхом малої енергетики а шляхом будівництва потужних електростанцій, заснованих на технологіях «відновної енергетики» [2].

Основою переважної більшості всіх наслідків впливу на довкілля таких ВЕС є саме аспект вибору ділянки під спорудження ВЕС. Територія нашої країни складається, головним чином, з поділених на паї орних земель, населених пунктів, лісів і водойм. Ці землі практично

не можуть бути використані для будівництва електростанцій. Залишається близько 3- 4 % площі, зайнятих природними степами і луками, що не передані у приватну власність і рідко використовуються в сільському господарстві.

Так, наприклад, майданчик Південно-Української ВЕС розташований у південній частині України, у межах Причорноморської низовини степової зони Східно-Європейської рівнини в нижній течії Дніпра. Клімат району дослідження помірно-континентальний, характеризується посушливим спекотним літом і помірно холодною зимою, з не стійким сніговим покривом [1, 4]. Середня річна швидкість вітру складає 4,1-4,2 м/с, максимальна швидкість вітру за даними статистичних показників річних максимумів вітру складає 24-25 м/с. Сильні вітри (15 м/с і більше) спостерігаються протягом всього року, але частіше в зимовий і перехідний сезони, коли підсилення вітру обумовлено виникненням великих баричних градієнтів. Влітку підсилення вітру зв’язано з проходженням холодних фронтів і інтенсивною грозовою діяльністю та носить короткочасний шквалистий характер.

Основними об'єктами вітроелектростанцій є вітроелектричні установки, адміністративно-диспетчерський пункт, центральна трансформаторна підстанція і розподільні пункти на території вітрополя, а також підземні кабельні лінії, повітряні лінії електропередачі і опори [2, 4]. Будівництво та експлуатація ВЕС спричиняють низку впливів на складові довкілля на етапі будівництва ВЕС та під час її подальшої експлуатації.

Так на стадії будівництва спостерігаються такі негативні впливи на довкілля, як механічне пошкодження рослинного покриву, ґрунту та спричинення ерозійних процесів внаслідок будівництва фундаментів вітротурбіни, трансформаторної підстанції і розподільчих пунктів, опор високовольтних ліній електропередачі, комунікацій тощо; стимулювання розвитку на пошкоджених ділянках осередків поширення рослин-інтродуцентів; випадкове або аварійне забруднення вод і ґрунтів паливно-мастильними матеріалами або трансформаторними маслами під час будівництва; втрати природних територій і сільськогосподарських площ; зміна звичного вигляду ландшафту, його естетичних якостей та туристичної привабливості; забруднення атмосферного повітря викидами від будівельної техніки; руйнування природного ландшафту та складових елементів екомережі.

В свою чергу серед негативного впливу під час експлуатації ВЕС можна виділити підвищення рівня шуму (внаслідок руху лопатей та генератора); електромагнітне випромінювання ВЕУ (внаслідок руху лопатей та генератора); блимання тіні та блиск лопатей (внаслідок руху лопатей); візуальний вплив (внаслідок встановлення самого вітряка заввишки 119—175 м); загибель птахів від башти і ротора ВЕС (внаслідок зіткнення з вітроустановкою); вібрація та її вплив на ґрунтову фауну, що опосередковано може впливати також на рослинність та якість ґрунтів (цей аспект сьогодні не вивчався); приваблення нічної фауни світлом застережної ілюмінації ВЕС; затінення природної ділянки та сприяння трансформації рослинності.

Слід зауважити, що будівництво та експлуатація ВЕС не призводить до значних впливів на повітряне середовище в районі їхнього розташування. Викиди забруднюючих речовин, що утворюються під час будівництва ВЕС, як правило, незначні, і не призводять до суттєвих змін складу атмосферного повітря. При цьому ВЕС можуть мати вплив на рекреаційний потенціал території, зменшуючи туристичну та рекреаційну привабливість та обмежуючи розвиток туристичної інфраструктури в околицях ВЕС.

Ділянки, зайняті вітрогенеруючими установками, займають порівняно невелику площу, проте завезення великогабаритних запчастин ВЕС, розміщення будівельної техніки та тимчасове складування будівельних матеріалів стають причиною залучення до процесу спорудження ВЕС значно більших площ, ніж самі ділянки ВЕС [3, 4]. Так, ділянка будівництва Південно-Української ВЕС розташована в межах Причорноморської низовини, що відноситься до найбільш знижених рівнинних частин території України. Територія Південно-Української ВЕС знаходиться у міжріччі Бузького і Березанського лиманів. За характером

поверхні низовина являє плоску степову рівнину (плато), полого нахилену в південному напрямку в бік моря. У разі будівництва ВЕС на природній території у значно більших обсягах відбувається пошкодження донедавна непорушеного ландшафту, ніж у випадку будівництва ВЕС на ділянках між сільгоспугіддями.

Також істотну роль відіграють такі фактори впливу, як зміна характеру вітряних потоків, яка знижує ефективність поширення пилку та напрямки його руху (70 % маси степових рослин у типових угрупованнях–вітрозапильні). ВЕС розташовують по краях балок, або на підвищеннях рельєфу (як у випадку із Судакською ВЕС). Саме тут є найбільше різноманіття флори і концентрація рідкісних видів. Особливо вразливі до зміни вітрових потоків приморські екосистеми. Вібрація і ультразвук впливають на ґрунтову фауну, структуру ґрунту та процеси ерозії, особливо по краях балок, де формується зона активної ерозії [1].

Одним із важливих аспектів шкоди, яка наноситься будівництвом ВЕС ґрунтовому покриву, є прокладання комунікацій, які закопуються під землю на глибину 1,2–1,5 метри. При цьому для комунікацій не виділяють земельних ділянок, і роботи на них вважаються тимчасовими. Коли прокладання комунікацій відбувається на орних землях, після заривання траншей ділянка набуває вихідного вигляду. Проте, на степових ділянках руйнування структури ґрунту та степової дернини стає причиною ерозійних процесів, утворює осередки поширення інвазійних (в тому числі карантинних) видів рослин, а також стає причиною руйнування візуального образу ландшафту і викликає перешкоди для тварин, які ще потребують вивчення.

Вітрова енергетика є одним з екологічних шляхів отримання енергії, проте вітрові електростанції також чинять певний негативний вплив на довкілля. Будівництво та експлуатація ВЕС спричиняють низку впливів на складові довкілля на етапі будівництва ВЕС та під час її подальшої експлуатації, серед яких пошкодження рослинного покриву, ґрунту та спричинення ерозійних процесів; випадкове або аварійне забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами; підвищення рівня шуму; електромагнітне випромінювання ВЕУ; блимання тіні та блиск лопатей тощо. При цьому будівництво та експлуатація ВЕС не призводить до значних впливів на повітряне та водне середовище в районі їхнього розташування.

Для уникнення розвитку ерозії ґрунтів необхідно мінімізувати порушення ландшафтів при будівництві та експлуатації ВЕС, відновлювати ґрунтово-рослинний покрив в місцях його порушення, запобігати просіданню ґрунтів.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Акименко А. Я. Основи акустичної екології / А.Я. Акименко, В. С. Дідковський, О. І. Запорожець, В. Г. Савін., В. І. Токарев. – Кіровоград : ТОВ «Імекс-ЛТД», 2002. – 520 с.

[2]. Аналіз можливих впливів будівництва вітрових електростанцій на степові екосистеми та зміни клімату. – А. В. Василюк, М. В. Кривохижая. Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. Вып. 17. 2014. – Методика.

[3]. Методика оцінки впливу на довкілля об’єктів вітроенергетики та її реалізація на прикладі ВЕС Шевченкове-1/ Н. М. Москальчук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. - 2018. - N 1. - С. 72-85.

[4]. Основи вітроенергетики: підручник / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Ципленков ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2015. – 335 с. //http://vde.nmu.org.ua/ua/lib/%D0%9E%D0%92-2015-02-11.pdf

Analysis Of Possible Impacts Of The Construction And Operation Of Wind Power Plants On The Environment

Remeshevska I. V., Gurets N. V. Vorobiova M.

National regulations and standards do not fully take into account the variety of negative effects of wind power plants (WES) on the environment. Negative impacts on the environment at the stage of construction and operation of the wind power plant have been determined. The role of such an influencing factor as a change in the nature of wind flows is described. It is noted that the greatest damage to the ground cover during the construction of wind power plants is caused by the laying of communications.

Key words: wind power plants, impact on the environment, construction of wind power plants, wind energy

УДК 502.75

СОЗОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «БІЛОБЕРЕЖЖЯ СВЯТОСЛАВА»

Мельничук С. С.,
кандидат біологічних наук,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова.

Анотація. Територія Національного природного парку (НПП) «Білобережжя Святослава» має високу фітосозологічну цінність і потребує проведення заходів з дослідження, охорони та збереження його біорізноманіття, особливо в сучасних умовах агресивної рекреаційної діяльності. На території НПП «Білобережжя Святослава» зростає 36 рідкісних видів, що мають різний охоронний статус. Це становить 6% аналізованої флори (595 видів). Виявлені нами види охороняються на різних рівнях. Більшість угруповань з участю рідкісних видів є піонерними стадіями заростання на первинних субстратах, як природного так і антропогенного походження, при цьому виконуючи важливу захисну функцію – закріплюють піски.

Ключові слова: флора, созофіти, Національний природний парк «Білобережжя Святослава»

Одним із сучасних актуальних завдань у рамках проблеми збереження біологічного різноманіття є вивчення та охорона рідкісних видів, які являються найвразливішою частиною генофонду, особливо в сучасних умовах агресивної рекреаційної діяльності Псамофітні місцезростання відрізняються високою специфічністю екологічних умов – гідрологічними, орологічними, едафічними, а також розташуванням та особливостями рельефу. Саме завдяки цим екологічним умовам псамофітні місцезростання НПП «Білобережжя Святослава» мало придатні для господарського освоєння. На цих територіях утворилися унікальні псамофітні комплекси, що зумовлено – розташуванням, умовами, які відрізняються значним видовим та ценотичним різноманіттям, що викликано екологічною та генезисною неоднорідністю.

Вивчення флори та рослинності проводилося експедиційно-маршрутним методом. В основу роботи покладені матеріали власних польових досліджень, здійснених у 2009–2018 рр. на території НПП. Окрім власних досліджень, були проаналізовані літературні джерела [1]. Ідентифікацію видів рослин проводили за відповідним визначником (Определитель..., 1987). Номенклатура видів наведена за чеклистом судинних рослин України [2]. Відомості щодо видів флори, занесених до бази даних Міжнародного союзу охорони природи МСОП (IUCN) наведені відповідно до публікації І.А. Коротченко, С. Л. Мосякіна 2014 р. [3]; щодо

Європейського червоного списку – відповідно до European Red List of Vascular Plants 2011 р. [4]; види, занесені до Червоної книги України, наведені відповідно до її видання 2009 р. [5].

На території НПП «Білобережжя Святослава» зростає 36 рідкісних видів, що мають різний охоронний статус (табл. 1). Це становить 6 % аналізованої флори. Виявлені нами види охороняються на різних рівнях: міжнародному (CITES, МСОП, ЄЧС, БЕРН), державному (ЧКУ, ЗКУ) та регіональному (ЧСМО).

Таблиця 1. Рідкісні види НПП «Білобережжя Святослава»

Назва виду	CITES	СЧС	ЄЧС	БЕРН	ЧКУ	ЗКУ	ЧСМО
Centaurea breviceps					+		
Stipa borysthenica					+	+	
Betula borysthenica					+	+	
Pulsatilla pratensis					+		
Glaucium flavum					+		
Orchis picta	+		+		+		
Orchis coriophora	+		+		+		
Orchis palustris	+				+		
Orchis frangrans	+		+		+		
Ornithogalum boucheanum					+		
Asparagus pallasii			+		+		
Goniolimon graminifolium		+			+		
Agropyron dasyanthum		+	+				
Eryngium maritimum							+
Inula helenium							+
Rhaponticum serratuloides							+
Thymus borysthenicus		+					
Alyssum savranicum					+		
Alyssum borzeanum			+	+	+		
Zostera marina				+			
Crambe pontica			+		+		
Astrodaucus littoralis					+		
Otites artemisetorum							+
Valeriana stolonifera							+
Agropyron dasyanthum		+					
Urtica kioviensis		+	+				
Ephedra distachya		+					
Zannichellia palustris		+					
Ruppia cirrhosa		+					
Ruppia maritima		+					
Quercus robur		+					
Alnus glutinosa		+					
Typha angustifolia		+					
Poa angustifolia		+					
Poa annua		+					
Urtica dioica		+					

Примітка:Охоронний статус: СЧС – Світовий Червоний список Міжнародного союзу охорони природи і природних ресурсів (1998), CITES – Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (1973), БЕРН –

Конвенція про збереження дикої фауни та флори і природного середовища в Європі (1979), ЄЧС – Європейський Червоний список (2011), ЧКУ - Червона книга України (2009), ЧСМО – Червоний список Миколаївської області (1990).

Отже, на території НПП «Білобережжя Святослава» зростає 36 созофітів, але за рахунок того, що одні й ті самі види включені до різних списків охорони вони займають загалом 52 позиції. Особливий інтерес у природоохоронному аспекті становлять псамофітні угруповання Кінбурнської (Прогнойської) арени, які характеризуються значною кількістю рідкісних видів, які охороняються на різних рівнях, унікальним сполученням фітоценотипів, які поширені у вузькому регіональному діапазоні, і тому займають незначні площі. Більшість угруповань з участю рідкісних видів є піонерними стадіями заростання на первинних субстратах, як природного так і антропогенного походження, при цьому виконуючи важливу захисну функцію – закріплюють піски. Більшість рідкісних видів на піонерних стадіях заростання є діагностичними видами. Не менше рідкісних видів і серед колкових лісів – березових, дубових та вільхових, які самі по собі є рідкісними угрупуваннями на півдні України, в них рідкісні види також являються діагностичними видами класів, порядків, союзів та асоціацій. По 1-3 рідкісні види зустрічаються в угрупованнях галофітної, водної, прибрежно-водної, лугової рослинності. Отже, практично всі псамофітні фітоценози можна віднести до розряду рідкісних, що потребують охорони.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мельничук, С.С. Антропогенна трансформація фітобіоти Національного природного парку «Білобережжя Святослава». Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.16 – Екологія, Чернівці, 2018.

2. Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kyiv, 1999. 346 p.

3. Коротченко І. А., Мосякін С. Л. Види флори України в базі даних Міжнародного союзу охорони природи (МСОП -IUCN): мат. III міжнар. наук. конф // Впровадження глобальної стратегії збереження рослин. Львів, 2014. С. 42–47.

4. Bilz, M., Kell, S., Maxted, N. and Lansdown, R. (2011) European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 142 p.

5. Червона книга України Рослинний світ; Дідух, Я.П., Ред.; Глобалконсалтинг: Київ, 2009; с 900.

Sozological Aspects Of The Vegetable Cover Of The National Park Of "Biloberezhzhya Svyatoslava"

S. Melnychuk, Candidate of Biological Science
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The territory of Svyatoslav Biloberezhzha National Natural Park has an advanced phytososological value and requires measures for its biological diversity research, protection and preservation, especially in nowadays conditions of aggressive recreational activities. 36 rare kinds of various conservation status are growing on the territory of the Svyatoslav Biloberezhzha National Natural Park. These are 6% of flora analyzed (595 kinds). The kinds detected by us are protected at different levels. Most of groups with rare kinds are the pioneer colonization stage at initial substrates, of both nature and human origin, executing thereat important protection function – they bind the loose sand.

Key Words: flora, sosophytes, Svyatoslav Biloberezhzha National Natural Park

УДК 504.3.054

АНАЛІЗ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

Магась Н. І., *к.т.н., доцент,* ***Соченінова І. О.***
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова,
м. Миколаїв, Україна
inna_socheninova@gmail.com

Анотація: В останні роки м. Миколаїв входить до 10 найбільш забруднених міст України. У роботі представлені результати оцінки якості атмосферного повітря на основі отриманих даних з інформаційних ресурсів. Для оцінки були використані такі інформаційні ресурси: Ventusky, Windy.com, SaveEcoBot. Визначено перелік основних забруднювальних речовин (формальдегід, пил, оксид вуглецю, фенол, оксиди азоту, діоксид сірки) і внесок кожної з них до загального рівня забруднення атмосфери.
Ключові слова: атмосферне повітря, рівень забруднення, індекс забруднення атмосфери, концентрація забруднюючої речовини.

Одним з важливих об’єктів навколишнього природного середовища є атмосферне повітря. Сучасна атмосфера містить приблизно двадцяту частину кисню, що є на нашій планеті. Головні запаси кисню зосереджені в карбонатах, органічних речовинах і окислах заліза, частина кисню розчинена у воді. В атмосфері склалася приблизна рівновага між виробництвом кисню у процесі фотосинтезу та його споживанням живими організмами. Але останнім часом з'явилась небезпека, що в результаті людської діяльності запаси кисню в атмосфері можуть зменшуватися. Особливу небезпеку становить руйнування озонового шару, яке спостерігається впродовж останніх років. [1]

Метою даної роботи є аналіз рівня забруднення атмосферного повітря Миколаївської області за допомогою online-інформаційних ресурсів. Для аналізу були використані наступні інформаційні ресурси: веб-додаток Ventusky, онлайн-карта стану повітря AirQuality Windy.com, SaveEcoBot, WAQI.Info та Copernicus Sentinel-5P MappingPortal.

Рівень забруднення атмосфери залежить від ряду чинників, серед яких передусім: потужність викидів, параметри джерела викидів, характеристики домішок, метеорологічні умови досліджуваного району та ландшафтні особливості території. Безуглая Е.Ю. зазначає, що підвищення концентрації домішок у конкретному районі залежить від певного поєднання метеорологічних параметрів, і чим точніше буде встановлено таке поєднання, тим точніше здійснюватимуться попередження про можливе формування високих концентрацій забруднювальних речовин у повітрі.[3]

В наш час розроблені online-інформаційні ресурси, які відображують метеорологічні дані та дозволяють одночасно відстежувати розвиток погоди та забруднення атмосферного повітря.

Першим прикладом online-інформаційних ресурсів є веб-додаток Ventusky (рис.1). Даний сайт зосереджений на прогнозуванні погоди, візуалізації метеорологічних даних та забрудненню повітря. Для метеорологічних елементів використовуються кольорові шкали, які відповідним чином ілюструють опади, атмосферний тиск і температуру. Щодо забруднення повітря використовується шкала AQI, синій колір ілюструє безпечний рівень якості повітря для здоров’я населення, а темно-червоний – небезпечний рівень. Що стосується опадів то сині кольори позначають низьку кількість опадів, яка не призведе до повеней. Помаранчевий і червоний відтінки, навпаки, небезпечні і можуть спричинити повінь.

Наступний додаток для аналізу рівня забруднення атмосферного повітря є SaveEcoBot. Бот може легко знайти та впорядкувати для вас наступну інформацію: моніторинг реєстру

ОВД (оцінка впливу на довкілля), в якому відображаються етапи проходження процедури екологічної оцінки планової діяльності підприємств.

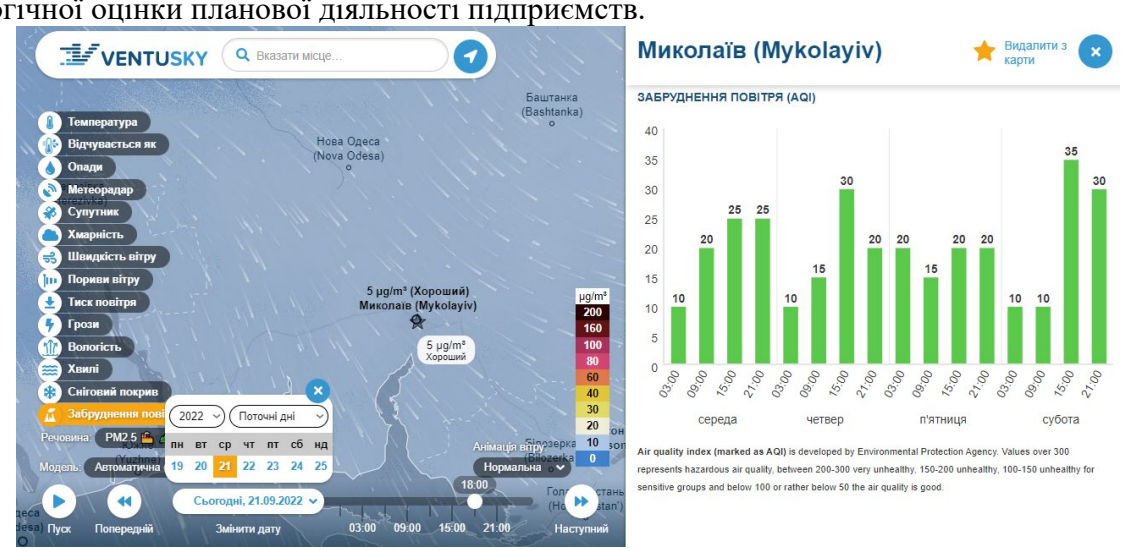


Рис.1 Дані, веб-додаткуVentusky, якості повітря м. Миколаїв

Дані про дозволи на викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами підприємств-забруднювачів 1, 2 та 3 груп. Дані про спеціальні дозволи на користування надрами. Дані про дозволи на спеціальне водокористування. Дані про ліцензії на поводження з небезпечними відходами.

Для того щоб дізнатися рівень забруднення атмосферного повітря (якість повітря) у місті Миколаїв, необхідно обрати відповідну станцію моніторингу на мапі.У місті Миколаїв (Миколаївська область) на цей час встановлено 19 станції моніторингу стану атмосферного повітря, на жаль, жодна з них зараз не працює через військовий стан в країні. Тому для аналізу ми беремо середній індекс якості повітря у м. Миколаїв за період з 21 квітня по 21 червня (рис.2).

Ще один додаток для аналізу рівня забруднення атмосферного повітря має назву Windy (рис. 3). Унікальність Windy полягає в наданні інформації з функціоналом професійного рівня, доступно понад 40 погодних карт від вітру, дощу, температури та тиску до наближення грози чи індексу якості повітря.

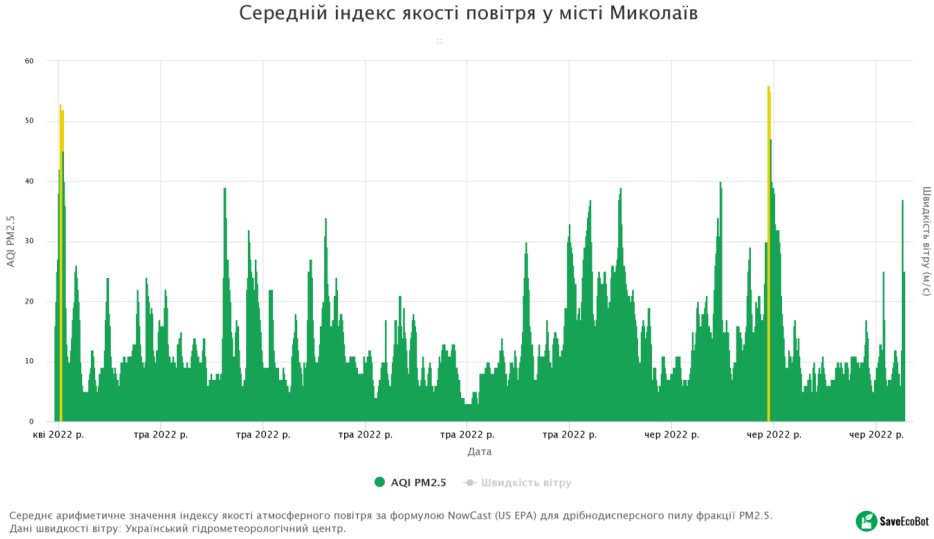


Рис.2 Динаміка забруднення повітря за даними SaveEcoBot

До особливостей даного ресурса можна віднести: детальну аерограму та метеограму (температура та точка роси, швидкість вітру та пориви вітру, тиск, опади, хмарний покрив по висоті), співставлення прогнозної моделі, детальний прогноз погоди для будь-якого місця (температура, накопичення дощу та снігу, швидкість вітру, пориви вітру та напрямок вітру), станції моніторингу забруднення атмосферного повітря та погодні станції поблизу (погода, що спостерігається в реальному часі - зафіксований напрямок вітру, швидкість вітру та температура).

Для визначення рівня забруднення повітря використовується шкала AQI, значення кольорів поділок співпадає з вище описаним веб-додатком Ventusky.

Висновок. Аналіз забруднення атмосферного повітря в Миколаївській області за весняно-літній період показує позитивну тенденцію щодо зниження рівня забруднення. Найвищий показник індексу якості повітря становив 96 μ/m^3. Основними забруднювачами атмосфери міста є формальдегід, вуглецю оксид, діоксид азоту, пил, фенол. Якість атмосферного повітря в місті за шкалою індексів забруднення відповідає оцінці «слабко забруднений».

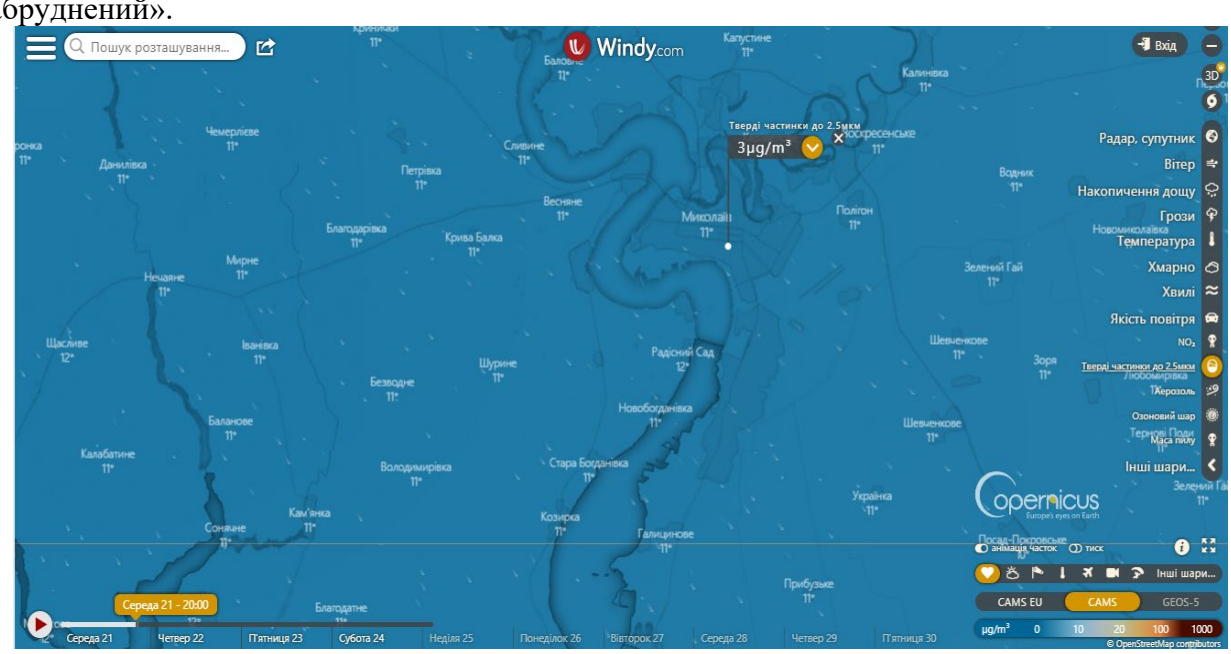


Рис.3 Дані, веб-додаткуWindy, якості повітря м. Миколаїв

На сьогоднішній день через повномасштабне вторгнення РФ на територію України у повітря потрапляє велика кількість шкідливих речовин через детонацію боєприпасів, обстріли. Тому в дні коли м. Миколаїв піддавався численним обстрілам, ми спостерігаємо негативну динаміку якості повітря. Для поліпшення якості атмосферного повітря в місті пріоритетними слід вважати комплекс заходів щодо зниження викидів від автотранспорту, як основного джерела забруднення атмосфери.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Данилко В.К., Борецька О.Ю. Інформаційні ресурси стану забруднення й охорони атмосферного повітря та їх аналіз. Вісник ЖДТУ №3 (41) с. 145-154.

[2].Максименко Н. В.,Пересадько В. А., Титенко А. В., Кулик М. И. Оцінка атмосферного забруднення, як складова ландшафтно-екологічного планування для прийняття рішень у природоохоронному менеджменті Харківської області // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, № 1147. Серія «Екологія», вип. 12 – 2015. С. 47 -57.

[3].Сніжко С. І., Шевченко О. Г., Данілова Н.О. Оцінка сучасного рівня та тенденцій забруднення формальдегідом атмосферного повітря міст України. Укр. гідрометеоролог. журн. 2014. Вип. 15. С. 24-32.

[4].Беляева И. В., Орлова С.А., Боробова Н.А. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха городаДонецка формальдегидом Экологические проблемы индустриальных мегаполисов:Сб.трудовмеждунар. науч.-практ. конф., Донецк, 26-28 мая 2010 г. Донецьк, 2010. С.78–82.

[5].Веб-додаток Ventusky. Електронний ресурс: URL:https://www.ventusky.com/

[6]. Онлайн-карта стану повітря AirQuality Windy.com. Електронний ресурс: URL: https://www.windy.com/

[7]. Забруднення повітря в Україні SaveEcoBotmaps. Електронний ресурс: URL: https://www.saveecobot.com/

[8].Стан атмосферного повітря у м. Миколаїв. Електронний ресурс: URL: https://ecolog.mk.gov.ua/ua/standovk/air/

[9]. Стан навколишнього природного середовища м. Миколаїв. Електронний ресурс: URL: https://mkrada.gov.ua/content/stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html

Analysis Of The Level Of Atmospheric Air Pollution In The Mykolaiv Region Using Information Resources

Magas N.I., Socheninova I.O.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

In recent years, the city of Mykolaiv has been among the 10 most polluted cities in Ukraine. The paper presents the results of atmospheric air quality assessment based on data obtained from information resources. The following information resources were used for the assessment: Ventusky, Windy.com, SaveEcoBot. A list of the main pollutants (formaldehyde, dust, carbon monoxide, phenol, nitrogen oxides, sulfur dioxide) and the contribution of each of them to the overall level of atmospheric pollution is determined.

Keywords: atmospheric air pollution level, air pollution index, concentration of a pollutant.

УДК 574:631.1

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

Тарасов І.В.
кандидат хімічних наук, доцент кафедри соціальних та загальнотехнічних дисциплін
Первомайського навчально-наукового центра
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна
tarasov.i.vad@gmail.com

Розглянуті екологічні проблеми, які виникли внаслідок широкомасштабного вторгнення російської армії в Україну. Існуючі і можливі екологічні лиха та катастрофи представлені в розрізі класифікації відносно природи їх походження. Показано, що практично усі відомі види екологічних забруднень вже виникли в материковій частині України та її територіальних водах, тому потрібно зосередитись на зборі фактів та фіксації екологічних злочинів.

Ключові слова: екологічні проблеми, забруднення, катастрофа, військові дії, екологічна небезпека.

Вступна частина. Екологічні проблеми вже тривалий час є суттєвим фактором соціально-економічного та техногенного впливу в Україні [1, с.142]. Вони негативно позначалися и позначаються на життєдіяльність людини, рослинного, тваринного світів, атмосфери, гідросфери, літосфери тощо. Екологічні фактори знижують привабливість будь-якої держави для проживання власних громадян, туризму, погіршують сприйняття країни в світі. Але ті виклики, з якими Україна зіштовхнулась в результаті широкомасштабного вторгнення країни-агресора, посилили існуючі проблеми в екологічній сфері та, звичайно, ініціювали нові.

Мета роботи. В даній роботі розглянуті питання екологічної небезпеки, які з'явились або посилились в зв'язку із військовими діями на території України та її територіальних водах під час російського вторгнення.

Основна частина. Україна вже багато років в багатьох своїх регіонах далека від екологічного ідеалу. Нажаль, забруднення ґрунту, атмосфери, водоймищ досить суттєві, особливо в східних та південно-східних областях. Це пов'язано із індустріальним характером їх розвитку, державною екологічною політикою тощо.

Забруднення за природою походження розподіляються на певні види: фізичні, механічні, біологічні, геологічні та хімічні. На жаль, усі вони мають місце на теренах нашої країни як результати або майбутні наслідки військових дій у війні, нова фаза якої розпочалася наприкінці лютого цього року. Якщо розглядати зв'язок із бойовими подіями, то в решті решт потрібно вказати на наслідки, які виникли ще за період антитерористичної операції (операції об'єднаних сил). Але в рамках цієї роботи доцільно не розділяти ці періоди, так як в багатьом наслідки схожі. Тому розглянемо небезпечні результати війни саме за видами, зазначеними вище, при цьому неможливо претендувати на повноту картини.

До *фізичного забруднення* відносять термічне (теплове), світлове, шумове, вібраційне, електромагнітне, іонізуюче забруднення. До теплового забруднення можна віднести пожари в населених пунктах, лісах, елеваторів, полях, горіння військових складів та техніки, навіть витік амоніаку. Останній приклад призводить, крім хімічного забруднення, до зниження температури навколишнього середовища. Ілюстрацією світлового забруднення слугують піщані, пилові завіси в повітрі, каламутність водоймищ та інше. В багатьох випадках порушуються біоцикли тварин і, звісно, людей. Шумове забруднення під час військових дій є зрозумілим. До нього приводять польоти літаків та гвинтокрилів, постріли, сирени повітряної та ракетної небезпеки, переміщення військової техніки, вибухи. До вібраційного забруднення можна віднести останні два фактори, а також фортифікаційні роботи. Електромагнітне забруднення середовища в Україні доповнюється роботою антен підрозділів протиповітряної оборони, радіоелектронної боротьби, засобів зв'язку та навігації. Наприклад, випромінювання навігаційних приборів кораблів виводить з ладу органи слуху дельфінів і, можливо, інших морських тварин та риб. Втративши акустичний контроль, дельфіни гинуть масово і лише невелику їх частину можна спостерігати на березі. З іонізуючим випромінюванням поки, на щастя, спеціалісти стикнулись лише біля Чорнобильської АЕС завдяки відкриттю зараженого ґрунту солдатами агресора та підняття пилових слідів при проходженні військової техніки. Також були обстріляні інші атомні станції та деякі ядерні об'єкти, наприклад, в Харківській області. Ще за радянську епоху на деяких шахтах Луганської області був застосований ядерний вибух для «покращення умов видобутку». Тому є певний радіоактивний слід в підземних водах та річках цього регіону, а при неможливості обслуговування таких шахт в умовах АТО небезпека лише зросла.

Механічні забруднення пов'язанні із потраплянням в середовище матеріалів, які хімічно або в іншій спосіб не забруднюють довкілля. Наприклад, будівельне сміття як наслідок розбору завалів після руйнування будівель, доріг, мостів. Також сюди відноситься замулювання водоймищ при їх форсуванні військовими підрозділами або вибухів. Хоча такі забруднення найменш агресивні, вони також суттєво впливають на екосистему.

Біологічне забруднення може бути органічним та бактерійним. Перше з них під час війни виникає внаслідок гниття решток загиблих людей, тварин, риб, порушенням роботи каналізації та неможливості проведення заходів щодо усунення цих процесів. Результатом цього стає бактерійне забруднення: привнесення в середу хвороботворних мікроорганізмів, сприяючих поширенню захворювань, наприклад, гепатиту, холери, дизентерії тощо. Також військові дії можуть призвести до зміни міграційного потоку птахів та тварин, що також відноситься до біологічного забруднення.

Геологічне забруднення пов'язані із активними намаганнями руйнувати гідротехнічні споруди (дамби, греблі) російськими загарбниками, можливими обвалами в шахтах, зсувів, просідання земної кори.

Хімічне забруднення – це зміна природних хімічних властивостей середовища в результаті викидів різних забруднювачів. Це найрізноманітніша категорія. В першу чергу це викиди вуглеводневого палива технікою. Також це речовини, які виділяються внаслідок пожарів, підбиття гусеничної, колісної, морської та авіатехніки, вибухів тощо. Важкі метали потрапляють в ґрунт, водоймища і далі по харчовому ланцюгу. Особливо небезпечними є події, пов'язанні з руйнуванням хімічних виробництв. Наприклад, потрапляння у «Сумихімпром», знищення цистерн та трубопроводів з амоніаком, хором, горіння складів з добривами та пестицидами [3]. Особливо небезпечними для акваторії Чорного моря є вантажі потоплених українськими воїнами російських кораблів. Багато з них містили або перевозили значну кількість палива та інших небезпечних речовин.

Висновки. Оглядово була освітлена тема екологічних проблем, які пов'язані із військовими діями в Україні. Було показано, що практично усі види забруднень, які відомі людству, виникли і виникають в наслідку цих подій. Глибини, масштабності та майбутніх підсумків сучасних екологічних лих та катастроф оцінити важко або неможливо, але потрібно поки збирати факти, показники, свідоцтва, щоб держава мала підстави звернутись до міжнародних природоохоронних та судових структур.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Танасієнко Н. П., Поплавська О. В., Федорчук І. І. Стан та перспективи вирішення екологічних проблем в системі національної безпеки // Вісник Хмельницького національного університету. – 2019. – № 4. – Том 1. – С.142-146.

[2]. Про затвердження Методики визначення шкоди та збитків завданих земельному фонду України внаслідок збройної агресії Російської Федерації [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0586-22#Text

Environmental Consequences Of Military Actions In Ukraine.

Tarasov Ihor Vadimovych.
Pervomaisky educational and scientific center Admiral Makarov National Shipbuilding University, Pervomaisk, Mykolaiv Region, Ukraine.

Annotation: Environmental problems that arose as a result of the large-scale invasion of the Russian army into Ukraine are considered. Existing and possible environmental disasters and catastrophes are presented in terms of classification according to the nature of their origin. It is shown that almost all known types of environmental pollution have already occurred in the mainland of Ukraine and its territorial waters, so it is necessary to focus on gathering facts and recording environmental crimes.

Key words: environmental problems, pollution, disaster, military actions, environmental danger.

УДК 5284 829.7; 632.15

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ МОРСЬКИХ ТА ЛИМАННИХ АКВАТОРІЙ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я В МЕЖАХ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Тимченко Інна Вікторівна
кандидат технічний наук, доцент,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
inna.tymchenko@nuos.edu.ua
Грубий Микола Васильович
науковий співробітник
Регіонально ландшафтного парку Тилігульський
kinburn_co@ukr.net

Анотація. В роботі проведено аналіз екологічного стану лиманних та морських акваторій Північного Причорномор'я в межах Миколаївської області з використанням супутникових знімків, оцінено основні чинники впливу на водні об'єкти, а також заходи, які сприятимуть запобіганню забрудненню та захисту водних об'єктів в післявоєнний період.
Ключові слова. Екологічний моніторинг, забруднення, військові дії, лиманні та морські акваторії, Північне Причорномор'я

Зростання антропогенного навантаження на басейн Азовського та Чорного морів на фоні зміни клімату обумовлювало незадовільний їх екологічний стан та його погіршення в останнє десятиріччя. Слід зазначити, що з початком повномасштабного вторгнення росії в Україну вплив на довкілля, зокрема й прісноводні, лиманні та морські екосистеми значно посилився і носить вже катастрофічний характер. Зокрема, це пов'язано з новими ризиками такими як: замінюванням морських вод, використання засобів гідролокації, які призводять до загибелі морських ссавців, забруднення водойм нафтою та нафтопродуктами, уламками ракет, ракетним паливом та ін.

В період післявоєнного відновлення, одними з головних задач перед фахівцями стане відновлення та збереження морських екосистем, отже розробка та впровадження сучасних методів та засобів екологічного моніторингу морських екосистем є актуальною задачею.

На сьогодні актуальною задачею залишається розробка нових методів і засобів обробки екологічної інформації та пошуку нових технологій та рішень щодо відновлення та збереження водних екосистем.

Метою роботи є вдосконалення методів та засобів екологічного моніторингу морських та лиманних акваторій Північного Причорномор'я для відновлення порушених екосистем.

Серед найбільш критичних показників стану морського середовища та небезпечних факторів негативного впливу можна виділити: евтрофікацію та її наслідки (зокрема масове "цвітіння" води), значне забруднення морських екосистем токсичними та канцерогенними речовинами, мікробіологічне забруднення, зменшення біологічного різноманіття, скорочення обсягу природних ресурсів Азовського та Чорного морів, включаючи запаси водних біоресурсів, зниження якості та доступності рекреаційних ресурсів, виникнення загроз здоров'ю населення [1, с.1].

В роботі було проведено дослідження стану морських та лиманних акваторій Північного Причорномор'я (рис.1) шляхом супутникового моніторингу для формування рекомендацій щодо проведення післявоєнного екологічного моніторингу та прийняття рішень щодо відновлення акваторій.

Рис.1 – Морські та лиманні акваторії Північного Причорномор’я в межах Миколаївської області

Для дослідження було обрано Дніпро-Бузький, Березанський та Тилігульський лиман, а також морську прибережну акваторію від м. Очаків то с. Коблево.

Проаналізовано основні чинники негативного впливу на водні акваторії та проведена оцінка ступеню впливу.

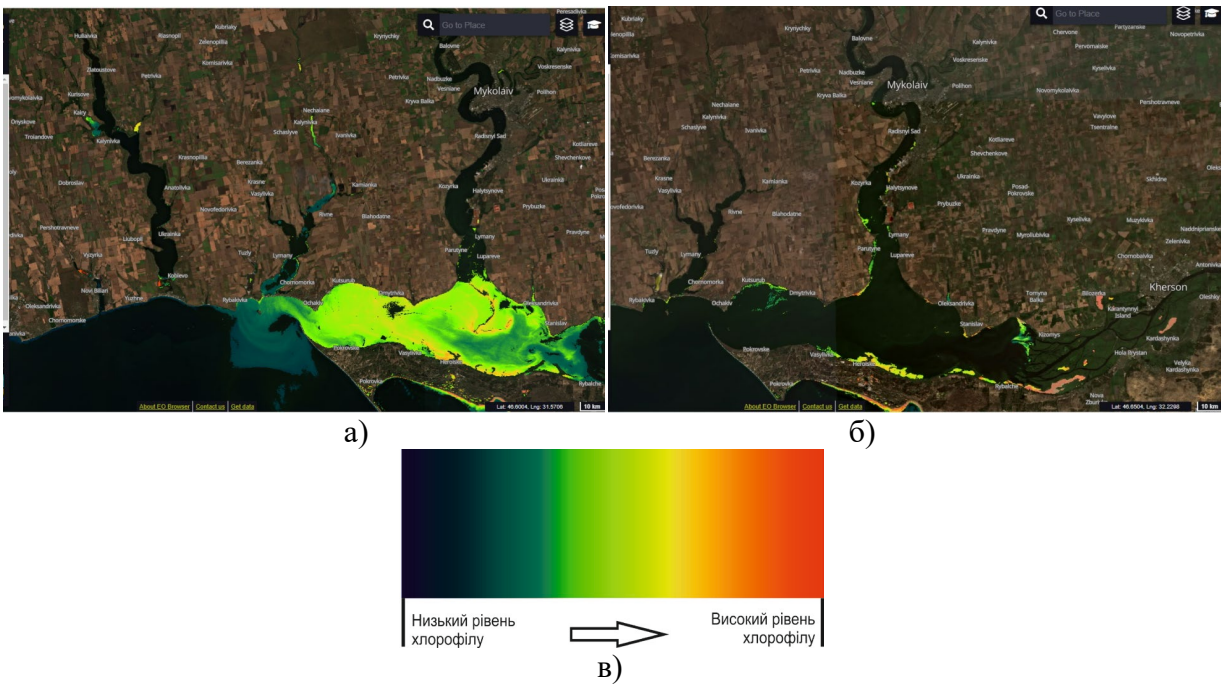
Серед основних чинників впливу на морські та лиманні акваторії антропогенного та природного характеру слід виділити:

- сільськогосподарську діяльність
- суднохідна діяльність,
- скид побутових неочищених та недоочищенних стічних вод,
- скид промислових стічних вод,
- зменшення природного стоку річок,
- дії окупантів (забруднення ракетним паливом, потрапляння залишків ракет, снаряди, підводні міни, застосування гідролокації).

Проведено аналіз супутникових знімків щодо сучасного стану досліджуваних водних об’єктів та порівняльний аналіз зі знімками за минулий рік. В якості періоду дослідження обрано серпень-вересень, період для якого характерна межень. Слід зазначити, що даний період в цьому році характеризується значно більшою кількістю опадів ніж минулий рік.

На рис.2 наведено космічні знімки (супутник Sentinel – 2), які оброблено за допомогою інструменту Ulyssys Water Quality Viewer, сценарій візуалізації якості води за вмістом хлорофілу, що дозволяє оцінити динаміку розвитку синьо-зелених водоростей в акваторії водних об’єктів.

На супутникових знімках можна спостерігати інтенсивне «цвітіння» акваторії особливо помітне в районі Дніпро-Бузького лиману, в літньо-осінній період 2021 року, що пов’язано з надмірним розвитком ціанобактерій та зелених водоростей та відсутність інтенсивного «цвітіння» в 2022 році. Така тенденція спостерігається за весь літньо-осінній період. Разом з тим, ми можемо спостерігати зменшення водності річок та лиманів в 2022 року порівняно з 2021 роком.



а) б)

в)

Рис.2 Супутникові знімки водних акваторій в межах Миколаївської області: а – вересень, 2021 рік, б – вересень, 2022 рік, в – шкала вмісту хлорофілу

Аналіз впливу всіх чинників на стан водних об'єктів дозволяє зробити висновок, що причиною кращого екологічного стану є зменшення інтенсивності сільськогосподарської діяльності на території, де ведуться бойові дії або тимчасово окупованої та, як наслідок, зменшення потрапляння органічних речовин в водні об'єкти з поверхневим стоком.

Серед основних чинників негативного впливу на водні об'єкти в умовах воєнного стану залишається вплив недоочищенних та неочищених стічних вод, хоча інтенсивність його значно менша, разом з тим, присутня висока ймовірність аварійного потрапляння в водойму небезпечних речовин з промислових підприємств та станцій очистки стічних вод, а також забруднення внаслідок вибухів снарядів, розливу нафти та нафтопродуктів, ракетного палива.

Хоча на сьогодні стан водних об'єктів Миколаївщини залишається у задовільному стані, а за деякими критеріями навіть покращився, вплив військових дій окупантів носить загрозливий характер та матиме довгострокові наслідки.

Одною з важливих задач післявоєнного відновлення буде розробка заходів запобігання забрудненню водних об'єктів, серед яких повинно бути впровадження оцінювання екосистемних послуг та загалом екосистемного підходу в практики розробки програм, впровадження нових видів діяльності, перегляд ведення сільського господарства, переоснащення систем очистки стічних вод, а також впровадження водоощадних технологій.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Про схвалення Морської природоохоронної стратегії України. Розпорядження КМУ від 11 жовтня 2021 р. № 1240-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1240-2021-%D1%80#Text .

Environmental monitoring of marine and estuary waters of the Northern Black Sea within Mykolaiv region

Inna Tymchenko, Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykola Hrubyy, Tyligulsky regional landscape park

Abstract. In the article, an analysis of the ecological state of the estuarine and marine water areas of the Northern Black Sea region within the Mykolaiv region was carried out using satellite images, the main factors affecting water bodies were assessed, as well as measures that would contribute to the prevention of pollution and the protection of water bodies in the post-war period.
Keywords. Environmental monitoring, pollution, military environmental crimes, estuaries and marine water areas, the Northern Black Sea

УДК 28.47:504.064

АНАЛІЗ РІДКОГО ПАЛИВА ОТРИМАНОГО З ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ МЕТОДОМ ПІРОЛІЗУ

Маркіна Л. М.
доктор технічних наук, професор кафедри екології та екологічного контролю Державного закладу «Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління»
м. Київ, Україна
markserg@ukr.net
Жолобенко Н. Ю.
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій
nataliya.zholobenko@nuos.edu.ua
Ушкац С. Ю.
кандидат фіз.-мат.наук кафедри екології та природоохоронних технологій
svitlana.ushkats@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Перспективною технологією утилізації пластикових відходів є піроліз, хімічний процес, який розщеплює пластмаси на сировину. Ключовими продуктами піролізу є рідини, що нагадують сиру нафту, які можна спалювати як паливо, та інші сировини, що можна використовувати в багатьох нових хімічних процесах, дозволяючи здійснювати процес із замкнутим циклом.
Ключові слова: піроліз, пластикові відходи, полімери, рідке паливо, утилізація.

Перспективним методом утилізації пластикових відходів з погляду екологічної безпеки вважається метод піролізу, завдяки якому можна виробляти ряд корисних вуглеводів, потенційно використовуваних як хімічна сировина або енергія, тим самим зводячи до мінімуму залежність від не відновлюваних викопних видів палива.

Піроліз має низку переваг у порівнянні з іншими традиційними підходами поводження з пластиковими відходами. Він не вимагає витрат, пов'язаних із сортуванням, промиванням та змішуванням при переробці. Технологія піролізу підходить для всіх видів пластикових відходів та немає необхідності виконувати роботи з подрібнення. Вихідною сировиною можуть бути термореактивні, термопластичні та композиті матеріали, також можна проводити сумісний піроліз пластику з макулатурою, біомасою, медичними відходами тощо. А в залежності від складу сировини, умов процесу та наявності чи відсутності каталізатора можна варіювати склад продукту та виході. Перевагою використання технології піролізу при утилізації пластикових відходів є висока теплота згоряння, а фізичні властивості рідкого палива сильно відрізняються в залежності від типу пластику, температури, методу піролізу, каталізатору тощо (табл. 1). Рідке паливо із пластикових відходів зазвичай важче за звичайне паливо та має більш високу теплотворну здатність, що є перевагою для палива, яке використовується в котельнях [1-7].

Таблиця 1 - Технічні характеристики та склад рідких продуктів піролізу пластикової сировини

Рідке паливо		HDPE	LDPE	PP	PET	PS	HDPE, PP, PET [7]	HDPE, PP, PET, PS [7]
Щільність 40°C (г/см^3)		0,800-0,920	0,768-0,8020	0,767-0,80	0,087-0,90	0,85-0,86	-	-
В'язкість при 40°C (сСт)		2,420-2,52	1,650-1,801	2,72	-	1,4 при 50°C	1,4-1,9 в'язкість при 20°C	1,4-1,9 в'язкість при 20°C
Температура спалаху (°C)		40-48	50	31-36	-	28	-	-
Теплотворна здатність (МДж/кг)		45,4	39,1	40	28,2	43,0	38,73	39,15
Вихід рідини (%)		86	75,6	70,45	59,50-67,70	-	-	-
Елементний склад (%)	C	85,3	85,3	85,61	62,10	92,32	84,58-85,30	84,58-85,30
	H	14,2	14,2	14,38	4,21	7,73	12,07-14,09	12,07-14,09
	N	0,5	0,5	0,00	-	0,00	0,33-0,87	0,33-0,87
	O	0,00	0,00	-	33,69	0,00	0,48-8,78	0,48-8,78

Але існують недоліки використання технологій піролізу. Відходи зазвичай містять суміші органічних, полімерних відходів, забруднених остатками їжі, папером, клеями, фарбою, шо вводить небажані гетеро елементи у сировину для піролізу. Це призводить до експлуатаційних проблем, корозії технологічного обладнання, забрудненню та коксуванню в реакторі, а також утворенню сажі. Іншою проблемною може стати потрапляння хлору, який може пошкодити технологічне реакторне обладнання, а високий вміст хлору в продукті піролізу може перешкодити його використанню як палива або сировини для нафтохімії. При переробці пластикових відходів рідкий продукт може мати вищий вміст сірки, ніж звичайне паливо та низьку температуру спалаху. Тому при виборі методу необхідно враховувати всі вихідні компоненти, речовини та елементи, які потім перейдуть в новий продукт чи будуть виділятися під час самого процесу переробки. Потрібен контроль виділення на кожному етапі вид виробництва до використання [8].

Світове зростання пластикових відходів викликає серйозні економічні та створює екологічні проблеми, що підвищує важливість технологій переробки пластику для екологічно безпечного поводження. Піроліз - це перспективна технологія, яка використовується для перетворення пластикових відходів в рідке паливо та інші цінні продукти, такі як вугілля та гази, і вважається більш економічно вигідною та екологічно чистою технологією, ніж інші методи переробки. Вихід продуктів піролізу залежить від низки параметрів процесу, температури, швидкості нагрівання, вологості, часу витримки, типу пластику, отриманий рідкий продукт має характеристики, аналогічні звичайному дизельному паливу і може використовуватися як джерело енергії. Потенціал піролізу пластмас, потребує інтенсивного дослідження та розробки з точки зору технічних, економічних та екологічних проблем, але він може стати вирішенням проблеми завершення життєвого циклу пластику.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. WU. Eze, IC. Madufor, GN. Onyeagoro, et al. (2020) The effect of Kankara zeolite-Y-based catalyst on some physical properties of liquid fuel from mixed waste plastics (MWPs) pyrolysis. Polym Bull 77: 1399-1415.

[2]. MS. Qureshi, A. Oasmaa, H. Pihkola, et al (2020) Pyrolysis of plastic waste: Opportunities and challenges. J Anal Appl Pyrolysis 152: 104804.

[3]. AK. Panda, A. Alotaibi, IV. Kozhevnikov, et al. (2020) Pyrolysis of plastics to liquid fuel using sulphated zirconium hydroxide catalyst. Waste Biomass Valor 11: 6337-6345.

[4]. N. Sophonrat (2018) Pyrolysis of mixed plastics and paper to produce fuels and other chemicals. Doctoral Dissertation, KTH Royal Institute of Technology School of Industrial Engineering and Management Department of Materials Science and Engineering Unit of Processes, Sweden.

[5]. D. Supramono, M. Nabil, A. Setiadi, et al. (2018) Effect of feed composition of co-pyrolysis of corncobs-polypropylene plastic on mass interaction between biomass particles and plastics. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci 105: 012049.

[6]. Baiden (2018) Pyrolysis of plastic waste from medical services facilities into potential fuel and/or fuel additives. Master's Theses, 3696. Available from: https://scholarworks.wmich.edu/masters_theses/3696.

[7]. L. M. Markina, N. Yr. Zholobenko, S. Yr. Ushcats (2021) Investigation of the influence of the physicochemical characteristics of waste on the quality of liquid fuel products from them, obtained by multi-loop recirculation pyrolysis. The Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering**.** Volume 106. Issue 1. Nay 2021. P. 20-33.

[8]. Л. М. Маркіна, С. Ю. Ушкац, Н. Ю. Жолобенко (2021). Визначення небезпеки пластикових відходів для дослідження можливості їх утилізації термічними методами. Проблеми охорони праці в Україні, 37(2), 25-37.

Analysis Of Liquid Fuel Obtained From Polymer Waste By The Pyrolysis Method

Markina L. M. Zholobenko N. Yu. Ushkats S. Yu.
Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine

A promising technology for recycling plastic waste is pyrolysis, a chemical process that breaks down plastics into raw materials. The key pyrolysis products are crude oil-like liquids that can be burned as fuel and other feedstocks that can be used in many new chemical processes, enabling a closed-loop process.

Key words: pyrolysis, plastic waste, polymers, liquid fuel, utilization.

УДК 504.060:691

АЗБЕСТ: ЗАБОРОНА ВИКОРИСТАННЯ, МОНІТОРИНГ СИТУАЦІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ БУДІВЕЛЬ

Маринець О.М.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
marinets.aleks@gmail.com

Анотація. Проаналізовані деякі аспекти переходу від азбестових до безазбестових технологій. Розглянута поточна ситуація з відновленням пошкоджених будівель. У припущенні розвитку поточної ситуація в умовах реальної невизначеності запропоновано моніторинг

організовувати не як моніторинг програми виконання відновлення будівель, а як моніторинг розвитку ситуації в цілому.

***Ключові слова**:* азбест, екологічно безпечні матеріали, відновлення будівель, покрівельні матеріали, моніторинг ситуації.

Вступ. 6 вересня 2022 р. Верховна Рада України ухвалила в цілому законопроєкт № 4142 «Про систему громадського здоров'я», який, зокрема, передбачає заборону використання азбесту в будівництві. Азбестове питання набуло значного резонансу в суспільстві [1,8,9]. З'явились чисельні прихильники та супротивники заборони азбестовмісних матеріалів.

Метою роботи є аналіз проблем заборони використання азбесту в Україні та обґрунтування моніторингу ситуації з відновленням пошкоджених будівель.

Основна частина. Азбести відносяться до тонковолокнистих силікатних мінералів. Існує два основних типи азбестів - серпентин (хризотиловий азбест) та амфібол. Вони мають близькі технічні характеристики, але є й істотні відмінності.

Амфіболовий азбест є силікатом заліза, хризотил – силікатом магнію. Хімічний склад визначає мінералогічну структуру волокна. У амфіболу волокна тверді, короткі та голкоподібні, а у хризотилу – довгі, м'які та порожнисті всередині. Через таку фізичну будову при незахищеному вдиханні азбестового пилу мінерали першого типу буквально впиваються в тканину легень, а другого – ні. Крім того, хризотиловий азбест досить швидко розчиняється в кислому середовищі організму, амфібол стійкий навіть до кислот, що сприяє його накопиченню в легенях. Період напіврозпаду волокон хризотил-азбесту – 15 днів, волокон амфібол-азбесту – 460 днів. Хризотил вважається менш небезпечною речовиною, ніж амфібол [2,3].

Хризотил-азбест має унікальну сукупність властивостей: висока механічна міцність волокон, негорючість, теплостійкість, низька провідність тепла, електричного струму та звуку, стійкість до атмосферного, морського і лужного середовищ, висока здатність до утворення стійких композицій з в'яжучими матеріалами та ін.

Хризотил-азбест використовується у виробах у чистому вигляді або у композиції з іншими матеріалами, становлячи понад три тисячі найменувань.

Вироби з азбесту використовуються в промисловості будівельних матеріалів, енергетиці, машинобудуванні, електротехнічній та інших галузях.

Конвенцією СОЛАС використання азбестовмісних матеріалів на судах заборонено з 2002 р. Тим не менш, з різних причин азбест продовжує потрапляти на борт навіть суден, побудованих після 2011 р. [4].

Подібна ситуація спостерігається і в інших галузях, незважаючи на те, що ще в 2005 р. була введена заборона на використання азбесту, а зусиллями ВООЗ, Міжнародної конфедерації профспілок, інших міжнародних організацій було прийнято керівні принципи щодо запобігання зростанню захворювань, асоційованих з використанням азбесту.

Було розгорнуто масштабну антиазбестову кампанію.

На фоні цього інтенсифікувалися дискусії про небезпеку різних форм азбесту. Розглянемо деякі узагальнення результатів численних досліджень, поданих у огляді [5].

Існують роботи, в яких зроблено висновки як про відносно низький канцерогенний потенціал хризотилу в порівнянні з амфіболами, так і роботи, в яких не виявлено відмінностей між ними.

Повідомлялося про відносно легку розчинність хризотилу in vitro, проте це не обов'язково відображає їх таку ж розчинність in vivo. Відносно швидке зникнення хризотилових волокон з легень може пояснюватися їх розщепленням з утворенням тонких фібрил, які важко виявляються і можуть залишатися в легеневій тканині.

Видається ймовірним, що канцерогенний потенціал волокон визначається не стільки їх хімічним складом, скільки розмірами та механічними властивостями. Виходячи з цього,

штучні волокна (альтернативні азбесту) не є a priori менш канцерогенними. Вони також, накопичуючись в органах дихання, можуть спричинити захворювання.

В огляді зазначається, що дослідження пов'язаних з азбестом захворювань у всьому світі схильні до комерційного впливу. У таких умовах навряд чи можливо об'єктивно порівняти біовластивості азбесту та нових волокнистих замінників азбесту. Тому для об'єктивності порівняльна оцінка канцерогенності волокон різних типів потребує подальшого уточнення. Рекомендовано дотримуватись дослідницької концепції «всі волокна рівні».

Для оцінки експозиції населення азбестом в якості «індикаторної» пухлини використовується злоякісна мезотеліома (ЗМ), захворюваність на яку населення в Україні оцінюється як спорадична [5]. За період 2001-2011 років за даними Національного канцер-реєстру України середньорічні рівні захворюваності населення на ЗМ становили: чоловіки — 0,60; жінки - 0,31 на 100 тис. всього населення на рік. Це нижче світових (чол. — 1,11; жін. — 0,30) та європейських (чол. — 1,53; жін. — 0,37) рівнів захворюваності на ЗМ. Прогнозується, що надалі (до 2025 р.) захворюваність населення України на ЗМ збільшиться до рівня 0,97 на 100 тис. всього населення [6].

Відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та ЄС наша держава взяла зобов’язання імплементувати Директиву 2009/148/ЄС щодо заборони використання азбестовмісних матеріалів. Отже, зобов’язання необхідно виконувати, одночасно турбуючись про мінімізацію можливих негативних наслідків заборони азбесту та впровадження безазбестових технологій.

Через широке використання азбесту у всіх сферах життєдіяльності [3] відмова від його використання потребує добре вивіреної стратегії .

За даними Державної інспекції архітектури та містобудування України найзатребуванішими покрівельними матеріалами для відновлення зруйнованих будівель сьогодні є шифер, скло, металочерепиця. Головна проблема – це забезпечення шифером, потреба у якому сьогодні сягає більше 1млн.м^2. Зараз в Україні є всього два підприємства з виробництва шиферу (азбестовмісного), одне з яких у Краматорську призупинило роботу через активні бойові дії [7].

Плановий довоєнний обсяг ринку шиферу 2022 року мав становити 4,5 млн листів, але, виходячи із сьогоднішньої ситуації в Україні, потреба в шифері може зрости приблизно до 9 млн листів [8]. Потенційно цей дефіцит можливо подолати шляхом переходу до безазбестових технологій з використанням лише альтернативних азбесту речовин (целюлозних, поліакрилонітрильних, полівінілових [9], бентонітових, базальтових та інших волокон).

Перехід до безазбестових технологій є складною проблемою, тривалою у часі та потребує належного науково-технічного супроводу.

Насамперед, необхідно методологічно коректно та системно визначити ситуацію із забезпечення відновлення пошкоджених будівель в умовах переходу від азбестовмісних до безазбестних матеріалів.

Виходячи з економічних та соціальних можливостей, необхідно розробити цільову програму забезпечення країни покрівельними матеріалами.

Оскільки ситуація розвиватиметься в умовах реальної невизначеності, то і моніторинг слід організовувати не як моніторинг програми, а як моніторинг розвитку ситуації в цілому.

Вся система моніторингу має охоплювати не тільки науково-технічні, виробничо-економічні та екологічні, а й соціальні аспекти. Підсистема соціального моніторингу дозволить виявити пріоритети у реальній соціальній практиці, осмислити регіональні особливості, оцінити умови прояву соціальної активності організацій та індивідів.

При такому підході моніторинг поточної ситуації може стати дієвим інструментом для пошуку нових рішень щодо управління ситуацією та для пошуку ефективних засобів забезпечення розвитку ситуації в заданому напрямку для досягнення поставленої мети. При цьому задачі розвитку та сама мета можуть коригуватися у процесі розвитку ситуації.

Висновки. Проблема переходу до безазбестових технологій ускладнюється умовами поточної ситуації щодо забезпечення відновлення пошкоджених будівель. Оскільки ситуація розвиватиметься в умовах реальної невизначеності, то і моніторинг доцільно організовувати не як моніторинг програми виконання відновлення будівель, а як моніторинг розвитку ситуації в цілому з урахуванням науково-технічних, економічних, виробничих, військових, екологічних та соціальних аспектів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шифер хочуть заборонити в Україні через використання азбесту [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://zn.ua/ukr/ECONOMICS/vr-pid-chas-vijni-virishila-zaboroniti-najdeshevshe-pokrittja-dlja-dakhiv.html
2. Курта С.А. Наповнювачі – синтез , властивості та використання: навч. посіб. – Івано-Франківськ: Видавництво ПНУ ім. Василя Стефаника, 2012, – 302 с.
3. Білоус І.М. Вплив азбестових волокон на життєдіяльність людства. Вісник Хмельницького національного університету. – 2016. – № 3. – С. 259-262.
4. Асбест - постоянная проблема морского судоходства [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ww1.issa.int/ru/news/prevention/asbestos-ongoing-problem-maritime-shipping
5. Яргин С.В. Асбест и антиасбестовая кампания: в поисках разумных решений. Український медичний часопис, 2013 – № 5 – С.153-155.
6. Варивончик Д.В. Эпидемиологическая ситуация в Украине по заболеваемости населения злокачественной мезотелиомой. Медицина труда и промышленная экология, 2014. – № 1. – С.18-22.
7. Державна інспекція архітектури та містобудування України [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.facebook.com/DIAM.Ukraine
8. Асоціація «Українське хризотилове об'єднання» [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://ukrchrysotile.com.ua
9. Заборона азбесту та старт циркулярної економіки в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://globalcompact.org.ua/news

Asbestos: prohibition of use, monitoring of the situation ensuring restoration of damaged buildings

Marinets O. M., Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Aspects of the transition from asbestos to asbestos-free technologies are analyzed. The current situation with the restoration of damaged buildings is considered. In the assumption of the development of the current situation in conditions of real uncertainty, it is proposed to organize the monitoring not as a monitoring of the implementation program of building restoration, but as a monitoring of the development of the situation as a whole.

Keywords: asbestos, ecologically safe materials, restoration of buildings, roofing materials, situation monitoring.

УДК 578.833.3

ANALYSIS OF THE CONSEQUENCES OF THE NEGATIVE IMPACT OF PESTICIDES IN BIOCENOSES

Trokhymenko G.G.,
Dr. Tech. Sciences, professor
Head of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies
antr@ukr.net
Grushyna O.G.,
senior lecturer of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies
olga.bidnichenko@nuos.edu.ua
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine

This work is devoted to the urgent issue of today - the analysis of the negative impact of pesticides on the natural environment, which has not been sufficiently studied due to the complexity of the interaction of pesticides with the elements of the main components of biocenoses. It is shown that the reasons for the contamination of biocenoses with pesticides are violations of their application regulations, the use of persistent preparations and other technological factors.
Key words: ecosystem, pesticides, biocenoses, pollution, negative impact, resistance.

A significant part of the pollution of the natural environment is made up of chemical substances that mankind introduces into ecosystems to protect against pests, diseases, and weeds. The impact of some pesticides on the natural environment has not been sufficiently studied due to the complexity of their interaction with the elements of the main components of biocenoses. On the one hand, the use of plant protection products against harmful organisms is an integral part of modern technologies for growing agricultural crops.

On the other hand, the often unjustified and unlimited use of pesticides leads to the accumulation of pesticides and their metabolic products in the soil, water, and air.

The purpose of the work is to study the negative impact of pesticides on the biocenosis and its components.

Human activity primarily affects the state of the lithosphere, and the main load is felt by its surface layer - the soil cover, one of the main natural components that determines many processes that take place in the biosphere, and maintains the environmental condition necessary to preserve human health. An integral indicator of the state of the soil is its biological activity - a complex concept that reflects the set of processes that occur in the soil.

In today's conditions, during agricultural use, the soil is regularly contaminated with pesticides belonging to various classes of organic and inorganic compounds: organochlorine compounds, triazine derivatives, halogenobenzoic acid derivatives, acid amides and nitriles, nitrophenols, arylcarbamic and alkylcarbamic acid derivatives, urea derivatives, organic phosphorus compounds etc. On average, up to 300 kg of chemicals are used per hectare of arable land in the world. With their accumulation in plants (and some pesticides remain stable in the soil for a long time), it is possible for them to enter food chains.

Features of the distribution of soil microorganisms are related to the geography of the main types of soils. According to the research results, it is indicated that the impact of the soil cover reaction to different groups of pesticides is not the same. Since most microorganisms in the soil are aerobic, therefore, increasing the aeration of the soil layer provides a positive effect on the decomposition of pesticides.

Studies of the interaction of pesticides with biota have shown that the results of negative impact can be classified in the following directions: 1. formation of resistance in harmful organisms; 2. negative impact on plants and animals; 3. accumulation and transmission by power supply chains.

Circulation of pesticides in the environment can take place according to the following schemes: 1. air – plant – soil – plant – herbivore – human; 2. soil – water – zoophytoplankton – fish – man.

The arrival of pesticides occurs according to their inherent physical and chemical properties, such as solubility in water and fats and sorption on solid bodies. Sorption of most pesticides varies depending on the mineral part of the soil and is mainly related to the content of organic matter in the soil. Organic matter contains ingredients that have a significant sorption capacity for ionized and non-ionized pesticides, soluble in fats and water.

The main reasons for the contamination of biocenoses with pesticides are violations of their application regulations, the use of persistent preparations and other technological factors [1]. Acute and frequent situations of contamination of biocenoses occur due to increased consumption rates of pesticides (overdose), which are caused by errors in the calculation of the consumption rate of the pesticide or working mixture.

It should be noted that the quality of many used phytopharmacological agents (especially fungicides and herbicides), as well as the majority of small-packaged pesticides, does not meet state standards due to violation of storage conditions and non-compliance with temperature regimes. The container for storing means does not always meet safety requirements, as well as its tightness, which leads to deterioration of the properties of the pesticides themselves.

Visible manifestations of pollution can be preceded by hidden ones, as a result of which the ecosystem is destroyed or its productivity decreases. In addition to the process of bioaccumulation of pesticides, the process of their biotransformation is possible. Decomposition of pesticides can be accompanied by both pesticide detoxification – the loss of the original substance of toxic properties, and toxification – the formation of more poisonous substances, and unpredictably, and involving two or more pesticides. The nature of the action of pesticides in the natural environment is influenced by temperature, humidity, lighting and other abiotic factors, as well as the physiological state of organisms that have been exposed to pesticides or their decomposition products.

Pesticides enter the soil in all cases of their use. In the future, a certain part of them decomposes into non-toxic products within several months, the other part is stored for a long time (even years) and is involved in the system of circulation of substances in nature.

The self-cleaning of the soil, compared to the self-cleaning of the atmosphere and hydrosphere, occurs very slowly, therefore, as a result of long-term use of pesticides, their effect became manifested on a global scale. Of the huge number of insects, only 0.3% or 5,000 species are harmful, and 250 species have been found to be resistant to pesticides. From a general biological point of view, resistance can be considered as a change in populations as a result of the transition from a sensitive strain to a resistant strain of the same species as a result of selection caused by pesticides [2]. To combat resistant populations of harmful organisms and to prevent the emergence of resistance to pesticides, it is necessary to carefully observe the norms of consumption of drugs and the terms of their use.

The main source of pesticides entering the air is their evaporation from agricultural and forestry processing facilities. It should be emphasized that the evaporation of pesticides from the soil surface is more intensive than when the drugs are used in the soil, where they are retained by soil colloids. Pesticides are removed from the air through precipitation and photochemical degradation.

Pesticides can enter water bodies directly from the soil or from the atmosphere. In most cases, the presence of pesticides in water causes a violation of many physiological and hematological indicators in fish. In the aquatic environment, most pesticides are destroyed, but more resistant ones can migrate and accumulate in hydrobiota and mud, which determines their danger

Conclusions. The negative impact of pesticides manifests itself on almost all components of the biocenosis: soil, soil microorganisms, water bodies, atmosphere, insects, fish, herbivores, humans. The main reasons for the contamination of biocenoses with pesticides are violations of their application regulations, the use of persistent preparations and other technological factors.

LITERATURE

1. Баев Н.А., Шелманова Д.Э., Максимюк Н.Н. 2014. Загрязнение объектов экосистемы пестицидами: пути и последствия. *Молодой ученый*, 8 (67), 370-373. URL: https://moluch.ru/archive/67/11460/.

2. Иванцова Е.А. 2013. Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту. *Вестн. Волгогр. гос. ун-та*, 1 (5), 35–40 (Сер. 11. «Естеств. Науки»).

Секція 6. ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

УДК 681.518

АВТОМАТИЗОВАНА КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ДИСТАНЦІЙНОМУ ФОРМАТІ

Гайдай Г.Ю.
кандидат технічних наук,доцент кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Грєшнов А.Ю.
доцент кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
anna.haidai@nuos.edu.ua andrii.grieshnov@nuos.edu.ua

Анотація. Розроблено автоматизовану комп'ютерну систему для проведення експериментальних досліджень в дистанційному форматі, яка дозволяє реалізувати алгоритм проведення багатьох лабораторних досліджень у віддаленому режимі в умовах карантину та військового стану під повним контролем викладача. Виконано порівняльний аналіз існуючих систем для проведення дистанційних експериментальних досліджень. Представлено структурні схеми веб-додатку, бази даних та автоматизованої системи загалом. Розроблено програмне забезпечення у вигляді веб-додатку, який контролює автоматизовану систему. Наведено налаштування програм віддаленого адміністрування на робочих станціях.
Ключові слова: комп'ютерна система, автоматизація, дистанційне навчання, віддалене адміністрування, експеримент.

Вступ. Автоматизована система для проведення експериментальних досліджень в дистанційному форматі є дуже актуальною для студентів та наукових діячів у теперішній час. Якщо раніше мало кому була потрібна така система, то під час пандемії та в умовах військового стану постала проблема доступності технічних засобів для проведення досліджень [1], оскільки така система дозволяє, не виходячи з дому, дистанційно взаємодіяти з ЕОМ, проводячи дослідження, практичні та лабораторні роботи.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи для проведення експериментальних досліджень в дистанційному форматі, яка дозволить реалізувати алгоритм проведення багатьох лабораторних досліджень у віддаленому режимі в умовах карантину і під час дії військового стану та поза ними під повним контролем викладача.

Основна частина. Серверна частина веб-додатка реалізується за допомогою мови програмування PHP та SQL [2]. Клієнтська частина реалізується за допомогою мови розмітки HTML та стилізації CSS з використанням фреймворку Bootstrap, а також мови програмування JavaScript з використанням бібліотеки jQuery [4]. Веб-додаток розроблено за архітектурним шаблоном MVC (Model-view-controller). Шаблон передбачає поділ програми на три компоненти. Таким чином, система, що розробляється, матиме впорядковану, зрозумілу, а також гнучку структуру для подальшої розробки та експлуатації. Структурну схему веб-додатку представлено на рис. 1.

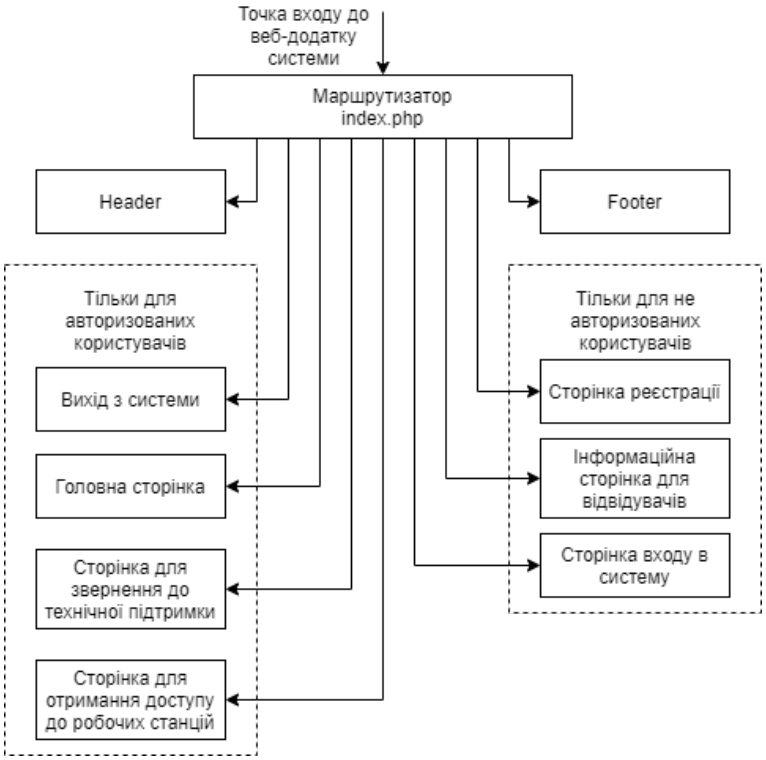


Рис. 1. Структурна схема веб-додатку

Після архітектури самого веб-додатку розробляємо архітектуру його складової – бази даних. В якості системи управління базою даних (СУБД) було обрано MySQL, яка підтримує велику кількість типів таблиць і має інтерфейс прикладного програмування (API) для мови PHP, на якій розробляється веб-додаток. Структурну схему бази даних зображено на рис. 2.

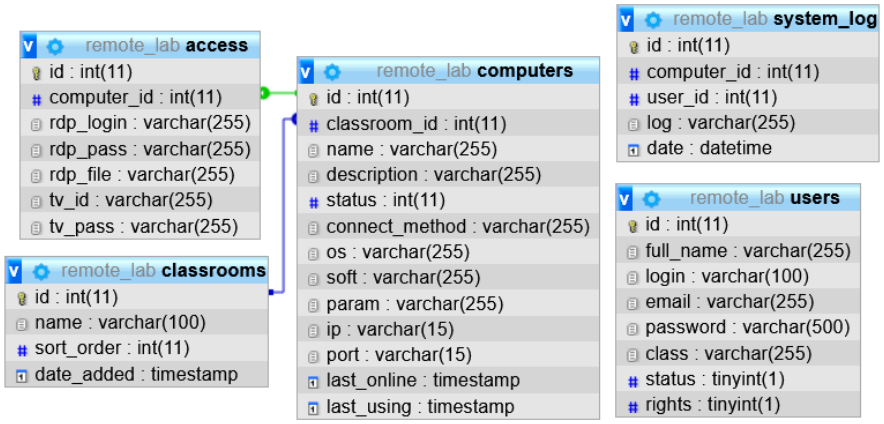


Рис. 2. Структурна схема бази даних веб-додатку

Головна сторінка (main-page.tpl.php) є інформаційною і містить лише заголовок та текст для авторизованих користувачів. Такий самий інтерфейс мають сторінки технічної підтримки (support.tpl.php) та інформаційна сторінка для відвідувачів (info.tpl.php).

Найважливішим інтерфейсом є сторінка з робочими станціями (classroom.tpl.php), через яку користувачі отримуватимуть доступ до робочих станцій [3]. У лівій частині сторінки розміщено блок зі списком аудиторій (classrooms-list.tpl.php), у центральній частині сторінки – блок зі списком робочих станцій (computers-list.tpl.php). У списку аудиторій біля назви аудиторії поруч написано кількість робочих станцій, а обрану аудиторію виділено окремим кольором.

Важливою частиною веб-додатку є коректне ведення технічного обліку подій. Технічний облік здійснюється за допомогою контролерів сторінок і моделі при різних діях користувача. У контролері формується повідомлення обліку, яке передається моделі та записується до таблиці “system_log” бази даних. У системі для контролю над робочими станціями використовуються дві програми віддаленого адміністрування: Microsoft RDP та TeamViewer [5].

Висновки. З урахуванням аналізу вимог, що було висунуто до комп’ютерної системи, було розроблено автоматизовану систему для проведення експериментальних досліджень у дистанційному форматі, яка дозволяє отримати захищений віддалений доступ до робочих станцій для проведення лабораторних досліджень, та складається з веб-додатку, комп'ютера користувача, робочої станції та програм віддаленого адміністрування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Трохименко В. О. Дистанційне навчання педагогічних працівників: досвід і проблеми. *Післядипломна освіта в Україні*. 2004. – С. 29-32.
2. Open Server Panel, 2021. URL: https://ospanel.io/docs/. Accessed on: Sep. 2, 2022.
3. Remote Lab Access How To, 2021. URL: https://www.uvic.ca/systems/facilities/remotelabaccess/remotelabhowto.php. Accessed on: Sep. 2, 2022.
4. Responsive Navbar with HTML CSS without Bootstrap – MarkupTag, 2021. URL: https://www.markuptag.com/responsive-navbar-with-html-css-without-bootstrap. Accessed on: Sep. 3, 2022.
5. TeamViewer – The Remote Connectivity Software, 2021. URL: https://www.teamviewer.com/en. Accessed on: Sep. 2, 2022.

Automated Computer System for Experimental Research in Remote Format

Haidai H.Yu., Hrieshnov A.Yu.,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. In the article the automated computer system for conducting experimental research in a remote format was developed, which allows you to implement an algorithm for conducting many laboratory tests remotely in quarantine, in martial law and outside it under the full control of the teacher. A comparative analysis of existing systems for remote experimental research was performed. Structural diagrams of the web application, database and automated system in general are presented. The software in the form of a web application that controls an automated system was developed. The settings of remote administration programs on workstations are given.

Keywords: computer system, automation, distance learning, remote administration, experiment.

УДК 621.314

REPRESENTATION OF SEMICONDUCTOR POWER CONVERTERS ELEMENTS IN THE FORM OF FUNCTIONAL STRUCTURES

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. The paper considers the principles of mathematical description of the semiconductor power converters elements to perform the analysis of the logical-dynamic processes of information

arguments transformation in the interaction of all subsystems. The rules for describing the functional structures of a transformer, rectifier, passive filter, inverter, induction motor are defined. The possibility of describing the elements of semiconductor power converters at different levels of decomposition is an advantage of the approach considered in the research.
Key words: functional structure, rectifier, semiconductor power convertor, analytical model

The main requirement in the study of an object as a system is the possibility of considering and describing not only its energy side, but also the study of its informational aspects. [1, 2]. A characteristic feature of the initial stage of designing the semiconductor power converters (SPC) is the limited information about the properties of the future system, which forces, first of all, to refer to the structure of the system and the information contained in it. The depth of description, the level of detail is determined by the purpose of the system and is used to build models of systems. Therefore, the task of creating and using such a mathematical apparatus is relevant, which would allow to combine control processes that have different physical, organizational and target nature. The modern SPC and their control systems are characterized by a large number of elements, many connections and a significant amount of processed information. The variants of a formalized representation of logical-dynamic processes of signal conversion include a description in the form of structural and principal schemes and differential equations [3-5]. The first level of understanding of the converting energy and information voltage arguments processes in SPC is implemented for the developer of various functional structures in the form of structural and circuit diagrams. The second level of understanding is intended for the functional structure of the microcontroller computing core and is implemented in the form of computational mathematical models with some input and converted arguments.

The aim of the work is to develop a technology for representing the main elements of semiconductor power converters by means of functional structures for the analysis of logical-dynamic processes of voltage conversion.

The input argument x in the function structure is subject to transformation or action, which can be described in the form of an expression:

$$x \to f(Action^{x}) \to y\,. \qquad (1)$$

Taking into account the analytical form of representing the functional structure (1), the schematic implementation of the transformer «Transformer» – «Trans» can be written in the form of an analytical expression, as shown in Fig. 1.

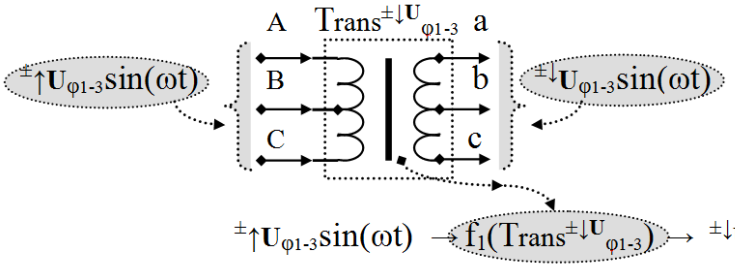


Fig. 1. Description of the transformer in the form of an analytical expression

where $^{\pm}\uparrow U_{\varphi 1\text{-}3}\sin(\omega t)$ – three-phase (φ1-3) argument of alternating (±) voltage $^{\pm}\uparrow U$ with an increased level ($^{\pm}\uparrow$); $f_1(Trans^{\pm\downarrow}U_{\varphi 1\text{-}3})$ – the functional structure of the transformer (Trans), which forms the alternating voltage argument ($^{\pm\downarrow}U_{\varphi 1\text{-}3}$) with a reduced level $^{\pm\downarrow}U_{\varphi 1\text{-}3}\sin(\omega t)$.

The schematic implementation of the integrating device «Integrator» (passive low-pass filter), the module of the three-phase rectifier $Rectifier^{U_{\varphi 1\text{-}3}}$, can be written in the form of an analytical expression, as shown in Fig. 2.

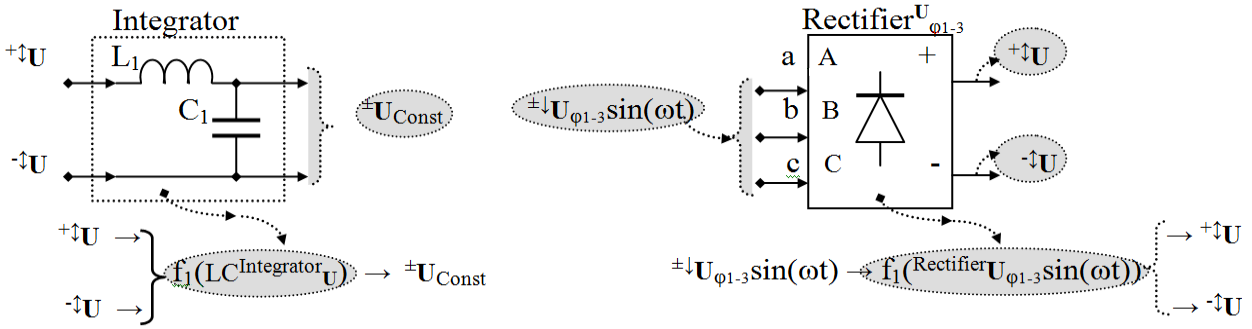


Fig. 2. Analytical representation of a filter and a rectifier

After combining the functional structures, the mathematical model of the converting voltage arguments process $^{\pm}\uparrow U_{\varphi 1\text{-}3}\sin(\omega t) \rightarrow {}^{\pm}U_{Const}$ can be written in the form of an analytical expression:

$$^{\pm}\uparrow \mathbf{U}_{\varphi 1\text{-}3}\sin(\omega t) \rightarrow f_1(\mathrm{Trans}^{\pm\downarrow}\mathbf{U}_{\varphi 1\text{-}3}) \rightarrow f_1(^{\mathrm{Rectifier}}\mathbf{U}_{\varphi 1\text{-}3}\sin(\omega t)) \begin{Bmatrix} ^{+}\updownarrow \mathbf{U} \rightarrow \\ ^{-}\updownarrow \mathbf{U} \rightarrow \end{Bmatrix} f_1(\mathrm{LC}^{\mathrm{Integrator}}\mathbf{U}) \rightarrow {}^{\pm}\mathbf{U}_{Const} \quad (2)$$

The schematic implementation of the PWM inverter «Inverter^{PWM}» can be written in the form of an analytical expression (3):

$$\begin{matrix} \downarrow {}^{\pm}\mathbf{U}_{Const} \rightarrow \\ \downarrow(\uparrow \mathrm{Port}^{\mathrm{Core}}{}_{\mathrm{Pulses}}{}^{\varphi 1\text{-}3}) \equiv \end{matrix} \Bigg\} f_{1\text{-}6}(^{\pm}\mathbf{n\text{-}p\text{-}n}^{\mathrm{IGBT}}) \begin{Bmatrix} \rightarrow (^{\pm\mathrm{Pulses}}\mathbf{U}_{\varphi 1\text{-}3})\uparrow \\ \rightarrow (^{\pm}\mathbf{U}_{ab})\uparrow \end{Bmatrix} \quad (3)$$

where $f_{1\text{-}6}(^{\pm}\text{n-p-n}^{\mathrm{IGBT}})$ – the functional structure of the PWM-inverter «Inverter^{PWM}» with IGBT transistors n-p-n; $^{\pm}U_{Const}$ – constant voltage input argument; (→) – functional analog connection; (≡) – functional logical connection; ($^{\uparrow}\mathrm{Port}^{\mathrm{Core}}{}_{\mathrm{Pulses}}{}^{\varphi 1\text{-}3}$) – the port of the microcontroller computing core, at the output of which a sequence of pulses ($\mathrm{Pulses}^{\varphi 1\text{-}3}$) of control for three phases (φ1-3) is formed.

When moving to the level of the principle diagram of the voltage arguments formation, which lead to the appearance of the rotation moment ($^{\omega}\mathrm{Mom}^{\mathrm{Rotor}}$) in the functional structure of the induction motor «Motor^{Induction}», the analytical expression (2) has the form shown in Fig. 3.

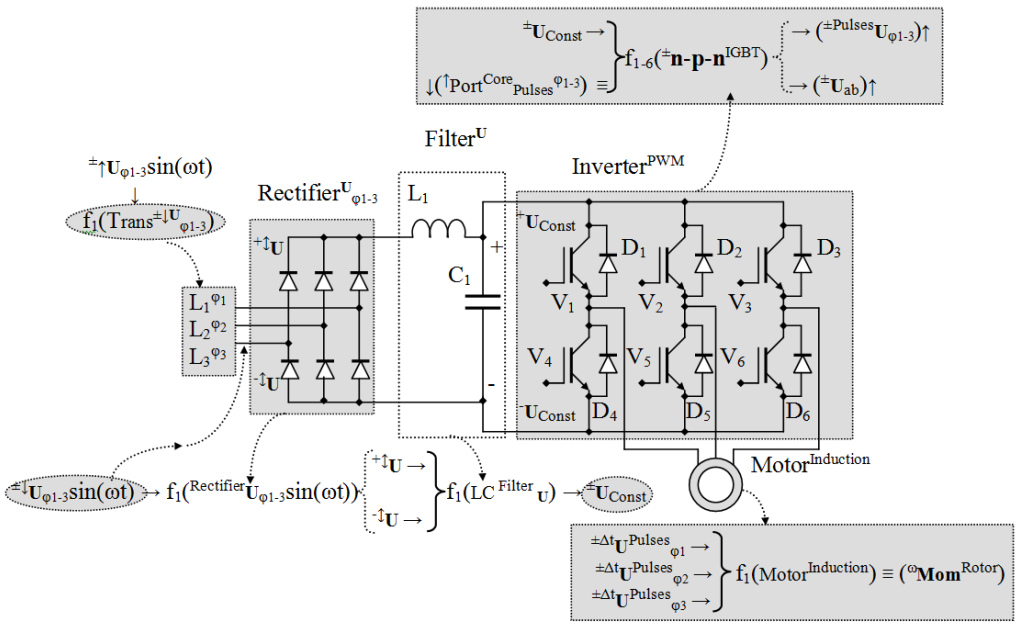


Fig. 3. Description of the semiconductor power converter at the component level

The abstract model of the induction motor «$Motor^{Induction}$» is written in the form of an analytical expression (4):

$$\left.\begin{array}{l} {}^{\pm\Delta t}\mathbf{U}^{Pulses}{}_{\varphi 1} \rightarrow \\ {}^{\pm\Delta t}\mathbf{U}^{Pulses}{}_{\varphi 2} \rightarrow \\ {}^{\pm\Delta t}\mathbf{U}^{Pulses}{}_{\varphi 3} \rightarrow \end{array}\right\} f_1(Motor^{Induction}) \equiv ({}^{\omega}\mathbf{Mom}^{Rotor}) \quad (4)$$

where $f_1(Motor^{Induction})$ – the functional structure of an induction motor with three-phase voltage input control pulses ($^{\pm\Delta t}U^{Pulses}{}_{\varphi 1\text{-}3}$); ($^{\omega}Mom^{Rotor}$) – transformed energy argument of the moment (Mom) of the rotor rotation (ω) of an induction motor $f_1(Motor^{Induction})$. External high voltage argument $^{\pm}\uparrow U_{\varphi 1\text{-}3}\sin(\omega t)$ of three phases ($\varphi_{1\text{-}3}$) using the functional structure of the transformer $f_1(Trans^{\pm\downarrow}U_{\varphi 1\text{-}3})$ converts to a low voltage energy argument ($^{\pm\downarrow}U_{\varphi 1\text{-}3}$), which after passing the functional structure of the rectifier $f_1(^{Rectifier}U_{\varphi 1\text{-}3}\sin(\omega t))$ forms voltage arguments of two polarities «$^{+\updownarrow}U$ » and «$^{-\updownarrow}U$ ». So that the voltage arguments do not have a variable component, they are applied to the functional structure of the filter $f_1(LC^{Integrator}{}_U)$, at the output of which voltage arguments of constant levels ($^{+}U_{Const}$) and ($^{-}U_{Const}$) are formed. These arguments proceed to the functional structure $f_{1\text{-}6}(^{\pm}n\text{-}p\text{-}n^{IGBT})$ PWM inverter «$Inverter^{PWM}$», at the output of which using input control arguments $\downarrow_{Core}{}^{\pm\Delta t}U^{Pulses}{}_{\varphi 1\text{-}3}$ voltage arguments are formed in the form of pulses $^{\pm\Delta t}U^{Pulses}{}_{\varphi 1\text{-}3}{}^{Motor}$, which passed the functional structure of the induction motor $f_1(Motor^{Induct}L_3)$. The arguments of impulse voltage $^{\pm\Delta t}U^{Pulses}{}_{\varphi 1\text{-}3}$ at the input of the induction motor functional structure $f_1(Motor^{Induct})$ on the one hand create an energy argument $^{\omega}Mom^{Rotor}$ engine rotor torque, and on the other hand form an informational argument of voltage $^{\pm}U\omega^{\varphi 1\text{-}3}L_3$.

The considered technology for the synthesis of logical-dynamic processes of control in the field of power electronics for the formation of mathematical models of SPC, characterized by increased information content, allows us to analyze the system at as many levels of decomposition as they are required to create an understaiding of its main properties.

REFERENCES:

[1]. Mahmoud M., Al-Suod. Analysis of logical-dynamic conversion processes in arithmetic devices of digital control systems / Mahmoud M. Al-Suod, A. Ushkarenko, L. Petrenko // Eastern European Journal of enterprise technologies. 2017. Vol. 6, No. 4. P. 28-34.

[2]. Zagirnyak, M. An Algorithm for Induction Motor Monitoring System Based on Electrical Signals Analysis / M. Zagirnyak, D. Mamchur, A. Kalinov // Przegląd Elektrotechniczny. 2018. No. 6. P. 15-18.

[3]. Su, L. A novel DC voltage balancing scheme of five-level converters based on reference-decomposition SVPWM / L. Su, L. Ning, W. Yue // Twenty-Seventh Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC). Orlando, 2012. P. 1597-1603.

[4]. Momoh, O. D. Dynamic Simulation of Cage Rotor Induction Machine – A Simplified and Modular Approach / O. D. Momoh // in Proceedings of the 44th IEEE Southeastern Symposium on System Theory. 2012. P. 200-203.

[5]. Leedy, Aleck W. Simulink / MATLAB Dynamic Induction Motor Model for Use as a Teaching and Research Tool / Aleck W. Leedy // International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE). 2013. Vol. 3, Issue 4. P. 102-107.

УДК 681.5

ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ІНДИВІДУАЛЬНОГО МОНО- ТРАНСПОРТУ

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 технічні характеристики індивідуального електротранспорту, принципи їх керування та основні недоліки щодо експлуатації. Визначено індивідуальний моно- транспорт як найбільш енергоефективний. Запропоновано впровадити в систему керування рухом моно- транспорту пасивну екстремальну адаптивну систему автоматичного регулювання з метою підвищення рівня безпеки його експлуатації під час динамічного розгону.

Ключові слова: індивідуальний електротранспорт; енергоефективність; система автоматичного керування

Вступна частина. Електротранспорт сьогодення досить розвинений та розповсюджений. Електроскутери для руху автомобільними дорогами, електровелосипеди для вело доріжок, електроскейти та електроролики, взагалі більше для розваги та потребують дуже гладеньким поверхонь для руху. В такому разі, варто звернути увагу на середній сегмент виробництва електротранспорту, а саме на гіроборди, гіроскутери, електросамокати та моноколеса. По при свої відмінності у конструкціях та принципах роботи, кожна із вище перерахованої техніки має свої особливості експлуатації.

Метою роботи є аналіз сучасних рівнів електроприводів індивідуального електротранспорту з пошуком найбільш енергоефективного для вивчення особливостей його експлуатації і пошуку рішень по удосконаленню задіяної системи автоматичного керування.

Основна частина. Гіроборди дуже мобільні. Їх маса становить порядку до 10 кг, наприклад, при застосуванні 4,4 А·год Li-ion акумулятора. Напруга живлення бортової електромережі 36 В постійного струму. Вони мають подвійну пневматичну колісну базу з діаметром коліс від 6,5” до 10,5”, проте досить низький кліренс до 7 см та запас ходу до 20 км при максимальних швидкостях не більше 15 км/год. При цьому оснащуються вони синхронними електродвигунами з потужністю до 700 Вт (2х350 Вт). Робота системи керування реалізована на принципах гіроскопа для руху вперед/назад та повороту опорних площадок на яких стоїть кермувальник відносно горизонтальної площини. Головна небезпека їх експлуатації пов’язана з можливістю ушкодження акумуляторної батареї, яка конструктивно для будь-якої моделі гіроборда знаходиться у найнижчій частині виробу.

Гіроскутери на відміну від гіробордів володіють більш привабливими технічними параметрами. Більший діаметр коліс від 10,5” до 13” суттєво впливає на комфортність руху бруківкою, або ґрунтовою дорогою. Витримують таке ж масове навантаження у 120 кг, проте мають систему керування побудовану на гіроскопічному принципі для рухів вперед/назад та стійку-джойстик для повороту ліворуч/праворуч. Відхилення від нульового положення якого реалізується за допомогою двох ніг кермувальника. Запас ходу дещо більший, до 30 км при максимальних швидкостях не більше 18 км/год. Маса виробів такого сегменту не перевищує 13 кг, наприклад, при застосуванні 7 А·год Li-ion акумулятора. Напруга живлення бортової

електромережі 36 В постійного струму. Тип електродвигуна застосовується той самий, що і у гіробордів – синхронний.

Основною незручністю обох цих видів електротранспорту є неможливість рухатися вузькими парковими тропами, колією автомобіля по накатаним стежкам ґрунтових доріг, через колісну базу до складу якої входять два симетрично розташовані колеса ліворуч/праворуч відносно кермувальника.

У електросамокатів, рознесена колісна база спереду та позаду кермувальника, позбавляє недоліків вище згаданих виробів. Проте, знову ж таки невеликий кліренс не більше 10 см (залежно від ємності акумуляторної батареї), застосування пневматичних коліс від 6” до 12”. Запас ходу для такої техніки до 35 км при максимальних швидкостях не більше 25 км/год, та потужності електродвигуна 700 Вт. Також допускається встановлення повного привода застосовуючи два електродвигуни по 350 Вт. Маса виробів такого сегменту не перевищує 15 кг, наприклад, при застосуванні 7,8 А·год Li-ion акумулятора. Напруга живлення бортової електромережі 36 В постійного струму. Масове навантаження кермувальника при цьому не має перевищувати 100 кг. Також, встановлено синхронний електродвигун. Основні недоліки: можливість ушкодитись об кермо під час потрапляння у вибоїну сумірну з діаметром колеса; складальна ручка хоч і надає певну мобільність виробу, але не робить його компактним через його повздовжню конструкцію.

Що ж до моноколісного електротранспорту, то схоже що наразі це найперспективніший вид індивідуального транспорту для кожного. Найкраща конфігурація обладнання облаштованого у вигляді округлого кейсу з відкидною ручкою, габаритний розмір залежить від діаметра застосованого колеса. Повна відсутність залежності від показників кліренсу через наявність лише одного пневматичного колеса діаметром від 14” до 18” з синхронним електродвигуном. Облаштовуються системою керування побудованою на гіроскопічному принципі для рухів вперед/назад та повертання ліворуч/праворуч за рахунок зміни положення тулуба кермувальника. Наприклад, розглядаючи моделі з діаметрами коліс 14” можна зазначити наступне. В наявності дві відкидні ніжки піднятті на 11,5 см від опорної поверхні, що витримують навантаження у 120 кг маси кермувальника. Запас ходу дещо більший, до 40 км при максимальних швидкостях не більше 25 км/год. Маса виробів такого сегменту не перевищує 12 кг, наприклад, при застосуванні 3,2 А·год Li-ion акумулятора. Потужність задіяного електродвигуна 550 Вт. Напруга живлення бортової електромережі 84 В постійного струму.

Проте, і у цього виду електротранспорту є свій певний недолік, а саме можливість ушкодитися під час виконання дуже динамічних рухів кермувальника. Розглянемо детальніше чому саме. Під час дуже швидкого розгону кермувальник переносить всю свою масу на передню частину пристрою. При цьому система керування починає працювати з максимальною ефективністю поставивши собі за основну задачу не дати впасти кермувальнику. Для цього, контролер надає максимальну потужність на електродвигун, щоб якомога швидше відпрацювати таку задачу. У разі якщо система не встигне відпрацювати поставлену задачу до того моменту часу коли моноколесо досягне максимальної швидкості руху обмеженої на рівні 25 км/год, кермувальник «вилетить» попереду моноколеса.

Вирішити таку проблему запропоновано впровадивши в систему керування рухом моноколеса адаптивний регулятор. Його основною задачею буде адаптувати в роботу системи керування манеру руху кермувальника відповідно до його масового показнику. Отже, для контуру адаптації об’єктом керування є вся основна система керування. Характерною ознакою адаптивних систем є відсутність повної апріорної інформації про об’єкт керування, зовнішні збурення і граничні умови, тобто адаптивній системі притаманна невизначеність. Функціонування системи спрямоване на розкриття цієї невизначеності, тобто знаходження такого стану, при якому задовольняється певний критерій. А наразі, це чи дозволяти взагалі такий рух кермувальнику зваживши на його масу та динаміку руху. У такому разі,

пропонується реалізувати пасивну екстремальну адаптивну систему автоматичного регулювання, в якій достатнім є можливість:

– здійснювати змінювання лише керуючих впливів;

– здійснювати зміни лише за наперед розробленою програмою, наприклад, оброблення початкової інформації (кут нахилу, швидкість, маса кермувальника та ін.) у системі керування рухом моноколеса.

Висновки: 1. Розглянуті основні технічні характеристики індивідуального електротранспорту, принципи їх керування та основні недоліки щодо експлуатації.

2. Визначено індивідуальний моно- транспорт як найбільш енергоефективний.

3. Запропоновано впровадити в систему керування рухом моно- транспорту пасивну екстремальну адаптивну систему автоматичного регулювання з метою підвищення рівня безпеки його експлуатації під час динамічного розгону.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Електротранспорт: https://www.ctrs.com.ua/personalnyy-transport/ – Дата звернення 10.09.2022.

[2]. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: підручник, Ч2. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.

Problems of energy efficiency of the electric drive individual mono-transport

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

Abstract. The main technical characteristics of individual electric transport, the principles of their management and the main disadvantages regarding operation are considered. Individual mono-transport is singled out as the most energy-efficient. It is proposed to introduce a passive extreme adaptive automatic control system into the mono- transport traffic control system in order to increase the safety level of its operation during dynamic acceleration.

Key words: individual electric transport; energy efficiency; automatic control system

УДК 681.128

VERSATILE LEVEL SENSOR FOR MARINE ALTERNATIVE FUELS AND CARGO

Zhukov Yu.D.[1]
Full Professor, DSc. yuriy.zhukov@nous.edu.ua
Zivenko O.V.[1]
Associate Professor, Ph.D. oleksii.zivenko@nuos.edu.ua
[1] *- Maritime Instrumentation Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine*

Abstract. A brief overview and analysis of future clean fuels are given. The concept of a universal sensor for promising marine alternative fuel quality monitoring onboard the ship is presented. The main features of the idea are the versatility, reliability, and high accuracy of controlling propulsion efficiency regardless of the type of fuel and the differences in its properties.

Keywords: alternative fuels, sensory monitoring system, propulsion efficiency, monitoring.

The level of liquids is one of the most frequently measured parameters in industrial applications (right after temperature, pressure and flow) [1] and the marine industry isn’t an exception. Ships carry more than 80% of global trade by volume, therefore shipping plays a central role in global supply chains and the economy. Current decarbonization trends lead to the

implementation of various strategies including the use of alternative fuels in the maritime industry to reduce greenhouse gas emissions and speed up the implementation of new technologies/concepts for a sustainable future. Already by 2030, almost 5% of the energy for shipping should come from carbon-neutral fuels, requiring huge investments in onboard technologies and onshore infrastructure. This causes a strong trend in the development and usage of various alternative fuels. Alternative fuels must be produced, stored, and distributed most efficiently, so the appropriate control and monitoring systems are required. This infrastructure requires corresponding information sources – measurement devices that are adapted or even developed, especially for alternatives. Various analyses of prospective «clean fuels» were performed, but the discussion is still actual. One of the most important problems is the estimation of the perceptiveness of alternative fuels for maritime transport, from the infrastructure readiness point of view. As the properties of all these fuels are very different it's natural that storage conditions and measurement approaches can differ significantly. As a prerequisite of the research, it's necessary to analyze the properties of each alternative fuel type which have a significant impact on measurement techniques, instruments, and related processes. The main goal of the study is the analysis of all the measurement tasks which occur during the use and distribution of new fuels, and the selection of a flexible and universal measurement technique/instrument applied for the various alternative fuels control onboard a ship or at onshore infrastructure intermediate transportation terminals as a cargo.

According to the latest research [2-4], the most promising alternatives to standard marine diesel are Liquefied Natural Gas (LNG), liquid hydrogen (LH_2), hydrogen carriers such as «green ammonia», liquefied petroleum gas (LPG), ethanol and methanol or their bio alternatives. Each alternative fuel has its advantages and disadvantages, e.g. liquid hydrogen LH_2 has one of the highest energy densities and low ecological impact on the environment, while the volumetric energy density is the lowest and the hardest storage conditions among other alternatives. Specific technologies and hardware are used for the storage of liquid hydrogen (extreme pressures and temperatures, specific pipes, distribution mechanisms). LNG is a fuel with well-known and ready-to-use technological solutions. It's the first candidate for the fast displacement of traditional fossil fuels because of its relatively low price, known issues and infrastructure readiness. The storage conditions for LNG are also constrained because LNG is a cryogen, it is kept in its liquid state at very low temperatures, while pressure can reach up to 12 MPa. LPG is also considered a convenient alternative to traditional marine diesel because unlike LNG it doesn't require cryogen temperature for storage or high pressures (it's stored in pressurized tanks with pressure up to 1.6 MPa), while it's much more ecologically friendly in comparison with traditional diesel. Another advantage of LPG and LNG have relatively high infrastructure readiness levels compared to LH_2. Methanol and ethanol are the next promising alternatives because they have a lower level of challenges in adopting as marine fuel compared to LNG or hydrogen (onboard containment of methanol is much easier than LNG or hydrogen); both can be produced using renewable sources such as biomass or electrolysis; they are widespread liquid products, so existing supply chains are ensuring reliable supply. Another potential marine fuel is ammonia – a simple molecule that carries hydrogen in a liquid form. Storage conditions for ammonia are like those of LPG. But comparing ammonia to LPG/LNG or Methanol it is carbon-free. Ammonia can become a transitional fuel soon because of its relative easiness of storage and distribution. It must be noted that traditional marine diesel or MGO can be used in various mixes with biodiesel or other alternative fuels. It seems clear that various fuel mixes will be used in the first stage of decarbonization strategy implementation. It has been reported about many projects of dual-fueled new builds, ships that use fuel cells for electrical propulsion, etc. Regardless of fuel under control, it's very convenient to have standardized/universal hardware on the ship and onshore. A sensor selection/synthesis task must be done considering various possible storage conditions and aggregate states of the alternatives. Large temperature/pressure/density spans, and deviations of mentioned parameters during the lifecycle impose very strict requirements for equipment.

Regardless of liquids being controlled (fuels, oils or sewages, or any other liquids), measurement accuracy and operational reliability are crucial factors to choose the right measurement method and provide the necessary safety level. It's obligatory to measure fuel and liquid cargo quantity. In addition to the levels of fuels, it's necessary to know the current density for each fuel or cargo for mass calculation and ballasting purposes [5]. For accurate estimation of fuel and cargo mass, the ship's roll and trim angles must be considered when calculating fuel and cargo volumes. It's known that for LPG/LNG or ammonia the densities are very dependent on temperature/pressure [6]. In this case, several types of level sensors can't be used because of the sensitivity to the density deviation of liquids under control. Temperature and pressure in the fuel tanks must be measured not only for safety reasons but for additional calculations of current quantities or other parameters. The level sensor analysis led to the predictable result there is no universal sensor or a system that successfully and accurately can handle the issues with all mentioned alternative fuels.

One of the most prominent sensory techniques for presented applications is polymetric sensors [7-8], based on the forming and processing of special TDR signals. The MIRA+™ series sensor was selected as a technology prototype [9]. The concept idea is to maximize the information capacity of the signal by forming it especially for functioning with any type of mentioned liquids or the presence of vapor phase with the changing density or the presence of water (the non-frequent situation with LPG). It's known that classical TDR sensors require the application of additional techniques to achieve high accuracy while a dense vapor phase is present [10]. The key difference in measurement technique is that the sensor must be optimized for the propagation of electromagnetic waves through a set of layers of controllable liquids with minimal attenuation with simultaneous maximization of reflections on the media borders so the waves can travel along the measurement line several times in both directions: from the top side and the bottom side of a sensor. A concept includes the next features: a multipoint temperature sensor inside a waveguide part; an ability to connect or to use the data from a set of pressure sensors (e.g. distributed along a waveguide or a frame); a capacitance-based part, used for an alternative way of level measurement (e.g. for measurements of low-reflectance liquids, like hydrogen).

The current global decarbonization trend led to the new fuels which have varying properties and require an adaptation of existing or development of new concepts for their measurements. The prospective marine fuels were analyzed, and it's shown that soon hydrogen and hydrogen carriers can become a game changer and ammonia as the best accumulator of hydrogen can become a transitional fuel [11, 12]. It's shown that the goal of standardizing the measurement devices for various fuel types including ammonia and green hydrogen can be achieved by the development and application of complex polymetric sensors and appropriate monitoring and onboard propulsion efficiency control & monitoring systems, based on further development of polymetric sensors concepts and their industrialization prospects presented in this paper.

REFERENCES

1. Zivenko O. et. al. Level measurement principes & sensors / A.V. Zivenko, A.G. Nakonechniy, D.Y. Motorkin // Materialy IX mezinarodni vedecko-prackticka conference "Veda a technologie: krok do budoucnosti - 2013". – Dil. 28. Technicke vedy. Prague - 2013. pp. 85-90.
2. Law, L.C.; Foscoli, B.; Mastorakos, E.; Evans, S. A. Comparison of Alternative Fuels for Shipping in Terms of Lifecycle Energy and Cost. Energies 2021, 14, 8502. https://doi.org/10.3390/en14248502.
3. Bicer Y, Dincer I, Clean fuel options with hydrogen for sea transportation: A life cycle approach, International Journal of Hydrogen Energy (2017), https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.10.157
4. Herdzik, J. Decarbonization of Marine Fuels—The Future of Shipping. Energies 2021, 14, 4311. https://doi.org/10.3390/en14144311

5. Yu. Kondratenko et. al. Information system for automatic planning of liquid ballast distribution / Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020) Mykolaiv, Ukraine, 2020. pp. 191-200. http://ceur-ws.org/Vol-2762/paper13.pdf
6. Zivenko O. LPG accounting specificity during its storage and transportation // Measuring Equipment and Metrology, Issue №3 (80), 2019, pp. 21-27. https://doi.org/10.23939/istcmtm2019.03.021
7. Y. D. Zhukov, B. N. Gordeev and A. V. Zivenko, "Polymetric sensing of intelligent robots," 2013 IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS), 2013, pp. 880-884, DOI: https://doi.org/10.1109/IDAACS.2013.6663053.
8. Zhukov Yu. D. et. al. Intelligent Polymetric Systems Industrial Applications / Proceedings of the 2nd International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020) Mykolaiv, Ukraine, 2020. pp. 122-137. http://ceur-ws.org/Vol-2762/paper8.pdf.
9. Рівнеміри для рідин MIRA+. AMICO Digital. Visited 10.09.2022. Available at https://digitalamico.com/level-sensor/.
10. Zhukov Yu. et. al. Correction technique for guided wave radar LPG level measurement sensors / Zhukov Yu., Zivenko A., Gudyma I., Raieva A. // «Shipbuilding & Marine Infrastructure», №2(12), 2019, p. 27-34. https://doi.org/10.15589/smi2019.2(12).3
11. New Class of Hydrogen Ship Design Will Revolutionize Renewables Market. Visited 20.09.2022. Available at https://c-job.com/new-class-of-hydrogen-ship-design-will-revolutionize-renewables-market/
12. C-Job Naval Architects Ammonia as Marine Fuel Research Nominated for Maritime Designer Award. Visited 24.09.2022. Available at https://c-job.com/press/c-job-naval-architects-ammonia-as-marine-fuel-research-nominated-for-maritim-designer-award/.

УДК 621.314.26

АНАЛІЗ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ, ЩО ПРАЦЮЄ НА ПЛАЗМОВУ ДУГУ

Верещаго Є.М.
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри морського приладобудування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
yevgen.vereshchago@nuos.edu.ua
Костюченко В.І.
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри суднових електроенергетичних систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
vitalii.kostiuchenko@nuos.edu.ua

Виконано аналіз роботи стабілізованого перетворювача постійного струму, що працює на плазмову дугу. Отримано частотні характеристики вхідного та вихідного опорів та передавальних функцій Г-подібного *LC*-фільтра, навантаженого на активний опір навантаження.

Ключові слова: фільтр; імпеданс; комплексне навантаження.

У сучасних передових сферах науки, техніки та промисловості широко застосовуються електроплазмові та зварювальні технології, в яких використовується низькотемпературна плазма (пристрої з негативним диференціальним опором). Великий клас таких пристроїв становлять плазмотрони постійного струму. Найчастіше використовуються плазмотрони для різання матеріалів, нагрівання газу, як плазмові системи запалення в камерах згоряння газотурбінних двигунів різного призначення і т.д. [1-3].

Дослідження та синтез систем електроживлення, що працюють на дугове навантаження з негативним диференціальним опором, є не тільки практичним, а й теоретичним інтересом, є важливою та актуальною науково-прикладною проблемою.

Схема заміщення системи живлення для електродугового навантаження, що включає навантажений *LC*-фільтр, коригуючий пристрій (КП), модулятор (М), що реалізує ШІМ-2, імпульсний перетворювач (ІП), що формує на вході фільтра імпульси з амплітудою напруги живлення $nU_{\text{вх}}$ комутаційною функцією k_F модулятора і датчиків напруги ДН і струму ДС з коефіцієнтами $k_{\text{Д}}$ і $R_{\text{ДС}}$ відповідно зображена на рис. 1, де для спільності показано опір R, включений паралельно конденсатору вихідного фільтра. На рис. 1 i – джерело струму, що розглядається як збурення (зміна) струму навантаження. Опір r_Σ включає як вихідні опори перетворювача і випрямляча, так і омічні втрати дроселя фільтра. При цьому опір втрат може залежати від частоти [4-7]. Навантаження (газорозрядний проміжок) є джерелом напруги U_0 і динамічний опір $R_{\text{дф0}}$.

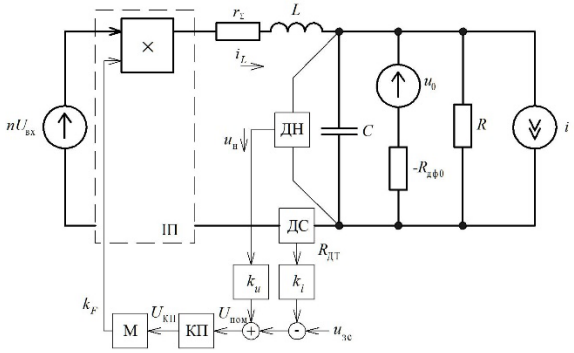


Рис. 1. Схема заміщення замкнутої структури системи електроживлення дугового навантаження із негативним диференціальним опором

Перетворювач на схемі представлений у вигляді силового чотириполюсника з інформаційним керованим входом (рис. 1) [5, 6]. Тут n, як завжди, $w_{21} / w_1 = w_{22} / w_1$. Коефіцієнт передачі модулятора ІП, який у нашому випадку визначений як $k_F(t)$, якщо сигнал помилки не залежить від часу визначається співвідношенням:

$$k_{\text{ШІМ}} = T / U_m,$$

де U_m – амплітуда (розмах) дробової функції (пилкоподібної напруги), T – період розгортки.

Зазвичай $R >> r_\Sigma$ (зокрема R відсутня, тобто $R \to \infty$).

Позначивши за допомогою $Z_{\text{н}}(s)$ операторний опір паралельного з'єднання C і $R_{\text{дф0}}$:

$$Z_{\text{н}}(s) = -R_{\text{дф0}} / \left(1 - sR_{\text{дф0}}C\right) = -R_{\text{дф0}} / \left(-\tau s + 1\right),\ \tau > 0$$

отримаємо наступний вираз ПФ вихідного *LC*-фільтра за напругою

$$K(s) = \frac{Z_{\text{н}}(s)}{Z_{\text{вх}}(s)} = \frac{Z_{\text{н}}(s)}{r_\Sigma + sL + Z_{\text{н}}(s)} = \frac{k_\phi}{s^2 k_\phi LC + s\left(\dfrac{L}{r_\Sigma - R_{\text{дф0}}} + R_{\text{екв}}C\right) + 1} =$$

$$= \frac{k_\phi}{T_\phi{}^2 s^2 + 2\xi_\phi T_\phi s + 1} = \frac{k_\phi}{T_\phi{}^2\left[(s + \alpha_\phi)^2 + \omega_\phi{}^2\right]},$$

де $\tau = R_{дф0}C > 0$ – стала часу ланцюга вихідного конденсатора; $R_{екв} = r_{\Sigma} \,||\, (-R_{дф0})$; $k_ф = -R_{дф0} / (-R_{дф0} + r_{\Sigma}) > 0$ – коефіцієнт передачі фільтра на постійному струмі; $Z_{вх}(s)$ – вхідний операторний опір регулятора при $R = \infty$ у режимі безперервного струму; $T_ф$ и $\xi_ф$ – постійна часу та коефіцієнт демпфування фільтра.

Для схеми рис. 1 рівняння, що визначає струм у дроселі фільтра:

$$Z(s)\tilde{i}_L = nD\tilde{u}_{вх} + nU_{вх}\tilde{d} + Z_н(s)\tilde{i} - (Z_н(s)/R_{дф0})\tilde{u}_0,$$

де $Z(s) = Z_н(s)/K(s) = \dfrac{R_{дф0}[s^2 k_ф LC + s\left(\dfrac{L}{r_{\Sigma} - R_{дф0}} + R_{екв}C\right) + 1]}{k_ф(-\tau s + 1)}$; знак «~» показує нескінченно малу зміну змінної щодо значення в періодичному режимі; $d = 2t_и/T$ – коефіцієнт заповнення; D – значення коефіцієнта заповнення у встановленому (періодичному) режимі.

Висновки

1. Обґрунтовано безперервну модель системи з урахуванням її особливостей.

2. Частотні характеристики вхідного та вихідного опорів та передавальні функції Г-подібного *LC*-фільтра, навантаженого на активний опір навантаження $-R_{дф0}$, будуть застосовані при формуванні технічного завдання на проектування джерела живлення для оцінки стійкості системи «ІП-дуга» та раціонального розрахунку вхідних фільтрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Верещаго Е.Н., Костюченко В.И. Моделирование источников питания для электроплазменных и сварочных технологий / *LAP Lambert Academic Publishing*, 2022, 112 с. *ISBN* 978-620-4-73940-3.

2. Анахов С.В. Принципы и методы проектирования в электроплазменных и сварочных технологиях. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2014. – 144 с.

3. Соколов О.И. Инверторные источники питания для дуговой сварки. М.: МГИУ, 2008. – 72 с.

4. Белов Г.А. Малинин Г.В. Математическое моделирование и исследование динамики импульсных преобразователей. – Электричество, 2008, №6, с. 40-52.

5. Белов Г.А. Динамика импульсных преобразователей. – Чебоксары: Изд-во ЧТУ. 2001. – 528 с.

6. Герман-Галкин С.Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде *MATLAB-Simulink*: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 448 с.

7. Лурье М.С., Лурье О.М. Имитационное моделирование схем преобразовательной техники. – Красноярск: СибГТУ, 2007. – 138 с.

Analysis Of A Dc Converter Working On A Plasma Arc

Eugen Vereshchago Vitalii Kostiuchenko

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

The analysis of a stabilized DC converter operating on a plasma arc is carried out. The frequency characteristics of the input and output resistances and the transfer functions of the L-shaped LC filter loaded on the active resistance of the load are obtained.

Keywords: filter, impedance, complex load.

УДК: 629.5

РОЗРОБКА РЕГУЛЯТОРУ СТАБІЛІЗАЦІЇ УПОРУ РУШІЙНО-КЕРМОВОГО ПРИСТРОЮ АВТОНОМНОГО НЕНАСЕЛЕНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТУ

Грудініна Ганна Сергіївна
Викладач кафедри електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів
hanna.hrudinina@nuos.edu.ua

Анотація. За результатами математичного моделювання рушійно-кермових пристроїв в косому потоці води отримано вибірку даних, що у векторній формі описує залежність упору РКП від кута та швидкості набігання потоку. За отриманими функціями визначено похибку загальної тяги РКП. Для стабілізації швидкості АНПА при роботі РКП в косому потоці розроблено регулятор, що апроксимує отриману залежність і визначає значення корегування сигналу керування.
Ключові слова: автоматична система керування, підводний ненаселений апарат, рушійно-кермовий пристрій.

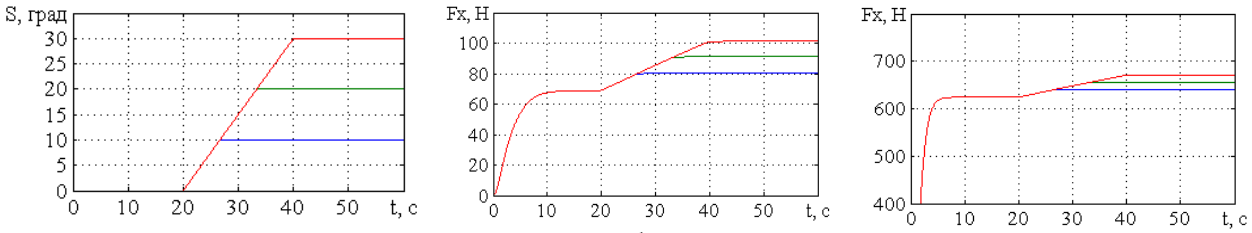
Мета та актуальність роботи. Метою роботи є розробка регулятора стабілізації упору рушійно-кермового пристрою при роботі в косому потоці води у складі САК швидкістю руху АНПА.

Актуальність роботи полягає у необхідності підвищення якості стабілізації швидкості руху ненаселених підводних апаратів, що рухаються за заданою траєкторією, під час виконання місії.

Робота рушійно-рульового пристрою (РКП) підводного апарата у маневрових режимах, зазвичай, протікає у косому потоці води, що набігає. Відомо, що у таких режимах упор РКП суттєво змінюється [1, 2]. Тому цю обставину необхідно враховувати при керуванні просторовим рухом підводного апарату.

З цією метою, засобами математичного моделювання проведено дослідження гідродинамічних параметрів рушійних пристроїв типу «гвинт в поворотній насадці» та «поворотна гвинтова колонка» (ПГК), що працюють у косому потоці. Дослідження проводилось для ПГК з наступними параметрами. Model PN160-1, геометричні характеристики насадки: коефіцієнт раствору – 1.32; внутрішній розрахунковий діаметр – 161.6 мм; відносне подовження – 0.80; тип профілю – авіаційно-сегментний; характеристики гребного гвинта: діаметр – 160 мм; дискове відношення – 0,57; крокове відношення – 0.9; тип профілю – авіаційно-сегментний; діаметр маточини – 33.4мм), [3].

Встановлено, що для гребного гвинта в напрямній насадці властиво зростання упору РКП при відхилені потоку від вісі ГГ, рис. 1.

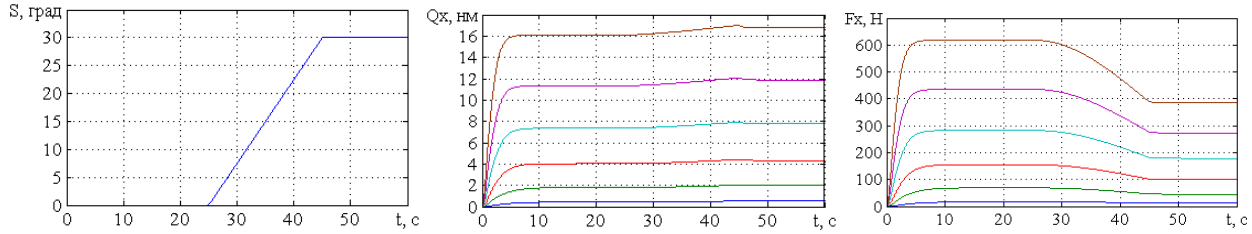


а *б* *в*

Рисунок 1 – Дослідження залежності упору ПГК від кута набігання потоку:
а – кут набігання потоку; *б* – сила упору РКП в косому потоці, n = 30 об/с;
в – сила упору РКП в косому потоці, n = 60 об/с

З метою врахування даного відхилення в структурі регулятора швидкістю руху АНПА, проведено детальне дослідження залежності упору гребного гвинта в напрямній насадці від кута набігання потоку в діапазоні кутів від 0 до 30 градусів при різних обертах гребного гвинта [4]. Засобами CFD моделювання отримано вибірку даних, що у векторній формі описує залежність упору РКП від кута та швидкості набігання потоку. Шляхом апроксимації даної вибірки отримаємо функцію від двох змінних $F_x = f(\delta^\circ, \upsilon)$, де F_x – загальна тяга рушійного пристрою.

В іншому експерименті проведено дослідження РКП з гребним гвинтом в поворотній насадці [3, 4]. На рис. 2 представлено дослідження впливу кута перекладки насадки на упор РКП при заданих обертах гребного гвинта. З представлених графіків видно, що зі збільшенням кута перекладки насадки (рис. 2, *а*) момент на валу гребного гвинта зростає (рис. 2, *б*), упор рушійного комплексу зменшується (рис. 2, *в*).



а *б* *в*

Рисунок 2 – Дослідження залежності упору РКП від кута перекладки насадки:
а – кут перекладки насадки; б – момент на валу ГГ; в – упор рушійного комплексу

Засобами CFD моделювання отримано вибірку даних, що у векторній формі описує залежність упору РКП від кута перекладки насадки та швидкості набігання потоку. Шляхом апроксимації даної вибірки отримаємо функцію від двох змінних $F_x = f(\delta^\circ, \nu)$.

За отриманими функціями визначено похибку сили упору від кута та швидкості потоку. Далі, регулятор швидкості визначає значення поправки керуючого сигналу відповідно до заданої швидкості та значення похибки.

Для побудови регулятора швидкості з уточненим значенням упору РКП розроблено структуру, рис. 3 на базі штучної нейронної мережі, оскільки для визначення похибки сили упору необхідно апроксимувати функцію від двох змінних.

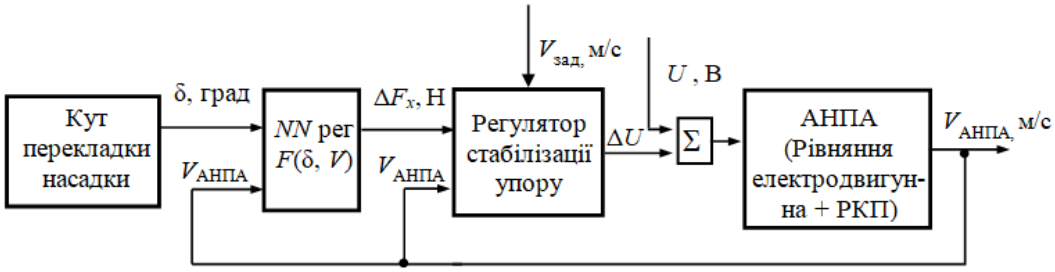


Рисунок 3 – Структура регулятора стабілізації упору РКП

В даному випадку нейрона мережа навчається за функцією, яка відповідає обраному типу РКП, які були досліджені в межах даної роботи [4].

Система автоматичного керування швидкістю руху АНПА буде складатись з оптимального по швидкодії регулятора швидкості АНПА [5] та регулятора стабілізації упору РКП.

Висновки. За результатами гідродинамічних досліджень функціонування гребного гвинта в напрямній та поворотній насадках при різних режимах роботи, сформовано базу даних, яка описує функціональну залежність упору рушійного пристрою від кута та швидкості потоку,

що набігає. Таким чином, під час повороту насадки регулятор визначає уточнене значення керуючого сигналу, враховуючи похибку упору РКП.

Шляхом математичного моделювання встановлено, що відхилення упору РКП при куті перекладки насадки $\delta = 30°$ залежить від швидкості потоку та може перевищувати 50 відсотків. Відхилення упору при роботі регулятора стабілізації упору становить близько 2 відсотків. Таке незначне відхилення упору рушійного пристрою майже не впливає на загальну швидкість руху АНПА. Розроблений регулятор дозволяє компенсувати втрату упору рушія, без відпрацювання помилки, що підвищує точність роботи системи автоматичного керування швидкості руху АНПА.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Гофман, А. Д. (1988). Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судна. Ленинград: Судостроение, 360 с.

[2]. Бражко А.С., Король Ю.М. Исследование взаимодействия движителей с корпусом подводного аппарата при маневрировании, Матеріали IV МНТК Інновації в суднобудуванні та океанотехніці, Миколаїв, НУК, 2013, с.402-405.

[3]. Блінцов В.С., Грудініна Г.С., Король Ю.М., Надточий А.В. (2021). Дослідження роботи рушійно-рульового комплексу підводного апарата в косому потоці води методами математичного моделювання. Підводна техніка і технологія, XI Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю, НУК, 13-27.

[4]. Грудініна, Г. С. (2021). Удосконалення системи автоматичного керування швидкістю руху АНПА. Підводна техніка і технологія, XI Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю, НУК, 113-118.

[5]. Блінцов, С. В., та Грудініна, Г. С. (2009). Застосування штучної нейронної мережі для побудови оптимального за швидкодією регулятора швидкості руху підводного апарата. ПАЕТЗ-2009, матеріали Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК, 54-56.

Development Of The Propeller Thrust Force Stabilization Regulator Of An Autonomous Underwater Vehicle

Hanna S. Hrudinina

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. According to the results of mathematical modeling of propulsion and steering devices in an oblique flow of water, a sample of data was obtained, which in vector form describes the dependence of the propulsion and steering complex (PSC) on the angle and speed of the flow. Based on the obtained functions, the error of the total thrust of the PSC is determined. To stabilize the speed of the UAV during the operation of the PSC in an oblique flow, a regulator has been developed that approximates the obtained dependence and determines the value of the correction of the control signal.

Keywords: automatic control system, underwater uninhabited vehicle, propulsion and steering complex, approximation.

УДК 621.314.26

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ БЕРЕГОВОЇ ЗАРЯДКИ ДЛЯ АКУМУЛЯТОРНИХ СУДЕН

Жук О.К.[1], Рябенький В.М. [2], Тубальцев А.М.[3]

[1] *канд.техн. наук, професор кафедри програмованої електроніки, електротехніки та телекомунікацій*
akzhuk2@gmail.com
[2] *доктор техн. наук, завідувач кафедри програмованої електроніки, електротехніки та телекомунікацій*
optron2@gmail.com
[3]*доцент кафедри екології та природоохоронних технологій*
anatoliy.tubaltsev@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянуто берегові зарядні системи великої потужності для акумуляторних суден з використанням новітніх технологій і компонентів: удосконалених комутаційних елементів (з'єднувачів), бездротової індуктивної передачі енергії, засобів суднової силової електроніки, берегових накопичувачів, оптимізації процесу зарядки. Виконано порівняльний аналіз можливих топологічних рішень зарядних систем, виходячи з умови досягнення найбільшої енергоефективності з урахуванням типу суднової електроенергетичної системи (СЕЕС), доступного часу зарядки, можливостей портової електричної мережі та стратегії управління високого рівня.

Ключові слова: акумуляторні судна з електричними та гібридними пропульсивними енергоустановками, силові напівпровідникові перетворювачі, берегові системи накопичення і зберігання енергії, з'єднувач берег-судно, індуктивні системи зарядки.

Вступ. Створення і удосконалення електричних пропульсивних енергоустановок є основним напрямом підвищення функціональності, маневреності і енергоефективності суден. Зазначений напрям, крім економії палива, створює умови для переходу до морського транспорту з нульовими викидами. Основними типами електрифікованих суднових силових установок є традиційні дизель-електричні рішення та системи електричного руху з бортовими акумуляторними накопичувачами енергії – гібридні і повністю електричні [1]. Існує досвід успішної експлуатації найбільшого в світі судна з гібридною ЕЕС – круїзного лайнера Roald Amundsen , на якому встановлено дві акумуляторні системи з потужностями заряду і розряду відповідно 627 кВт і 1750 кВт [1]. Втім, найбільше практичне використання суто акумуляторні енергоустановки вже знайшли на поромах або на портових буксирах для перевезень на короткі відстані, що значно зменшує викиди вздовж узбереж. У перспективі, лише в Норвегії до 2030 р. заплановано мати близько 200 подібних суден, які працюватимуть на 130 маршрутах [2, 3]. Міжнародна морська організація (ІМО) рекомендує розвивати портову інфраструктуру зарядки, зокрема з використанням відновлювальних джерел енергії [4].

Показники існуючих акумуляторних суден свідчать про те, що відповідні берегові системи повинні забезпечувати два основних режими експлуатації: довготривалої, до 8 годин нічної зарядки та швидкої, короткочасної. 4-25 хвилин зарядки – для під час стикування.

Отже, необхідні подальші дослідження напрямів удосконалення систем берегової зарядки для підвищення їхньої енергоефективності з урахуванням типу СЕЕС, що обслуговуються, необхідного часу зарядки, наявності берегових накопичувачів та можливості використання відновлювальних джерел енергії в «розумних» портах.

Основна частина. *Берегові зарядні системи* (БЗС) складаються з чотирьох основних компонентів: інтерфейс під'єднання до портової мережі, зокрема знижувальний трансформатор; можливо, берегова система накопичення і зберігання енергії (акумуляторні батареї та силові напівпровідникові перетворювачі); з'єднувач берег-судно; судновий (бортовий) зарядний пристрій.

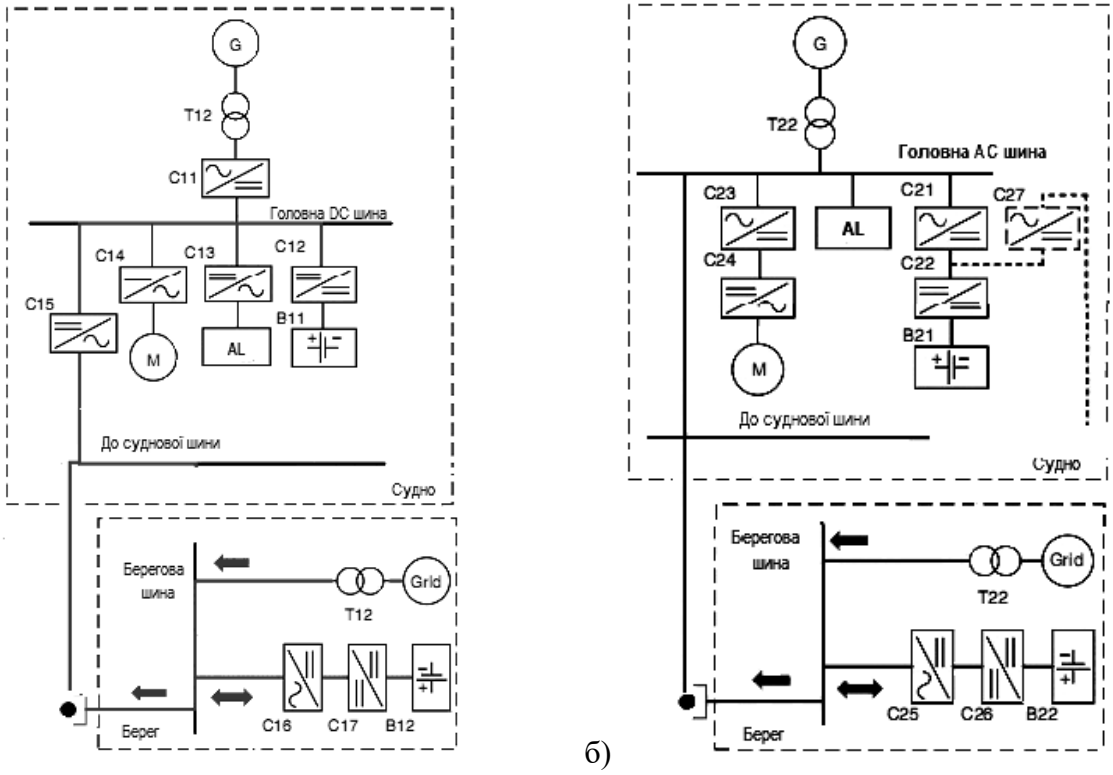


Рисунок 1. Берегові зарядні системи змінного струму : (а) для СЕЕС постійного струму; (б) для СЕЕС змінного струму: AL – допоміжне навантаження; G – генератор;M – гребний двигун, Grid – берегова мережа.

Сучасні технології зарядки використовують дротову і бездротову (індуктивну) передачу енергії берег-судно, а також механізми заміни суднової акумуляторної батареї. Системи дротової зарядки поділяють на два типи: змінного струму (AC) і постійного струму (DC). На рисунку 1,а показана БЗС, що підключається до гібридної СЕЕС з єдиною шиною постійного струму і одержує живлення від берегової мережі змінного струму. Окрім інтерфейсу мережі, існує берегова стаціонарна акумуляторна батарея, яка повільно заряджається в нічний час і забезпечує не тільки зменшення пікового навантаження на місцеву мережу, але й споживання дешевої енергії. Трансформатор T12 забезпечує необхідну знижену напругу на береговій шині та гальванічну ізоляцію останньої від мережі. DC/DC перетворювач C12, який безпосередньо підключений до бортової батареї B11, контролює передану потужність під час зарядки та розрядки. Подібним чином DC/DC перетворювач C17 контролює потужність зарядки та розрядки берегової батареї B12. AC/DC перетворювач C16 працює як випрямляч при зарядці берегової батареї і як інвертор при зарядці бортової батареї.

На рис. 1,б показана БЗС із живленням від берегової мережі змінного струму. Але, на відміну від схеми на рис. 1,а, вона приєднана до СЕЕС з єдиною шиною змінного струму. Перед підключенням такої БЗС до судна для уникнення неприпустимих зрівняльних струмів слід виконати умови точної синхронізації напруги бортової мережі до мережі берегової. Єдиним винятком є випадок, коли бортова енергосистема пасивна (генератор вимкнений). З огляду на тривалий процес синхронізації, систему, показану на рис.1, б не можна визнати належним рішенням для забезпечення швидкої зарядки протягом часу стикування. Натомість,

використання такої структури є доцільним в тривалому режимі «холодного прасування» для живлення допоміжних навантажень судна на стоянці від берегової мережі при відключених бортових дизель-генераторах з метою економії викопного палива та зменшення шуму. Щоб уникнути ускладнень синхронізації, замість перетворювача С21 може бути використаний додатковий активний або пасивний випрямляч С27, підключення якого виділено пунктиром. В трасу підключення С27 до берегової шини може бути вбудований не показаний на схемі бортовий трансформатор для узгодження напруг берегової та суднової шин. Слід враховувати, що використання такого додаткового трансформатора призведе до збільшення вартості та зниження енергоефективності зарядної системи. Загалом, основний зарядний пристрій може бути встановлений на борту або розміщений поза бортом у спеціальній береговій зарядній станції. Незважаючи на те, що у складі дротових зарядних систем бортові зарядні пристрої досить легко підключаються механічними контактними з'єднувачами, існують суттєві обмеження щодо розміру, ваги та вартості бортового обладнання, насамперед високошвидкісних поромів, які знижують потужність зарядки та продуктивність судна. На відміну від цього, вага , розмір та потужність спеціальних берегових зарядних станцій не обмежені, що забезпечує скорочення часу зарядки. Використання таких станцій, усунення бортового низькочастотного (50 Гц) трансформатора, а також мінімізація етапів перетворення параметрів електроенергії на борту – важливі напрями підвищення ефективності електрифікованого морського транспорту з нульовими викидами.

Системи бездротової зарядки. Використання технологій бездротової (безконтактної) індуктивної передачі енергії надає акумуляторним суднам унікальних переваг з точки зору повного використання короткого часу стикування для зарядки незалежно від складних погодних умов та впливу обмерзання та засоленості [2, 3, 4]. Спрощена модель індуктивної зарядної системи берег-судно для СЕЕС постійного струму показана на рисунку 2.

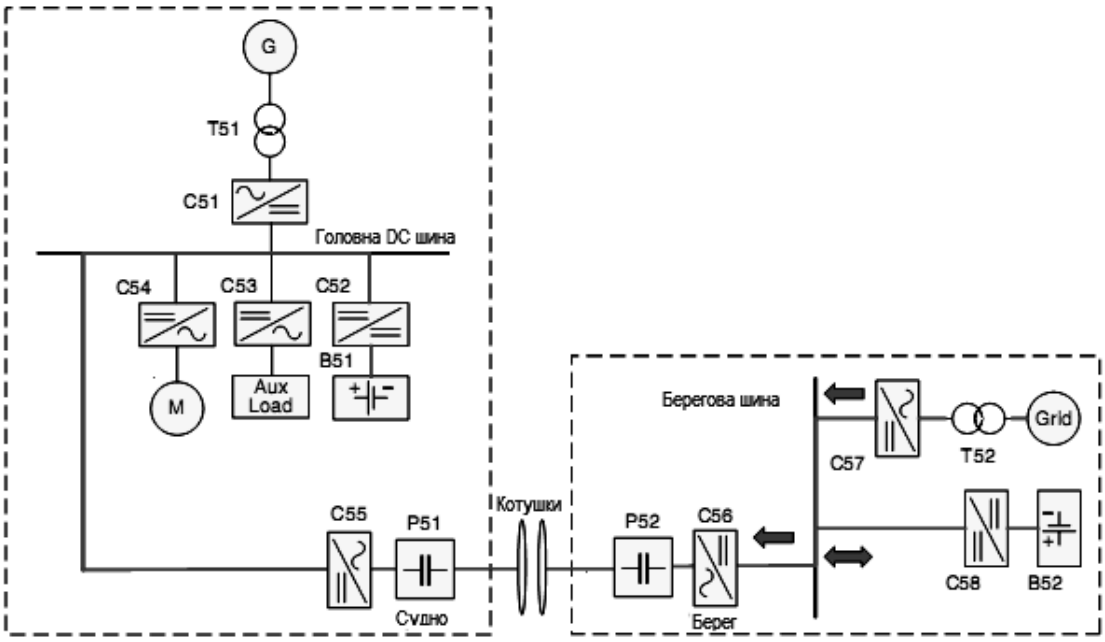


Рисунок 2. Індуктивна зарядна система берег-судно для СЕЕС постійного струму

Котушки передавального і приймального контурів діють як трансформатор з низькою взаємною індуктивністю. Ємнісні елементи (Р51 і Р56) використовуються для компенсації реактивної потужності, споживаної котушками. Перетворювач С56 (дворівневий інвертор напруги) генерує високочастотну (кілька кілогерц) прямокутно-хвильову напругу для живлення передавальної котушки. Високочастотна вихідна напруга приймальної котушки

випрямляється діодним перетворювачем С55 і надходить на вхід зарядного пристрою (С52). При індуктивній зарядці усувається необхідність у виділеному бортовому трансформаторі та через збільшення доступного часу зарядки знижується необхідний рівень потужності системи, що дозволяє зменшити витрати на інфраструктуру. Як проблеми індуктивної системи, слід відзначити, що її досяжна ефективність чутлива до зміщення котушок в умовах експлуатації. Негативний вплив зазначеного фактору можна дещо компенсувати збільшенням частоти передачі та/або розмірів котушок. Однак, збільшення розмірів одночасно призводить до зростання об'єму та ваги котушок, тоді як можливості збільшення робочої частоти обмежуються зростанням теплових втрат.

При визначенні стратегії управління високого рівня слід окремо розглянути призначення та функції відповідних берегових та бортових контролерів, які відрізняються між собою і залежать від конкретних вирішуваних задач. Для берегової зарядної станції існують чотири режими роботи: 1) заряджання берегових акумуляторів, коли жодне судно не пришвартоване; 2) передача енергії на судно лише від берегової мережі; 3) передача енергії на судно лише від берегових акумуляторів; 4) передача енергії на судно як від берегової мережі, так і від берегових акумуляторів.

Берегові акумулятори, як правило, заряджаються вночі малою потужністю або більшою потужністю між зарядками поромів. Бортова система надсилає запит на необхідну загальну енергію, тому берегова система повинна визначити частку потужності мережі і берегового акумулятора при зарядці. З одного боку, використання берегового акумулятора підвищує енергоефективність системи, оскільки зменшує вплив великої потужності зарядки на локальну мережу та може дозволити зменшити загальні витрати на електроенергію при заряджанні в години пік. З іншого боку, використання при зарядці берегового акумулятора є менш енергоефективним, ніж використання мережі, через втрати енергії, спричинені додатковими перетворювачами силової електроніки, які використовуються в інтерфейсі берегової батареї, та самою батареєю. Отже, берегова система енергоменеджменту має приймати рішення про оптимальний розподіл навантаження між мережею і береговими акумуляторами.

Режими бортової системи управління: 1) робота в повністю електричному режимі, 2) робота в гібридному режимі (або аварійний режим для повністю електричних поромів) і 3) зарядка з берега. У першому режимі перетворювач, підключений до бортових батарей, повинен контролювати не тільки вихідну потужність акумулятора, а також напругу на шині постійного струму (оскільки бортові генератори відсутні). У другому та третьому режимах перетворювач С32 контролює лише заряд батареї. Щоб уникнути нестабільності під час зарядки, коли бортова шина постійного струму з'єднана з береговою , не слід допускати одночасну роботу перетворювачів С32 і С36 з PI- контролерами постійної напруги. У випадку, коли суднові акумулятори безпосередньо підключені до бортових шин, повинен існувати спеціальний береговий зарядний DC/DC перетворювач, що робить наземні берегові системи енергоменеджменту та управління живленням більш складними. Моніторинг стану заряду та рівня напруги бортових батарей, а також команди запуску та зупинки здійснюються за допомогою бортової системи управління живленням.

Висновки

1. Розглянуто стан та напрямки розвитку сучасних зарядних технологій для сучасних акумуляторних морських суден, включаючи архітектури енергосистем та їх елементи , компоненти інтерфейсу, інфраструктуру систем управління.

2. Виконано порівняння чотирьох структур дротових зарядних комплексів з використанням можливих поєднань берегових та бортових частин на основі змінного і постійного струму. Показані переваги застосування берегової зарядки постійним струмом для бортових установок як змінного, так і постійного струму з огляду на економію обсягу та ваги бортового перетворювального обладнання.

3. Для кращого розуміння рівня досягнутих практичних рішень представлені приклади деяких сучасних інтерфейсів зарядки берег-судно.

4. Використання унікальних переваг індуктивних систем бездротової зарядки можливо лише за умови вирішення проблеми їх інваріантності до умов зв'язку.

5. Підвищення енергоефективності зарядки та підтримка локальної мережі досягається правильним вибором стратегії управління високого рівня БЗС.

ЛІТЕРАТУРА

1. P. Ghimire, D. Park, M. K. Zadeh, J. Thorstensen, and E. Pedersen. Shipboard electric power conversion: System architecture, applications, control, and challenges, IEEE Electrific. Mag., vol. 7, no. 4, pp. 6–20, Dec. 2019. doi: 10.1109/MELE.2019.2943948.
2. M. S. Eide, Charting a course for green coastal shipping, DNV GL, Oslo, Norway, 2016. doi: 10.13140/RG.2.2.32516. 94088.
3. Analysis of charging- and shore power infrastructure in Norwegian ports: ReCharge, DNV GL, Oslo, Norway. Accessed on: Jan. 27, 2020. [Online]. Available: https://www.nek.no/ wp-content/uploads/2019/03/DNV-GL-2017-0101_ReCharge.pdf
4. T. W. P. Smith et al., Third IMO GHG Study 2014. London: International Maritime Organization (IMO), 2014.

Energy-efficient shore charging systems for battery vessels

Zhuk O.K.[1], Ryabenkij V.M.[2], Tubaltsev A.M.[3]
[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. High-capacity shore charging systems for battery ships using the latest technologies and components are considered: improved switching elements (connectors), wireless inductive energy transfer, ship power electronics, shore storage devices, optimization of the charging process. A comparative analysis of possible topological solutions of charging systems was performed, based on the condition of achieving the highest energy efficiency, taking into account the type of ship electric power system (SEE), the available charging time, the capabilities of the port electrical network and the high-level management strategy.

Keywords: battery ships with electric and hybrid propulsion power plants, power semiconductor converters, shore systems of energy accumulation and storage, shore-ship connector, inductive charging systems.

УДК 004.056.53: 621.397: 629.58

ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ В ПІДВОДНИХ СИСТЕМАХ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

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: Розглянуто питання якості зображення в підводних системах відеоспостереження та визначено шляхи і засоби покращення якості. Наведено структуру адаптивної системи освітлення та результати дослідження впливу освітленості на роздільну здатність відеокамери підводного апарату.

Ключові слова: система відеоспостереження, підводний апарат, адаптивне освітлення, відеокамера, роздільна здатність.

Наразі комплексні системи захисту морських об’єктів та акваторій обов’язково включають в себе системи підводного відеоспостереження. Найбільш ефективними для підводного відеоспостереження і відеоконтролю є мобільні відеосистеми, розміщені на телекерованих підводних апаратах [1].

Оскільки ефективність виконання задач контролю доступу, оцінки стану підводних частин морських споруд та суден, пошуку і розпізнавання об'єктів у водному середовищі тощо значною мірою залежить від якості зображення, то вирішення цих питань є ключовими при проектуванні і експлуатації відеосистем підводних апаратів.

Метою даної роботи є покращення роздільної здатності зображення в системі підводного відеоспостереження за рахунок експериментального дослідження характеристик відеокамери і побудови системи освітлення.

Якість зображення визначається такими показниками як роздільна здатність, динамічний діапазон, достовірність передачі кольорів тощо. Ці показники, перш за все, залежать від параметрів і характеристик використовуваних відеокамер та умов зйомки (рис. 1). При цьому параметри і характеристики відеокамер також залежатимуть від умов зйомки, що не дозволяє за паспортними даними об’єктивно оцінити можливості відеокамери для виконання певних задач в конкретних умовах і потребує експериментальних досліджень.

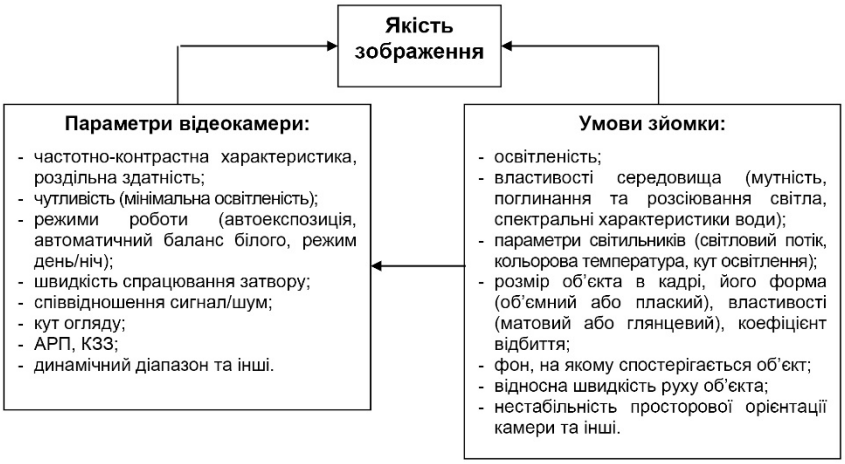


Рис 1. Фактори, що впливають на якість зображення

Основними факторами умов зйомки, що впливають на характеристики відеокамери і якість зображення в підводних системах відеоспостереження є освітленість об'єкта та стан водного середовища. Оскільки стан водного середовища, як правило, від нас не залежить, то задача забезпечення якості зображення сконцентрувалась в області оптимального вибору відеокамери та забезпечення оптимального освітлення в процесі експлуатації.

В експериментальних дослідженнях, результати яких представлені в [2], було встановлено, що роздільна здатність залежить не лише від освітленості об'єкта, але ще й від розміру об'єкта в кадрі та від співвідношення яскравості об'єкта і фону (контрасту фону), які можна визначити з аналізу кадру.

Було розроблено методику досліджень залежності роздільної здатності від освітленості, контрасту фону та долі об'єкту в кадрі і створено апаратно-програмний лабораторний комплекс для тестування відеокамер [3].

Для визначення роздільної здатності в якості об’єкта зйомки використовувалась стандартна таблиця EIA 1956 (повний кадр) та її фрагменти з розмірами 25; 10; 5; 2,5 % від загальної площі кадру.

Як фон використовувались листи формату А4 від чорного до білого з дискретністю 25% в градаціях сірого. Значення оптичного контрасту між об'єктом та фоном визначається як відносна різниця їх яскравості:

$$K = \frac{B_o - B_ф}{B_o} \cdot 100\%,$$

де B_o – яскравість об'єкта; $B_ф$ – яскравість фону.

Освітленість під час зйомки змінювалась за допомогою двох регульованих джерел світла. Значення освітленості вимірювалось люксметром безпосередньо на об'єкті зйомки.

За даною методикою було проведено дослідження відеокамери LYD 901c. Відеозахват та отримання зображення у вигляді стоп-кадрів виконувалось за допомогою програми Sony Vegas. Отримані зображення оброблялись за допомогою програми RightMark Video Analyzer. Роздільна здатність визначалась в лініях таблиці EIA 1956 по частотно-контрастній характеристиці, отримуваній при контрастності зображення клинів вертикальних ліній 30% з візуальним контролем на моніторі. Залежність роздільної здатності від освітленості при зйомці на чорному фоні (при максимальному контрасті, K = 1) і різних розмірах об'єкта зйомки в кадрі наведено на рис. 2. Як бачимо існують ряд максимумів роздільної здатності, причому ці максимуми наступають при різній освітленості для різних розмірів об'єкта в кадрі.

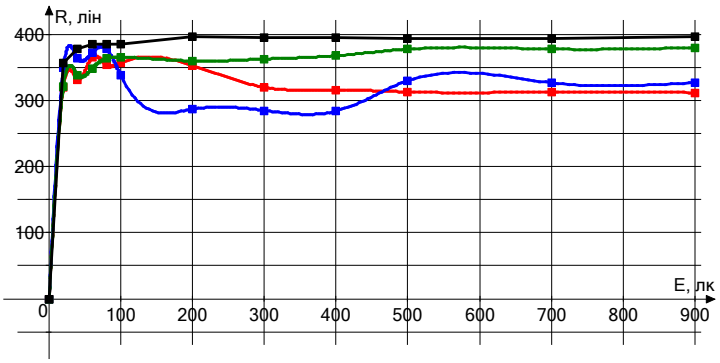


Рис.2. Залежність роздільної здатності від освітленості при різних розмірах об'єкта зйомки в кадрі (червоний – 2,5%; синій – 5%; зелений – 10%; чорний – 25%)

Було розроблено концепцію побудови та структуру адаптивно-регульованої системи освітлення (рис. 3), яка на основі отриманих експериментальних залежностей забезпечить оптимальну освітленість об'єкта для забезпечення найкращої якості зображення по заданих критеріях.

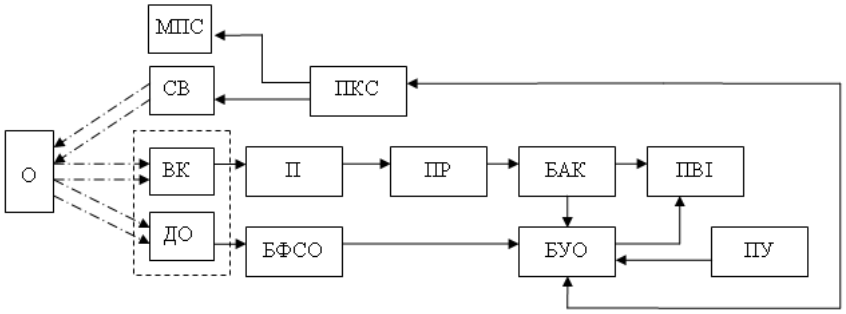


Рис. 3. Структурна схема системи адаптивно-регульованого освітлення: О – об'єкт; ВК – відеокамера; СВ – світильники; ДО – датчик освітленості; П – підсилювач відеосигналу;

ПР – приймач; БФСО – блок формування сигналу освітленості; ПКС – пристрій керування світильниками; МПС – малопотужний світильник; БАК – блок аналізу кадру; БУО – блок управління освітленістю; ПУ – пульт управління; ПВІ – пристрій відображення інформації

Алгоритм функціонування системи освітлення полягає в аналізі кадру, визначенні оптимальної освітленості об'єкта зйомки за заданим критерієм якості зображення, виходячи з отриманих експериментально для використовуваної відеокамери критеріальних залежностей, і регулюванні освітленості шляхом зміни світлового потоку світильників з її контролем за допомогою датчика.

Висновок. Використання експериментальних характеристик при виборі відеокамери на стадії проектування та створення адаптивно-регульованої системи освітлення підвищить якість зображення та ефективність систем підводного відеоспостереження.

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.

Regarding ensuring image quality in underwater video surveillance systems

Kasianov Yurii Ivanovitch
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract: The issue of image quality in underwater video surveillance systems was considered. Ways and means of quality improvement were identified. The structure of the adaptive lighting system and the study results of the lighting effect on the resolution of the underwater vehicle video camera are presented.

Keywords: video surveillance system, underwater vehicle, adaptive lighting, video camera, resolution.

УДК 621.314

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ РЕЗОНАНСНОГО ІНВЕРТОРУ КЛАСУ Е

Обрубов А.В.
кандидат технічних наук, доцент
доцент кафедри Суднових електроенергетичних систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
andrii.obrubov@nuos.edu.ua

Анотація. Робота містить математичний опис процесів в силовій схемі однотактного резонансного інвертору класу Е і результати експериментів з його імітаційною моделлю в середовищі *Matlab-Simulink*. Показано спосіб побудови еквівалентної динамічної моделі

даного інвертора з періодично-нестаціонарними параметрами. Динамічна модель побудована на основі типових лінійних і нелінійних ланок.
Ключові слова: динамічна модель, резонансний інвертор класу Е, структурна модель

Резонансні перетворювачі класу Е походять від однойменних схем підсилювачів (теж класу Е). Існують підсилювачі A, B, C, D, E, F класів. Підсилювачі класу Е схожі з підсилювачами класу С тим, що активний елемент працює в ключовому режимі і навантаження містить коливальний контур [1, 2], завдяки якому формується синусоїдальний сигнал. Зменшуються комутаційні втрати і стає можливим підвищити робочу частоту. Ключ відкривається при нульовій напрузі і закривається при нульовому струмі. Інвертори класу Е можуть працювати на частотах в сотні КГц – десятки МГц. Вони застосовуються для живлення апаратури, ВЧ технологій, в якості високовольтних джерел [3, 4, 5]. Але є деякі особливості поведінки інверторів, що можуть ускладнити стійке регулювання вихідних величин. Це треба враховувати при проектуванні систем управління. Перша особливість – коливальна перехідна характеристика по огинаючій коливань. Друга особливість – нестаціонарність, або залежність перехідної характеристики від моменту часу подачі ступені вхідної величини.

Схема резонансного інвертора класу Е на рис.1 складається з первинного резонансного *LC*-контуру з активними опорами втрат r_1 і r_2, джерела напруги живлення u_1 і ключа. Керований ключ *S* періодично відкривається на протязі більшої частi періоду T_g за винятком напівперіоду вільних коливань $T_1/2$. Має малий опір $r_s = r_{sc}$, коли включається, і великий опір $r_s = r_{so}$, коли виключається. Діод *VD* проводить зворотній струм індуктивності *L* і має опір r_d. На виході інвертора формуються синусоїдальні напівхвилі напруги з амплітудою, яка перевищує напругу живлення в 2-15 разів. Навантаження Z_n може мати індуктивний або резонансний характер на робочій частоті $f_g = 1/T_g$.

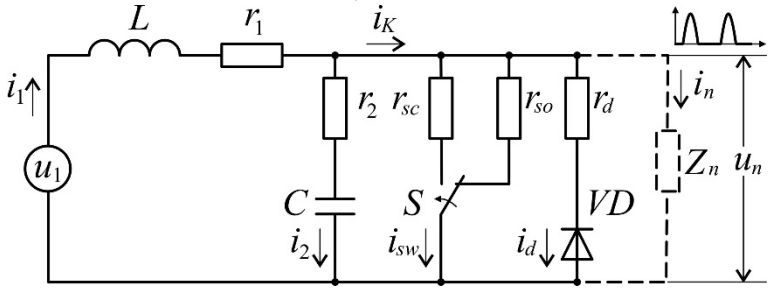


Рис.1. Схема однотактного резонансного інвертору класу Е

Схема на рис.1 описується інтегральними рівняннями:

$$i_1 = (1/L)\int_0^t [u_1 - u_n - i_1 r_1]dt + I_{L0},\ u_n = r_2(i_1 - i_K) + (1/C)\int_o^t (i_1 - i_K)dt + U_{C0}, \quad (1)$$

де: i_1, u_n – вихідні величини, u_1 – вхідна величина, i_k – струм ключа. Рівняння (1) в операторній формі: $i_1(s) = \left((1/L)(u_1(s) - u_n(s) - i_1(s)r_1) + I_{L0}\right)/s$,

$$u_n(s) = r_2(i_1(s) - i_K(s)) + \left((1/C)(i_1(s) - i_K(s)) + U_{C0}\right)/s, \quad (2)$$

де $i_k(s) = i_{sw}(s) + i_d(s) + i_n(s)$, $i_n(s) = u_n(s)/Z_n(s)$, $i_{sw}(s) = u_n(s)/r_{sc}$ (коли ключ відкрито) або $i_{sw}(s) = u_n(s)/r_{so}$ (коли ключ закрито), $i_d(s) = u_n(s)/r_d$ (коли $u_n \le -U_{VD_th}$) або $i_d(s) = u_n(s)/r_{drev}$ (коли $u_n > -U_{VD_th}$). З рівнянь (2) визначено

добротність контуру для $r_1 = r_2 = r$ $Q_P = \rho(r_s + r)/(\rho^2 + r^2 + 2rr_s)$, де $\rho = \sqrt{L/C}$ – хвильовий опір контуру, $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ – частота резонансу, $\omega_1 = \omega_0\sqrt{\left(1 - 1/4Q_p^2\right)}$ – частота вільних коливань.

На основі рівнянь (2) для нульових початкових умов створено *Simulink*-модель первинного резонансного контуру на рис.2. Параметри його елементів завдаються зовні, що дає змогу завдавати їх як змінні величини.

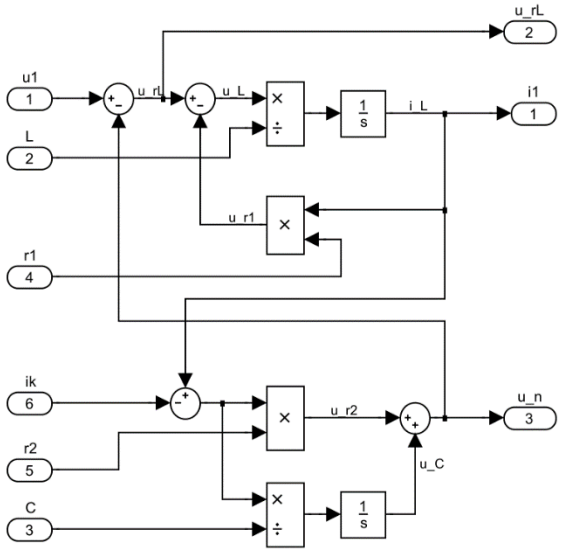


Рис.2. Схема моделі первинного резонансного контуру (блок *rLC-branch*)

На рис.3 показано *Simulink*-модель резонансного інвертору класу Е з активним навантаженням, яка містить модель резонансного контуру на рис.2 і відповідає схемі на рис.1. Керований ключ S представлено елементами T1 (генератор з періодом T_g=1с), Rr_min…Rk_max (завдає опори ключа r_{sc} або r_{so}), 1/Rk (подільник). Опір ключа при різних його станах дорівнює $r_k = r_{sc} \,||\, r_{drev}$ або $r_k = r_{so} \,||\, r_{drev}$ або $r_k = r_{so} \,||\, r_d$. Діод представлено елементами 1/Rd (прямий опір), inf…0 (ідеальна характеристика), Ud0 (порогова напруга). Навантаження представлено елементом 1/Rn. Опції моделювання наступні. Type: Variable-step, ode15s(stiff/NDF), Max step size=0.001s. Вихідний сигнал еквівалентної динамічної моделі (виділена прямокутником на рис.3 зверху) описується рівнянням

$$y_{out} = \sum_{k=0}^{\infty}\left(y_2(2kT_g) - y_2((2k+1)T_g)\right) + K_0, \qquad (3)$$

де $y_2 = u_{RS}\ell^{-1}\left(H_2(s)y_1(s)\right)$ – сигнал на виході інерційної ланки, $y_1 = \ell^{-1}\left(H_1(s)u_1(s)\right)$ – сигнал на виході диференційної ланки, K_0 – коефіцієнт передачі безінерційної ланки. Модель складається з формувача імпульсів, підсилювача K_0, інерційної ланки H2(s), інверсного елементу «-1», тактового генератора T2, перемикача Switch і суматора. Формувач імпульсів – це нестаціонарна ланка, яка змінює коефіцієнт передачі відповідно до струму ключа. Містить елементи Repeating Sequence (джерело пилоподібного сигналу u_{RS}), H1(s) (диференційна ланка з малою постійною часу), Mul2 (множник-модулятор).

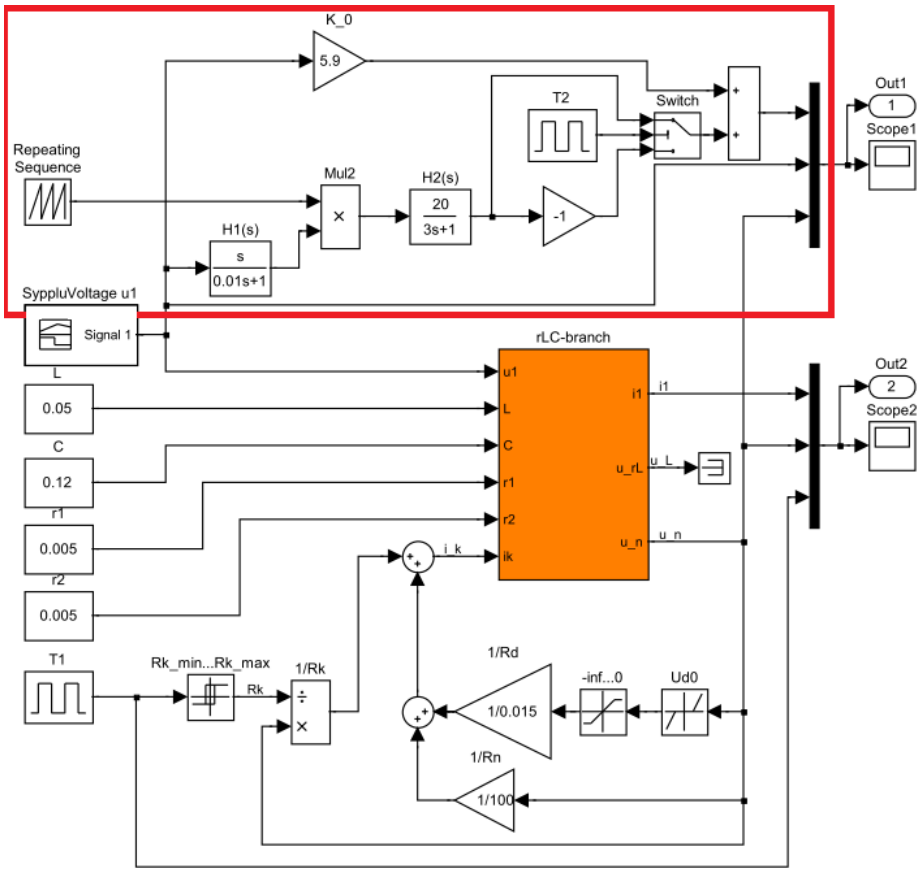


Рис.3. Схема структурної *Simulink*-моделі інвертора класу E (зверху виділено еквівалентну динамічну модель інвертору для огинаючої коливань)

Коливальний контур має індуктивність L=0.05Гн і ємність C=0.12Ф, резонансну частоту біля 2Гц. Напруга живлення змінюється в межах u_1=1-2.5В. Робоча частота f_g=1Гц. Це умовні значення, які для реального резонансного перетворювача масштабуватимуться.

Експериментальні графіки змодельованих процесів показано на рис.4, де позначено споживаний струм i_1 (А) (його середнє значення відповідає споживаній енергії), напругу навантаження u_n (В), змінний опір ключа R_{sw} (ком).

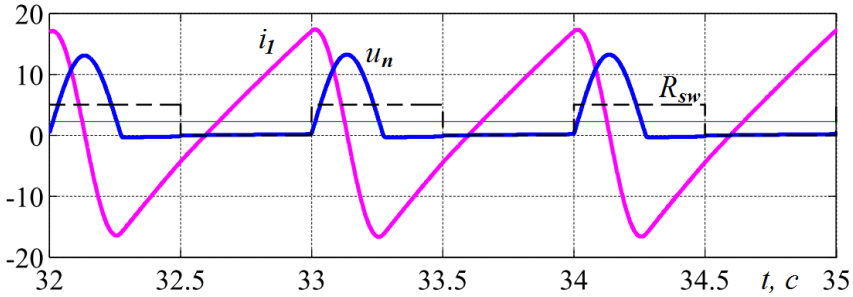


Рис.4. Графіки процесів в резонансному інверторі класу E

На рис.5 показані процеси інвертора в динаміці, коли напруга живлення u_1 змінюється стрибкоподібно і монотонно при постійній робочій частоті.

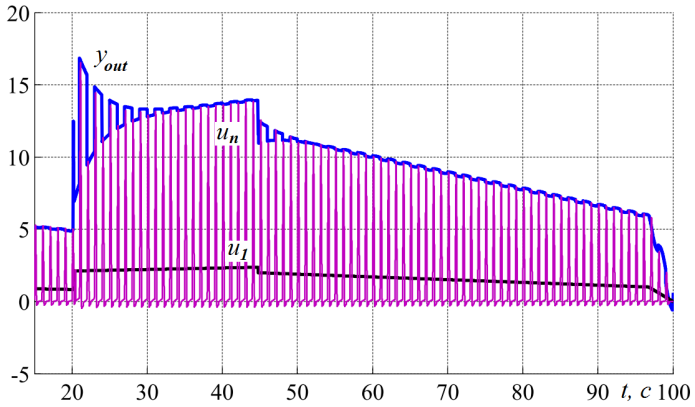


Рис.5. Графіки напруги навантаження інвертора u_n і сигналу на виході еквівалентної динамічної моделі y_{out} при зміні напруги живлення u_1

Амплітуда імпульсів напруги на ключі (напруга навантаження) змінюється від імпульсу до імпульсу за законом огинаючої лінії, близько до якої проходить графік вихідного сигналу еквівалентної динамічної моделі y_{out}. Як видно з графіків, при різких змінах напруги живлення спостерігаються затухаючі коливання огинаючої з частотою, вдвічі меншою за робочу частоту комутації. Величина коливань огинаючої залежить від моменту часу приросту напруги живлення відносно циклу комутації. Дисбаланс амплітуд сусідніх імпульсів викликається різким стрибком напруги живлення і приростом енергії індуктивності в одному циклі, що викликає зменшення енергії в наступному циклі, потім розбаланс енергій поступово вирівнюється за декілька циклів.

Висновки. Згідно з запропонованим підходом до побудови моделі вдалося створити еквівалентну динамічну модель резонансного інвертора класу Е, простішу за його структурну модель, що дозволяє в перспективі спростити моделювання складних динамічних систем електроживлення з даним інвертором.

ЛІТЕРАТУРА

1. N.O. Sokal and A.D. Sokal, “Class E, a new class of high-efficiency tuned single-ended switching power amplifiers,” IEEE Journal Solid-State Circuits, vol. SC-10, pp. 168-176, June 1975.

2. José A. García, Zoya Popović, “Class-E rectifiers and power converters: the operation of the class-E topology as a power amplifier and a rectifier with very high conversion efficiencies”, IEEE Microwave Magazine, 2018, 19(5), 67-78

3. R. Redl, B. Molnár, and N.O. Sokal, “Class E resonant regulated dc/dc power converters: analysis of operations, and experimental results at 1.5 MHz,” IEEE Trans. Power Electron., vol. PE-1, pp. 111-120, April 1986.

4. Harada, Koosuke and Wen-Jian Gu. “Steady state analysis of Class E resonant DC-DC converter regulated under fixed switching frequency.” PESC '88 Record., 19th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference (1988): 3-8 vol.1.

5. Yeon, J. -E., Cho, K. -M., & Kim, H.-J. (2015). A 3.6kW single-ended resonant inverter for induction heating applications. Proc. of *17th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'15 ECCE-Europe)*, 1-7, doi: 10.1109/EPE.2015.7309110. https://ieeexplore.ieee.org/document/7309110

Dynamic model of a class e resonant inverter

Obrubov Andrii
Department of Ship Power Systems, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The work contains a mathematical description of the processes in the power circuit of a class E single-cycle resonant inverter and the results of experiments with its simulation model in the Matlab-Simulink environment. The method of constructing an equivalent dynamic model of this inverter with periodically non-stationary parameters is shown. The dynamic model is built on the basis of typical linear and non-linear links.

Keywords: dynamic model, resonance inverter of class E, structural model

УДК 551.46:629.12

ВИКОРИСТАННЯ ТАБЛИЦЬ СТАНУ ПРИ ПОБУДОВІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ З RISC МІКРОКОНТРОЛЕРОМ

Ольшевський С.І.
ст. викладач кафедри автоматики
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
sergo70966@gmail.com
Савченко О.В.
завідувач лабораторіями кафедри автоматики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
savchenko1984@gmail.com
Петров В.В.
студент
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
barbarossa1398@gmail.com

Анотація. Проаналізовано вимоги для побудови електропривода дослідної моделі. Порівняні вимоги до програмного забезпечення мікроконтролера з точки зору його адаптації при зміні параметрів моделі. Отримані результати можна використовувати при проектуванні електромеханічної частини привода.

Ключові слова: дослідна модель; електропривод; таблиця стану.

Вступ. Дослідна модель призначена для проведення експериментальних досліджень з гідробіоничним рушієм. Цей рушій дозволяє забезпечити як тягу так і маневреність [1-3]. Кінематика виготовленої моделі розглянута в [6].

Метою роботи є відпрацювання алгоритмів керування електроприводом в умовах недостатньо повної інформації про стан об’єкту керування.

Основна частина. З використанням пакета Компас був проведений розрахунок геометричних параметрів рушія моделі і визначені характерні точки положення зануреної частини рушія с прив’язкою к положенню вихідного валу редуктора електродвигуна привода. Визначено шість

характерних положень елементів рушія. Проведені розрахунки і складена математична модель для визначення моменту опору, приведеного до валу електродвигуна [7].

Для керування електродвигуном моделі з можливістю контроля і фіксування параметрів розроблена та виготовлена система керування на базі RISC мікроконтролера. Принципова схема наведена на рисунку 1.

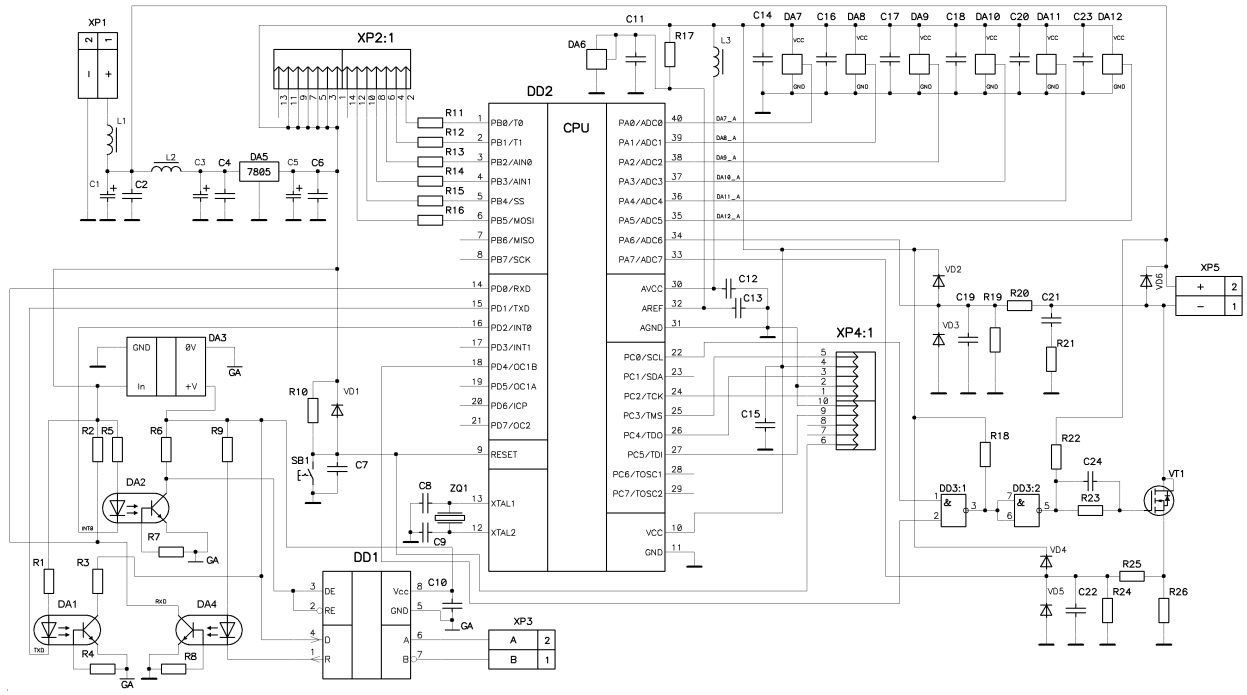


Рисунок 1 – Принципова схема системи керування базі RISC мікроконтролера

Використовується RISC мікроконтролер ATmega16 фірми Atmel (DD2) – контролер с розвитою периферією і можливістю виконувати до 20 млн. оп/сек. Система має в своєму складі шість датчиків положення вихідного валу редуктора (DA7-DA12) що дозволяє визначати поточне положення елементів рушія і реалізовувати потрібний закон керування для кожного із шістьох відрізків циклу роботи. Є датчики струму якоря двигуна і напруги на двигуні – є можливість урахування падіння напруги на кабелі живлення моделі. Зв'язок з інструментальною ЕОМ – по інтерфейсу RS-485, довжина лінії зв'язку до 1200 м при швидкості до 38400 бод.

Використання в складі програмного забезпечення механізму зв’язаних таблиць – у першу чергу таблиць стану об’єкту – дозволяє використовувати ієрархічну структуру адаптивного керування з використанням інформації про попередній стан в якості вхідних даних для прогнозування стану на наступному кроці. Адаптація промислового протоколу MODBUS для використання в моделі зробить можливим використання в складі програмного забезпечення інструментальної ЕОМ такого потужного пакету як LabView фірми National Instruments.

Висновок: Запропонована схема побудови програмної складової відповідає поставленій задачі. Можливо подальше вдосконалення системи керування з використанням алгоритмів нечіткої логіки та pattern-алгоритмів.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. K. A. Harper, M. D. Berkemeier and S. Grace. Modeling the dynamics of spring-driven oscillating-foil propulsion. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 23(3):285–296, 1998.

[2]. S. D. Kelly, R. J. Mason, C. T. Anhalt, R. M. Murray, J. W. Burdick. Modeling and experimental investigation of carangiform locomotion for control. In Proceedings of the American Control Conference, pages 1271–1276, June 1998.
[3]. S. D. Kelly and R. M. Murray. Modelling efficient pisciform swimming for control. International Journal of Robust and Nonlinear Control, 10:217–241, 2000.
[4]. Hirata K. Development of Experimental Fish Robot. Proceeding of the 6th International Symposium on Marine Engineering. Volume 2, p. 711-714. Tokyo, Japan, 2000.
[5]. Блинцов В.С., Ольшевский С.И. Моделирование движения необитаемого подводного аппарата // Зб. наук. пр. УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 1998. – № 12. – С. 109-118.
[6]. Блинцов В.С., Ольшевский С.И., Бойко Ю.В., Симзиков А.В. Математическое описание движения элементов гидробионического движителя плавникового типа // Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції. –Миколаїв: НУК, 2012. – с.114–118.
[7]. Ольшевский С.И. Система управления гидробионическим движителем плавникового типа // Підводна техніка і технологія: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2013. – с.99–101.
[8]. Lachat, D., Crespi, A. and Ijspeert, A. J. Boxybot: a swimming and crawling fish robot controlled by a central pattern generator. (2006). In Proceedings of The first IEEE/RASEMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob 2006).
[9]. Crespi, A., Lachat, D., Pasquier, A., Ijspeert, A.J. (2008). Controlling swimming and crawling in a fish robot using a central pattern generator. Auton. Robots., vol. 25, pp 3–13.

Using Status Tables In The Construction Of An Electric Drive Control System With A RISC Microcontroller

Serhiy I. Ol'shevs'kyy
senior lecturer of the Department of Automation National Shipbuilding University named after Admiral Makarov, Mykolaiv, Ukraine
Oleg V. Savchenko
head of laboratories of the Department of Automation National Shipbuilding University named after Admiral Makarov, Mykolaiv, Ukraine
Vitaly V. Petrov
student of National Shipbuilding University named after Admiral Makarov, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The requirements for the construction of the electric drive of the experimental model were analyzed. The requirements for the microcontroller software are compared from the point of view of its adaptation when the model parameters are changed. The obtained results can be used in the design of the electromechanical part of the drive.

Keywords: research model; electric drive; status table.

УДК 621.314

ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗОНАНСНОГО ІНВЕРТОРА З АВТОГЕНЕРАЦІЄЮ ДЛЯ ІНДУКТИВНОЇ ЗАРЯДКИ

Павлов Г.В.
доктор технічнх наук, професор
професор кафедри комп'ютеризованих систем управління
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
pavlov.gv.nuk@gmail.com
Обрубов А.В.
кандидат технічних наук, доцент
доцент 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
доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
i.l.vinnychenko@gmail.com

Анотація. Робота містить результати експериментальних досліджень залежностей робочої частоти і вихідного струму від коефіцієнту магнітного зв'язку між котушками індукторів та від частот полюсів фільтру в зворотному зв'язку резонансного інвертора індуктивного зарядного пристрою. Ці дослідження дали корисну інформацію для подальших теоретичних дослідів. Експериментальний зразок зарядного пристрою живиться від однофазної мережі 220В, має потужність 250Вт і номінальну напругу акумулятора 12В.
Ключові слова: автогенерація, індуктивний зарядний пристрій, резонансний контур, резонансний перетворювач, фазозсуваючий фільтр

Автогенераторні резонансні перетворювачі [1, 2] мають істотну перевагу перед перетворювачами з постійною робочою частотою [3, 4]. Це автоматичне налаштування робочої частоти на резонанс при нестабільності елементів контуру або навантаження. Тому принцип автогенерації широко застосовується в резонансних перетворювачах індуктивних зарядних пристроїв [5]. Коли робоча частота резонансного перетворювача наближується зверху до резонансної частоти контуру можливо досягти максимальної потужності з низькими енергетичними втратами вентилів.

Структурна схема резонансного інвертора з автогенерацією на рис.1 містить резонансний rLC- контур і кероване джерело напруги u_g. Для автогенерації використовуються позитивний зворотний зв'язок по напрузі на ємності u_C. Сигнал зворотного зв'язку надходить від датчика напруги ДН (резистивно-ємнісного дільника напруги) на фазозсуваючий полосовий фільтр (ПФ), який задає певне відношення частоти автогенерації до резонансної частоти.

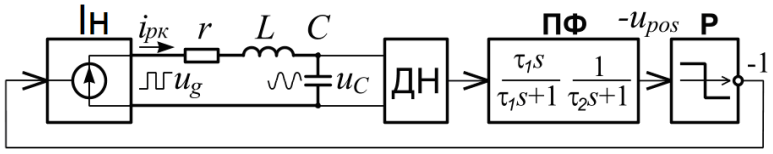


Рис.1. Структура резонансного інвертора з автогенерацією з позитивним зворотним зв'язком по напрузі ємності u_C й полосовим фільтром (ПФ), Ін – інвертор, ДН – датчик напруги, Р – релейний елемент, u_{pos} – напруга позитивного зворотного зв'язку

Експериментальний зарядний пристрій складається з блоків інвертора на рис.2 та випрямляча на рис.3 і має наступні параметри: напруга живлення 85-265 В; напруга заряджання 10-15В, потужність 250Вт; споживаний струм до 5А; вихідний струм 1-20А; робоча частота 10-50КГц; індуктивність індуктора 50мкГн-5мГн. Схема зарядного пристрою містить такі вузли та елементи:

- Мережевий випрямляч (варистор RT1, запобіжник F1, синфазний дросель LF1, конденсатори С6 і С9, діодний міст V1, варистор RV1). Джерело живлення власних нужд напругою 12В на схемі не показано.
- Система управління інвертором (компаратор *LM393* DA1, напівмостовий драйвер *SR2184S* DA2, елементи полосового фільтру (ПФ) С12, R14, R9, C1, компаратор DA1:1 – релейний елемент Р (див. рис.1), компаратор DA1:2 – для захисту від перевантажень, RP1 – для регулювання порогу захисту).
- Інвертор на рис.2 складається з польових транзисторів VT1 і VT2, резонансних конденсаторів С13 і С14 і передавальної котушки-індуктора L2.
- Блок випрямляча на рис.3 випрямляє струм, індукований в приймальному індукторі L3, і заряджає акумуляторну батарею. Містить приймальний індуктор L3, резонансний конденсатор С15, випрямляч VD4-VD7, конденсатор CE3, стабілітрон DA3 *TL431*, який через VT4 керує ключем VT5 і вимикає струм при досягненні напругою акумулятора значення 10-15В (задає подільник R26, R27, R23, R29, RP2).

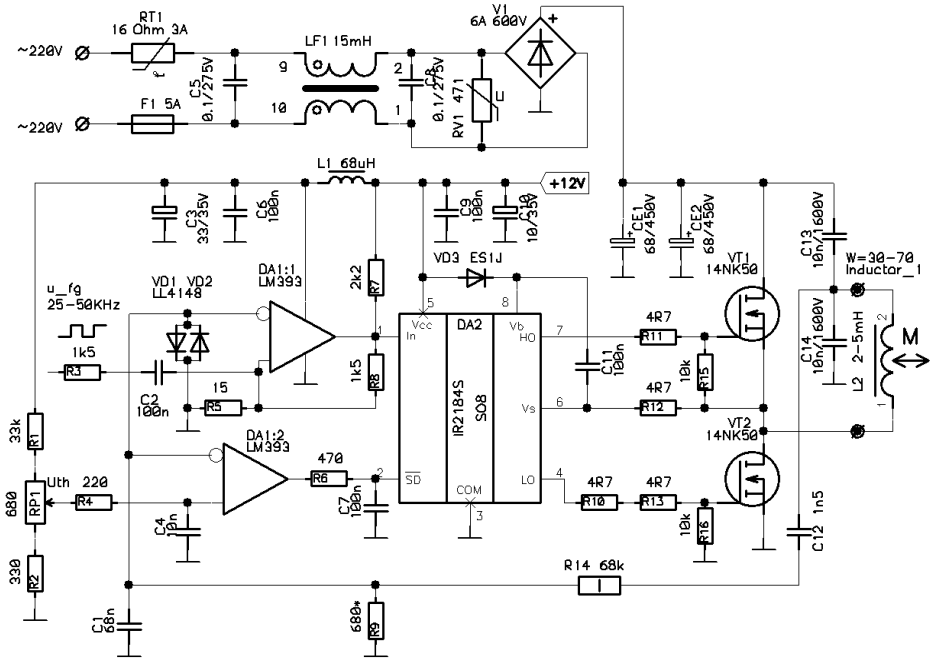


Рис.2. Принципова схема блока резонансного інвертора зарядного пристрою

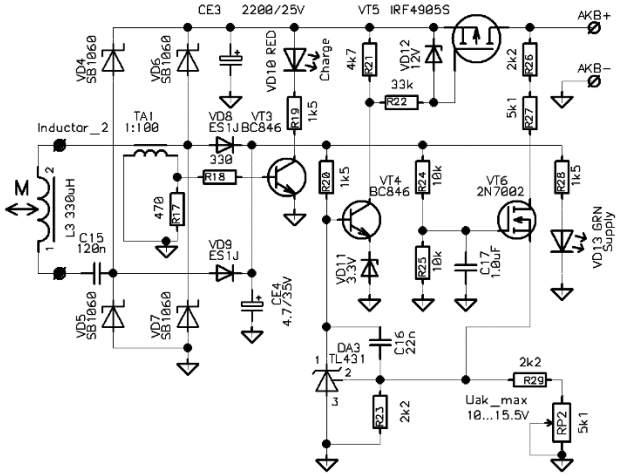


Рис.3. Принципова схема блоку випрямляча зарядного пристрою

Постійні часу фільтру ПФ в каналі позитивного зворотного зв'язку і добротність контуру впливають на робочу частоту автогенерації, залежність якої має вигляд

$$\omega_g = \frac{1}{\tau\sqrt{2Q}}\sqrt{2\tau\omega_0 + Q\omega_0^2\tau^2 + Q + \sqrt{\begin{matrix}(2\tau\omega_0)^2 + 4\tau^3\omega_0 Q + 4\tau\omega_0 Q + \\ + \tau^4\omega_0^4 Q^2 - 2(\tau\omega_0 Q)^2 + Q^2\end{matrix}}}, \quad (1)$$

де $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ – резонансна частота, $\rho = \sqrt{L/C}$ – хвильовий опір, $Q = \rho/r$ – добротність, *r*, *L*, *C* – активний опір, індуктивність і ємність первинного контуру, $\tau_1 = \tau_2 = \tau$ – постійні часу полосового фільтру ($\tau_1 \approx R14 \cdot C12$, $\tau_2 \approx R9 \cdot C1$).

Експериментальні графіки залежностей частоти автогенерації (суцільні лінії) і теоретичні графіки (пунктирні лінії), розраховані по (1), показано на рис.4.

На рис.5 і рис.6 показані залежності вихідного струму і робочої частоти від коефіцієнта магнітного зв'язку між котушками $k_m = M/\sqrt{L_1 L_2}$ (де *M* – взаємна індуктивність) для режимів примусової генерації (*A*) і автогенерації (*B*, *C*) з різними постійними часу τ і значеннями напруги живлення *U* (криві 1 та 2).

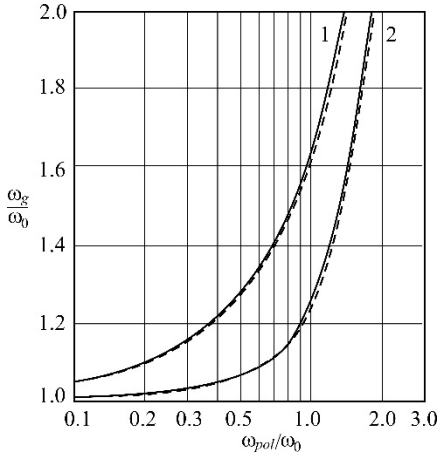


Рис.4. Експериментальні залежності частоти автогенерації ω_g (суцільні лінії) від частоти полюсу фазозсуваючого фільтру $\omega_{pol} = 1/(2\pi\tau)$, сполучені з теоретичними залежностями (пунктирні лінії) для 1 – *Q*=2 і 2 – *Q*=10

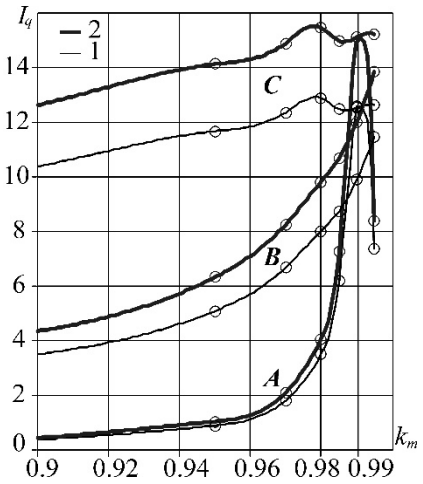


Рис.5. Графіки залежностей вихідного струму зарядного пристрою I_q від коефіцієнту магнітного зв'язку $k_m = M \Big/ \sqrt{L_1 L_2}$: ***A*** – для постійної частоти F_g=25КГц, ***B*** – для τ =0.02мс, ***C*** – для τ =0.1мс при: 1 – *U*=200В, 2 – *U*=220В

Залежності *A* на рис.5 для постійної частоти є суттєво нелінійними. При зменшенні магнітного зв'язку k_m зростають індуктивності розсіювання, які визначають частоти послідовних резонансів. Опір кожного резонансного *RLC*-ланцюга зростає і вихідний струм знижується. Але в режимі автогенерації при таких же змінах коефіцієнту магнітного зв'язку вихідний струм змінюється в менший мірі. Це видно з порівняння характеристик *A*, *B*, і *C*.

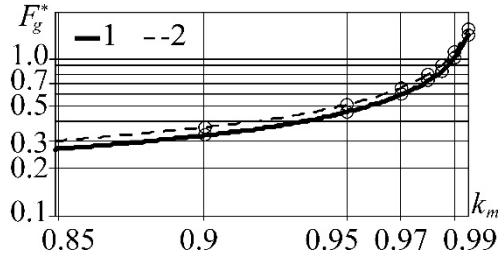


Рис.6. Залежності відносної частоти автогенерації зарядного резонансного пристрою від коефіцієнту магнітного зв'язку: 1 – τ =0.1мс; 2 – τ =0.02мс

Залежності робочої частоти F_g автогенерації на рис.6 від коефіцієнту магнітного зв'язку k_m між котушками для різних постійних часу τ подібні одна до одної. Їх можна використати для визначення коефіцієнта чутливості системи по каналу збурення як $k_{sm} = \Delta F_g \Big/ \Delta k_m$ в режимі заряджання акумулятора.

Висновки. Залежність вихідного струму зарядного пристрою від коефіцієнту магнітного зв'язку між котушками індукторів зменшується в режимі автогенерації і при збільшенні постійної часу фазозсуваючого фільтру. Отримані характеристики можна розповсюдити на зарядні системи з індуктивними роз'ймами, де коефіцієнти зв'язку наближаються до значень, характерних для інтегрованих трансформаторів.

ЛІТЕРАТУРА

6. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов / В. М. Бушуев, В. А. Демянский, Л. Ф. Захаров и др. — М.: Горячая линия—Телеком, 2009. —384 с.: ил.

7. Європейський патент EP1220438A2, Patricio Lagos LehuedeVariable frequency resonant inverter, Bulletin 2002/27, 03.07.2002.
8. Yungatek Yang, Milan M. Jovanovic “Constant-Frequency Resonant Inverter for AC-Dus Distribution System” 0-7803-8975-1/05/$20.00 ©2005 IEEE.
9. S.Sanaulla Sunny, M.Abid Nayeemuddin “A Novel DC-AC Single Phase Resonant Inverter Using Soft Switching Boost Converter” IEEE Vol. 3, No.1, 2011.
10. R. Mecke and C. Rathge, "High frequency resonant inverter for contactless energy transmission over large air gap," 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference (IEEE Cat. No.04CH37551), 2004, pp. 1737-1743 Vol.3, doi: 10.1109/PESC.2004.1355378.

Characteristics of resonant inverter with self-generation for inductive charging

Gennadii Pavlov, Andrey Obrubov, Iryna Vinnychenko
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The work contains the results of experimental studies of the dependence of the operating frequency and output current on the coefficient of magnetic coupling between the coils of the inductors and on the frequencies of the filter poles in the feedback of the resonant inverter of the inductive charger. These studies provided useful information for further theoretical research. The experimental sample of the charger is powered by a 220V single-phase network, has a power of 250W and a nominal battery voltage of 12V.

Keywords: self-generation, inductive charger, resonant circuit, resonant converter, phase-shifting filter

УДК 681.5

ІНФОРМАЦІЙНИЙ КОПЛЕКС ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ З БАГАТОРІВНЕВОЮ ПЕРЕДАЧОЮ ДАННИХ НА БАЗІ ОДНОПЛАТНОГО КОМП’ЮТЕРА

Роботько С.П.
магістр,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
robotkos@gmail.com

Анотація. Автором розроблено інформаційний комплекс передачі відео сигналу камери до віддаленого WEB інтерфейсу за допомогою одноплатного комп’ютера Raspberry PI Zero W. Основним застосуванням даних систем є такі сучасні рішення як: безпілотні дрони, різних видів робототехніки, стаціонарне відеоспостереженні, та ін.

Ключові слова. Відеопередача, віддалене керування, робототехніка, відеокамера.

Завдяки розвитку компактних одноплатних рішень у сфері комп’ютеризованих систем ми маємо можливість будувати відносно дешеві й ефективні рішення для організації відео передачі. Також однією з основних переваг являється висока енергоефективність, що дозволяє

використовувати такі системи у будь-якому місці з мінімальним живленням, або його тимчасовою відсутністю.

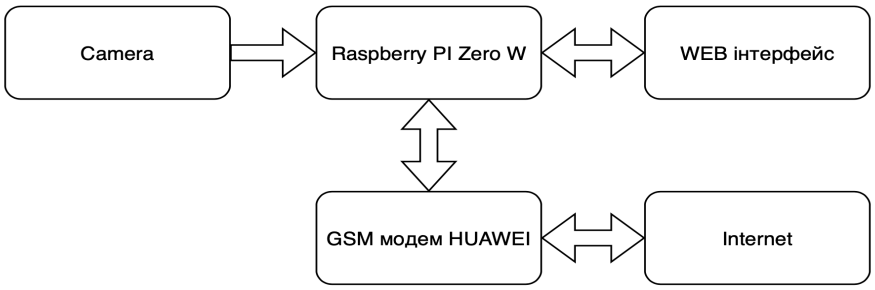


Рис. 1. Структурна схема комплексу технічного зору

Комплекс складається з одноплатного комп'ютера Raspberry PI Zero W[1] з 4 ядерним процесором Broadcom, камери Raspberry PI v2 з роздільною здатністю відео 1080p30 та 3G модему Huawei E173. Однією із переваг використання даного рішення є модульність і масштабованість, що дозволяє швидко впроваджувати нові апаратні елементи, такі як різноманітні датчики, GPS модуль, дисплеї, та ін. Основною операційною системою Raspberry Pi являється Debian (Linux), оптимізована під апаратну частину плати.

Багаторівневість роботи з відео означає що отримані з камери дані оброблюються на проміжних рівнях ієрархічної системи. Починаючи з повного контролю матриці камери де можна задати розмір картинки, частоту кадрів та якість. Обробки відео самою платою PI Zero[3] що дозволяє редагувати відео, перенаправляти його до будь-якого іншого зовнішнього модуля для подальшого аналізу. За допомогою сучасних готових бібліотек та систем штучного інтелекту можна проводити глибокий аналіз відео зображення для використання в промислових цілях. І останнім рівнем, розробленим саме у цьому проєкту, є WEB інтерфейс з власними налаштуваннями та широкими можливостями.

Саме обробка відео зображення відбувається за допомогою Linux[4] та мови програмування Python. Основними мовами програмування в даному проєкті є Python, PHP, Java Script. Але найбільшу долю займає саме Python. На разі вона являється найрозповсюдженішою у світі, що допомагає у розв'язанні багатьох складних задач. Авторитетний журнал IEEE[6] Spectrum, який видає американський «Інститут інженерів з електротехніки та електроніки», склав три рейтинги з урахуванням: думки інженерів IEEE, даних із сайтів вакансій, а також показників зростання популярності на спеціалізованих форумах. Лідерство уже не перший рік зберігає саме Python[2]. Ця мова широко застосовується прикладними програмістами, зокрема інженерами й науковцями. Також не менш важливим для обробки і аналізу відео є наявність таких бібліотек як TensorFlow, Keras, Scikit-Learn, які за допомогою машинного навчання допомагають вирішити задачі з класифікування, прогнозування, виявлення аномалій та ін.

Даний комплекс являє собою універсальний передавач відеосигналу[5] який можна використовувати з різноманітними автоматизованими системами, що потребують віддалену відео трансляцію. Основною метою саме цієї роботи є віддалене керування моделлю робота на колесах. Також можливе використання у комплексі з літаючими дронами, але потрібно враховувати не стабільну швидкість передачі 3G сигналу в залежності від локації.

В сучасних умовах війни також може бути використаним як дешеве рішення для віддаленого спостерігання за дорогами/об'єктами. Для довготривалого автономного використання може бути додатково обладнаним портативною сонячною панеллю потужністю від 6W.

ЛІТЕРАТУРА

1. Simon Monk, 2013. Raspberry Pi Cookbook, ст.20-57;
2. Копей В. Б., 2019. Python для інженерів і науковців, ст. 210;
3. P. Bradt, D. Bradt, 2020. Science and Engineering Projects Using the Arduino and Raspberry Pi, ст. 120-150;
4. Kyle Rankin, 2005. Linux Multimedia Hacks, ст. 430-610;
5. Конахович Г. Фб 2004. Системи радіозв'язку, ст. 40-87;
6. Top Programming Languages 2022. Режим доступу: https://spectrum.ieee.org/top-programming-languages-2022.

Information complex of technical vision with multilevel data transmission on the basis of single board computer

Robotko S.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The author has developed an information complex for transmitting a camera video signal to a remote WEB interface using a single-board computer Raspberry PI Zero W. The main application of these systems is such modern solutions as: drones, various types of robotics, stationary video surveillance, etc.

Keywords. Video transmission, remote control, robotics, video camera.

УДК 004.725.5

АНАЛІЗ АВТОМОБІЛЬНИХ СЕНСОРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ РУХУ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Топалов А.М. [1], **Халапсіс Д.О.**[2]
[1]кандидат технічних наук
доцент кафедр комп'ютеризованих систем управління
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв Україна.
topalov_ua@ukr.net
[2] студент кафедри теоретичної та прикладної механіки
Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара
м. Дніпро Україна.
den.halapsis@gmail.com

Анотація. В роботі представлений аналіз автомобільних сенсорних технологій в інформаційній системі руху міського транспорту. Детально розглянута інфраструктура міста та транспортні засоби як компоненти інформаційної системи. Запропонована функціональна структура інформаційної системи руху міського транспорту.

Ключові слова: автомобіль, датчик, інформаційна система, мережа.

Автомобільні сенсорні технології, які використовують датчики та бездротовий зв'язок, можуть покращити подорож міським транспортом роблячи її безпечнішою та швидшою. В останні десятиліття з розвитком нових технологій почали застосовуватися різні електронні компоненти автомобільних систем, такі як акустичні, інфрачервоні, фотокамери та відеокамери з рухом тощо [1, 2]. В останні роки більшість нових транспортних засобів вже оснащені GPS-приймачами та навігаційними системами. Найближчим часом, кількість транспортних засобів, оснащених обчислювальною технікою та інтерфейсом бездротових

мереж різко зростатимуть [3]. Ці транспортні засоби будуть запускати мережеві протоколи, які будуть обмінюватися повідомленнями для безпечнішого та більш плавного трафіку на дорозі [4].

Серед сучасних технологій у транспортній інфраструктурі можна виділити наступні. 1. Дорожні відеокамери. Це камери високої роздільної здатності, які усюди використовуються для відеофіксації порушень. У системах використовуються промислові камери, які дозволяють ефективно стежити за дорожнім потоком, виділяти рухомі об'єкти, виконувати захоплення кадрів з державними реєстраційними знаками транспортних засобів, а також розпізнавати буквено–символьні зображення на номерах. 2. Світлофори, якими керує спеціальна програма. Виділяють наступні режими роботи світлофорів: локальний пристрій працює за схемою, в якій, наприклад, враховується ранковий і вечірній час пік, а також мале завантаження протягом дня; координований режим світлофорів – передбачає координацію роботи декількох світлофорів в одній зоні. 3. Електронні засоби оплати проїзду. Щоб зменшити пробки, використовуються так звані електронні засоби оплати проїзду – транспондери. Це приймально–передавальні пристрої, які дозволяють безупинно рухатися автомобілям через платні пропускні пункти. 4. Інформаційні табло. Це основний засіб інформування водіїв про ситуацію на дорогах. На табло може виводитися різна інформація: завантаження ділянок дороги; наявність ДТП на маршруті; кількість громадського транспорту; стан доріг і т.д. 5. Паркомати. Пристрої, які встановлюються в місцях автоматизованого платного паркування. З їх допомогою автомобіліст може самостійно здійснювати оплату паркування. 6. Автоматизоване управління освітленням. Система управління освітленням здатна самостійно приймати рішення про необхідність включення або виключення світла відповідно до ситуації на дорозі, часом доби і інших чинників.

Водії можуть бути забезпечені наступними інтерактивними засобами: 1. Мапа. На мапі (рис. 1.) відображаються графічні карти місцевості, схеми маршруту та місцезнаходження пунктів зупинки та транспортних засобів, що обслуговують маршрут. 2. Дорожні листи та розклад. Створення та ведення дорожніх листів, створення розкладу за маршрутами з урахуванням норм роботи та відпочинку, моніторинг роботи згідно дорожніх листів. 3. Ведення розкладу. Створення розкладу за маршрутами, редагування розкладу з урахуванням норм роботи та відпочинку. 4. Засоби моніторингу переміщення громадського транспорту. Моніторинг роботи транспортних засобів на маршруті в реальному часі та за минулий період. Контроль місцезнаходження міського транспортного засобу на маршрут: “шахматка” – відображає транспортні засоби із зазначенням державного номера та їх кількість на маршруті в реальному часі; діаграма маршруту – відображає транспортні засоби на пунктах маршруту; контроль відвідування пунктів зупинки, а також контролює факт відвідування пунктів зупинки транспортними засобами, що входять до маршрутів; перегляд треку руху транспортного засобу за вибраний період; визначення місцезнаходження об'єкта на мапі, відображення транспортних засобів та їх статус на мапі в режимі реального часу.

а) б)

Рис. 1. Інтерактивна мапа : а) планування маршруту; б) трек руху транспорту.

Звіти. Формування звітів для моніторингу роботи та експлуатації транспортних засобів, про роботу обладнання, про заправки, поїздки, стоянки, тощо. Формування звітів для контролю відвідування пунктів маршруту обраними транспортними засобами за вказаний період. 6. Інформування пасажирів у салоні транспорту. Автоінформатор – автоматичне звукове сповіщення про поточний і наступний пункт зупинки з використанням системи супутникової навігації GPS. 7. Інформаційне табло – візуальне відображення інформації про поточний та подальший пункт зупинки. 8. Відеоаналітика в салоні та поза салоном транспорту: моніторинг та контроль роботи водія; контроль салону транспортного засобу (підвищення безпеки пасажирів); аналіз завантаженості в салоні транспортного засобу.

Застосування перерахованих технологій разом з глобальною мережею Інтернет [5,6] дають змогу створити високоефективну інформаційну систему руху міського транспорту (рис. 2.). Архітектура розробленої системи складається з серверів (локального і центрального), комутаторів, придорожніх пунктів безпровідного зв'язку (ППБЗ), пристроїв на борту міського транспорту (автомобіля, автобуса, тролейбуса тощо), а також хмарного середовища, на якому проводитиметься обчислення маршрутів, швидкості руху та ін. Взаємодія автомобілів в рамках запропонованої концепції здійснюється за принципами, характерними для мереж VANET [7].

Рис. 2. Функціональна структура інформаційної системи руху міського транспорту

В якості висновку слід зазначити, що інформаційна система руху міського транспорту охоплює дві складові: 1. Інфраструктуру – наземну та підземну інфраструктуру (наприклад, дорожні знаки, комунікації, комп'ютери, турнікети, датчики тощо; 2. Транспортні засоби – типи транспортних засобів, їхні характеристики безпеки, ступінь використання сучасної електроніки та комп'ютерної техніки.

Окремим фактором, що впливає на роботу інформаційної системи також можуть бути люди, а саме поведінка людей, їх пріоритети, зокрема щодо використання певних видів транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дудник І.М. Транспортна географія. Підручник. – К.: НАУ, 2016, 288 с.
2. Ferrari L., Berlingerio M., Calabrese F., and Curtis-Davidson B., ‘‘Measuring public-transport accessibility using pervasive mobility data,’’ IEEE Pervas. Comput., vol. 12, no. 1, 2013, pp. 26–33,
3. Кабашкін І. В. Інтелектуальні транспортні системи: інтеграція глобальних технологій майбутнього // Транспорт Російської Федерації. 2010. № 2 (27). сс. 34-38.

4. Матвієнко Н.А., Новиков М. И., Киричек Р. В. Розробка модельної транспортної програмно-конфігуруємої мережі для дослідження функціонування інтелектуальних транспортних систем. Інформаційні технології та телекомунікації. 2018. Т. 6. № 1 СПбГУТ, 2018, с 43 – 54

5. Rong Yu, Yan Zhang and Stein Gjessing, Wenlong Xia, Kun Yang ‘‘Toward Cloud-Based Vehicular Networks with Efficient Resource Management’’ IEEE Network November 26, 2020, pp. 48–55.

6. Гайков А.Р., Євсєєва О.П., Баранов О.В., Баранов В.Ю. Інтелектуальні транспортні системи в Україні. Експлуатація і техніко-економічні показники автомобілів та тракторів. Вісник НТУ «ХПІ». 2014. № 9 (1052), сс. 106 - 112.

7. Shilin P., Kirichek R., Paramonov A., Koucheryavy A. Connectivity of VANET segments using UAVs // Lecture Notes in Computer Science. 2016. Vol. 9870. pp. 492–500.

Analysis of automotive sensor technologies in the traffic information system of urban transport

Topalov A.M.[1], Halapsis D.O.[2]
[1]National University of Shipbuilding named be adm. Makarov, Mykolaiv, Ukraine
[2]Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Abstract. The paper presents an analysis of automotive sensor technologies in the traffic information system of urban transport. The city's infrastructure and vehicles are considered in detail as components of the information system. The proposed functional structure of the urban transport traffic information system.

Keywords: car, sensor, information system, network.

УДК 621.314.58.001.57

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СУДНОВИХ СПОЖИВАЧІВ ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД ДЖЕРЕЛА СТРУМУ

Чекунов В.К.
старший викладач кафедри суднових електроенергетичних систем
Національного університета кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
cheka756@gmail.com

Анотація. У доповіді розглядаються питання моделювання роботи суднових електроспоживачів в колах зі змінною структурою. Робота виконана за допомогою формалізованого методу використання розривних функцій у сполученні із застосуванням традиційних законів електротехніки. Порівняння результатів моделювання з експериментальними даними дозволяє зробити висновок про якість використаної методики.
Ключові слова: джерело струму, суднові електроспоживачі, моделювання, розривні функції.

Як джерело струму розглянемо індуктивно-ємнісний перетворювач із випрямлячем, що знаходить застосування в суднових системах [1]. Один з застосованих методів моделювання процесів, що протікають у них – метод розривних функцій.

Розривні (комутаційні, релейні, східчасті та ін.) функції приймають значення "1" при замиканні кола та протіканні по ньому струму і "0" – при його розмиканні. Використання методу розривних функцій не формалізовано, тому його застосування вимагає значних витрат

праці і часу. У доповіді розглядається методика формалізованого застосування розривних функцій для опису роботи ІЄП з випрямлячем (рис. 1), на базі використання положень [2].

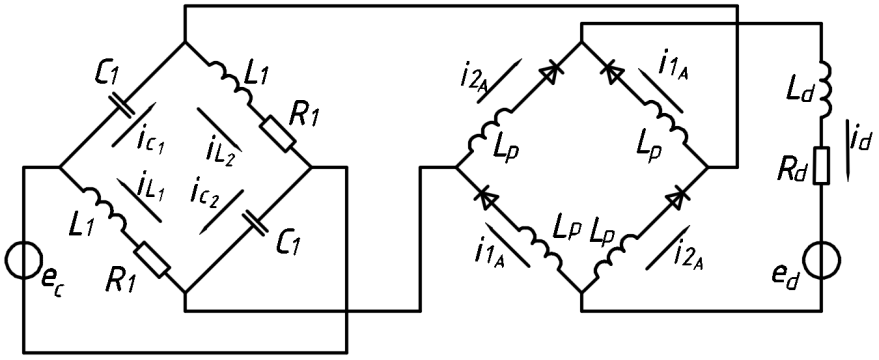


Рис.1. Джерело струму при підключенні споживача постійного струму

При цьому процеси в схемі (рис. 1) описуються наступними рівняннями:

$$P_{1A}\left[\frac{q_{c2}}{C_1}+R_1 i_{L2}+L_1\frac{di_{L2}}{dt}-R_p i_{1A}-L_p\frac{di_{1A}}{dt}-L_d\frac{d}{dt}\left(i_{1A}+i_{2A}\right)-e_d-R_d\left(i_{1A}+i_{2A}\right)-R_p i_{1A}-L_p\frac{di_{1A}}{dt}\right]=0; \quad (1)$$

$$P_{12}\left(\frac{q_{C2}}{C_1}+R_1 i_{L2}+L_1\frac{di_{L2}}{dt}-R_p i_{1A}-L_p\frac{di_{1A}}{dt}+R_p i_{2A}-L_p\frac{di_{2A}}{dt}\right)=0; \quad (2)$$

$$P_{2A}\left[\frac{q_{C2}}{C_1}+R_1 i_{L2}+L_1\frac{di_{L2}}{dt}+R_p i_{2A}+L_p\frac{di_{2A}}{dt}+L_d\frac{d}{dt}\left(i_{1A}+i_{2A}\right)+e_d+R_d\left(i_{1A}+i_{2A}\right)+R_p i_{2A}-L_p\frac{di_{2A}}{dt}\right]=0; \quad (3)$$

$$P_{12}\left[e_d+R_d\left(i_{1A}+i_{2A}\right)+L_d\frac{d}{dt}\left(i_{1A}+i_{2A}\right)+R_p i_{2A}+L_p\frac{di_{2A}}{dt}+R_p i_{1A}+L_p\frac{di_{1A}}{dt}\right]=0; \quad (4)$$

$$e_c+L_1\frac{di_{L1}}{dt}+R_1 i_{L1}+\frac{q_{C2}}{C_1}=0;$$

$$L_1\frac{di_{L1}}{dt}+R_1 i_{L1}+\frac{q_{C2}}{C_1}+L_1\frac{di_{L2}}{dt}+R_1 i_{L2}+\frac{q_{C1}}{C_1}=0;$$

$$\frac{dq_{C1}}{dt}=i_{L2}+P_{1A}i_{1A}-P_{2A}i_{2A};$$

$$\frac{dq_{C2}}{dt}=i_{L1}-P_{1A}i_{1A}+P_{2A}i_{2A};$$

$$i_{C1}-P_{1A}i_{1A}+P_{2A}i_{2A}-i_{L2}=0;$$

Тут

$$e_c=E_M\sin\left(\omega t+\varphi_0\right);$$

$$P_{1A}=\frac{1}{2}\left(1+\frac{i_{1A}+i_{1N}}{\left|i_{1A}+i_{1N}\right|}\right);$$

$$P_{2A}=\frac{1}{2}\left(1+\frac{i_{2A}+i_{2N}}{\left|i_{2A}+i_{2N}\right|}\right);$$

$$P_{12}=P_{1A}\times P_{2A};$$

$$i_{1N}=\frac{1-P_{1A}}{R_N}\left(U_{L2}+\frac{q_{C2}}{C_1}+R_p i_{2A}\right);$$

$$i_{2N} = \frac{P_{2A} - 1}{R_N}\left(U_{L2} + \frac{q_{C2}}{C_1} - R_p i_{1A}\right);$$

$$U_{L2} = R_1 i_{L2} + L_1 \frac{di_{L2}}{dt};$$

P_{1A}, P_{2A} – розривні функції вентилів;

i_{1A}, i_{2A} – струми відкритих вентилів;

i_{1N}, i_{2N} – струми закритих вентилів;

R_p – активний опір відкритого вентиля;

L_p – індуктивність, введена штучно для одержання невиродженої матриці (L_p=10^{-6}Гн);

q_{C1}, q_{C2} – величина заряду ємності C_1 і C_2;

$E_м$, f, φ_o – амплітуда, частота і початкова фаза ЕРС живильної мережі;

e_c – миттєве значення ЕРС живильної мережі;

P_{12} – розривна функція для режиму комутації вентилів;

R_N – активний опір закритого вентиля.

Струми закритих вентилів i_{1N} і i_{2N} обчислюються для визначення розривних функцій. Рівняння (2), (4) описують режим комутації вентилів. Об'єднаємо рівняння (1, 2) і (3, 4) з урахуванням того, що

$$i_{L2} = i_{C1} - P_{1A} i_{1A} + P_{2A} i_{2A};$$

$$P_{1A}\left\{\begin{array}{l} \frac{q_{c2}}{C_1} + R_1 i_{L2} + L_1 \frac{d}{dt}\left(i_{C1} - P_{1A} i_{1A} + P_{2A} i_{2A}\right) - R_p i_{1A} - L_p \frac{di_{1A}}{dt} + P_{12} L_p \frac{di_{2A}}{dt} + P_{1A} R_p i_{1A} - \\ -\left(1 - P_{12}\right)\left[L_d \frac{d}{dt}\left(i_{1A} + i_{2A}\right) + R_d\left(i_{1A} + i_{2A}\right) + e_d + R_p i_{1A} + L_p \frac{di_{1A}}{dt}\right] \end{array}\right\} = 0;$$

$$P_{2A}\left\{\begin{array}{l} L_d \frac{d}{dt}\left(i_{1A} + i_{2A}\right) + R_d\left(i_{1A} + i_{2A}\right) + e_d + R_p i_{2A} + L_p \frac{di_{2A}}{dt} + P_{1A} L_p \frac{di_{1A}}{dt} + P_{12} R_p i_{1A} + \\ +\left(1 - P_{12}\right)\left[\frac{q_{c2}}{C_1} + R_1 i_{L2} + L_1 \frac{di_{L2}}{dt} + R_p i_{2A} + L_p \frac{di_{2A}}{dt}\right] \end{array}\right\} = 0;$$

Для використання чисельних методів рішення системи диференціальних рівнянь приведемо її до вигляду

$$\left[L_p + L_1 + \left(1 - P_{12}\right)\left(L_p + L_d\right)\right]\frac{di_{1A}}{dt} + P_{1A}\left[-P_{2a} L_1 - P_{12} L_p + \left(1 - P_{12}\right) L_d\right]\frac{i_{2A}}{dt} - P_{1A} L_1 \frac{di_{C1}}{dt} =$$

$$= -P_{1A}\left(1 - P_{12}\right) e_d - P_{1A}\left[R_p + \left(1 - P_{12}\right)\left(R_d + R_p\right)\right] i_{1A} - P_{1A}\left[-P_{12} R_p + \left(1 - P_{12}\right) R_d\right] i_{2A} + P_{1A} R_1 i_{L2} + P_{1A}\frac{q_{C2}}{C_1};$$

$$P_{2A}\left(P_{12} L_p + L_d\right)\frac{i_{1A}}{dt} + \left[L_p + L_d + \left(1 - P_{12}\right) L_p\right]\frac{i_{2A}}{dt} + P_{2A}\left(1 - P_{12}\right) L_1 \frac{di_{L2}}{dt} =$$

$$= -P_{2A} e_d - P_{2A}\left(R_d + P_{12} R_p\right) i_{1A} - P_{2A}\left[R_d + R_p + \left(1 - P_{12}\right) R_p\right] i_{2A} - P_{2A}\left(1 - P_{12}\right) R_1 i_{L2} - P_{2A}\left(1 - P_{12}\right)\frac{q_{C2}}{C_1};$$

$$L_1 \frac{di_{L1}}{dt} = -e_c - R_1 i_{L1} - \frac{q_{C2}}{C_1};$$

$$L_1 \frac{di_{L1}}{dt} + L_1 \frac{di_{L12}}{dt} = -R_1 i_{L1} - \frac{q_{C1}}{C_1} - \frac{q_{C2}}{C_1};$$

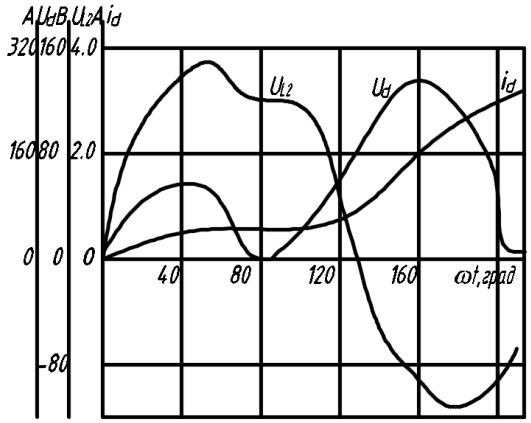
$$\frac{dq_{C1}}{dt} = i_{L2} + P_{1A} i_{1A} - P_{2A} i_{2A};$$

$$\frac{dq_{C2}}{dt} = i_{L1} - P_{1A}i_{1A} + P_{2A}i_{2A};$$

$$P_{1A}\frac{di_{1A}}{dt} - P_{2A}\frac{di_{2A}}{dt} + \frac{di_{L2}}{dt} - \frac{di_{C1}}{dt} = 0.$$

Розрахунок перехідних і статичних процесів по наведених рівняннях виконаний у матричній формі для параметрів $E_м$ = √2·188 В; E_d =0 В; L_d = 0,446 Гн; R_d= 1,5 Ом; L_p = 10^{-6} Гн; C_1= 0,0002 Ф; L_1 = 0,51Гн; R_1 =5,4 Ом; R_p = 0,3 Ом; R_N = 133 000 Ом; f = 50 Гц; φ_0 = 0; Δt = $0{,}5\cdot10^{-4}$ с.

На підставі розрахунку побудовані криві (рис. 2). Порівняння результатів розрахунку з експериментальними даними показало, що максимальна розбіжність між ними в сталому режимі роботи не перевищує 5%.



Використовуючи запропоновану методику моделювання мостового ІЄП з випрямлячем можна оцінити динаміку роботи схеми без безпосереднього створення зразка.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

[1]. Богословский А. П., Ильинский Н. О., Яуре А. Г. Электропривод с источником тока для специальных судовых механизмов.– Электротехническая промышленность. Сер. Электропривод, 1987, вып. 6, с. 18–21.

[2]. Кутковецкий В.Я. Теория исследования переходных процессов в силовых полупроводниковых преобразователях. – Судостроение. Респ. межвед. науч.-техн. Сборник. Киев – Одесса: Вища школа, 1980.

Simulation Of The Work Of Shipping Consumers When Powered From A Current Source

Chekunov Volodymir
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv
Senior Lecturer of the Department of Ship Electric Power Systems

Annotation. The report considers the issue of modeling the operation of ship electrical consumers in circuits with a variable structure. The work was performed using a formalized method of using discontinuous functions in combination with the application of traditional laws of electrical engineering. Comparison of simulation results with experimental data allows us to draw a conclusion about the quality of the used methodology.

Key words: current source, ship electrical consumers, modeling, discontinuous functions.

УДК 681.5

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД З ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

Шарейко Д. Ю. к.т.н., доцент[1], **Шурмін Є.А.,** магістрант[2], **Дікал Е.М.,** магістрант[3]
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
[1] *dshareyko.mk@gmail.com*, [2] *zhenia1414@gmail.com*, [3]*eduard.dikal17@gmail.com*

Анотація. Наведено структурну та функціональну схеми розробленого лабораторного стенда з дослідження асинхронних електроприводів. На підставі цих схем запропонована розрахункова схема у середовищі MathLab. Запропонований стенд виготовлено і застосовано у навчальному процесі на кафедрі автоматики НУК.

Ключові слова: лабораторний стенд, електропривод, частотний перетворювач, електромагнітна муфта, гальмівний резистор, асинхронний двигун, структурна схема, функціональна схема.

Вступна частина. Використання новітніх інформаційних технологій дозволяє суттєво підвищити ефективність і якість навчального процесу [1]. Важко уявити повноцінну підготовку спеціаліста по інженерним спеціальностям без його ознайомлення з реальними приладами і обладнанням та отримання навиків роботи з ними. Однією із найважливіших складових частин навчання студентів, що сприяють виробленню практичних навиків, є лабораторний практикум. Успішна конкуренція випускників технічних ВУЗів на ринку праці можлива лише при достатньо високому рівні теоретичної та практичної підготовки. Оскільки вимоги, що висуваються роботодавцями до якості практичної підготовки фахівців безперервно посилюються, істотно зростає роль лабораторного практикуму в учбовому процесі.

Мета роботи. Метою дослідження є розробка лабораторного стенду по дослідженню асинхронних електроприводів на основі сучасних комплектних електроприводів.

Основна частина. В лабораторному стенді (рис.1) для керування трифазним асинхронним двигуном з короткозамкнутим ротором використовуються однофазні перетворювачі частоти (ПЧ) [2,3]. Перетворювачі частоти обладнані всіма необхідними захистами і при відсутності гальмівних резисторів здатні провести аварійне відключення, але стабільна та тривала робота з інерційними навантаженнями або генераторами завжди полягає в їх наявності. Розглянувши усі елементи, що входять до складу лабораторного комплексу, та їх технічні характеристики, можна побудувати функціональну схему лабораторної установки (рис. 2). При дослідженні електроприводів пропонується використати схему математичної моделі створену за допомогою програмного забезпечення Matlab, що відтворює даний процес при роботі перетворювача частоти. На рис 3 показана схема математичної моделі [4]. Розрахункова схема складається з джерела живлення трифазною напругою (AC), некерованого випрямляча (VS), інвертора (INV), асинхронного двигуна та спрощеної схеми керування, що складається з блоку формувача трифазної напруги змінної частоти (Driver) та генератора імпульсів, що відповідають заданій напрузі (PWM Generator). За допомогою додаткових блоків реалізовано відстеження необхідних параметрів схеми та безпосереднє завдання дослідних змінних. Вхідним параметром до системи є частота бажаної вихідної напруги, що задається на вхід Freq до Driver`a. Для цього в моделі використано набір стандартних блоків, зокрема блок побудови сигналу довільної форми (Signal Builder). Частоту модуляції можна змінювати в блоці PWM Generator, а коефіцієнт модуляції на вході Amod1 Driver`a (бажано залишити стандартним).

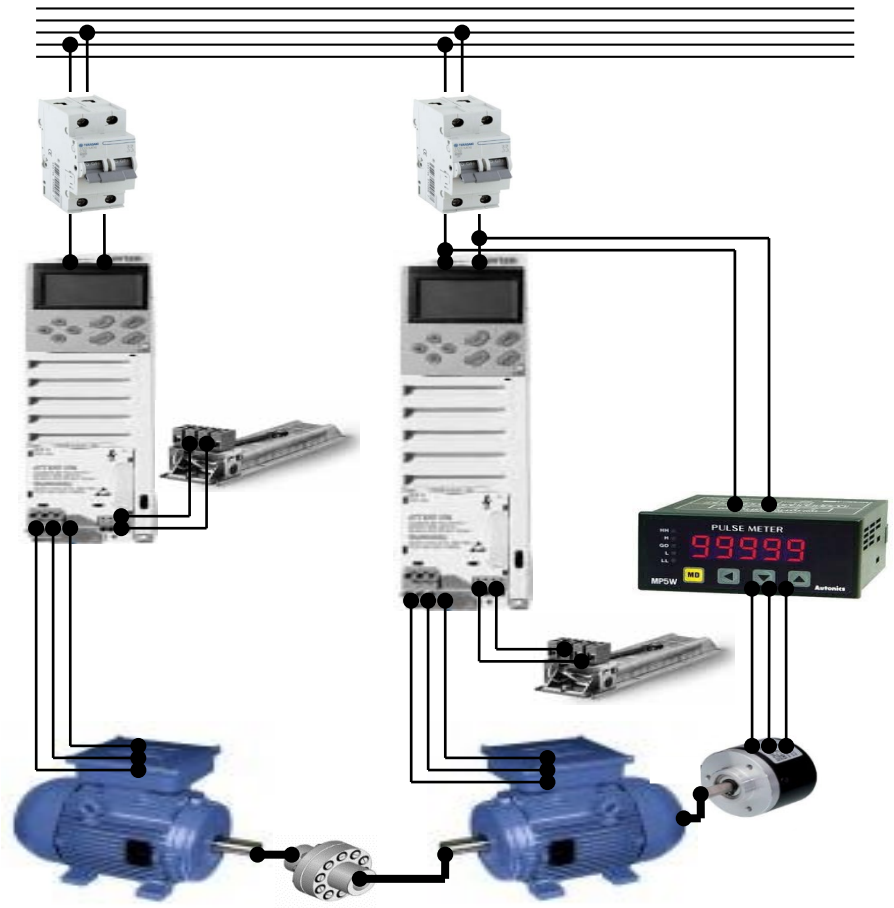


Рисунок 1– Структурна схема лабораторного стенда

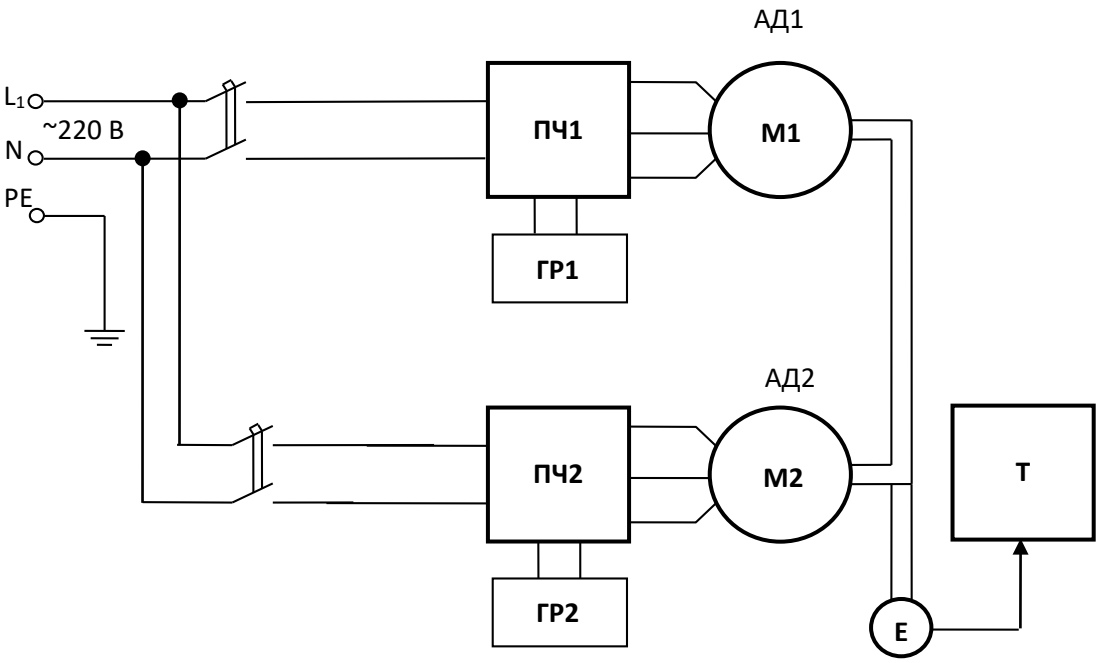


Рисунок 2– Функціональна схема лабораторного стенда:
ПЧ1 – перетворювач частоти Lenze 8200 E82EV551K2C; ПЧ2 – перетворювач частоти Lenze

; АД2 – асинхронний двигун з короткозамкнутим ротором WEG W22-63 4 B3T 0,18; ГР1 – гальмівний резистор ERBM390R100W; ГР2 – гальмівний резистор ERBP033R200W; Е – інкрементальний енкодер E40S8-100-3-T-24; Т – MP5W45 тахометр.

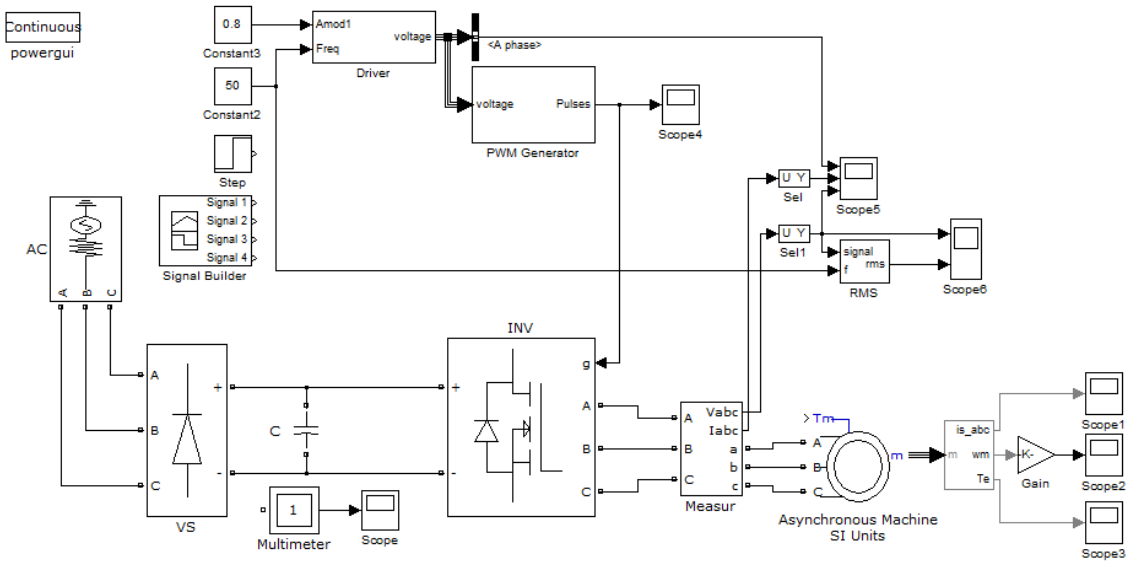


Рисунок 3– Схема математичної моделі

Для роботи обрано модель асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором потужністю 4 кВт, внутрішні параметри якого стандартно доступні з бібліотеки Simulink. Опис вимірювальних блоків: Scope – значення випрямленої напруги; Scope1 – фазні струми двигуна; Scope2 – оберти двигуна (в об/хв); Scope3 – електромагнітний момент; Scope4 – імпульси, що відповідають задавальній напрузі; Scope5 – задавальна напруга, струм двигуна та реальна напруга, що подається до двигуна у вигляді ШІМ; Scope6 – імпульсна напруга та її середнє значення.

Висновки. Отже лабораторний стенд, що пропонується створений на основі сучасної елементної бази та дозволяє досліджувати всі фізичні явища, що відбуваються в аналогових та цифрових електроприводах. Запропонований стенд може бути використано у лабораторному практикумі з дисциплін «Системи керування електроприводами», «Комплектні електроприводи» та «Мікропроцессорні системи керування електроприводами». Цій стенд виготовлено та функціонує на кафедрі автоматики НУК.

ЛІТЕРАТУРА

Белов М.П., Зементов О.И., Козярук А.Е., Козлова Л.П., Новиков В.А., Савва С.В., Чернигов Л.М., Горохов С.Г., Татаринцев Н.И. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений/ М.П. Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярук и др.; под ред. В.А. Новикова, Л.М. Чернигова. – М.:Издательский центр «Академия», 2006. – 368с.

Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю. Комплектні електроприводи: У 3 ч. Ч. 2: Цифрові комплектні електроприводи: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2014. – 142 с.

Комплектні електроприводи. Ч. 3. Сервоелектроприводи [Електронний ресурс] : навч. посібник : електрон. вид. комбін. використання на DVD-ROM. У 3 ч. Ч. 3 Сервоелектроприводи / І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, А. М. Фоменко, О. В. Савченко; МОН України, НУК ім. адмірала Макарова. – Електрон. дані. – Миколаїв : НУК, 2018. – Назва з етикетки диска.

Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводами: учебник для студ. высш.

учеб. заведений/ Терехов В.М., Осипов О.И.; под ред. В.М. Терехова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 304с.

Laboratory Stand For The Research Of Electric Drives

Dmitro Shareiko, PhD, associate professor, Evgen Shurmin, snudent, Eduard Dical, student
Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

The structural and functional diagrams of the developed laboratory stand for the study of asynchronous electric drives are given. Based on these schemes, a calculation scheme in the MathLab environment is proposed. The proposed stand was made and used in the educational process at the Department of Automation of the National Shipbuilding University.

Keywords: laboratory stand, electric drive, frequency converter, electromagnetic coupling, braking resistor, asynchronous motor, structural diagram, functional diagram.

УДК 681.5

СИСТЕМИ З ЛІНІЙНИМ І НЕЛІНІЙНИМ КОРИГУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ

Шарейко Д. Ю. к.т.н., доцент[1], **Фоменко Л.А.,** аспірантка[2]
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
[1] *dshareyko.mk@gmail.com*, [2] *fomenko.liliana.mk@gmail.com*

Анотація. На підставі системи підпорядкованого регулювання наведено синтез нелінійного та лінійного регуляторів. Доведені переваги застосування разом лінійного та нелінійного коректуючи пристроїв у наведеної системі. Отримані сімейства характеристик динамічних коефіцієнтів структурної схеми підпорядкованого регулювання.

Ключові слова: структурна схема, коректувальна ланка, лінійна ланка, нелінійна ланка, постійна часу, помилка керування, зворотній зв'язок.

Вступна частина. В деяких випадках доцільно коригувати динамічні параметри не однією, а декількома ланками. Якщо після нелінійної корекції ці ланки виявляються розділеними лінійними частинами схеми, то за класифікацією Е.П. Попова такі ставляться до третього класу [1].

Мета роботи. Метою роботи є встановлення залежності між параметрами лінійної та нелінійної коректувальними ланками.

Основна частина. Структурна схема системи з лінійним і нелініним коригувальним пристроєм приведена на рисунку 1 [2,3].

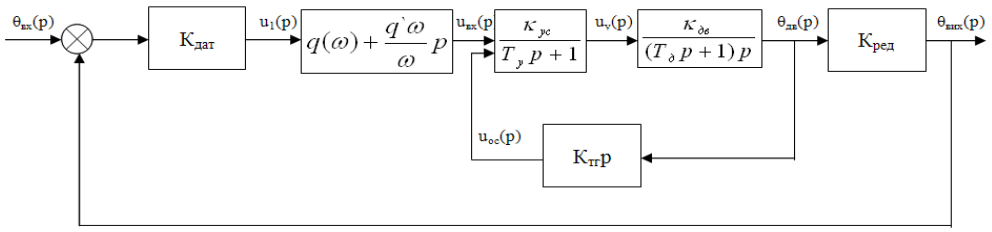


Рисунок 1 - Система з лінійним і нелініним коригувальним пристроєм

Вираз для помилки системи має вид:

$$\delta = \frac{(1+T_\partial p)(1+T_\partial p)+k_{oc}}{p(T_y+T_\partial p)(1+T_\partial p)+k_{oc}p+k\left(q+\frac{q`(\omega)}{\omega}p\right)}p\theta_1 \quad (1)$$

Характеристичне рівняння системи:

$$\partial^3 + A_1 p^2 + A_2 p + A_3 = 0 \quad (2)$$

$$\mathrm{A_1} = \frac{\mathrm{T_д + T_у}}{\mathrm{T_д T_у}};\quad A_2 = \frac{1+k_{oc}+k\frac{q'(\omega)}{\omega}}{T_\partial T_y};\quad \mathrm{A_3} = \frac{\mathrm{kq(\omega)}}{\mathrm{T_д T_у}}$$

Використаємо критерій стійкості Гурвіца:

$$\frac{T_\partial + T_y}{T_y T_\partial}\left(1+k_{oc}+k\frac{q'(\omega)}{\omega}\right) - kq(\omega) = 0 \quad (3)$$

$$\omega^2 = \frac{kq(\omega)}{T_\partial + T_y}$$

Підставляючи чисельні значення постійних часу отримаємо:

$$26{,}67\left(1+k_{oc}+k\frac{q'(\omega)}{\omega}\right) - kq(\omega) = 0 \quad (4)$$

$$\omega^2 = \frac{kq(\omega)}{0{,}2}$$

З рівняння (4) отримаємо вираз для $k_{o.c}$ а з другого – для k:

$$k_{oc} = \frac{kq(\omega)}{26{,}67} - 1 - k\frac{q'(\omega)}{\omega} \qquad k = \frac{0.2\omega}{q(\omega)}$$

Задаючись різними значеннями ω, з другого рівняння визначаємо k та підставляючи знайдене значення k і ω в перше рівняння, знаходимо $k_{o.c}$. В результаті будуємо залежність $k=f_1(k_{oc})$ (рисунок 2).

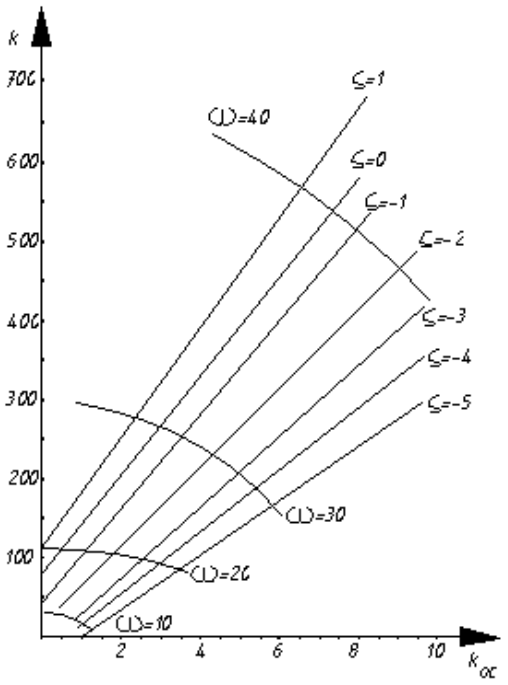


Рисунок 2 - Залежність $k=f_1(k_{oc})$

Для оцінки якості перехідних процесів системи при спільному використанні лінійної і нелінійної корекції напишемо (при A_0=1):

$$\varsigma = -\frac{A_1 A_2 - A_3}{2(A_2 + (A_1 + 2\varsigma)^2)}$$

$$\omega^2 = \frac{A_3}{A_1 + 2\varsigma} - \varsigma^2$$

Підставляючи значення A1, A2, A3 в систему рівнянь отримаємо:

$$k_{oc} = -\frac{0{,}0075kq(\omega)}{0.2 + 0.015\varsigma} - 1 - k\frac{q`(\omega)}{\omega} - 2\varsigma(0.2 + 0.015\varsigma) \quad (5)$$

$$k_{oc} = \frac{(\omega^2 + \varsigma^2)(0.2 + 0.015\varsigma)}{q(\omega)}$$

Задаючись різними постійними значеннями Ϛ і ω, з другого рівняння визначаємо k і, підставляючи це значення k в перше рівняння, знаходимо k_{oc}.

В результаті будуємо залежності k=f_1(k_{oc}) при різних Ϛ і ω = const (рисунок 2).

Для системи з нелінійним динамічним коригувальним пристроєм, що реалізує закон $[0_{\psi_1}^{\psi_2}]$, і зворотним зв'язком за швидкістю при k_{oc}= 3, коефіцієнт загасання дорівнює Ϛ = -4 $с^{-1}$ частота вільних коливань ω= 23,7 $с^{-1}$, f = ω/2π = 3,8 Гц, постійна часу перехідного процесу $T_{огіб}$ =1/|Ϛ|=1/4 =0,25 с. Визначаємо час $t_{рег}$ = 0,7 с, число коливань m=3, перерегулювання σ = 55%.

На підставі виразу для δ (1) будуємо залежності помилки від величини коефіцієнта зворотного зв'язку за швидкістю k_{oc}.

Визначаємо залежність швидкісної помилки від коефіцієнта зворотного зв’язку по швидкості в сталому режимі.

$$\delta_{ск} = \frac{(1 + k_{oc})p\theta_{вх}}{kq(\omega)} = \frac{(1 + k_{oc})1.22}{k}$$

В результаті будуємо графіки δ=f_1(k_{oc}) та $\delta_{ск}$=f_2(k_{oc}) (рисунок 3).

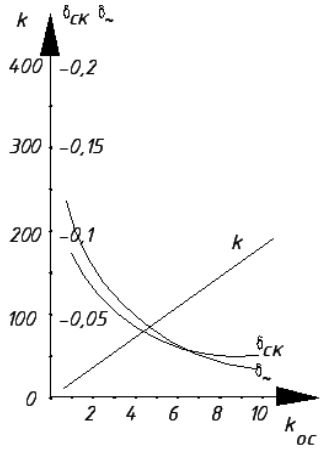


Рисунок 3 - Залежність k=f_1(k_{oc})

Висновки. Розглядаючи результати проведеного аналізу конкретної системи можна зробити висновки, які є загальними для значного класу подібного роду систем. Зокрема:

1.Застосування одного коригуючого сигналу типу $[0_{\psi_1}^{\psi_2}]$.не дозволяє отримати істотного позитиву по відношенню до лінійної корекції зворотного зв'язку за швидкістю.

2. Застосування спільної лінійної і нелінійної корекції при коригуючому сигналі $[0_{\psi_1}^{\psi_2}]$. дозволяє зменшити синусну і швидкісну помилки в порівнянні з лінійною системою, приблизно, вдвічі.

При збільшенні коефіцієнта зворотного зв'язку за швидкістю k_{oc}, до значення k_{oc}= 3 синусна і швидкісна помилки як нелінійної, так і лінійної систем різко зменшуються за абсолютною величиною.

Подальше збільшення коефіцієнта зворотного зв'язку на абсолютну величину помилок майже не позначається.

3. Застосування спільної лінійної і нелінійної корекції при коригуючому сигналі $[-1_{\psi_1}^{\psi_2}]$ дозволяє зменшити синусну і швидкісну помилки в порівнянні з лінійною системою при однаковій якості перехідного процесу на 2-3 порядки (синусну на 2 порядки, швидкісну - на 3).

Таким чином, з усіх розглянутих систем найкращою за точністю і якістю перехідного процесу є система з спільною корекцією з нелінійним коригувальним пристроєм, що реалізовує закон $[-1_{\psi_1}^{\psi_2}]$, і коефіцієнтом лінійного зворотного зв'язку по швидкості, рівним k_{oc}= 1,5.

ЛІТЕРАТУРА

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.

2.Хлыпало Е.И. Нелинейные корректирующие устройства в автоматических системах Энергия, 1973 341с.

3.Краснодубец Л. А. Аналитическое конструирование адаптивных регуляторов на основе концепций обратных задач динамики и локальной оптимизации / Л. А. Краснодубец // Вестник СевНТУ. Автоматизация процессов и управление: сб. науч. тр. — Севастополь, 2010. — Вып. 108 — С. 5-9.

Systems with linear and non-linear correcting device

Dmitro Shareiko , PhD, associate professor, Liliana Fomenko, graduate student
Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

The synthesis of nonlinear and linear regulators is given on the basis of the subordinate regulation system. The advantages of using linear and non-linear correcting devices together in the given system have been proven. Obtained families of characteristics of dynamic coefficients of the structural scheme of subordinate regulation.

Keywords: structural diagram, corrective link, linear link, nonlinear link, time constant, control error, feedback.

УДК 621.314

ЗНИЖЕННЯ НЕКАНОНІЧНИХ ГАРМОНІК НАПРУГИ НА ВИХОДІ КЕРОВАНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ

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
Трибулькевич С.Л.
ст. викладач кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
Lynx.tsl@gmail.com

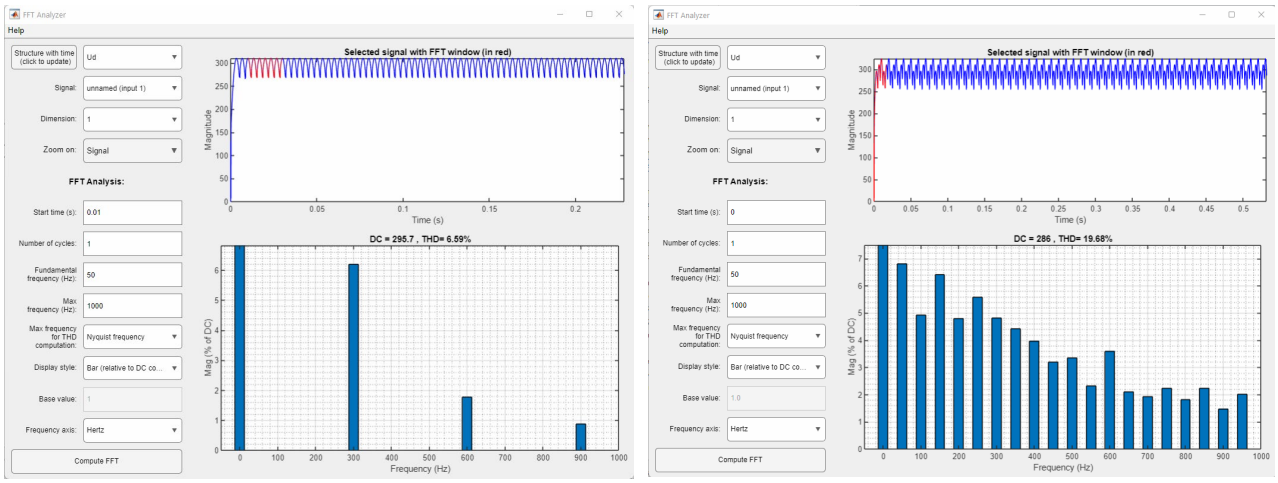
Анотація. Проаналізовано основні проблеми, які впливають на якість вихідної напруги керованих випрямлячів. Проведено моделювання роботи керованих випрямлячів при нестабільних режимах роботи мережі. Розроблено удосконалені закони керування, що дозволяють знизити амплітуди гармонік обумовлених несиметрією мережі без використання складних вихідних фільтрів.
Ключові слова: несиметрія, гармонічний склад, випрямляч, мережа, фільтр, закон керування.

Мета. Розробка законів керування, які дозволять знизити амплітуди неканонічних гармонік без використання складних вихідних фільтрів.

Основна частина. Відомо, що причиною неканонічних гармонік у вихідній напрузі перетворювальних агрегатів постійного струму є фазна несиметрія напруги мережі живлення, спотворення його форми, обумовлене навантаженнями, наприклад, іншими перетворювачами та іншими факторами [1]. Найбільші проблеми створюють відносно низькочастотні неканонічні гармоніки через їх негативний вплив на системи автоматики та пристрої зв'язку. Для їх придушення традиційно використовують складні вихідні фільтри, які включають крім одноланкового Г-подібного LC-фільтра ще і режекторні фільтри на частоті 100 Гц, 200 Гц, 300 Гц і вище, що ускладнює і збільшує встановлену потужність фільтрового електрообладнання [2].

Експериментальні дослідження та дослідження на математичних моделях дозволяють дати оцінку основним видам ушкоджень, що призводять до суттєвого збільшення на виході випрямляча неканонічних гармонік. До таких ушкоджень належать: несиметричне керування тиристорами керованого випрямляча, несиметричність електричних параметрів силового ланцюга перетворювача, блокування (невідмикання) тиристорів. [3]

Результати моделювання (рис. 1, а, б) показують значне збільшення коефіцієнту гармонійних спотворень напруги на виході випрямляча за рахунок появи у спектрі неканонічних гармонік, викликаних несиметрією напруги на вході випрямляча.



а б

Рисунок 1 – Спектр вихідної напруги випрямляча
а – при ідеально симетричних напругах живлення, б – в реальних умовах при наявності несиметрії

Зважаючи на нестабільність номінальної напруги автономних мереж кількісною характеристикою несиметрії є коефіцієнт несиметрії, комплексна величина якого визначається формулою

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\dot{U}_{II}}{\dot{U}_{I}} = \varepsilon \cdot e^{j(\psi_{II} - \psi_{I})} = \varepsilon \cdot e^{j\Delta\psi} \tag{1}$$

Амплітуди лінійних напруг мережі живлення $\dot{U}_{AB}$, $\dot{U}_{BC}$, $\dot{U}_{CA}$ пов'язані зі складовими прямої $\dot{U}_{I}$ та зворотної $\dot{U}_{II}$ послідовностей відомими виразами (рис.1.4):

$$\begin{aligned} \dot{U}_{AB} &= \dot{U}_{I} + \dot{U}_{II} \\ \dot{U}_{BC} &= a^2\dot{U}_{I} + a\dot{U}_{II} \\ \dot{U}_{CA} &= a\dot{U}_{I} + a^2\dot{U}_{II} \end{aligned} \tag{2}$$

Відповідно до поставленого завдання визначення вимог СФУ необхідно проаналізувати умови, за яких система управління забезпечуватиме інваріантність випрямленої напруги на інтервалі дискретності до несиметрії та коливань напруги мережі.

Широко поширені СФУ з рівноінтервальним або синхронним принципами формування керуючих імпульсів навіть у замкнутих структурах не забезпечують інваріантність вихідного параметра перетворювача до перешкод мережі, а СФУ інтегрального типу або не забезпечують необхідного діапазону регулювання, або не інваріантні до несиметрії напруги живлення. Вимоги до інваріантності СФУ випливають з аналізу факторів, що впливають на вихідний параметр, у випадку, що розглядається, на середнє значення випрямленої напруги $U_{d\alpha}$, яке в загальному випадку визначається за формулою:

$$\dot{U}_{d\alpha} = \frac{j}{\pi}\left(- \int_{\alpha_{BC}}^{\pi-\psi_{CA}+\alpha_{AB}} U_{BC}\sin(\omega_0 t - \psi_{AB})d\omega_0 t + \int_{\pi-\psi_{CA}+\alpha_{AB}}^{\psi_{AB}+\alpha_{AC}} U_{AB}\sin(\omega_0 t)d\omega_0 t - \int_{\psi_{AB}+\alpha_{AC}}^{\pi+\alpha_{BC}} U_{CA}\sin(\omega_0 t + \psi_{CA})d\omega_0 t \right) \tag{3}$$

Після інтегрування формула (3) набуде вигляду

$$U_{d\alpha} = \frac{1}{\pi}\left(U_{CA}\cos\alpha_{AB} + U_{AB}\cos\alpha_{BC} + U_{BC}\cos\alpha_{AC}\right) \quad (4)$$

Для забезпечення інваріантності $U_{d\alpha}$ при зміні амплітуд мережевих напруг у СФУ повинні формуватися такі кути α_{AB}, α_{BC}, α_{CA}, щоб складові формули (4) залишалися незмінними, а величина $U_{d\alpha}$ залежала тільки від встановленої напруги управління, тобто. виконувалася умова

$$U_{AB}\cos\alpha_{BC} = U_{BC}\cos\alpha_{AC} = U_{CA}\cos\alpha_{AB} = k_y U_y. \quad (5)$$

Так як у загальному вигляді амплітуда і фаза гармоніки випрямленої напруги залежать від параметрів несиметрії ε і $\Delta\psi$, то очевидно, що для кожного значення випрямленої напруги повинні існувати такі кути регулювання α_{AB}, α_{BC}, α_{CA} фаз А, В, С, при яких амплітуда неканонічної гармоніки, що розглядається, або мала мінімальне значення, або, в ідеальному випадку, дорівнювала б нулю. Що стосується конкретних законів управління, вищесказане можна інтерпретувати так: кожному за поєднання кутів α_{AB}, α_{BC}, α_{CA}, визначених законом роботи СФУ, можна знайти такі значення коригуючих кутів $\Delta\alpha_{AB}$, $\Delta\alpha_{BC}$, $\Delta\alpha_{CA}$, у яких амплітуда гармонік, обумовлених несиметрією мережі, буде мінімальною (рис. 2).

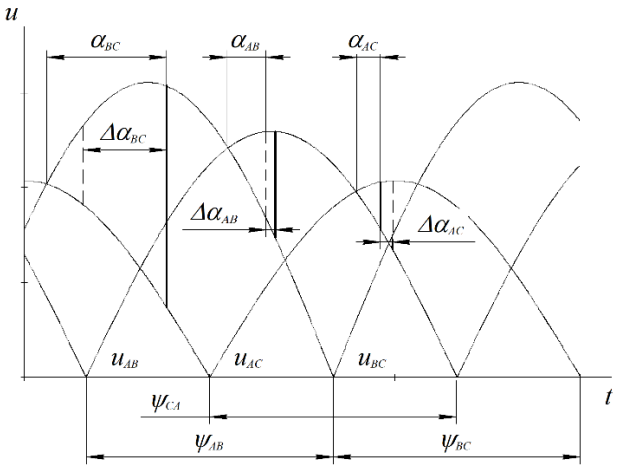


Рисунок 2 – Часові діаграми напруг на вході та виході випрямляча

Розв'язання задачі знаходження кутів $\Delta\alpha_{AB}$, $\Delta\alpha_{BC}$, $\Delta\alpha_{CA}$ базується на наступних двох умовах: а) середнє значення випрямленої напруги при введенні коригувальних кутів залишається незмінним; б) амплітуда пригнічуваної неканонічної гармоніки мінімальна.

При рівноінтервальній СФУ вираз являє собою шуканий закон зміни коригувальних кутів $\Delta\alpha_k$, відповідних лінійних напруг, що забезпечує мінімум неканонічної гармоніки у випрямленій напрузі для режиму перетворювача має вигляд:

$$\Delta\alpha_{AB} = \frac{\varepsilon}{\sin\alpha}\cos\left(\alpha + \Delta\psi_{\varepsilon} - \frac{\pi}{3}\right);$$

$$\Delta\alpha_{BC} = \frac{\varepsilon}{\sin\alpha}\cos\left(\alpha + \Delta\psi_{\varepsilon}\right); \quad (6)$$

$$\Delta\alpha_{CA} = \frac{\varepsilon}{\sin\alpha}\cos\left(\alpha + \Delta\psi_{\varepsilon} + \frac{\pi}{3}\right)$$

У разі синхронної СФУ зв'язок коригувальних кутів з параметрами несиметрії має вигляд:

$$\Delta\alpha'_{AB} = \frac{\varepsilon}{\sin\alpha}\cos\left(\alpha + \Delta\psi_{\varepsilon} - \frac{\pi}{3}\right) + \psi_{CA} - \frac{2\pi}{3};$$

$$\Delta\alpha'_{BC} = \frac{\varepsilon}{\sin\alpha}\cos\left(\alpha + \Delta\psi_{\varepsilon}\right); \quad (7)$$

$$\Delta\alpha'_{CA} = \frac{\varepsilon}{\sin\alpha}\cos\left(\alpha + \Delta\psi_{\varepsilon} + \frac{\pi}{3}\right) - \Delta\psi_{AB}$$

Для інтегральної СФУ

$$\Delta\alpha''_{AB} = \frac{2\varepsilon}{\sin\alpha}\cos\left(\alpha + \Delta\psi_{\varepsilon} - \frac{\pi}{3}\right) - \varepsilon\sin\Delta\psi_{\varepsilon};$$

$$\Delta\alpha''_{BC} = \frac{2\varepsilon}{\sin\alpha}\cos\left(\alpha + \Delta\psi_{\varepsilon}\right) + \varepsilon\sin\Delta\psi_{\varepsilon}; \quad (8)$$

$$\Delta\alpha''_{CA} = \frac{2\varepsilon}{\sin\alpha}\cos\left(\alpha + \Delta\psi_{\varepsilon} + \frac{\pi}{3}\right) - \varepsilon\sin\Delta\psi_{\varepsilon}$$

Висновки. За наявності несиметрії мережі у напрузі на виході випрямляча з'являється повний спектр неканонічних гармонік, які негативно впливають на системи автоматики та пристрої зв'язку. Запропоновано удосконалені закони керування, що дозволяють знизити амплітуди гармонік обумовлених несиметрією мережі без використання складних вихідних фільтрів.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Анисимов Я.Ф. Особенности применения полупроводниковых преобразователей в судовых электроустановках. Л.: Судостроение, 1973. - 232 с.

[2]. Энергоэффективный преобразовательный агрегат с функциями фильтрации гармоник выходного напряжения тяговой подстанции системы электроснабжения постоянного тока напряжением 3 кВ / В. М. Самсонкин, Н. В. Панасенко, В. В. Божко, Ю. П. Гончаров [и др.] // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 20. – С. 66–72. – DOI: 10.15802/stp2008/16488

[3]. Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника: учеб.: в 2 т. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. Т. 1: Электроника. 480 с. Т. 2: Электронная преобразовательная техника. 307 с.

Rectifier Output Non-Canonical Voltage Harmonics Reduction

Volodymyr Ryabenkij, Serhii Trybulkevich
Department of programmable electronics, electrical engineering and telecommunications, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The main problems that affect the quality of the output voltage of controlled rectifiers are analyzed. Simulation of operation of controlled rectifiers under unstable network operation modes was carried out. Improved control laws have been developed, which allow to reduce the amplitudes of harmonics caused by network asymmetry without the use of complex output filters.
Key words: asymmetry, harmonic composition, rectifier, network, filter, control principle.

УДК 004.946

ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА»

Худякова І.М.
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри програмованої електроніки
електротехніки та телекомунікацій
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
irinakhud@gmail.com

Анотація. В роботі надано обґрунтування актуальності та необхідності включення дисципліни «Розробка додатків віртуальної та доповненої реальності» до навчального процесу студентів технічних спеціальностей. Наведено приклади використання технологій у різних сферах діяльності.
Ключові слова: VR, AR, доповнена реальність, віртуальна реальність, телекомунікації, Blender, Unity**,** ScetchUp, Unreal Engine.

Сучасний світ в останній період часу вносить свої корективи до багатьох сфер життя. Війна та пандемія перевели в он-лайн такі галузі як освіта, консультації з питань роботи та здоров'я, вирішення виробничих питань та просто спілкування великої кількості людей.
Одними з технологій, які допомагають вирішувати багато комунікативних проблем, є технології віртуальної та доповненої реальності.
Віртуальна реальність VR – це тривимірне середовище, яке генерується за допомогою комп'ютера, з яким користувач може взаємодіяти, повністю або частково в неї занурюючись. Доповнена реальність AR (augmented reality) - це технологія додавання, впровадження в реальне життя, в тривимірне поле сприйняття людини віртуальної інформації, яка сприймається як елементи реального життя.
З урахуванням викликів нашого часу, кафедрою програмованої електроніки, електротехніки та телекомунікацій було запропоновано викладання дисципліни вибіркового циклу «Розробки додатків віртуальної і доповненої реальності». Метою викладання дисципліни “Розробка додатків для віртуальної і доповненої реальності” є залучення студентів в діяльність по створенню додатків віртуальної і доповненої реальності, формування навичок роботи з високотехнологічними пристроями; навчання базовим навичкам розробки програм віртуальної і доповненої реальності.
Ця дисципліна дуже актуальна и дасть можливість випускникам розширити можливості вибору роботи в майбутньому та бути затребуваними спеціалістами.

«Швидкий розвиток світового ринку технологій віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) став однією з рушійних сил у секторі інформаційно-комунікаційних технологій. За прогнозом IDC, обсяг світового ринку технологій віртуальної та доповненої реальності

перевищив 20,4 млрд. доларів США у 2019 р., а сукупний річний темп зростання триматиметься на позначці 69,6% у найближчі роки.» [1]

Використовуючи технології VR та AR, є можливість переміщення людей в будь-яку середу чи ситуацію, і потім аналізувати, як вони реагують і взаємодіють, не втрачаючи відчуття реальності.[2]

У технічних ВНЗ VR-технології використовуються при проведенні занять зі студентами для демонстрації внутрішнього устрою механізмів та різних технологічних процесів, освоєння принципів роботи з ними, отримання нових навичок. Застосування подібних технологій в освітньому процесі — ще один тренд, який набирає обертів і дає можливість молодим розробникам проявити себе та створити щось нове та корисне.

У випадку телекомунікаційних системи віртуальної реальності (VRTS), є важливим можливість передавати людські вербальні та невербальні комунікаційні повідомлення до телекомунікаційного терміналу. Інформація, яку потрібно обробляти у VRTS - це аудіо, візуальна інформація та інформація про. VRTS має можливість за допомогою набору датчиків для зчитування та передачі інформації, яка буде за допомогою механізмів імітувати тактильні відчуття.

Проблему організації перевірки телекомунікаційного обладнання можна вирішити, якщо застосовувати доповнену реальність. Прикладом додатка доповненої реальності є використання обладнання MS Hololens, яке дозволяє проводити огляд і консультації високотехнологічного телекомунікаційного обладнання.

Технології VR необхідні для розробки рішень щодо проектування складних фізичних об'єктів та інженерних завдань. Насамперед, це технології віртуального прототипування, що застосовуються в авіа-, авто- та суднобудуванні, промисловому будівництві та ГІС. Віртуальне прототипування дає можливість групі конструкторів, інженерів і замовників працювати з віртуальною моделлю-макетом майбутнього продукту: тестувати роботу конструкції у віртуальному просторі, виявляти недоліки в проектуванні, оцінювати ергономіку та багато іншого, що скорочує кількість помилок і, отже, витрати на них фінальної стадії розробки. Тобто воно дозволяє фактично використовувати гнучкий (Agile) підхід до проектування складних виробів.

«Проектування військових кораблів є дуже складним процесом, до якого залучається безліч організацій різної спеціалізації, розкиданих по всій країні і навіть по всьому світу. У випадку відомої компанії BAE Systems, головного проектувальника та кораблебудівника Королівського флоту Великобританії, це означає, що інженери з міст, рознесених на відстань сотень кілометрів, повинні працювати в постійній тісній співпраці, вирушаючи часом у тривалі командування. Однак для вирішення цієї проблеми компанія BAE Systems розпочала створення єдиної мережі віртуальної реальності, яка дозволить розробникам з різних куточків земної кулі зустрічатися в єдиному віртуальному середовищі для спільних проектних робіт та проведення повномасштабних віртуальних випробувань тривимірних моделей кораблів до того, як ці моделі будуть втілені. в реальності.

Це дозволяє людям оглянути трубопроводи, компонування різних вузлів та інших агрегатів з різних боків, що раніше вимагало створення макетів у зменшеному масштабі чи натуральну величину.

Такий віртуальний підхід робить процес проектування суден більш легким та швидким, він забезпечує кращу взаємодію між фахівцями BAE Systems, представниками замовника та спеціалістами інших компаній-підрядників.

"Створюючи віртуальний досвідчений зразок судна, завжди є можливість оперативно вносити зміни до його конструкції, отримувати реальне уявлення про кінцевий результат та залучати для експертизи тих людей, які мають реальний досвід служби на військових судах, або тих, хто має служити на новому судні. І це все можливо зробити ще задовго до того, як верф розпочне будівництво реального судна».[3]

Запропонована програма дає не тільки теоретичні знання про використання VR та AR, але і практичні навички розробки додатків. Студенти вивчають як з'явилися технології VR та AR. Що може технологія віртуальної та доповненої реальності. Де та як використовується. Вивчає перспективи розвитку цих технологій, складові успішних VR - застосунків. Контент та способи створення VR та AR. В межах курсу студенти знайомляться з видами VR пристроїв Oculus, HTC, Dell та принципами їх роботи, обладнанням та програмним забезпеченням, що використовується в технологіях створення віртуальної реальності. Переглядають інтерфейс та специфіку різних програм для 3D моделювання таких як Blender, ScetchUp, Unity, Unreal Engine.

Практика передбачає моделювання у середовище Blender. Створення 3d моделей. Основи роботи у програмі Unity. Основи програмування в середовищі Unity. Створення навчальних проектів в Unity на основі готових ресурсів.

Програма Unreal Engine потребує значно більшого часу, чого недостатньо при невеликої кількості відведених кредитів курсу. Тому знайомство з програмою передбачає тільки керування самостійною роботою студентів в цьому напрямку. В межах даної дисципліни студенти навчаються створювати віртуальний світ – це штучно створений світ, побудований за допомогою програмування, на основі комп'ютерних технологій за допомогою сервісів Mozzila Hubs і метавсесвіт Spatial.

Компетентне створення цифрових продуктів є необхідною умовою для кваліфікованої роботи спеціаліста будь-якої сфери діяльності.

Необхідно, щоб кожний випускник технічного ВНЗ володів необхідними знаннями щодо розробці та використання технологій віртуальної і доповненої реальності.

ЛІТЕРАТУРА

1. http://www.mobilecomm.ru/virtualnaya-i-dopolnennaya-realnost-v-ikt
2. Richard Garnham. Creating a sense of presence. The power of virtual and augmented reality. 2021- 5c.
3. https://www.avclub.pro/news/entsiklopediya-av-oborudovaniya/virtualnaya-realnost-dlya-proektirovaniya-voenno-morskikh-korableу/

Virtual And Augmented Reality Technologies For Telecommunication And Radio Engineering Students

Khudiakova Iryna Markivna
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The theses provide justification for the relevance and necessity of including the discipline "Development of virtual and augmented reality applications" in the educational process of students of technical specialties. Examples of the use of technologies in various spheres of activity are given.

Keywords: VR, AR, augmented reality, virtual reality, telecommunications, Blender, Unity, ScetchUp, Unreal Engine.

УДК 629.05

ОСОБЛИВОСТІ БЕЗЕКІПАЖНОГО НАДВОДНОГО СУДНА ЯК ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Надточий А.В.

к.т.н., доцент Херсонського навчально-наукового інституту, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова м. Херсон, Україна. tasman.leh.85@gmail.com

В тезах означені основні положення і задачі що необхідно враховувати і розв'язувати при створенні безекіпажних надводних суден. Наведено основні особливості безекіпажних надводних суден як об'єкта автоматичного керування. Пропонуються шляхи реалізації систем автоматичного керування рухом безекіпажних надводних суден а також їх бортовими системами. Окреслені положення можуть слугувати основою для синтезу системи автоматичного керування безекіпажних надводних суден як носія групи АНПА.

Ключові слова: безекіпажне надводне судно, об'єкт керування, система автоматичного керування, групове керування.

Безекіпажні надводні судна (БНС) являють собою об'єкти морської робототехніки, які функціонують завдяки системам автоматичного керування (САК) різного призначення та рівня складності.

Створення САК БНС являє собою складну комплексну наукову-прикладну задачу, до основних особливостей якої можна віднести:

– суттєву нелінійність БНС як об'єкту керування, обумовлену нелінійним характером його виконавчих механізмів та нелінійним характером обтікання корпусу судна як твердого тіла, яке рухається у воді;

– невизначеність зовнішніх збурень, які діють на корпус БНС (вітро-хвильових збурень та збурень, породжуваних течіями).

Наукові розробки, пов'язані з синтезом та дослідженням САК БНС, наразі проводяться у більшості провідних морських країн світу, оскільки такі судна утворюють серйозну альтернативу традиційному водному транспорту, у тому числі й на внутрішніх водних шляхах [1, 2]. Одним з перспективних застосувань БНС вбачається їх застосування як носіїв одиночних автономних ненаселених підводних апаратів (АНПА) та групи АНПА, які виконують спільну підводну місію [3]. Останній варіант застосування БНС є найбільш складним з позицій автоматичного керування, оскільки він передбачає автоматизацію не тільки процесів керування рухом такого судна, а й автоматизацію технологічних процесів застосування АНПА як корисного вантажу БНС.

Як об'єкти автоматизації БНС утворюють особливий клас морських рухомих об'єктів, для яких характерним єрух з високою швидкістю (до 45 вузлів), часте маневрування зі значними прискореннями [4]. Важливо відзначити, що функціонування розглянутого класу суден часто здійснюється в районах зобмеженими навігаційними умовами і вимагає великої точності утримання на заданій траєкторії.

Виходячи з цього, автоматизація керування БНС як носія групи АНПА, у залежності від вимог практики може бути реалізована за наступними рівнями:

- рівень телекерування LC_T (дистанційне ручне керування людиною-оператором процесів руху БНС та його бортовим технологічним обладнанням з берегового чи мобільного ПКК);
- рівень автоматизованого керування LC_{AT} (за участю людини-оператора, коли стабілізація курсу, траєкторії та швидкості судна виконуються автоматично, але під контролем людини-оператора з можливістю оперативного втручання у критичних ситуаціях; при цьому, керування бортовим технологічним обладнанням БНС виконується людиною-оператором у режимі телекерування);

- рівень автоматичного керування LC_A (забезпечує повністю автоматичне керування БНС в усіх режимах його функціонування, включаючи електронну навігацію, зв'язок з ЦКК, керування бортовим технологічним обладнанням та загальносудновими механізмами; телекерування залишається як форма контролю безпеки функціонування БНС);
- рівень інтелектуального керування LC_I (ґрунтується на застосуванні теорії штучного інтелекту і забезпечує здатність до «розуміння» і навчання САК щодо БНС як об'єкта керування, збурень зовнішнього середовища та умов роботи [5]; вказані властивості дають змогу реалізувати високоточні САК траєкторним рухом технічних систем, коли їх математична модель невідома чи недостовірна.

Таким чином, множина основних рівнів автоматизації БНС може бути представлена наступною залежністю:

$$LC_T=\{LC_T;\ LC_{AT};\ LC_A;\ LC_I\}. \quad (1)$$

Крім того, САК БНС повинна відповідати наступнимвимогам [4]:
- забезпечувати безперервність і завадозахист виробленню навігаційних параметрів, а також забезпечувати точність утримання на траєкторії в межах 2-5 метрів;
- склад САК повинен бути компактним, тобто містити мінімально необхідну кількість приладів;
- прилади системи повинні мати малі масогабаритні характеристики, низьку вартість та низьке енергоспоживання;
- САК повинна забезпечувати ефективне функціонування БНС в умовах хвилювання моря до 3-х балів.

Розглянемо тепер основні режими роботи БНС як носія групи БНС.

Виходячи з основних завдань експлуатації БНС сформулюємо основні режими його функціонування при повній автоматизації:
- режим прямолінійного руху зі стабілізацією курсу φ та швидкості v;
- режим руху по заданій траєкторії зі стабілізацією швидкості руху v;
- режим маршрутної точки, коли САК БНС прагне довести судно до заданої маршрутної точки, постійно оновлюючи свій курс, що змінюється внаслідок дії зовнішніх збурень;
- режим циркуляції з заданими значеннями радіусу циркуляції r_C та кутової швидкості ω;
- режим позиціонування у точці (для спуску групи АНПА перед виконанням підводної місії та для прийому їх на борт після завершення підводної місії);
- режим дрейфу на акваторії, де виконується підводна місія.

Вказані режими реалізуються за допомогою рушійно-стернового комплексу (РСК) судна, який зазвичай, складається з гребного гвинта у насадці, що приводиться в рух електричним чи тепловим двигуном. Іншими варіантами побудови РСК є водометний рушій, вектор тяги якого регулюється за допомогою сопла, або спеціальне вітрило (БНС-вітрильник) [6].

Крім завдань автоматизації керування рухом БНС, актуальними є також завдання автоматизованого чи автоматичного керування його палубними механізмами – спуско-піднімальними пристроями (СПП) для групи АНПА.

Таким чином, забезпечення функціонування БНС відноситься до завдань комплексної автоматизації нелінійного морського рухомого об'єкта, що працює в умовах невизначеності характеристик зовнішнього середовища (ЗС) і нестаціонарності власних параметрів. Успішний розв'язок такого завдання можливий лише з широким застосуванням сучасних здобутків у галузі штучного інтелекту та математичного моделювання нелінійних динамічних об'єктів.

Узагальнена функціональна структура схема системи автоматичного керування таким БНС показана на рис. 1 [7].

Три верхні рівні приймають і обробляють завдання від зовнішнього (берегового чи мобільного) центру керування та контролю (ЦКК) з використанням інформації від системи сенсорів БНС $С_{БНС}$ та системи сенсорів $С_{ЗС}$ зовнішнього середовища. Вказані системи сенсорів

генерують інформацію про поточні параметри та технічний стан механізмів БНС і параметри морського середовища.

Таким чином, верхній рівень – це рівень ухвалення рішення або допомоги людині в постановці завдання та у первинній постановці цілей функціонування об’єктів керування. У найближчій перспективі найбільш важливі функції цього рівня залишаються за людиною. У перспективі, як вважають науковці, розв’язок завдань цього рівня може бути виконане без участі людини за допомогою "сильного" штучного інтелекту.

Два нижніх рівні генерують керуючі команди для виконавчих механізмів БНС – його РСК і КВ. Для них джерелами команд є сигнали від верхніх рівнів керування, а також сигнали системи контролю за "внутрішніми" змінними - станом виконавчих механізмів БНС.

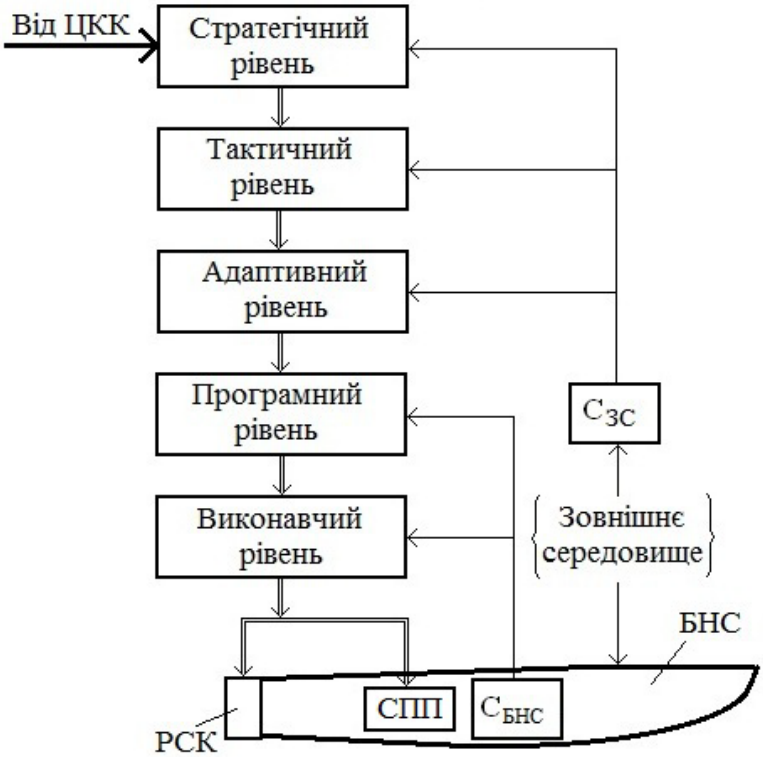


Рисунок 1 – Узагальнена функціональна схема системи автоматичного керування БНС

При цьому стратегічний рівень аналізує завдання, що надійшло від ЦКК, і планує загальне функціонування БНС для його виконання з урахуванням параметрів зовнішнього середовища. Тактичний рівень управляє реалізацією стратегічного плану – розробляє траєкторію просторового переміщення, формує черговість операцій (рухів) у відповідності зі стратегією функціонування БНС та з урахуванням зовнішніх збурень.

Адаптивний рівень коригує рішення тактичного рівня з урахуванням фактичного стану зовнішнього середовища, здійснює пошук оптимальних управлінських рішень у рамках обраної тактики виконання завдання, що надійшло від ЦКК.

Програмний рівень розглянутої системи керування реалізує окремі типові операції – елементарні переміщення БНС та роботу КВ. Це досягається застосуванням заздалегідь інстальованих керуючих програм, які здійснюють, у загальному випадку, групове керування виконавчими механізмами БНС та його корисного вантажу.

На цьому рівні виконується аналіз інформації про середовище та умов функціонування БНС, формування послідовності базових операцій та контроль їх виконання для рішення поставленої верхнім рівнем завдання (вибір шляхів руху, траєкторій руху виконавчих органів та ін.).

Виконавчий рівень реалізує керування окремими виконавчими механізмами у режимах стабілізації руху, роботи з КВ, збору інформації про зовнішнє середовище та ін.

Поза залежністю від границь рівнів системи керування при побудові БНС необхідна інтеграція всіх рівнів керування, зокрема, використання єдиного механізму обміну даними й програмування всіх рівнів (кросплатформності).

Функціонування БНС передбачає наступні режими автоматичного керування [7, 8]:

- автоматичне діагностування R_{D1} механізмів, вузлів і систем БНС перед початком виконання місії;
- автоматичний вихід R_{B1} з бази до початкової точки маршруту заданої місії;
- автоматичний рух БНС по заданій траєкторії R_{T1} під час переходу у робочу зону акваторії;
- автоматичне маневрування R_M у робочій зоні акваторії та/чи автоматична стабілізація R_S у заданій точці заданої акваторії;
- автоматичний рух БНС R_{T2} по траєкторії повернення у кінцеву точку маршруту місії;
- автоматичне повернення R_{B2} до бази;
- автоматичне діагностування R_{D2} механізмів, вузлів і систем БНС після завершення місії.

Таким чином, множина $R_{БНС}$ основних режимів функціонування БНС містить наступні елементи:

$$R_{БНС} = \{R_{D1};\ R_{B1};\ R_{T1};\ R_M;\ R_S;\ R_{T2};\ R_{B2};\ R_{D2}\}. \quad (2)$$

Очевидно, що для всіх основних режимів роботи БНС , крім режимів R_{D1} та R_{D2}, характерним є наявність дії зовнішніх збурень $\vec{F}_{FP}$ у вигляді векторів сил вітру $\vec{F}_{Wn}$, хвиль $\vec{F}_{Wv}$ та течії $\vec{F}_V$.

До головних задач САК БНС слід віднести наступні задачі:

- задача безпечної навігації БНС у режимах руху $\{R_{B1};\ R_{T1};\ R_M;\ R_S;\ R_{T2};\ R_{B2}\}$; тут має передбачатись, крім дії зовнішніх збурень $\vec{F}_{FP}$, наявність навігаційних перешкод у вигляді інших плавзасобів;
- задача автоматичного керування головною силовою установкою (ГСУ) БНС (дизелем чи іншим джерелом механічної чи електричної енергії БНС);
- задача автоматичного керування рушійно-стерновим комплексом (РСК) БНС;
- задача автоматичного керування допоміжними судновими машинами і механізмами (ДСММ) БНС;
- задача автоматичного керування корисним вантажем (КВ) БНС;
- задача автоматичної діагностики (контролю працездатності) обладнання (ДО) БНС (режими R_{D1} та R_{D2}).

Очевидно, що такий складний перелік вимог, що висуваються до САК БНС, можливо задовольнити лише шляхом застосування сучасних принципів і технологій побудови систем керування.

Більшістю дослідників визнають необхідність використання багаторівневої (ієрархічної) структури побудови інтелектуальних систем керування рухомими об’єктами. Успішне рішення завдань керування такими об’єктами можливо при побудові ефективного керування на кожному з рівнів і не менш ефективному їх комплексуванні.

Розглянемо особливості побудови інтелектуальних САК БНС, які ґрунтуються на принципах багаторівневої структури згідно рис. 1.

Сам розподіл на рівні є досить умовним і в значній мірі залежить від конкретної

реалізації БНС. У якості основної класифікаційної ознаки при виділенні рівнів керування БНС використовують властивості об'єктів (складових БНС), керування якими реалізується на відповідному рівні.

Тоді узагальнена структури САК рухом БНС в умовах дії зовнішніх збурень буде мати вигляд, показаний на рис. 2.

Розглянемо основні принципи роботи пропонованої інтелектуальної САК.

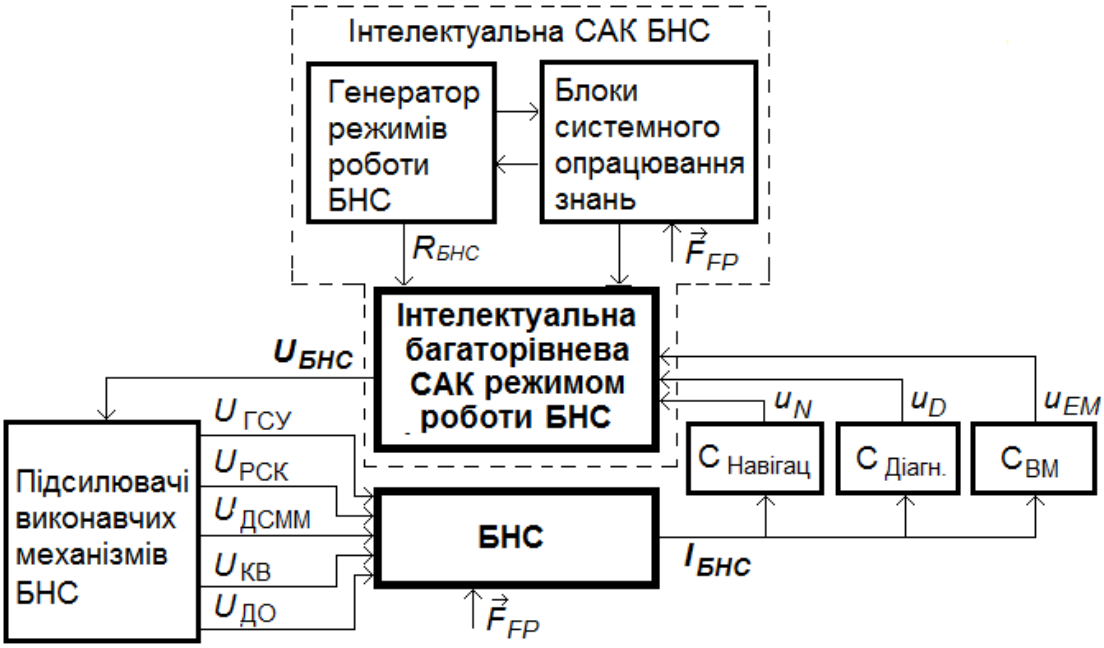


Рисунок 2 – Узагальнена структурна схема інтелектуальної САК рухом БНС

Генератор режимів роботи БНС – це програмний пристрій чи радіоканал, через який задається поточний режим роботи БНС згідно множині (2).

Блоки системного опрацювання знань призначені для аналізу зовнішньої обстановки (вектору $\vec{F}_{FP}$) на основі використання наступних інформаційних технологій – експертних систем, штучних нейронних мереж, нечіткої логіки, еволюційних методів і генетичних алгоритмів.

В основу концепції інтелектуальності, зазвичай, покладено:

– уміння системи працювати з формалізованими знаннями людини (експертні системи, нечітка логіка);

– властиві людині способи навчання і мислення (нейронні мережі, генетичні алгоритми).

САК режимом роботи БНС реалізує заданий режим роботи судна, у результаті чого формується множина $U_{БНС}$ сигналів керування виконавчими механізмами БНС. Після підсилення генерованих САК сигналів керування ГСУ, РСК, ДСММ, КВ та ДО (відповідно, сигнали $U_{ГСУ}$, $U_{РСК}$, $U_{ДСММ}$, $U_{КВ}$ та $U_{ДО}$) вони надходять до відповідних виконавчих механізмів БНС і, таким чином, забезпечують виконання заданого йому режиму функціонування.

Вихідними сигналами БНС є множина інформаційних сигналів $I_{БНС}$, які характеризують поточний стан БНС як об’єкту керування.

Важливою складовою САК є система сенсорів, яка складається з трьох груп:

- навігаційних сенсорів $C_{Навігац.}$, які забезпечують САК інформацією про поточні навігаційні характеристики БНС (курс, швидкість, географічні координати, а також їх похідні);

- діагностичні сенсори $C_{Діагн.}$, які дають інформацію про технічний стан виконавчих вузлів, механізмів і систем БНС;

- сенсори C_{BM} виконавчих механізмів БНС, які утворюють зворотній зв'язок для САК по керованим величинам БНС як об'єкту керування.

Множина сигналів сенсорів u_N, u_D та u_{EM} утворюють необхідні канали зворотного зв'язку, необхідного для ефективної роботи САК в основних режимів роботи згідно (2).

Таким чином, запропонована САК БНС реалізує два узагальнені принципи інтелектуального керування:

- керування на основі аналізу зовнішніх даних ситуацій та подій (ситуаційне керування з урахуванням впливів $\vec{F}_{FP}$);

- використання сучасних інформаційних технологій для обробки даних та знань.

Висновки. Наведені вище узагальнена функціональна схема та узагальнена структурна схема інтелектуальної САК рухом БНС враховують основні особливості БНС як об'єкту автоматичного керування і можуть слугувати основою для подальшого синтезу системи автоматичного керування БНС як носія групи АНПА в умовах невизначеності зовнішніх збурень.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Wang Guo, Song Wang,Wenqiang Dun. The Design of a Control System for an Unmanned Surface Vehicle. The Open Automation and Control Systems Journal, 2015, 7, 150-156 https://benthamopen.com/contents/pdf/TOAUTOCJ/TOAUTOCJ-7-150.pdf

[2]. Paweł Burdziakowski, Andrzej Stateczny. (2019) Universal Autonomous Control and Management System for Multipurpose Unmanned Surface Vessel. Polish Maritime Research, 26(101). 30-39 pages. DOI:10.2478/pomr-2019-0004

[3]. Hyunjoon Cho, Sang-Ki Jeong, Dae-Hyeong Ji, Tran Ngoc Huy. (2020). Study on Control System of Integrated Unmanned Surface Vehicle and Underwater Vehicle. Journals Sensors Volume, 20. Issue 9. 22 pages. https://www.mdpi.com/1424-8220/20/9/2633

[4]. Блинцов В.С., Фан Ван Ван. Задачи совершенствования информационно-управляющих систем для малоразмерных скоростных судов // Зб. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – № 7(385). – С. 140-146.

[5]. Дакі О.А., Олізаренко С.А., Якусевич Ю.Г., Дорофєєва З.Я., Тришин В.В. Інформаційна технологія розробки бази знань інтелектуальної системи автоматичного управління рухом судна. *Системи озброєння і військова техніка*. 2021. № 3(67). С. 52-60. https://doi.org/10.30748/soivt.2021.67.07.

[6]. Unmanned Sailing Vehicle Tested for Data-Gathering Capabilities. https://www.machinedesign.com/mechanical-motion-systems/article/21121743/igus-inc-unmanned-sailing-vehicle-tested-for-datagathering-capabilities

[7]. Блінцов В.С., Соколов В.В. Сучасні задачі автоматизації керування безекіпажним надводним катером. Автоматика-2016 : матеріали XXIII Міжнародної конференції з автоматичного управління. 2016. – С. 201-202.

[8]. Сабуцький І.П. Інтелектуальна система автоматичного керування малорозмірним безекіпажним судном в умовах дії зовнішніх збурень. Підводна техніка і технологія: матеріали XI всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв : НУК, 2021. – С. 220-225.

Features Of An Unmanned Surface Vessel As An Object Of Automatic Control

Nadtochyi Anatoli, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The abstracts outline the basic provisions and tasks that must be taken into account when creating unmanned surface vessels. The main features of an unmanned surface vessel as a control object are

presented. The ways of realization of automatic control systems for the movement of unmanned surface vessels and their onboard equipment are proposed. The outlined provisions can be used for the synthesis of automatic control systems for an unmanned surface vessel as a carrier of a group of underwater vehicles.
Key words: unmanned surface vessel, control object, automatic control system, group control.

УДК 629.05

ФОРМУЛЮВАННЯ ГОЛОВНИХ ЗАДАЧ СТВОРЕННЯ БЕЗЕКІПАЖНИХ НАДВОДНИХ СУДЕН НА ОСНОВІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ

Надточій В.А.
кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та електроустаткування Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна. nva074@gmail.com
Бурунін А.П.
аспірант, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна.

У доповіді акцентовано увагу на формування ключових задач при проектуванні засобів морської робототехніки, зокрема безекіпажних транспортних систем. Пропонується варіант формалізації ключового початкового етапу розробки безекіпажних морських комплексів. Це сприятиме забезпеченню максимальної відповідності кінцевого продукту його цілям.
Ключові слова: Проектування, системний аналіз, безекіпажне надводне судно.

Безекіпажні надводні судна (БНС) на цей час все частіше використовуються для морських транспортних перевезень, дослідження мінеральних та харчових ресурсів Світового океану, проведення наукових досліджень та природоохоронних робіт [1]. Створення та впровадження у морську практику такого виду морської техніки на цей час є одним з головних напрямків розвитку водного транспорту [2].

З позицій системного підходу до проектування засобів морської робототехніки [3] до генеральної множини $T_{БНС}$ головних задач, успішний розв'язок яких забезпечить їх конкурентоздатність на ринку морської техніки, слід віднести наступні:

- множину $T_{БНС\text{-}К}$ задач раціонального вибору форми корпусу БНС, який би максимально повно відповідав вимогам до морехідності таких суден – остійності, міцності, водонепроникності, непотоплюваності, плавучості, керованості (задача $T_{БНС\text{-}К\text{-}М} \in T_{БНС\text{-}К}$) та вимогам до ефективного виконання всього переліку режимів щодо застосування АНПА (задача $T_{БНС\text{-}К\text{-}Еф} \in T_{БНС\text{-}К}$); зазначимо, що на цей час використовують чотири основні форми корпусу БНС: твердий надувний корпус, однокорпусні (типу «каяк»), катамаран (двохкорпусні) та тримарани (трьохкорпусні);
- множину $T_{БНС\text{-}Е}$ задач вибору типу та потужності головної енергетичної установки – дизель-електрична, акумуляторна, вітрогенераторна, фотоелектрична тощо (задача $T_{БНС\text{-}Е\text{-}ГЕУ} \in T_{БНС\text{-}Е}$) та рушійно-стернового комплексу БНС – гребні гвинти у насадках, поворотні рульові колонки, водомети тощо (задача $T_{БНС\text{-}Е\text{-}РК} \in T_{БНС\text{-}Е}$); крім того, важливою складовою підмножини задач $T_{БНС\text{-}Е}$ є задача побудови інтегрованої електроенергетичної системи БНС (в англомовній літературі – Integrated Power and Energy Systems, IPES), яка б забезпечила оптимізацію процесів зберігання та ефективного використання бортової енергії з метою збільшення часу виконання морської місії БНС (задача $T_{БНС\text{-}Е\text{-}Інт} \in T_{БНС\text{-}Е}$) [4];

- множину $T_{БНС\text{-}І}$ задач синтезу систем інформаційно-керуючого забезпечення функціонування БНС – автоматизованого (телекерування по радіоканалу) чи автоматичного (електронна навігація) керування рухом БНС (задача $T_{БНС\text{-}І\text{-}Рух} \in T_{БНС\text{-}І}$), автоматизованого чи автоматичного керування двохстороннім радіо- чи супутниковим зв'язком між БНС та центром керування і контролю (ЦКК, задача $T_{БНС\text{-}І\text{-}З} \in T_{БНС\text{-}І}$), автоматизованого чи автоматичного керування бортовим технологічним обладнанням – системами керування енергетичним та інформаційним забезпеченням групи АНПА перед початком місії, системою запуску групи АНПА з борту БНС, автоматизованого чи автоматичного керування загальносудновими механізмами – електро- та гідравлічним обладнанням безекіпажного судна (задача $T_{БНС\text{-}І\text{-}ЗСМ} \in T_{БНС\text{-}І}$);
- множину $T_{БНС\text{-}Ј}$ задач синтезу складових БНС, які забезпечують ефективне застосування групи АНПА за основним призначенням; зокрема, на сьогодні до таких складових можна віднести розробку берегового чи мобільного центру керування і контролю БНС (задача $T_{БНС\text{-}Ј\text{-}ЦКК} \in T_{БНС\text{-}Ј}$), розробку системи керування корисним вантажем (КВ) БНС – систему випуску групи АНПА з борту БНС як об'єкта автоматизованого чи автоматичного керування (задача $T_{БНС\text{-}Ј\text{-}КВ} \in T_{БНС\text{-}Ј}$) та розробку вбудованих систем діагностики і захисту електромеханічного обладнання БНС (задача $T_{БНС\text{-}Ј\text{-}Діагн} \in T_{БНС\text{-}Ј}$ та задача $T_{БНС\text{-}Ј\text{-}Зах} \in T_{БНС\text{-}Ј}$)

Таким чином, генеральна множина $T_{БНС}$ головних задач створення БНС може бути представлена у вигляді:

$$T_{БНС}=[T_{БНС\text{-}К};\ T_{БНС\text{-}Е};\ T_{БНС\text{-}І};\ T_{БНС\text{-}Ј}], \quad (1)$$

де:

$$T_{БНС\text{-}К}=\{T_{БНС\text{-}К\text{-}М};\ T_{БНС\text{-}К\text{-}Еф}\}; \quad (2)$$

$$T_{БНС\text{-}Е}=\{T_{БНС\text{-}Е\text{-}ГЕУ};\ T_{БНС\text{-}Е\text{-}РК};\ T_{БНС\text{-}Е\text{-}Інт}\}; \quad (3)$$

$$T_{БНС\text{-}І}=\{T_{БНС\text{-}І\text{-}Рух};\ T_{БНС\text{-}І\text{-}З};\ T_{БНС\text{-}І\text{-}БТО};\ T_{БНС\text{-}І\text{-}ЗСМ}\}; \quad (4)$$

$$T_{БНС\text{-}Ј}=\{T_{БНС\text{-}Ј\text{-}ЦКК};\ T_{БНС\text{-}Ј\text{-}КВ};\ T_{БНС\text{-}Ј\text{-}Діагн};\ T_{БНС\text{-}Ј\text{-}Зах}\}. \quad (5)$$

Виходячи з (1)-(5) можна констатувати, що розробка БНС як носіїв групи АНПА є складним прикладним науковим завданням, яке необхідно виконувати із залученням багатьох наукових та інженерних дисциплін.

У доповіді розглядається розв'язок двох задач з генеральної множини (1), які пов'язані з автоматизацією керування БНС: задачі $T_{БНС\text{-}І\text{-}Рух} \in T_{БНС\text{-}І}$ вдосконалення керування рухом БНС та задачі $T_{БНС\text{-}Ј\text{-}Вип} \in T_{БНС\text{-}Ј}$ випуску групи АНПА з борту БНС-носія, яка входить у підмножину $T_{БНС\text{-}Ј}$.

Висновки. Запропонована генеральна множина головних задач створення БНС та отримані розв'язки деяких задач цієї множини (вдосконалення керування рухом БНС та задачі випуску групи АНПА з борту БНС-носія) можуть слугувати теоретичною основою для планування проектних робіт зі створення БНС різного призначення.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Joel Coito. Maritime Autonomous Surface Ships: New Possibilities—and Challenges—in Ocean Law and Policy. Published by the Stockton Center for International Law. Volume 97, 2021. 49 Pages. https://digital-commons.usnwc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2955&context=ils

[2]. The Future is Now: Unmanned and Autonomous Surface Vessels and Their Impact on the Maritime Industry. Benedict's Maritime Bulletin December 2017. https://www.blankrome.com/publications/future-now-unmanned-and-autonomous -surface-vessels-and-their-impact-maritime-0

[3]. Blintsov V.S., Klochkov O.P. Generalized method of designing unmanned remotely operated complexes based on the system approach. Scientific journal «EUREKA: Physics and Engineering». 2019. Vol. 2 (21). P. 43-51.

[4]. Kris Osborn. The Navy's Unmanned Surface Vessels Will Be Hungry for Energy. https://nationalinterest.org/blog/buzz/integrated-power-and-energy-systems-will-power-21st-century-weapons-199462

Formulation Of The Main Tasks Of Creating Unmanned Surface Vessels Based On A Systematic Approach

Nadtochii V., PhD**,** Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Burunin A., PhD student**,** Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The report is devoted to the formation of key tasks for the design of marine robotics, including unmanned transport systems. A variant of formalization of the key initial stage of the development of unmanned marine systems is proposed. This will contribute to the maximum compliance of the final product with the goals.

Key words: design, system analysis, unmanned surface ship.

УДК 681.128

FLEXIBLE MEASUREMENT SYSTEM FOR ONLINE MONITORING AND CONTROL OF VARIOUS LIQUIDS

Gordeev B.M.[1]
Full Professor, DSc. b.gordeev@amico.ua
Gudyma E.A.[1]
Graduate student, i.gudyma@digitalamico.com
Kobylinskyi A.M.[1]
Graduate student, a.kobylinskyi@digitalamico.com
Nakonechniy A.G.[1]
Graduate student, nag@digitalamico.com
Zivenko O.V.[1]
Associate Professor, PhD. oleksii.zivenko@nuos.edu.ua
Zhukov Yu.D.[1]
Full Professor, DSc. yuriy.zhukov@nous.edu.ua
[1] *- Maritime Instrumentation Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine*

Abstract. The concept and various options of a versatile multipurpose system for liquid measurement and custody transfer with corresponding web applications are presented. The main feature of the concept is an open and scalable system architecture that securely enables access to the measurement data for all interested users/services, enabling advanced flexibility and making the next step in business process automation, increasing safety and performance levels using the concept of data availability.

Keywords: inventory management system, custody transfer, measurement, web application.

The measurement and control of parameters of various liquids are one of the most frequent tasks in all kinds of production/processing/transportation processes [1-3]. All the measured parameters are conventionally grouped into two main sets: quantitative and qualitative. Both quantity and quality parameters of controllable liquids are important and used to calculate overall process efficiency or other specific process features. The *main goal* of this study is the synthesis of the concept of a modern custody transfer and inventory control system that brings together the ease of exploitation

of a complex system with full legislation compliance, scalability, and the feature of simple data sharing/usage for additional calculation algorithms or processing.

The data about the quantity and product quality parameters is important both on the production and the business levels (e.g. - to provide safety and assets utilization efficiency at the controllable facility; calculate the overall quantity of stored products; analyze and predict product flows estimate business opportunities and predict/optimize flows and revenues, especially in case of large and distributed holdings). It seems natural to make the most of data acquired in the "connected world" and digital era. To provide high efficiency and sustainable development it's necessary to act fast and decisions must be based on the actual data. Thus, it's important to measure all required parameters with the required time delays/frames, and make that data available for all interested subscribers, ensure required data quality in several aspects: accuracy and uncertainty, consistency for a task and the ability to use this data together with the data from other sources to produce new knowledge and value. In this case metering systems became the sources of valuable data about the business/production processes and assets involved: storage facilities and measurement & control equipment used, and personnel involved. Considering the modern measurement solutions, it's important to show the trends of redistribution of functions; equipment becoming smart and complex. Thus, sensors and systems become intelligent and flexible having a large computational power, and advanced communications options. The custody transfer systems (equipment, software and their interconnections) for liquids (e.g. hydrocarbons) are regulated by appropriate national legislation. Thus, the changes to the structure of the system or calculation algorithms face challenges because of the closed architecture of the measurement systems. The concept also requires paying attention to the security questions, because of the high significance of the data to the end-users. One of the *principal aims* of the concept is to maximize the economic benefit to the end-user of its measurement solution and resources utilization.

Another goal function is to make the system versatile in the meaning of applications: tanks storage terminals, refineries, fuel depots (aviation, marine), petrochemical industries, power plants, biofuel plants, vegetable oil depots. It must be applicable for reservoirs of any type and size. It should be mentioned that the system must be able to work with pressurized tanks, so advanced algorithms should be used for vapor calculation and overall systems accuracy improvement [4-5]. The system must meet the requirements of scalability: it must work both independently in a small reservoir park (e.g. fueling station with 1-3 reservoirs) and in a large holding with various distributed terminals and a number of tanks containing various liquids. It must be emphasized that the architecture of the system must be designed to work on stationary and moving objects (e.g. marine tankers, mobile warehouses or fuel carriers) enabling monitoring of fuel and cargo during transportation or other important domain-related applications [2, 6]. The listed features are the limitations for both equipment and software development. All aforementioned features can be illustrated on the basis of the "SADCO+" and "MIRA+" [7] tank gauging system under development.

The typical system installed on a localized reservoir includes a set of required sensors (levels 1, multipoint temperature 2, pressure 3), switchboards 4 to connect components of the system with the console 5 that collects all required data and runs the calculation subroutines – see Fig. 1.

The console also writes all the data into the local or remote database server, so the data is always available. The console can also run an internal web application providing measurement data and standardized reports for intranet clients.

From a legal point of view, all equipment and software must comply with the requirements of legal metrology (as per OIML and API standards) and/or comply with the requirements of other important directives, e.g. ATEX for safety requirements for equipment used in explosive atmospheres.

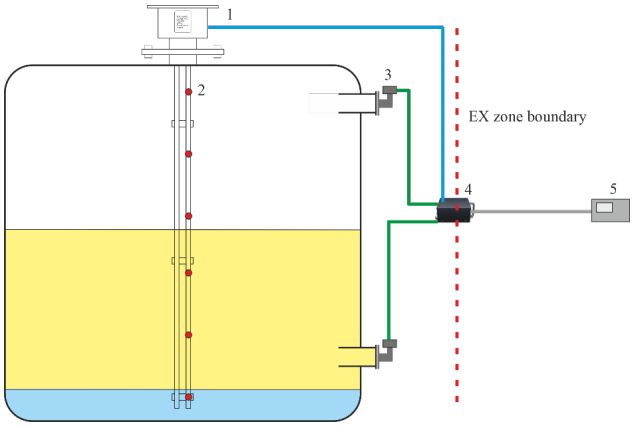


Fig. 1 Multipurpose tank gauging system for inventory management and custody transfer (one of the typical options for one tank)

To achieve the required level of flexibility it's assumed to use web-based architecture for large distributed systems. The systems in this case are able for data sharing of information using all available channels. Web applications (or their modules) can be used for data aggregation and report generation. They can be furtherly developed for user-specific needs such as calculations of derivative parameters using alternative techniques (not equal to the standards of equipment installation points), and other specific functionality that isn't performed locally. Thanks to the modular design and the use of web applications, a system can be easily expanded or upgraded – see the Fig.2 for the description of the optional structure.

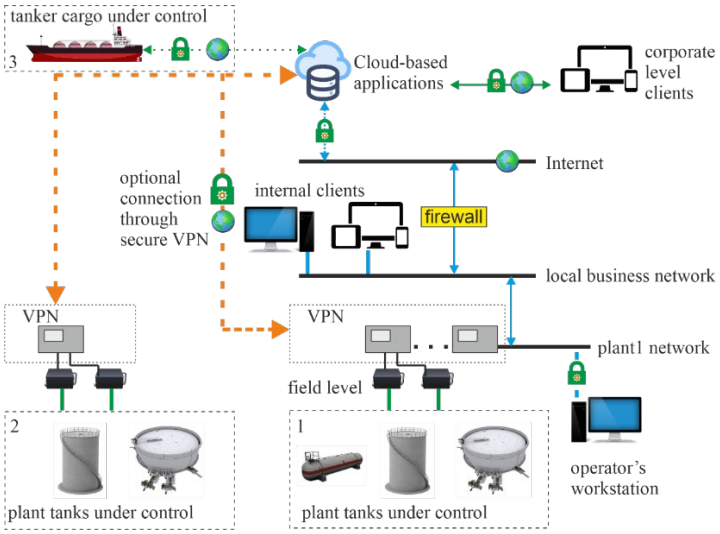


Fig. 2 – The architecture of the distributed system with dedicated data access and information flows through VPN or secure connection over internet

The typical system installed on a localized facility (e.g. 1,2,3) runs the internal web application to provide data for internal clients. Consoles can be networked using a VPN or local network to provide scalability and equipment placement flexibility. The software can use an internal or separate database server for security reasons. To enable data availability from all over the world cloud services can be used in a full replication mode or periodically updating the information for each controllable object.

Main requirements for the inventory management and custody transfer systems for liquids in reservoirs are given. The architecture of the flexible multipurpose tank gauging system for distributed objects which uses the advantages of modern web applications and cloud solutions is presented.

REFERENCES

1. Y. D. Zhukov, B. N. Gordeev and A. V. Zivenko, "Polymetric sensing of intelligent robots," 2013 IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS), 2013, pp. 880-884, DOI: https://doi.org/10.1109/IDAACS.2013.6663053.
2. Zhukov Yu. D. et. al. Intelligent Polymetric Systems Industrial Applications / Proceedings of the 2nd International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020) Mykolaiv, Ukraine, 2020. pp. 122-137. http://ceur-ws.org/Vol-2762/paper8.pdf.
3. Zivenko O. et. al. Level measurement principes & sensors / A.V. Zivenko, A.G. Nakonechniy, D.Y. Motorkin // Materialy IX mezinarodni vedecko-prackticka conference “Veda a technologie: krok do budoucnosti - 2013”. – Dil. 28. Technicke vedy. Prague - 2013. pp. 85-90.
4. Zivenko O. LPG accounting specificity during its storage and transportation // Measuring Equipment and Metrology, Issue №3 (80), 2019, pp. 21-27. https://doi.org/10.23939/istcmtm2019.03.021
5. Zhukov Yu. et. al. Correction technique for guided wave radar LPG level measurement sensors / Zhukov Yu., Zivenko A., Gudyma I., Raieva A. // «Shipbuilding & Marine Infrastructure», №2(12), 2019, p. 27-34. https://doi.org/10.15589/smi2019.2(12).3
6. Yu. Kondratenko et. al. Information system for automatic planning of liquid ballast distribution / Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2020) Mykolaiv, Ukraine, 2020. pp. 191-200. http://ceur-ws.org/Vol-2762/paper13.pdf
7. Рівнеміри для рідин MIRA+. AMICO Digital. Visited 10.09.2022. Available at https://digitalamico.com/level-sensor/.

УДК: 681.5.015:620.179.17

ТРЕНАЖЕРНА ПІДГОТОВКА СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ОФІЦЕРІВ ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ „ЕКСПЛУАТАЦІЯ СУДНОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І ЗАСОБІВ АВТОМАТИКИ”

Жук Д.О. к.т.н., доц. каф. СЕЕС[1], **Чекунов В.К.** старший викладач каф. СЕЕС[2],
Алесандровський С.Ю. старший викладач каф. СЕЕС[3],
[1,2,3]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, Миколаїв
[1]vicedirector2012@gmail.com, [2]cheka756@gmail.com,[3]stanalex016@gmail.com

Анотація. Розглядаються питання тренажерної підготовки студентів з використаннямї навчально-тренажерного стенду суднової електростанції (НТССЕС). НТССЕС має у своєму складі дві ідентичні за своєю структурою та схемними рішеннями генераторні секції, які дозволяють виконувати різноманітні практичні та науково-експериментальні дослідження у галузі якості електроенергії, що виробляється, паралельної роботи генераторів, розподілу навантаження, захисту генераторних агрегатів та ін.
Ключові слова: тренажер, електроенергетична система судна, генераторна секція, управління, функціональні операції електромеханіка.

Основним керівним документом щодо підготовки командного складу морських суден, в тому числі електромеханіків суднових, є Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ-78) з поправками 2010 р [3].

Згідно ПДНВ студент (курсант) – електромеханік морської спеціальності протягом навчання має не тільки засвоїти всі теоретичні відомості та розуміти принципи будови, роботи і базового обслуговування електротехнічних засобів, систем сигналізації і автоматики, комп’ютерної техніки і комп’ютерних мереж судна, які знаходяться в його компетенції, але й

продемонструвати достатній рівень практичних навичок, отриманих при схваленій підготовці із використанням лабораторного обладнання і тренажерів [3].

Отже, в умовах сьогодення для підвищення (забезпечення) якості практичної підготовки електромеханіків суднових в НУК є необхідним створення відповідного за призначенням комплексного тренажеру, який має враховувати наступні основні критерії:

– включення до складу тренажеру наступних основних сегментів – суднова електростанція з головним розподільчим щитом, центральний пост керування, групи навантажень;

– конструктивна і функціональна схожість з реальними судновими аналогами;

– використання елементної бази аналогічної судновій;

– технічна реалізація із врахуванням типових схемних рішень, запроваджених на сучасних суднах;

– забезпечення можливості відпрацювання всіх основних технічних функцій електромеханіка за змістом його підготовки згідно ПДНВ.

Принципи побудови структурної схеми всього навчально-тренажерного стенду суднової електростанції (НТССЕС) докладно описані в [1]. При проектуванні генераторної секції особлива увага приділялася функціональної та конструктивної ідентичності моделі генераторного агрегату та системи його управління з реальними сучасними судновими системами та вузлами, типовими схемними рішеннями, що забезпечують роботу суднового дизель-генераторного агрегату [2], а також забезпечення можливості відпрацювання всіх основних функціональних операцій електромеханіка згідно ПДНВ.

Генераторна секція НТССЕС призначена для вивчення та відпрацювання режимів підготовки до роботи, пуску, регулювання параметрів, одиночної і паралельної роботи, а також необхідних видів захисту при виникненні аварій синхронного генератора.

Структурна схема представлена на рис.1. Схема складається з наступних функціональних елементів і блоків:

1.1 (ПЧ) – Перетворювач частоти призначений для пуску і управління асинхронним двигуном

*A*1.2 (БЖ *PSU*) (*Power Supply Unit*) – Блок живлення призначений для формування постійної напруги ±24 В для живлення пристроїв автоматики секції;

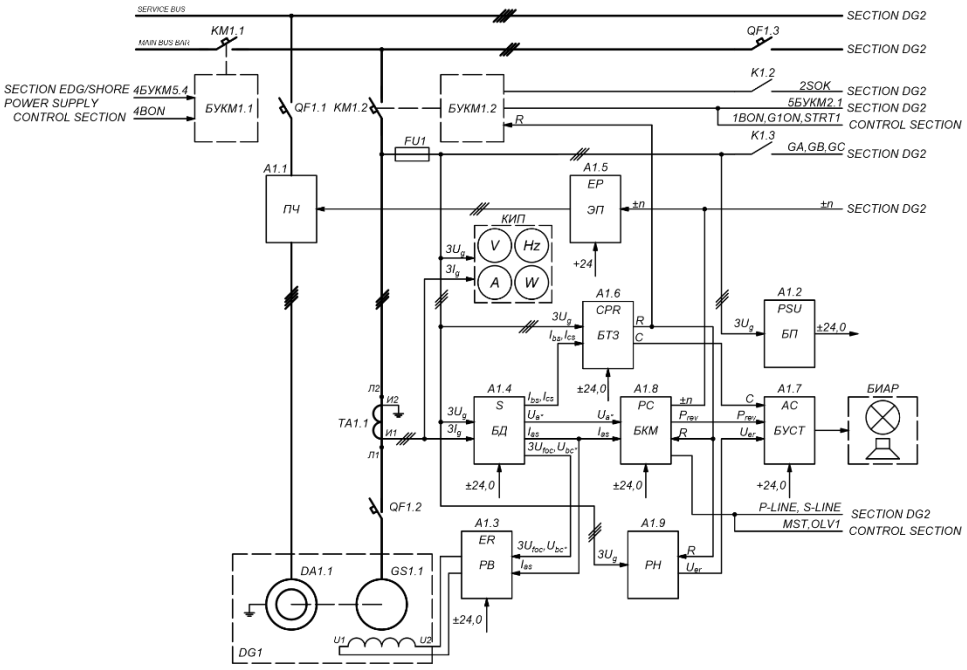


Рис.1. Структурна схема генераторної секції НТССЕС

*A*1.3 (РН *ER*) (*Excitation Regulator*) – Регулятор напруги призначений для регулювання збудження синхронного генератора *GS*1.1;

*A*1.4 (БД *S*) (*Main Sensor Unit*) – Блок датчиків складається з датчиків струму і напруги, призначених для формування сигналів, пропорційних струму і напрузі синхронного генератора *GS*1.1;

*A*1.5 (ЕП *EP*) (*Electronic Potential Meter*) – Електронний потенціометр призначений для управління частотою обертання асинхронного двигуна *DA*1.1 за допомогою цифрового сигналу;

*A*1.6 (БСЗ *CPC*) (*Current Protection Relay*) – Блок струмового захисту містить два реле максимального струму з різною регульованою уставкою по струму і часу спрацьовування;

*A*1.7 (БУСТ *AC*) (*Alarm Control*) – Блок управління сигналами тривоги призначений для формування сигналів тривоги в разі виникнення відповідних аварійних режимів і тестування індикації аварійних режимів;

*A*1.8 (БКП *PC*) (*Power Control*) – Блок контролю потужності містить датчик активного струму, реле зворотного потужності, реле перенавантаження по потужності (активному струму) для включення резерву або відключення споживачів у разі перенавантаження, пристрій регулювання потужності, датчик частоти для стабілізації частоти в режимі «ВЕДУЧИЙ»;

*A*1.9 (РН) – Реле напруги призначене для контролю допустимого рівня і якості напруги на шинах синхронного генератора *GS1.1*; для контролю правильного чергування фаз і відсутності злипання фаз; для відключення навантаження при неякісний напрузі; для контролю якості напруги після відключення навантаження і автоматичного включення її після відновлення параметрів напруги; для ідентифікування аварії при виникненні аварійної ситуації та відображення наявності напруги на кожній фазі відключення;

БУКМ1, БУКМ2 – Блоки управління магнітними пускачами *KM1, KM2*, що представляють собою набір реле, кнопок, контактів, з'єднаних за схемою, що дозволяє реалізувати необхідний алгоритм роботи, відповідний магнітних пускачів;

КВП – контрольно-вимірювальні прилади (вольтметр, амперметр, частотомір, ватметр) з відповідними комутаційними елементами для контролю параметрів синхронного генератора *GS*1.1;

БИАР – Блок світлової та звукової індикації аварійних режимів з можливістю перевірки справності (режим *«TEST»*) елементів;

*DG*1 – Двомашинний агрегат, що складається з приводного асинхронного двигуна *DA*1.1 і синхронного генератора *GS*1.1 з елементами системи збудження.

Головними вимогами до тренажерного обладнання є конструктивна і функціональна схожість з реальними судновими аналогами; технічна реалізація з урахуванням типових схемних рішень, впроваджених на сучасних судах; використання елементної бази, аналогічної судновий; забезпечення можливості відпрацювання всіх основних технічних функцій електромеханіка згідно ПДНВ.

Розроблений НТССЕ дозволяє здійснювати наступні операції:

- автоматичне керування збудженням генератора;
- контроль напруги генератора;
- контроль струму навантаження;
- контроль і підтримання частоти;
- можливість автоматичної синхронізації генераторів;
- автоматичне перерозподіл навантаження між паралельно працюючими генераторами;
- можливість використання будь-якого з генераторів як резервного з автоматичним його пуском;
- управління індикацією аварійних режимів;
- можливість дистанційного керування генераторної секцією;

- можливість модернізації системи;
- можливість проведення науково-дослідних робіт з використанням обладнання тренажера;
- можливість повторення будь-якого з вузлів в умовах лабораторії СЕЕС.

Зовнішній вигляд генераторної секції *DG*1 представлений на рис.2. На передній панелі секції розташовані елементи управління, індикації та контролю.

Рис.2. Зовнішній вигляд генераторної секції *DG*1

Висновки. Запропонована і реалізована в ННІАЕ НУК генераторна секція НТССЕС дозволяє проводити роботи за фахом 271 «Річковий та морській транспорт» і охоплює широке коло питань експлуатації та обслуговування суднових генераторних агрегатів.

Генераторна секція НТССЕС також зручна для різних видів модернізації і може використовуватися для виконання широкого спектру наукових досліджень в області якості електроенергії, паралельної роботи генераторів, розподілу навантаження, захисту генераторних агрегатів та ін.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Жук Д.О., Новогрецький С.М., Александровський С.Ю., Бандура С.І., Принципи побудови структурної схеми навчально-тренажерного стенду суднової електростанції// Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК, 2021. – С.386-390.

[2] Трушляков Є. І., Слободян С. О., Жук Д. О., Носовський А. М. Навчально-тренажерна підготовка суднових електромеханіків, Міжнародна науково-практична конференція, присвячена пам'яті професорів Фоміна Ю. Я. і Семенова В. С. Миколаїв, НУК, 2019.

[3] Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ/STCW-78) з поправками 2010 р.

Exercise Training Of Ship Electrical Officers Under The Educational And Professional Program "Operation Of Ship Electrical Equipment And Automation Equipment"

Zhuk Dmytro, Chekunov Volodymir, Aleksandrovskyi Stanislav
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv

Annotation. The report examines the issues of student training using the ship's power plant training stand. The stand includes two generator sections identical in their structure and schematic solutions, which allow performing various practical and scientific-experimental studies in the field of the quality of electricity produced, parallel operation of generators, load distribution, protection of generator units, etc.
Keywords: simulator, ship's power system, generator section, control, functional operations of electromechanics.

УДК 621.314.58

APPLICATION OF MODERN INNOVATION TECHNOLOGIES OF ELECTRICAL ENGINEERING OR SHIP POWER SYSTEMS DEVELOPMENT

Селезньов С.Л. *Начальник відділу інжинірингових сервісів*
ТОВ «Марін Дизайн Інжиніринг Миколаїв» групи компаній Damen Shipyards[1],
Жук Д.О. *к.т.н., доц. каф. СЕЕС[2],* ***Козлов М.О.*** *аспірант каф. СЕЕС[3],*
Новогрецький С. М. *к.т.н., доц. каф. СЕЕС[4]*
[2,3,4]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
[1]stanislav.seleznov02@damen.com, [2]dmytro.zhuk@nuos.edu.ua,
[3]maksym.kozlov@nuos.edu.ua [4]sergii.novogretskyi@nuos.edu.ua

Annotation. Current document covers the main aspects of the innovative ship power systems design and production for the Damen Road Ferries engineered and built during the last years on Damen Shipyards Galati, Romania with the contribution of MDEM company. Innovative technologies introduction caused by the ecological rules implementation as well as maneuverability and weight economy have created new standards of ship electrical propulsion and power distribution. Main types of applied ship power system are properly described indicating their benefits and pitfalls occurred during design and building phases.
Key worlds. Ship power station, accumulator batteries, hybrid propulsion, full electric, diesel-electric systems, accumulator power bank, active front end converter.

Introduction. The popularity of the AC electrical distribution system resulted in the move towards an alternating current AC system onboard marine vessels. Besides, at present there are marine vessels that operate based on a diesel-electric system. The on-board diesel engines generate AC power to a common ac bus, from which the electrical propulsion drives source their electrical power. Moreover, there is an interest in a shift back to a DC-based diesel-electric system for marine vessels, due to the potential improvement in electrical performance and fuel savings [1]. They are implemented as well as fully electrical systems however restricted by endurance and port infrastructure like fast charging devices and etc. Development of electrical power systems is also stimulated by new ecological rules. This even becomes critical for the Canadian inland shipping and declared by local companies like BC Ferry and SeaSpan having ordered from Damen several road ferries with different electricals systems.

Goal of article. In this paper, the modifications of DC distribution systems are discussed [2]. The required equipment changes, improvement in electrical performance, and potential fuel savings in multiple operation modes are detailed. Overviewed modifications are listed below:

- DC electrical system with main DG-sets and accumulator batteries
- DC electrical system fully electrical however with installed emergency DG-set
- DC electrical system with main DG-sets using LNG and accumulator batteries

Main part. The advantages presented by electrical propulsion drives are numerous. These include:

- Improved efficiency of the generators
- Improved efficiency of propulsion drives at low load and low speed
- Faster dynamic response
- Reduced weight and volume of electrical equipment
- Flexibility in equipment placement

First example of DC system with Diesel Electric Propulsion with Battery Hybrid of ROAD FERRY (DRFe) 8117 is shown below.

Figure 1 –Diesel Electric Propulsion with Battery Hybrid of ROAD FERRY (DRFe) 8117

The vessel is equipped with Variable Frequency Drives (VFD) for the variable speed control of the Electric Propulsion Motors. Additional redundancy is created by adding a backup VFD in each DC MSB, which can be powered from the opposite DC MSB. A changeover switch selects which VFD provides power to the propulsion motor. The vessel is also equipped with Active Front End converters (AFE) for the Generator Sets, as well as bi-directional (charge/discharge) DC/DC Converters as part of the energy storage system. Two Frequency Inverter Drives act as Grid Converter to supply 600V AC three phase 60 Hz power to the Auxiliary switchboards (ASB). As result of the close busbar operation the only one converter will be in operation to supply both ASB's in DC to AC mode. The other converter unit is in standby. The units run in parallel only in periods of hi-power demands [3].

A stainless steel shore power supply connection panel, according to BC Ferries standards, is installed at each end of the car deck. Automatic, remote bumpless switch from AC Grid converter to/from shore power will be controlled via Power Management System and be according to appropriate requirements.

DC Bus is designed to accommodate additional converters for future fast shore charging system installation up to 2000 ekWh total power. This consist of a DC bus connection field section in each DC MSB and cable tray routing to both thruster rooms.

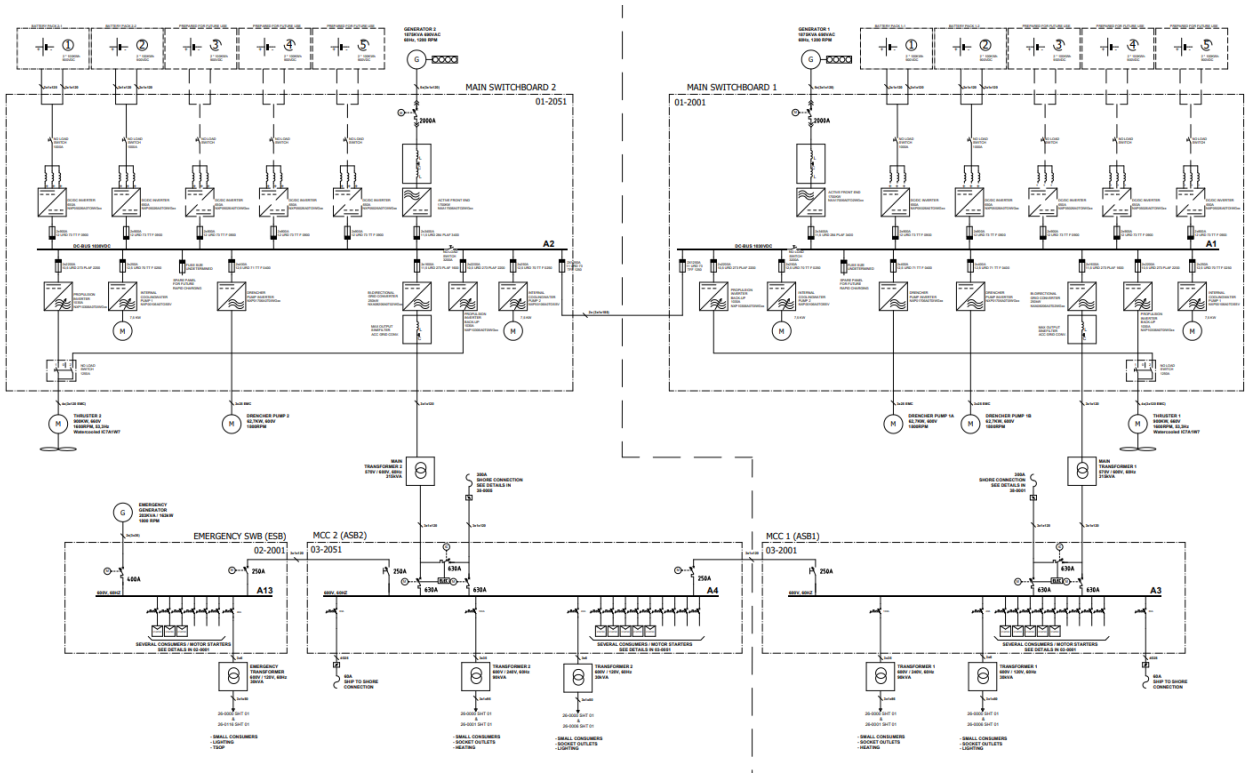


Figure 2 – Single line diagram for the Diesel Electric Propulsion with Battery Hybrid of ROAD FERRY (DRFe) 8117

The General Arrangement of the vessel with the location of main electrical equipment is also shown below.

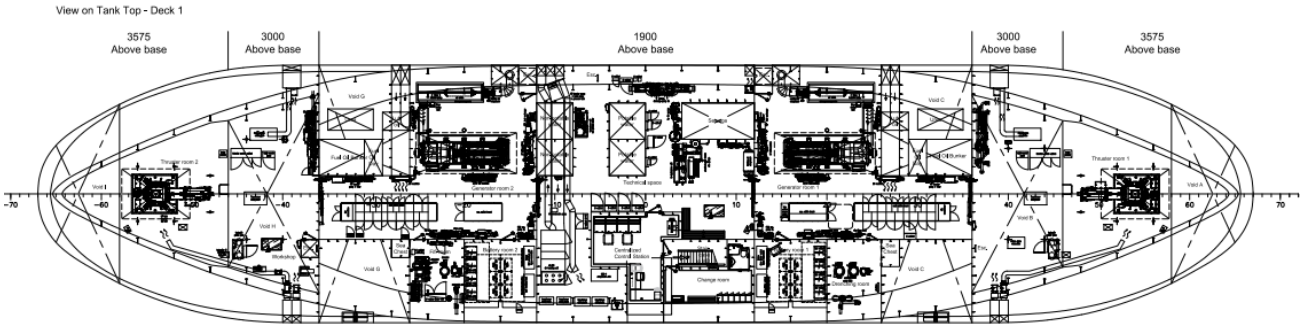


Figure 3 – Location of the main electrical equipment on the Tank Top-Deck1 for the Diesel Electric Propulsion with Battery Hybrid of ROAD FERRY DRFe 8117

Next observed vessel is Diesel Electric Propulsion with Battery Hybrid of ROAD FERRY Ontario DRFe 6819. Main technical features are pointed below.

Figure 4 – Diesel Electric Propulsion with Battery Hybrid of ROAD FERRY DRFe 6819

The main principles are similar to the DRFe 8117 however this vessel does not use bus 1030V DC and thus simplifies the ship power system however providing several possibilities like parallel operation of all or any diesel generators with energy storage system with closed bus. It is possible to operate any thruster motor with any of main generators running out of battery bank however limited to the power available. Any of the main DG-sets could be started from the “black ship” condition [4], [5].

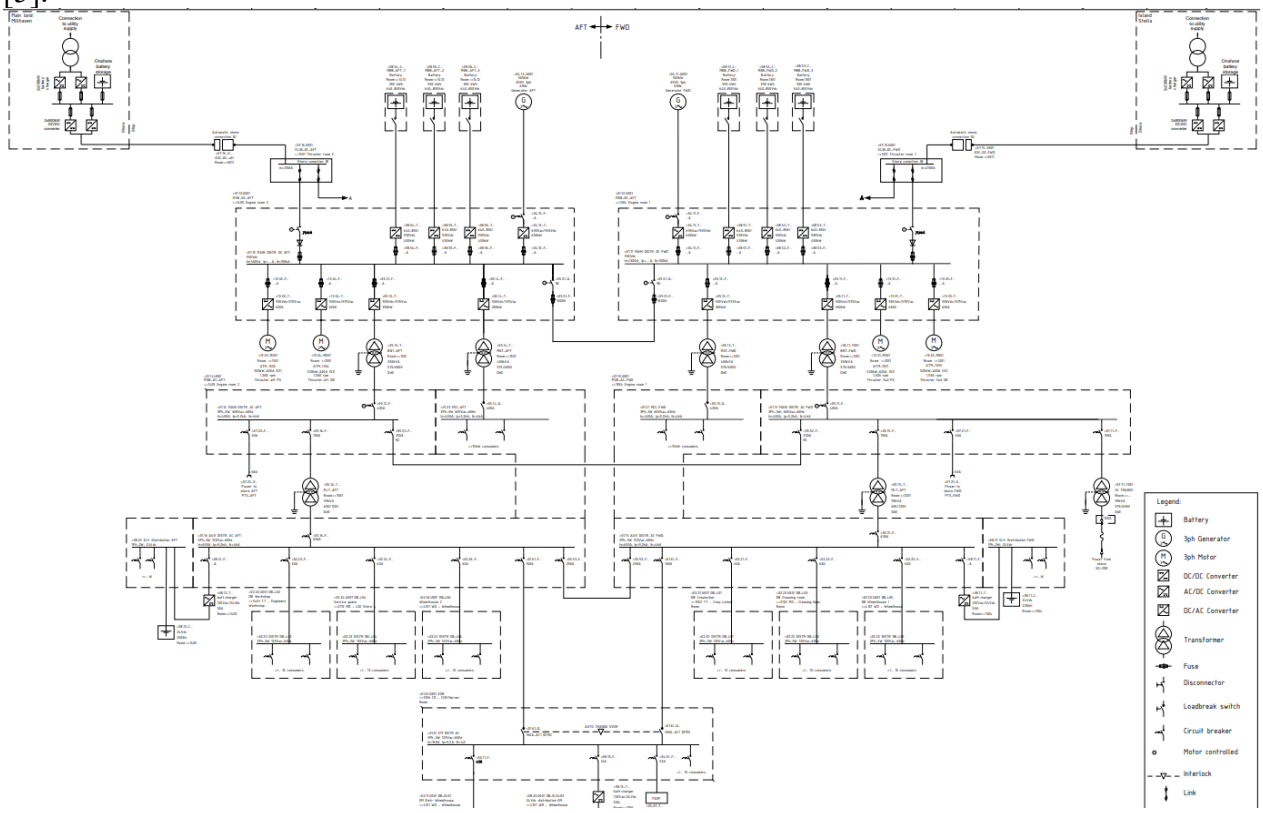


Figure 5 – Single line diagram for the Diesel Electric Propulsion with Battery Hybrid of ROAD FERRY DRFe 6819

Next solution is Seaspan Ro-Ro vessel with Diesel Electric Propulsion with Battery Hybrid using LNG. The vessel electric power plant generate and supply electric energy to vessel propulsion and all necessary consumers ensuring safe operability and crew comfort. Significant energy is consumed by propulsion which is of diesel electric type. That means that electric power generated by two (2) Dual Fuel Main Generator Sets and one (1) Battery System (divided on four (4) battery banks) is to be secured for all electric motors related to propulsion and manoeuvrability operational modes intended for the vessel. The vessel is propelled by two (2) high efficiency Dual propeller Azimuth

Thrusters. The electric power plant consists of main, battery and emergency supply systems. Each of them is composed of:

- Power supply generation system,
- Energy transfer and distribution system.

Harbour Mode function and one (1) Low Power Shore Connection. Optionally is proposed one (1) High Power Shore Power system which can be installed during expansion of the Battery System. The electric power generation plant is designed to give flexibility, redundancy and utilization of installed power. The Battery system of 2MWh (20 battery packs 101.7kWh each) is installed to provide suitable supply to consumers. The Battery system is ready for future expansion of the Battery power up to 4,88MWh (additional 28 battery packs). The Emergency Diesel Generator set is used for supplying necessary ship's services in case of power failure on the AC LV switchboard. The Harbour mode of the Emergency Diesel Generator ensures supply for the selected vessel consumers when Low Power Shore Power electric system is not available. The Low Power Shore Power system ensures supply: for the selected vessel consumers from shore electric system as well as charging for the Battery system only with constraints due to limited power. The optional High Power Shore Power system will ensure supply for the selected vessel consumers as well as charging the future planned increased of the Battery system.

DC Main Switchboard configuration, where both buses are interconnected by solid state switch with a manual disconnect switch placed in closed position, is normal operational mode. Following modes are considered:

- Sea going condition (16,4kn),
- Sea going condition (14,5kn),
- Manoeuvring conditions,
- Battery: Zero emission mode (Battery Only mode)
- Battery: Power Back up mode (UPS mode)
- Battery: Dynamic Boost mode
- Battery: Load Sharing mode
- Battery: Peak Shaving mode
- Battery: Boost mode
- Battery: Charging mode

The single line is presented below.

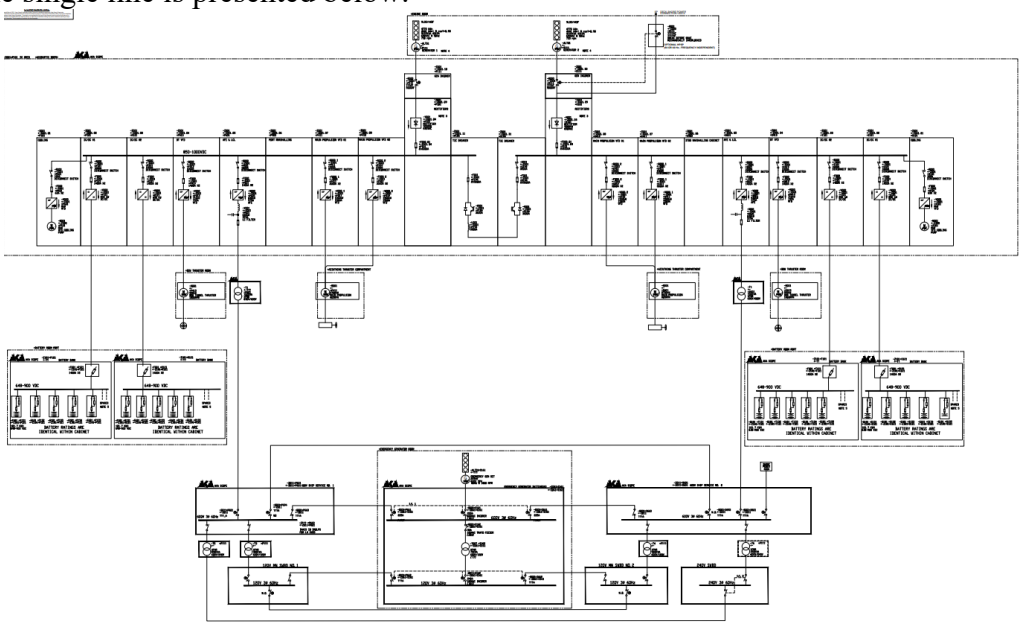


Figure 6 – Single line diagram for the Diesel Electric Propulsion with Battery Hybrid of Seaspan Ro-Ro vessel

Conclusion. Current paper has intention to compare the innovative electrical systems on the newly built Damen vessels for the Canadian Client covering advantages and disadvantages of each solution and considering the limitations popped up during the design and production phase.

REFERENCES

1. S. J. Dale, R. E. Hebner, and G. Sulligoi, "Electric Ship Technologies," Proceedings of the IEEE, vol. 103, no. 12, pp. 2225-2228, 2015
2. Rules and Regulation of Bureau Veritas 2018
3. E. Skjong, R. Volden, E. Rodskar, M. Molinas, T. Johansen, and J. Cunningham, "Past, Present and Future Challenges of the Marine Vessel's Electrical Power System," IEEE Transactions on Transportation Electrification, vol. PP, no. 99, pp. 1-1, 2016.
4. IACS (International Association of Classification Societies). 2005. “UR E5 - Voltage and Frequency Variations.” Unified Requirements: 1.
5. IACS (International Association of Classification Societies). 2016. “UR E24 - Harmonic Distortion for Ship Electrical Distribution System Including Harmonic Filters.” Unified Requirements: 1.

УДК 621.314

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

Лінченко В.В.[1] , ***Жук Д.О.***[2], ***Комишник В.І.***[2], ***Жук К.Д.***[3]
[1]*ТОВ «Миколаївська електропостачальна компанія», Україна, Миколаїв*
[2]*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова Україна, Миколаїв*
[3]*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*
[1]*linchenko_v@meta.ua,* [2]*dmytro.zhuk@nuos.edu.ua,* [2] *komvalery@gmail.com,*
[3]*kzhuk678@gmail.com*

У статті досліджується динаміка розвитку альтернативної енергетики в Україні та зокрема в Миколаївського регіону. У статті висвітлені нормативні документи та стан виконання впровадження альтернативної енергетики в Україні на протязі 2015-2021 рр. Окремо висвітлені показники за 2022 рік у період військової агресії РФ.
Ключові слова: альтернативна енергетика, енергетичне співтовариство.

Вступ. У 2021 році збільшення потужностей відновлюваної електроенергетики досягло чергового рекорду, а попит на біопаливо майже відновився до допандемічного рівня, незважаючи на наявність логістичних проблем і зростання цін. Однак уведення військового стану в Україні спричинило черговий шок на енергетичному та сільськогосподарському ринках, що призвело до безпрецедентної глобальної енергетичної кризи. Уряди багатьох країн намагаються захистити споживачів від підвищення цін на енергоносії, зменшити залежність від зовнішніх поставок і пропонують можливі варіанти дій для прискорення переходу до чистих енергетичних технологій.

Відновлювані джерела енергії мають вагомий вплив на зниження цін і залежності від викопного палива як в короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Порівняно з повільним ростом витрат щодо створення нових сонячних фотоелектричних та вітрових установок, ціни на природний газ, нафту та вугілля зросли стрімко. Таким чином, фактично, конкурентоспроможність відновлюваної електроенергетики ще більше підвищилась. Наскільки швидко відновлювані джерела енергії зможуть замінити викопне паливо, залежить від кількох невизначених факторів. По-перше – питання життєздатності відновлюваних

джерел електроенергії в умовах глобальної енергетичної кризи. По-друге – вплив нових політичних та макроекономічних проблем на умови розвитку відновлюваної енергетики. По-третє – зменшення затребуваності на біопаливо у зв'язку зі значними перешкодами як через зниження попиту на транспорт, так і через високі ціни на біопаливо.

Проаналізувавши останні економічні і політичні зміни у світі станом на квітень 2022 року, можна передбачити загальне оновлення ринку відновлюваної енергетики зі збільшенням її потужностей та попиту на біопаливо у 2022–2023 рр. У розрізі дослідження стану відновлюваної енергетики у світі можна навести зміни у динаміці її розвитку з урахуванням різних показників за результатами аналізу Міжнародної Агенції Енергетики (IEA) (див. рис. 1-6).

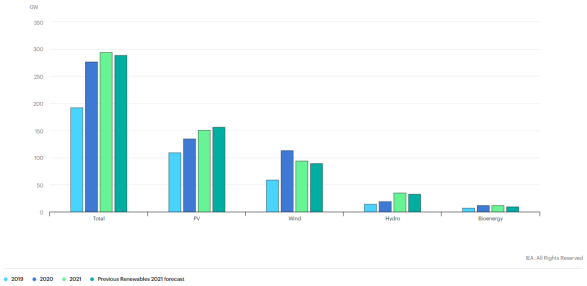


Рис 1. Збільшення чистої потужності відновлюваних джерел, 2019-2021 рр.

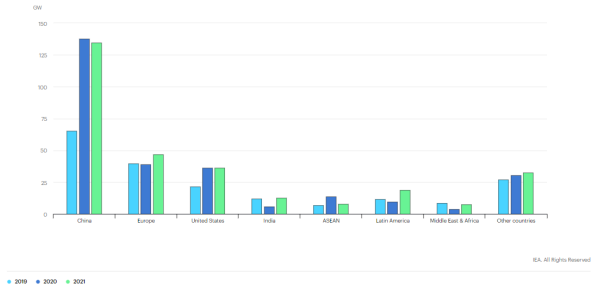


Рис 2. Додавання чистої потужності відновлюваних джерел за країнами та регіонами, 2019-2021 рр.

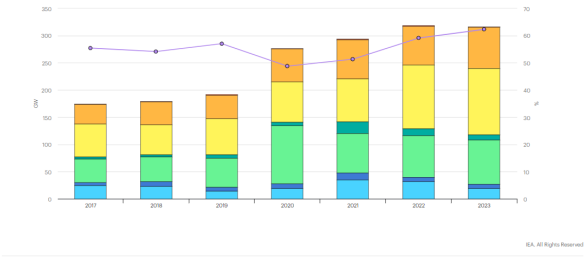


Рис 3. Чисте збільшення відновлюваної потужності за технологіями, 2017-2023 рр.

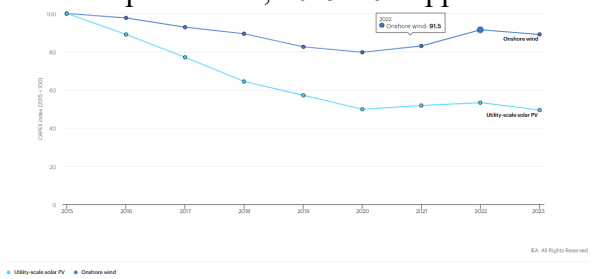


Рис. 4. Оцінка інвестицій у сонячну фотоелектричну енергію та берегову вітрову енергетику для нових контрактованих проектів за високих цін на сировину, 2015-2023 рр.

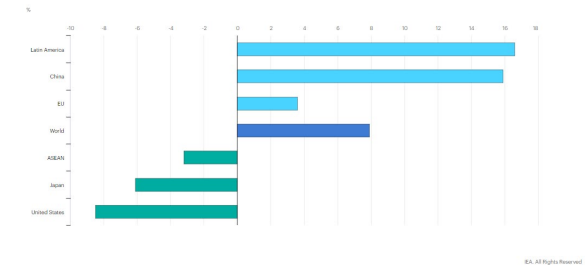


Рис. 5. Перегляд прогнозу відновлюваної потужності на 2022 та 2023 роки, грудень 2021 р. проти травня 2022 р.

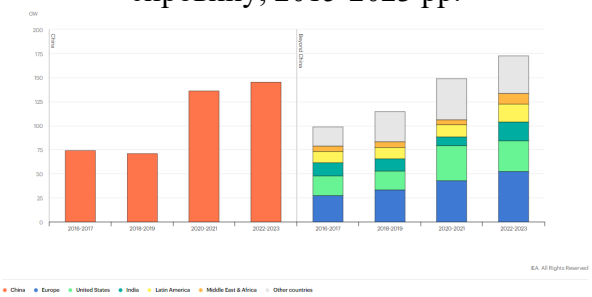


Рис. 6. Середньорічне збільшення потужностей за країнами та регіонами, 2016-2023 рр.

У 2011 році Україна приєдналася до Європейського енергетичного співтовариства та взяла на себе зобов'язання виконувати Рішення Ради Міністрів Енергетичного співтовариства «Про впровадження Директиви 2009/28/ЕС та Договору про заснування

Енергетичного Співтовариства», згідно з яким встановлюються обов'язкові національні цілі у сфері відновлюваної енергетики, насамперед для того, щоб надати певні гарантії інвесторам та заохотити до розвитку новітніх технологій та інновацій у цій сфері.

Мета роботи: визначення ефективності впровадження інноваційних технологій електроенергетики в секторі альтернативної енергетики.

Сучасна електроенергетика має стійку тенденцію до збільшення використання поновлювальних джерел енергії, що обумовлено екологічною чистотою та низькими витратами на експлуатацію її перетворювачів.

На виконання зазначеної Директиви Кабінет Міністрів України розпорядженням від 3 вересня 2014 року № 791-р затвердив План заходів з імплементації Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС та розпорядженням від 01.10.2014 № 902-р затвердив Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Відповідно до зазначеного плану та Директиви, Україна взяла на себе зобов'язання до 2020 року виробляти 11 % електроенергії із відновлюваних джерел енергії й 25% до 2035 року та збільшити встановлені електроенергетичні потужності відновлюваної енергетики до 10900 МВт [1]. Також об'єкти альтеративної енергетики в Україні отримали право на використання «зеленого тарифу».

Реалізація заходів Національного плану передбачала оптимізацію структури паливно-енергетичного балансу та до 2020 році забезпечення споживання енергії, виробленої з відновлюваних джерел в обсязі 11% від сукупного кінцевого споживання енергоресурсів Україною, що еквівалентно заміщенню більше ніж 10 млрд. м^3 газу.

Відповідно до зазначеного плану в Миколаївській області починаючи з 2012 року компаніями-інвесторами почали реалізовуватися проекти з будівництва об'єктів альтеративної енергетики. Зведена інформація, щодо потужності введених в експлуатацію об'єктів альтернативної енергетики, які приєднані до електричних мереж АТ "Миколаївобленерго" та працюють в ОЕС України наведена в таблиці 1.

Таблиця 1.

Величини потужностей введених в експлуатацію об'єктів альтернативної енергетики, які приєднані до електричних мереж АТ "Миколаївобленерго"

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Встановлена потужність, МВт	93,9	98,9	104,9	129,2	462,9	616,2	696,3

Станом на 2020 рік фактично потужність, у порівнянні з величиною станом на 2015 рік збільшено на 522,3 МВт, або на 656,3 %, що свідчить про привабливість Миколаївського регіону в частині будівництва об'єктів альтеративної енергетики. Це факт підтверджується висновком міжгалузевого науково-технічного центру вітроенергетики НАН України, в якому зазначено, що значна частина території Миколаївської області має високий вітроенергетичний потенціал і оцінюється в 10 %, або 2500 кв. км. Одними з найбільш перспективних майданчиків в Миколаївській області є Очаківське та Березанське вітрополя загальною площею 4000 га. [2].

Динаміка та структура виконання показників з виробництва електроенергії в ОЕС України наведені у таблиці 2 [3].

Таблиця 2. Динаміка та структура виробітку електричної енергії підприємствами альтернативної енергетики в Україні по рокам

Виробіток електроенергії	2015 рік		2016 рік		2017 рік		2018 рік	
	млн кВт·год	%	млн кВт·год	%	млн кВт·год	%	млн кВт·год	%
Всього	157665,2	100	154817,4	100	155414,2	100	159350,6	100
ТЕС та ТЕЦ, з них:	55461,7	35,2	56611,6	36,6	55841,3	35,9	58807,8	36,9
ТЕС ГК	49386,3	31,3	49902,3	32,2	44960	28,9	47791,9	30
ТЕЦ	6075,4	3,9	6709,3	4,3	10881,3	7	11015,9	6,9
ГЕС та ГАЕС, з них:	6808,5	4,3	9118,7	5,9	10567,7	6,8	12008,4	7,5
ГЕС	5234,9	3,3	7484,9	4,8	8982,5	5,8	10429,4	6,5
ГАЕС	1573,6	1	1633,8	1,1	1585,2	1	1579	1
АЕС	87627,5	55,6	80950	52,3	85576,1	55,1	84398,2	53
Альтернативні джерела	1591,1	1	1560,3	1	1898,1	1,2	2632,7	1,7
Блок-станції	6176,4	3,9	6576,7	4,2	1530,9	1	1503,5	0,9
Виробіток електроенергії	**2019 рік**		**2020 рік**		**2021 рік**			
	млн кВт·год	%	млн кВт·год	%	млн кВт·год	%		
Всього	153964,8	100	148856,2	100	156575,7	100		
ТЕС та ТЕЦ, з них:	55787,6	36,2	52360,8	35,2	45834	29,3		
ТЕС ГК	44914,9	29,2	39562,4	26,6	37224,9	23,8		
ТЕЦ	10869,7	7,1	12798,4	8,6	8609,1	5,5		
ГЕС та ГАЕС, з них:	7869,6	5,1	7583,9	5,1	10445,8	6,7		
ГЕС	6521,9	4,2	6026,5	4	9155,4	5,8		
ГАЕС	1347,1	0,9	1557,4	1	1290,4	0,8		
АЕС	83002,6	53,9	76202,6	51,2	86205,4	55,1		
Альтернативні джерела	5544,3	3,6	10862	7,3	12519,7	8		
Блок-станції	1766,3	1,1	1846,9	1,2	1570,8	1		

Наведені дані демонструють, що станом на початок 2021 ріку Україна не дотрималася затвердженого плану заходів з імплементації Директиви. Серед найбільш впливових причин невиконання можна визначити дві. По-перше, технічна складова, яка полягає у тому, що місцеві локальні мережи операторів розподілу (Обленерго) не здатні забезпечити розподіл потужності в таких обсягах без модернізації мереж. Друга причина невиконання полягає в комерційній складовій, яка пов'язана з впровадження «ринку електричної енергії» у 2019 році, внаслідок якої ДП «Гарантований покупець» не розраховується в повному обсязі з виробниками альтернативної енергетики за відпущену в мережі електричну енергію.

Інформація щодо динаміки та структури виробництва електричної енергії підприємствами альтернативної енергетики в Миколаївській області у річному вимірі за період 2015-2021 рр. наведена у таблиці 3.

Таблиця 3

	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Виробіток електричної енергії, млн кВт·год	176,992	200,485	233,467	265,897	508,724	1112,089	1158,089

Так станом на 2020 рік фактично виробіток електричної енергії, у порівнянні з величиною станом на 2015 рік збільшився на 981,097 млн кВт·год, або на 654,4 %. Даний факт свідчить про прогресивну динаміку розвитку альтернативної електроенергетики в Миколаївському регіоні.

Окремо потрібно зазначити динаміку виробітку електричної енергії об'єктами альтернативної енергетики в Миколаївському регіону в період військової агресії російською федерацією. Зведені данні щомісячного виробітку за 2021 - 2022 роки наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Зведені данні щомісячного виробітку за 2021 - 2022 роки, млн кВт·год

	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень
2022	196,056	164,354	131,054	104,487	92,565	89,209	96,470	96,720
2021	67,199	69,697	104,167	95,859	101,484	107,538	129,442	130,286

Рис. 7. Порівняльна діаграма виробітку електричної енергії об'єктами альтернативної енергетики в Миколаївському регіону в період військової агресії

На рис. 7 бачимо, що за даними про виробітку електричної енергії об'єктами альтернативної енергетики в Миколаївському регіону в період військової агресії, виробіток скоротився вдвічі внаслідок повного зупинення таких об'єктів, як ТОВ «Інгулець – Енерго» (Баштанський район, поблизу м. Снігурівка) та ТОВ "Вітряний парк Причорноморський" (с. Лимани).

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 вересня 2014 року за №791-р «Про затвердження план заходів з імплементації Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС» https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/791-2014-%D1%80#Text.
[2]. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2018 році. https://ecolog.mk.gov.ua/store/files/RegReport2018.pdf
[3]. Видання «ЕнергоВсесвіт». https://vse.energy/spec-projects/infographpek/1615-electricity

Statistical Analysis Of Dynamics Of Development Alternative Electricity

Лінченко В.В.[1] , Жук Д.О.[2], Комишник В.І.[2], Жук К.Д.[3]
[1]limited Liability Society "Mykolaiv Electrical Supply Company", Mykolayiv
[2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv
[3]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

The article examines the dynamics of the development of alternative energy in Ukraine and, in particular, in the Mykolaiv region. The article highlights regulatory documents and the state of implementation of the implementation of alternative energy in Ukraine during 2015-2021. Indicators for 2022 during the period of military aggression of the Russian Federation are highlighted separately.

Keywords: alternative energy, energy community

УДК 621.332.3:629.423

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ, ЯКА ОЦІНЮЄ ШВИДКІСТЬ ФІДЕРНОЇ НАПРУГИ

Михаліченко Павло Євгенович д.т.н., професор,
Суботіна Олена Петрівна викладач,
кафедри автоматики та електроустаткування
Херсонська філія Національного Університету Кораблебудування
імені адмірала Макарова
pahamihali4@gmail.com

Анотація. У статті запропоновано схемне рішення системи захисту, основаній на новій ознаці визначення аварійного режиму системи тягового електропостачання постійного струму, а саме, швидкість спадання наруги фідера тягової підстанції. Дана ознака дозволяє визначати вид короткого замикання.

Ключові слова: *коротке замикання; напруга фідера, швидкість зміни напруги*

Найбільш пріорітетним напрямком роботи у сфері експлуатації і модернізації високо потужних електроприводів є комплексна модернізація у питанні автоматики із застосуванням сучасних мікропроцесорних систем захисту, так як вони дозволяють достатньо швидко реагувати на виявлену небезпечну ситуацію в системі. Однією з найбільш частих видів аварійних ситуацій є виникнення короткого замикання (КЗ).

В даний час існують пристрої для швидкісного реагування на виникнення КЗ та виявлення місця його появи, але всі вони основані на принципі оцінка величини фідерного струму і мають низку недоліків.

Тому, ставиться задача якнайшвидшого виявлення та реагування на КЗ. Також для прискорення ліквідації наслідків КЗ потрібно отримати більш повну інформацію про місце його виникнення.

Таким пристроем може бути розроблена авторами мікропроцесорна установка, яка оцінює швидкість зміни фідерної напруги. Теоретичне обгрунтування цього принципу представленов роботі [1, 2]. Авторами розроблено пристрій, який постійно аналізує фідерну напругу, а саме визначає швидкість її зміни і в разі виникнення КЗ посилає сигнал на схему спрацювання швидкодіючого вимикача (ШВ). Проаналізувавши визначену швидкість, пристрій видає на індикацію інформацію про місце виникнення КЗ.

Далі пристрій очікує сигналу повторного включення напруги від автомату повторного включення. Прийнявши даний сигнал, пристрій гасить індикатори і знову починає аналізувати напругу фідера. Якщо причина КЗ не усунена, то пристрій знову проаналізує швидкість падіння напруги фідера, подасть сигнал на схему спрацювання ШВ і видасть інформацію на індикатори. Пристрій буде утримувати інформацію на індикаторах до тих пір, поки не прийде сигнал від оператора. Також після прийняття даного сигналу знову почнеться аналіз напруги фідера. Сигнал, який подається на схему спрацювання ШВ, повинен утримуватись 50мс.

Структурна схема Мікропроцессорної системи захисту за напругою представлена на рис. 1.

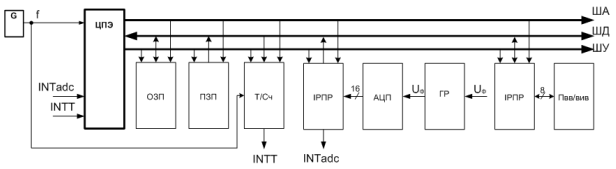


Рис. 1 Структурна схема пристрою

На структурній схемі зображено наступні елементи: G – кварцовий резонатор використовується в схемі для генерації частотних синхроімпульсів; ЦПЕ – центральний процесорний елемент. управляє системою; ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій; Т/Сч – таймер-лічильник використовується для відліку затримок часу; ІРПР – паралельний інтерфейс прийому й передачі даних; АЦП – аналогово-цифровий перетворювач використовується для перетворення рівня напруги в цифрову форму для обробки ЦПЕ; ГР – пристрій спряження і гальванічної розв'язки використовується в схемі для від'єднання АЦП від напруги фідера; ПВив – пристрій виводу використовується для виведення інформації на індикатори, а також для видачі сигналу на швидкодіючий вимикач.

Блок – схема загального алгоритму представлена на рис. 2.

Рис. 2 Алгоритм роботи пристрою

1. Налаштування процесорного елементу.
2. Скидання регістрів (R2:=0, R1:=0, A:=0…).
3. Під запуском АЦП розуміється читання напруги з фідера і початок її конвертації в цифровий вигляд.
4. Очікується закінчення процесу конвертації даних.
5. Читання даних з АЦП.

6. В регістр R2 присвоюється різниця між новим значенням напруги і попереднім. В регістр R1 присвоюється нове значення зчитаної напруги.

7. Якщо виконується умова, що R2>0, тобто нове значення напруги менше попереднього і прапорець F=0, то виконується перехід до блоку №8, якщо ні – до блоку №3 (прапорець F встановлюється в «1» при виявленні КЗ, скидається при обробці сигналу від автомату повторного спрацювання (АПВ) і при обробці сигналу від оператора. Тобто, якщо прапорець F встановлено в «1», то раніше було виявлено КЗ і очікується сигнал від АПВ або оператора. Він потрібен для того, щоб не псувати інформацію про вже виявлене КЗ.

8. R2 порівнюється з найменшою константою (константа №1 – нижня границя швидкості падіння напруги при дальньому КЗ). Значення R2 більше першої константи свідчить про виявлення КЗ на фідері і відбувається перехід до блоку №9, інакше до блоку №3.

9. Подається сигнал на схему спрацювання ШВ.

10-14. Порівнюється R2 з нижніми границями значень швидкостей падіння напруги на фідері при середньому та близькому КЗ і подається сигнал на відповідний індикатор.

15. Встановлення прапорця F в «1» (відбулось КЗ).

Для того, щоб захистити пристрій, що розробляється, від високої напруги необхідно відділити блок обробки інформації від блоку зчитування інформації за допомогою гальванічної розв’язки.

Також вона має передавати інформацію з мінімальною нелінійністю і бути достатньо швидкою для вирішення даної проблеми. Тому, краще використовувати гальванічну розв’язку на базі оптронів. Авторами було обрано мікросхему HCNR200 фірми AvagoTechnologies.

HCNR 200 – високо-лінійний аналоговий оптрон, що складається з високоякісного AlGaAs світлодіодного випромінювача і двох близько розташованих фотодіодів. Вхід фотодіода може використовуватися для відстеження та стабілізації оптичної потужності світлодіода. В результаті чого, практично усувається нелінійність і межі параметрів світлодіода. Струм на виході фотодіода лінійно залежить від потужності випромінювання світлодіода. HCNR200 може використовуватися як гальванічна розв’язка аналогових сигналів в різних додатках, що вимагають високого рівня стабільності і лінійності, широку смугу пропускання і низьку вартість вирішень поставленої задачі. HCNR200 забезпечує максимальну гнучкість використання і, залежно від схемного рішення, може працювати в різних режимах, включаючи: уніполярний; біполярний, AC; DC, інверсний; не інверсний.

Основні характеристики даної мікросхеми такі: наднизька нелінійність – 0,25%; полоса пропускання 0...1,5 МГц; напруга пробою 5000 В.

За допомогою спеціальної програми моделювання було виявлено, що дана схема має відхилення вихідної напруги від вхідної.

Для того, щоб зменшити дане відхилення, було прийнято рішення використати модифіковану схему рис. 3.

Рис. 3. Модифікована схема підключення

Обрана нами схема спряження і гальванічної розв’язки задовольняє умови по точності та швидкодії передачі рівня фідерної напруги.

Для точності розпізнавання напруги АЦП має перетворювати інформацію мінімум в 12-розрядний вид, краще в 16-розрядний. Також для якісного реагування він має бути достатньо

швидкісним, мінімум 50000 перетворювань/сек. Обрана мікросхема має працювати в достатньо широкому температурному діапазоні.

Для реалізації цієї задачі було обрано АЦП MAX1165 фірми Maxim. 16-ти розрядний, економічний АЦП послідовного наближення має функцію автоматичного відключення, вбудований тактовий генератор, що налаштовується на стадії виробництва. Інтегральна схема має напругу живлення аналогової частини 4,75…5,25 В і цифрової частини 2,7…5,25 В. Може працювати з вбудованим (4,096 В), або із зовнішнім джерелом опорної напруги (ДОН).

Інтегральна схема MAX1165 споживає струм, всього 1,8 мА, при швидкості вибірки 165 Квибірок/с при використанні зовнішньогоДОН і 2,7 мА - з вбудованим ДОН. Функція автовідключення AutoShutdown™ скорочує споживаний струм до 0,1 мА при 10 Квибірок/с. Відмінні динамічні характеристики і низьке енергоспоживання при малих габаритах роблять MAX1165 кращим вибором для пристроїв з високими вимогами до рівня енергоспоживання і габаритними характеристиками.

16-ти розрядна версія MAX1165 випускається в корпусі 28-pin TSSOP, з температурним діапазоном -40…+85 °C.

Процесорний пристрій має бути достатньо швидкодіючим для того, щоб дозволяти отримувати і обробляти вхідні дані (переведений в цифровий шістнадцятирозрядний вигляд рівень напруги фідера) та видавати реакцію на них кожні 6,1 мкс. Цей час пов’язаний з тим, що час перетворення АЦП в найшвидшому режимі становить 6,1 мкс.

В нього має бути достатньо портів вводу/виводу інформації для того, щоб прийняти 16 розрядів від АЦП, видати 3 сигнали на індикацію, 1 сигнал на схему ШВ, прийняти сигнал від диспетчера і від АПВ на ТП. Також він має працювати в достатньо широкому температурному діапазоні.

В якості процесорного пристрою було обрано мікроконтролер ATmega8515 в корпусі PDIP 40.

ATmega8515- економічний 8-розрядний мікроконтролер, заснований на посиленій AVR RISC архітектурі. ATmega8515 забезпечує продуктивність 1 млн. операцій в секунду на 1 МГц синхронізації за рахунок виконання більшості інструкцій за один машинний цикл і дозволяє оптимізувати споживання енергії за рахунок зміни частоти синхронізації.

AVR ядро об’єднує багатий набір іструкцій з 32 робочими регістрами загального призначення. Усі 32 регістри безпосередньо підключені до АЛУ (арифметико-логічний пристрій), що дозволяє вказувати два регістри в одній інструкції і виконати її за один цикл. Дана архітектура має більшу ефективність коду і в 10 разів більшу продуктивність в порівнянні з CISC мікроконтролерами.

ATmega8515 володіє наступними можливостями: 8 Кбайт внутрішньо схемної програмованої флеш-пам’яті з можливістю читання під час запису, 512 байт ЕППЗУ, 512 байт статичного ОЗУ, зовнішній інтерфейс пам’яті, 35 ліній введення-виведення, 32 робочих регістри загального призначення, два універсальних таймера-лічильника з режимами компаратора, внутрішні та зовнішні запити на переривання, послідовний програмований УСАПП, програмований сторожовий таймер з внутрішнім генератором, послідовний порт SPI і три програмних режими управління енергоспоживанням. Режим холостого ходу (Idle) зупиняє ЦПУ, але залишає в роботі статичне ОЗУ, таймери-лічильники, порт SPI і систему переривань. Режим зниженого споживання (Power-down) зберігає вміст регістрів, але зупиняє генератор, вимикає всі вбудовані функції до появи наступного запиту на переривання або аппаратного скидання. У черговому режимі (Standby) генератор на кварцовому резонаторі запущений, а інша частина відключена. Даний режим дозволяє реалізувати швидкий запуск в комбінації з малим споживанням.

Пристрій випускається за розробленою Atmel технологією енергонезалежної пам’яті високої ємності. Вбудована ISP флеш-пам’ять може внутрішньосхемно перепрограмовуватися через послідовний інтерфейс SPI, звичайним програматором енергонезалежної пам’яті або

запущеною програмою в секторі початкового завантаження AVR ядра. Програма в секторі початкового завантаження може використовувати будь-який інтерфейс для запису програми. Програма в секторі початкового завантаження виконується навіть при оновленні флеш-пам'яті програми, забезпечуючи дійсну можливість читання під час запису. За рахунок комбінування 8-розрядного RISC ЦПЕ з внутрішньосхемною самопрограмуючою флеш-пам'яттю на одному кристалі, дозволило ATmega8515 бути потужним мікроконтролером, що забезпечує високу універсальність і володіє низькою вартістю, що робить його застосування ідеальним для побудови вбудованих систем управління.

При підключенні до входів синхронізації кварцового резонатора з частотою видачі сигналів 16 МГц він встигає отримувати, обробляти і реагувати на вхідну інформацію (напруга фідера) з достатньою швидкістю. Температурний режим роботи обраної мікросхеми -40...+85 ºС.

Функціональна схема зображена на рис. 4. В якості центрального процесорного елементу було обрано мікроконтролер Atmega8515. Також в ньому знаходиться оперативно запам'ятовуючий пристрій і таймер-лічильник.

Порт PA налаштований на прийом інформації. До нього підключено старші вісім розрядів (D8-D15) від АЦП. Порт PB налаштовано на видачу інформації. До нього підключено сигнали до трьох індикаторів (розряди PB0-PB2), також підключено сигнал до ШВ (розряд PB7). Порт PC налаштовано на прийом інформації. До нього підключено молодші вісім розрядів (D0-D7) від АЦП.Розряд 6 порта PD (PD6/WR#) використовується для видачі сигналу RD/C# (видача на шину даних, перетворення напруги в цифрову форму). Він подається на вхід АЦП (RD/C#).

До входів XTAL1, XTAL2 під'єднано кварцовий резонатор. До входу переривання INT0 підключено сигнал спрацьовування АПВ. До входу переривання INT1 підключено сигнал від оператора (скидання індикації). Напруга знята з фідера проходить через пристрій спряження і гальванічної розв'язки і подається на вхід Ain АЦП.

Для того, щоб приймати сигнали на входи переривань мікроконтролера, в ньому треба задати слова налаштування.

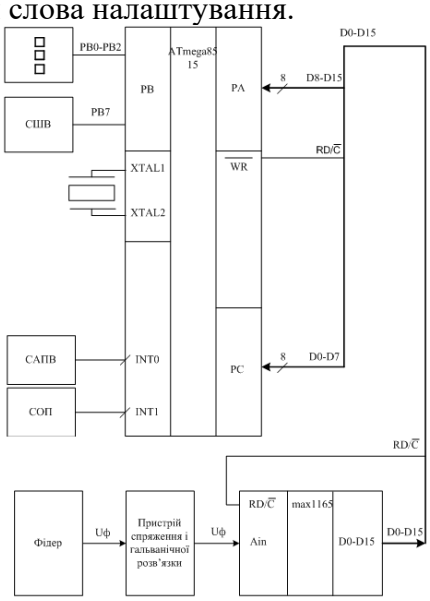


Рис. 4 Функціональна схема розроблюваного пристрою

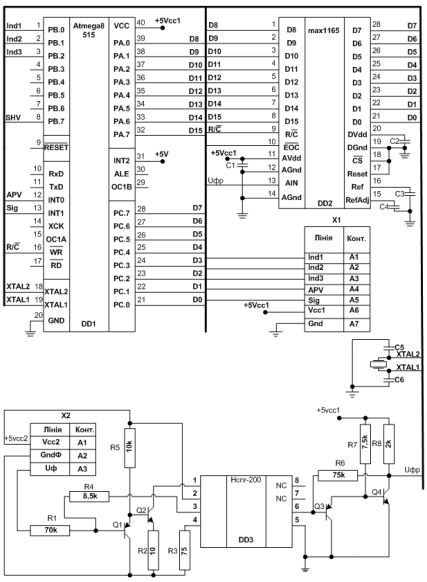


Рис. 5 Принципова схема розроблюваного пристрою

Налаштування маски переривань: регістр GICR

0 - не підтверджується переміщення вектора переривань в початок пам’яті;
1 - заборона переміщення вектора переривань в початок пам’яті;
2, 3, 4 - не використовується;
5 - заборона переривання INT2;
6 - дозвіл переривання INT0;
7 - дозвіл переривання INT1.
Налаштування режиму спрацьовування переривань: регістр MCUCR

1,0 – режим спрацювання по фронту сигналу INT0;
3,2 – режим спрацювання по фронту сигналу INT1;
4, 5 – не використовується режим SLEEP;
6 – не використовується зовнішня пам’ять;
7 –вимкнення альтернативних функцій входів (RD, WR, ALE).

Принципова схема пристрою зображена на рис 5. Для забезпечення частоти мікроконтролера, на схемі підключено кварцовий резонатор, з вдома конденсаторами ємністю 16 пФ.

На схемі зображений роз’єми X1, X2. До роз’єму X1 під’єднано вхід живленняVCC1, вхід заземлення GND, три виходи сигналів індикації, вхід сигналу від АПВ, вхід сигналу від оператора.

До роз’єму X2 під’єднано окремий вхід живлення VCC2, який подається для живлення вхідної частини схеми спряження і гальванічної розв’язки. Також до нього підключені дві лінії для зняття напруги з фідера ($U_Ф$ і GND), які подаються на вхідну частину схеми спряження і гальванічної розв’язки.

Для забезпечення стійкості пристрою від електромагнітних полів на, його потрібно помістити в металевий заземлений короб. Високовольтна частина (виділена пунктиром на схемі), має знаходитись окремо від основної частини прийняття та процесорної обробки інформації. Лінія $U_{фр}$ має підходити до процесорної частини пристрою в екранованому дроті.

Знаючи номінальні значення падіння напруги при близькому, середньому та дальньому короткому замикання, можна розрахувати номінальні значення цих швидкостей в цифровому вигляді.

Приймаючи до уваги те, що напруга фідера 4000 В подається на вхід пристрою перетвореною за допомогою подільника напруги буде рівною 5В, можна розрахувати номінальні значення швидкостей падіння напруги в 5-ти вольтовому еквіваленті. Ці швидкості для наступних видів КЗ становлять: близьке– 2,5-5В/мс; середнє – 1,25-2,49В/мс; дальнє– 0,5-1,24В/мс.

Опираючись на технічні характеристики обраної схеми спряження і гальванічної розв’язки і результати моделювання її роботи, можна зазначити, що схема передає значення напруги в діапазоні 0-5 В у вигляді 0,1102-4,8639 В.

Знаючи це, можна розрахувати відповідні номінальні значення швидкостей падіння напруги в 5-ти вольтовому еквіваленті після проходження напруги через схему спряження і гальванічної розв’язки: близьке КЗ – 2,4319-4,8639 В/мс; середнє КЗ – 1,2159-2,4318 В/мс; дальнє КЗ – 0,4863-1,2158 В/мс.

Також знаючи технічні показники до обраного АЦП, можна зазначити, що так як він 16 розрядний – опорну напругу в 5,3 В він перетворить в максимальне значення 65535. Діленням

максимальної напруги (5,3 В) на максимальне 16 розрядне число 65535 розраховується значення зміни напруги для зміни числа в цифровій формі на 1. Це число становить 0,0000808728В.

Далі методом ділення номінальних значень швидкостей напруги на це число, можна розрахувати ці границі в цифровій формі за проміжок часу 1 мс: близьке КЗ – 30071-65535; середнє КЗ –15035-30070; дальнє КЗ – 9021-15034.

Програма, розроблена авторами забезпечує зчитування 8 поточних значень напруги фідера і розраховує їх середнє. Методом експериментального моделювання запуску програмного коду в середовищі AVRStudio 4 було підраховано час виконання вище сказаного середнього значення. Цей час становить 52мкс.

Ці середні значення зміни напруги на фідері використовуються в програмі для виявлення КЗ та визначення місця його виникнення.

Розроблений пристрій призначений для: аналізує напругу фідера, визначає, що сталося коротке замикання; визначає зону його виникнення, видає інформацію про нього на індикатори; подає сигнал на схему спрацювання ШВ.

Вище описані функції виконуються лише за 104 мкс, що є достатньо значним показником швидкості реагування на виникнення даної аварійної ситуації.

Тобто вимикання аварійного режиму буде здійснено при невеликих значеннях струму, що дає можливість відключати фідера при менш енергетичнонапруженому стані.

REFERENCES

[1] Костін, М. О. Релейний мікропроцесорний захист системи тягового електропостачання, оснований на новому ознаку. 1. Теорія роботи. [Текст] / М.О. Костін, П.Є. Михаліченко // Вісник ДНУЗТ. – 2011. – Вип. 37. – С. 96-100.

[2] Михаліченко, П. Є. Нові принципи побудови системи фідерного захисту та інформаційних систем тягового електропостачання постійного струму [Текст] / П. Є. Михаліченко, М. О. Костін// Залізничний транспорт України. – 2012. – № 1. – С. 57-61.

Microprocessor Protection System, Which Values Velocity Of The Feeder Voltage

Pavlo Mykhalichenko Subotina Olena

Text of the annotation. In the article it is offered chart of the system of defence, found on a new sign of determination of malfunction of the system of hauling traction of direct current, namely, speed of diminishment of tension of fydera of hauling substation. The considered sign allows to determine the type of short circuit.

Keywords: short circuit; tension of fydera; speed of change of fydera.

Секція 7. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ НА ЗАХИСТІ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

УДК 519.08

ЗАСТОСУВАННЯ КОГНІТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ

Чернова Л.С. [1], Журавель А.В.[2]

[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

19chls92@gmail.com

[2]магістрант кафедри управління проектами Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

nukannazhuravel@gmail.com

Аннотація. У статті описано когнітивне моделювання в управлінні проектами. Розібрано когнітивний аналіз та його зміст. Розглянуто суть когнітивної системи, а в якості когнітивної моделі представлено та описано приклад когнітивної карти, принципи її побудови та застосування.

Ключові слова: когнітивне управління, когнітивний аналіз, когнітивні системи, когнітивні карти

В останні роки став активно розвиватися когнітивний підхід, під яким розуміється вирішення традиційних для дослідницької науки проблем методами, що враховують когнітивні аспекти у процесах сприйняття, мислення, пізнання, пояснення та розуміння. Цей підхід акцентує увагу на процесах представлення знань, їх зберігання, обробки, інтерпретації та створення нових знань.

У сучасних умовах методологія когнітивного моделювання розвивається у напрямі вдосконалення апарату аналізу та моделювання ситуацій. Теоретичні досягнення когнітивного аналізу стали основою створення комп'ютерних систем, орієнтованих на рішення прикладних завдань у сфері управління проектами[1].

Когнітивний аналіз розглядається як один з найбільш потужних інструментів дослідження нестабільного та слабоструктурованого середовища[2]. Він сприяє кращому розумінню існуючих у середовищі проблем, виявленню протиріч і якісному аналізу протікаючих процесів. Когнітивний аналіз складається з кількох етапів, на кожному з яких реалізується певне завдання. Послідовне вирішення цих завдань призводить до досягнення головної мети когнітивного аналізу.

Когнітивне моделювання призначене для структуризації, аналізу та прийняття управлінських рішень у складних і невизначених ситуаціях (геополітичних, внутрішньополітичних, військових тощо), за відсутності кількісної чи статистичної інформації про процеси, що відбуваються в таких ситуаціях. Когнітивне моделювання сприяє кращому розумінню проблемної ситуації, виявленню протиріч та якісному аналізу системи. Мета моделювання полягає у формуванні та уточненні гіпотези про функціонування досліджуваного проекта, що розглядається як складна система, яка складається з окремих, але все ж таки пов'язаних між собою елементів і підсистем.

Когнітивна система – це структурована, логічно описана чи формалізована модель слабоструктурованої системи, запропонованої для когнітивного аналізу[3]. Побудова когнітивної системи включає аналіз режимів її роботи, аналіз довкілля, де вона функціонує. Виділяють зовнішні та внутрішні параметри когнітивної системи. Зовнішні параметри характеризують властивості довкілля. Їх позначають їх вектором $X= (x_1, x_2,..., x_n)$. Внутрішні параметри характеризують властивості окремих елементів системи, їх позначають вектором $Z= (z_1, z_2 , …., z_r)$. Сукупність зовнішніх та внутрішніх параметрів утворює вхідні параметри. Величини, що характеризують властивості когнітивної системи, називають вихідними параметрами. Їх позначають вектором $Y= (y_1, y_2,..., y_t)$.

Сукупності, що виражають залежність між вхідними та вихідними параметрами, вважають математичним описом когнітивної системи:

$$Y=F(X, Z,) \quad (1)$$

Вираз (1) є нечітким відношенням між двома множинами параметрів A=(X, Z) і Y. Основним методом при побудові когнітивної системи часто вважають метод модифікованої ієрархії. Кожному рівню ієрархії відповідають свої моделі. Наведемо алгоритм комплексного ієрархічного підходу до побудови когнітивної системи:

1. Визначається кількість рівнів ієрархії у когнітивній системі.
2. Визначаються основні критерії кожного рівня.
3. Встановлюються початкові стани компонентів когнітивної системи та вхідні значення параметрів, що визначають ініціалізацію подій, встановлюється початкове значення часу моделювання $t=t_0$.
4. Будуються структурні, евристичні, імітаційні та еволюційні моделі.
5. Задається шкала нечітких умов та вибирається шлях моделювання.
6. Перевіряється логіка здійсненності всіх подій у всіх рівнях ієрархії в когнітивній системі.
7. Будується список подій L_c, для яких є виконаними умови ініціалізації.
8. Якщо список L_c порожній, то здійснюється перехід до пункту 9. Інакше управління передається до виконання процедури обслуговування першої події з L_c. Проводиться модифікація часу здійснення даної події у майбутньому і вона виключається зі списку. Перехід до пункту 6.
9. У списку запланованих подій знаходиться подія з мінімальним часом ініціалізації та коригується час, який належить рівним цьому моменту часу.
10. Визначається комплексний критерій усієї когнітивної системи.
11. Перевіряється умова закінчення комплексного моделювання. Якщо вона не виконується, робимо перехід до пункту 6.

Однією з найпоширеніших когнітивних моделей є когнітивна карта.

Вона застосовується при когнітивному моделюванні складних ситуацій. Когнітивна карта– це вид математичної моделі, представленої у вигляді графа, що дозволяє описувати суб'єктивне сприйняття людиною чи групою людей будь-якого складного об'єкту, проблеми чи функціонування системи. Когнітивна карта призначена для виявлення структури причинних зв'язків між елементами системи, складного об'єкта, складовими проблеми тощо та оцінки наслідків, що відбуваються під впливом на ці елементи або зміни характеру зв'язків.

Розглянемо умовну модель продажів для підприємства (рис. 1). Тут вершини графа – це чинники ситуації, а дуги- причинно-наслідкові відносини поміж них. Знак плюс на дугах між вершинами-факторами означає, що збільшення значення фактора-причини призводить до збільшення фактора-наслідку, а знак мінус – збільшення значення фактора-причини зменшує значення фактора-наслідку. Когнітивна карта відображає функціональну структуру ситуації, що аналізується, оскільки зміна значення фактора ситуації призводить до виникнення "фронту" зміни значень, пов'язаних з ним факторів. Цей фронт змін називається імпульсним процесом у когнітивній карті та дозволяє отримувати прогнози розвитку ситуацій. Врахування

всіх цих обставин вимагає переходу на наступний рівень структуризації інформації, тобто до когнітивної моделі інформаційної ситуації. Існують різні проблеми побудови когнітивної моделі, труднощі викликає виявлення факторів; виділення суттєвих та другорядних факторів; ранжування факторів; виявлення ступеня взаємовпливу факторів.

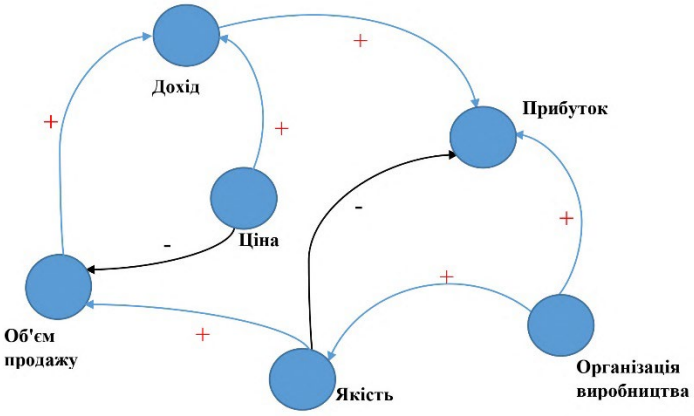


Рис. 1. Когнітивна карта продажів на умовному підприємстві

Сутність когнітивного управління полягає в тому, щоб допомогти експерту розробити найбільш ефективну стратегію управління, ґрунтуючись на своєму досвіді та, головне, на впорядкованому та верифікованому знанні про об'єкт управління. Сфера застосування когнітивного управління постійно розширюється. Зрештою, це завдання інформаційної стійкості систем, держав, співтовариств; сімей, як середньостатистичного елемента цих угруповань, і моделювання поведінки людини як складноорганізованої біосистеми. На наш погляд перспективним напрямом є розвиток ентропійного підходу для оцінки та структурування інформації, що застосовується при когнітивному управлінні.

ЛІТЕРАТУРА.

[1]. Tsvetkov V. Ya., Lobanov A. A. Big Data as Information Barrier // European Researcher, 2014, Vol. (78), № 7-1, P. 1237-1242

[2]. Прангішвілі І. Про ефективність управління складними соціально-економічними системами // Суспільство та економіка. 2005. №.9. С. 125-134.

[3]. Hung S. Y. Expert versus novice use of the executive support systems: an empirical study //Information & Management. 2003. Т. 40. №. 3. С. 177-189.

Statement of cognitive modeling in project management

Chernova Liubava Sergeevna, Zhuravel Anna Vladimirovna
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The article describes cognitive modeling in project management. Cognitive analysis and its content are analyzed. The essence of the cognitive system is considered, and developed cognitive map is chosen and described as a cognitive model, the method of its construction and application.

Key words: cognitive management, cognitive analysis, cognitive systems, project management, cognitive maps

УДК 004.91:614.2

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ Е-МЕНЕДЖМЕНТУ СПЕЦІАЛІЗОВАННИХ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Гусєва-Божаткіна В.А.[1], Стригуль С.Г.[2]
ст.викладач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем,[1]
здобувач другого ступеня вищої освіти 6431мз
Медичний директор КНП «Миколаївського регіонального фтизіопульмонологічного медичного центру» МОР[2],
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв,Україна
GusevaBozh@meta.ua, stryhulsvitlana@gmail.com[2]

Анотація. Проаналізовано сучасний стан та перспективи розвитку е-менеджменту спеціалізованних закладів сфери охорони здоров'я в Україні. Визначено роль ІТ-моніторингових систем е-менеджменту в спеціалізованних закладах охорони здоров'я у забезпеченні можливості ефективного функціонування, наданні якісних медичних послуг населенню. Визначено, що серед ключових стратегічних пріоритетів розвитку сфери охорони здоров'я є забезпечення якості менеджменту медичних послуг з одночасним гарантуванням їх доступності всім верствам населення.

Ключові слова: сфера охорони здоров'я; е-менеджмент; спеціалізовані заклади сфери охорони здоров'я; ІТ-моніторингові системи

Вступна частина. Досвід передових країн світу свідчить, що в разі наявності неефективного управління процесами охорони здоров'я, економіка країни виявляється не спроможною розв'язати гострі проблеми суспільства. Саме тому, питання стану охорони здоров'я, державного регулювання даної сфери, впровадження в їх практичну діяльність інноваційних рішень та підходів вимагають нових науково-обґрунтованих рекомендацій.

Сфера охорони здоров'я є однією з провідних сфер національної економіки, ефективне функціонування якої дає змогу забезпечити здоров'я нації, національну економічну безпеку та національні економічні інтереси. Проте, розвиток відносин у сфері охорони здоров'я протягом останніх років не можна назвати стабільним, що обумовлено відсутністю дієвих форм державного регулювання сфери. У відповідності до статті 49 Конституції України обов'язком держави є забезпечення права громадян на охорону здоров'я шляхом використання всіх засобів державного регулювання сфери. **[1]**

Метою дослідження є виявлення завдань ефективного е-менеджменту в спеціалізованих закладах охорони здоров'я та проблем, що виникають у процесі його впровадження, зокрема формування інтегрованої компетентності майбутніх керівників цієї галузі.

Основна частина. Першочерговим стратегічним пріоритетом розвитку сфери охорони здоров'я в сучасних умах, на нашу думку, є збереження персоналу та підвищення його кваліфікації, що зумовлено багатьма причинами. Інновації на спрямованість та інтенсивний розвиток процесів стандартизації в сфері охорони здоров'я забезпечують розуміння якості медичних послуг з позиції відповідності стандартам. Якість функціонування сфери охорони здоров'я забезпечується синергетичним ефектом можливості використання висококваліфікованим персоналом сучасного медичного обладнання та інформацйних технологій. Саме таке поєднання дозволяє отримувати максимальні результати спрямовані на вчасне діагностування, попередження, а також призначення ефективного лікування можливих хвороб.

Поглиблення глобалізаційних процесів протягом багатьох останніх років спричинило наявність істотних взаємозалежностей у процесі організації економічних і фінансових відносин багатьох країн світу, окремими секторами національних економік, що в умовах військових дій на території нашої країни, а також світової пандемії COVID-19 виступило своєрідним каталізатором виникнення та поглиблення економічних криз **[4].**

У 2017 році Президентом України було підписано прийняті Верховною Радою України закони, які започаткували реформу СОЗ в Україні. Серйозні перетворення в цій галузі, насамперед набуття автономності закладами в адміністративній діяльності, можливість залучення коштів із різних джерел, зумовлюють необхідність ефективного менеджменту медичних організацій. **[2].**

Процес удосконалення системи управління якістю у галузі охорони здоров'я повинен бути врахований в аспектах стратегічного управління медичною сферою.

Потреба в ефективному е-менеджменті в спеціалізованних закладах охорони здоров'я сьогодні є надзвичайно високою, проте його розвиток та впровадження ускладнений такими основними причинами **[5]:** недостатній рівень компетентності управлінських кадрів спеціалізованних закладів охорони здоров'я; відсутність спеціальної освіти у сфері управління в керівників закладів охорони здоров'я; небажання управлінських кадрів та персоналу розвиватися й запроваджувати нові технології управління; обмеженість фінансових ресурсів; обмеженість організаційних ресурсів; нерозвиненість корпоративної культури закладів охорони здоров'я державного сектору; стагнація галузі охорони здоров'я України; прогалини в нормативно-правовому полі.

Для ефективного е-менеджменту якістю медичних послуг необхідна своєчасна, об'єктивна, неупереджена та обґрунтована інформація про зміни, які відбуваються в процесі надання медичних послуг, що підтверджує доцільність застосування інструменту системи стратегічного управління в спеціалізоанних закладах охорони здоров'я – ІТ-моніторингу якості медичних послуг.

ІТ-моніторинг в управлінні процесами надання медичних послуг в спеціалізованних закладах охорони здоров'я забезпечує необхідною інформацією систему, яка сприяє прийняттю ефективних стратегічних управлінських рішень в медичніи сфері. Роль і значення ІТ-моніторингу для системи управління якості медичних послуг у сучасних умовах розглядається управлінцями як система контролю за стандартизованими та фактично досягнутими результатами процесу надання медичних послуг. Тому необхідність проведення інноваційного ІТ-моніторингу процесу надання медичних послуг визначається системою стратегічного управління закладами медичної сфери. [**3]**

Витрати на систему е-менеджменту в спеціалізованних закладах охорони здоров'я продовжують рости більш високими темпами, ніж загальний рівень доходів по всьому світу, що пояснюється, впровадженням інноваційних технологій і зростаючими запитами пацієнтів.

Використання ІТ-моніторингових систем е-менеджменту в спеціалізованних закладах охорони здоров'я дозволяє об'єднати в одному веб-інструменті усі відповідні цифрові дані для управління на різних рівнях, а також надання необхідної інформації в онлайн-режимі на будь-якому рівні з метою прийняття термінових рішень та епідеміологічного контролю в ситуаціях, де потрібне міттєве втручання. Систему е-менеджменту можна використовувати як електронну інформаційну та статістичну систему, що з'єднує центральний підрозділ, де здійснюється контроль із лікувальними установами на місцях. Користувачі будуть застосовувати ІТ-моніторингові системи відповідно до процедур, запроваджених у спеціалізованних лікувальних підрозділах, та згідно із затвердженими національними нормативами цей інструмент можна застосовувати для збирання й аналізу даних та складання звітів, що стосуються широкого кола питань.

Висновки. Вирішення глобального питання, пов'язаного із забезпеченням якісного нового підходу до е-менеджменту спеціалізованних закладів охорони здоров'я, дасть змогу

забезпечити збереження людського капіталу, сприятиме накопиченню трудового потенціалу, зменшить соціальне навантаження на бюджети відповідних рівнів, сформує фундамент для посилення конкурентоспроможності національної економіки та зростання рівня життя суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

[1]Забаштанський, М. М. Світовий досвід державного регулювання сфери охорони здоров'я / М. М. Забаштанський, Д. М. Драгунов, Ю. М. Ридзель, С. М. Журман // Науковий вісник Полісся. – 2019. - № 2 (18). – С. 15-21

[2]Поляк К.Ю., Поліщук О.Ю. Менеджмент організацій охорони здоров'я України Інфраструктура ринку Випуск 58. 2021 стор. 62-65 DOI: https://doi.org/10.32843/infrastruct58-12

[3]Рогачевський , О. П. Теоретичні аспекти стратегічного управління якістю медичних послуг / Олександр Петрович Рогачевськии // // Украї нськии журнал прикладної економіки. – 2020. – Том 5. – № 4. – С. 282 – 291

[4]Роговий А., Дубина М., Забаштанська Т. Стратегічні пріоритети розвитку сфери охорони здоров'я в Україні: фінансові аспекти Проблеми і перспективи економіки та управління № 3(23), 2020, стор. 158-165DOI: 10.25140/2411-5215-2020-3(23)-158-165

[5]Сафонов Ю.М., Борщ В.І. Стратегічний менеджмент закладів охорони здоров'я: загальні принципи та особливості застосування в галузі охорони здоров'я України. Актуальні проблеми економіки. 2019. № 8(218) с. 62-69

Prospects for the development of e-management of specialized healthcare institutions

Guseva-Bozhatksna V.A.[1], Stryhul S.G.[2]
senior lecturer of the department of software of automated systems[1],
second degree holder of higher education 6431 mpt[2]
Medical Director of the PNE "Mykolaiv Regional Phthisiopulmonary Medical Center" MRC[2]
National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

The current state and prospects for the development of e-management of specialized healthcare institutions in Ukraine are analyzed. The role of IT monitoring systems of e-management in specialized health care institutions in ensuring the possibility of effective functioning and providing high-quality medical services to the population is determined. It was determined that among the key strategic priorities of the development of the health care sector is ensuring the quality of the management of medical services while guaranteeing their availability to all segments of the population.

Keywords: health care sphere; e-management; specialized healthcare institutions; IT monitoring systems

УДК: 378.662.147:53

СУЧАСНА ПАРАДИГМА ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Літвінова М. Б.
доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук,
професор кафедри інформаційних технологій та фіз-мат дисциплін
Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
lmb965@gmail.com
Штанько О.Д.
кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри інформаційних технологій та фіз-мат дисциплін
Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
sadmar954@gmail.com

Анотація. Розглянуті складові парадигми застосування інформаційних технологій в ЗВО під час проведення дистанційного навчання. Описані три складові: інтелектуалізація процесів дистанційного навчання і контролю знань студентів ЗВО за рахунок створення і використання адаптивних та інтелектуальних освітніх систем; використання сучасних мобільних засобів навчання; застосування нової моделі організації освітнього процесу. Застосування цих складових у сукупності надає можливість значно осучаснити навчальний процес, підвищити його якість та гарантує забезпечення індивідуальних освітніх потреб кожного студента під час дистанційного навчання.
Ключові слова: інформаційні технології, дистанційне навчання, модель, парадигма.

Російська агресія створила небезпечні умови перебування студентів в приміщенні навчального закладу для значної частки університетів України. Тому від того, наскільки вища школа, як і вся українська освіта в цілому, зможе вдосконалити систему дистанційного навчання, найближчі роки значною мірою буде залежати якість знань майбутніх фахівців. Однак, як показує досвід, класичний підхід до он-лайн навчання, що використовувався під час пандемії, вимагає значного удосконалення. На сам перед слід розвинути парадигму застосування інформаційних технологій до рівня, що повною мірою відповідає новітнім можливостям цих технологій.

Метою роботи є представлення нової парадигми інформаційного забезпечення освітнього процесу в ЗВО під час проведення дистанційного навчання.

Класична парадигма, яка застосовується й досі, полягає у створенні "каталогу курсів", що має сенс для формалізованого навчання, і поступово втрачає актуальність для значної частини сучасного освітнього процесу. Як результат, системи E-learning, найчастіше, важко використовувати. Їх застосування вимагає багато часу та зусиль, щоб проглянути і проаналізувати тисячі курсів та іншого навчального матеріалу для відбору того, що відповідає вузькій меті предметного навчання.

Сучасна парадигма застосування інформаційних технологій під час дистанційного навчання містить наступні складові.

По-перше, це інтелектуалізація процесів дистанційного навчання і контролю знань студентів ЗВО за рахунок створення і використання адаптивних та інтелектуальних освітніх систем (від. англ. Adaptive and intelligent Web-based educational systems – AIWBES), які

сьогодні становлять певну альтернативу для традиційного підходу «просто виклади це в Інтернет» у розробці освітнього програмного забезпечення [1]. AIWBES намагаються бути більш адаптивними за допомогою побудови моделі цілей, переваг та знань для кожного окремого студента, використовуючи цю модель під час взаємодії із студентом з метою пристосування до його потреб».

По-друге, використання сучасних мобільних засобів навчання, таких як портали **TED.com** (Technology Entertainment Design - сайт конференцій, мета якого полягає в розповсюдженні новітніх наукових ідей), **Teachertube** (містить спеціальні матеріали для викладачів, згруповані за категоріями і дисциплінами), **Google videos** (сервіс пошуку різних відеоматеріалів від Google), **WiZiQ** (майданчик для проведення вебінарів) тощо, та у цілому мобільних платформ Google, YouTube, Facebook й інші мають повністю змінити систему дистанційного навчання. Їх актуальним завданням є забезпечення якісного навчання студента у будь-якому місці його знаходження (у віддаленому селищі або у іншій країні, ніж заклад освіти).

По-третє, застосування нової моделі організації освітнього процесу, яка за англомовною термінологією (Англія, Австралія, обмежено США) позначається як Learning & Development або скорочено L&D. Вимоги до можливостей L&D з боку SCONUL (Society of College, National and University Libraries - Товариства коледжів, національних і університетських бібліотек у Великобританії) є такими [2]:

1. ідентифікувати особисту потребу в інформації;
2. оцінювати поточні знання та виявляти прогалини в них;
3. будувати стратегії для пошуку інформації та даних;
4. отримувати доступ до необхідної інформації та даних;
5. можливість перегляду процесу пошуку або дослідження, порівняння та оцінки інформації та даних;
6. управління процесом організації одержаної інформації;
7. синтезування нової інформації та даних для створення нових знань та їх поширення.

Функціональні вимоги до L&D:

1. простота пошуку інформації;
2. швидкій доступ до необхідної інформації;
3. стабільність інформації (неможливість неконтрольованої зміни)
4. конфіденційність доступу;
5. безпека доступу.

Технології реалізації окреслених вимог є наступними. Технологія SCORM (Sharable Content Object Reference Model - «зразкова модель об’єкта вмісту для спільного використання» - збірник специфікацій і стандартів, розроблений для систем дистанційного навчання - Вікіпедія), яку було розроблено в 1980-х надала можливість відстежувати процес електронного навчання. На цей час такі дії здійснюються за допомогою специфікації програм X-API (або Tin Can API). Крім функціонального удосконалення вона дозволяє враховувати види навчальної активності, недоступні в SCORM: навчання за допомогою мобільних пристроїв, ігри, симуляції, очне та змішане навчання. X-API надає можливість відстежувати всю цифрову діяльність, яка відбувається у навчальному процесі, тобто повністю відстежувати весь процес навчання. До них також можна віднести технології, що створює *блокчейн*, тобто ланцюжок блоків транзакцій (англ. Blockchain, Block chain від block - блок, chain - ланцюг) - розподілена база даних, що зберігає впорядкований ланцюжок записів (так званих блоків), що постійно довшає. При цьому дані захищено від підробки та спотворення [3].

Висновки. Описано три складові, на яких базується парадигма застосування інформаційних технологій під час освітнього процесу на сучасному рівні. Розглянута парадигма надає можливість значно осучаснити навчальний процес, підвищити його якість та

гарантує забезпечення індивідуальних освітніх потреб кожного студента під час дистанційного навчання.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання : [монографія]. Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 400 с.

[2]. Літвінова М. Б., Штанько О.Д. Використання моделі L&D в інформаційному забезпеченні освітнього процесу в технічному університеті / Інженерні та освітні технології. - 2020. - Т. 8. -№ 3. С. 45-57.

[3]. *Iansiti, Marco; Lakhani, Karim R.* The Truth About Blockchain / Harvard Business Review. Harvard University. Archived *from the original on 18 January 2017.* URL: https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain

The modern paradigm of the use of information technologies during distance learning

Maryna Litvinova
Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Oleksandr Shtanko
Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract: The constituent paradigms of the use of information technologies in higher education institutions during distance learning are considered. Three components are described: intellectualization of processes of distance learning and control of knowledge of students of higher education institutions due to the creation and use of adaptive and intellectual educational systems; use of modern mobile learning tools; application of a new model of organization of the educational process. The combined use of these components provides an opportunity to significantly modernize the educational process, increase its quality, and guarantees the provision of the individual educational needs of each student during distance learning.

Key words: information technologies, distance learning, model, paradigm.

УДК 004.94

КОНЦЕПЦІЯ ВІРТУАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА МЕБЛІ НА ОСНОВІ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ

Партас В.К.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформаційних систем та технологій
Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
viktor.partas@nuos.edu.ua

Анотація. Пропонується концепція створення віртуального підприємства з виробництва меблі на основі мультіагентної системи для раціонального розподілу виробничих ресурсів і створення умов забезпечення високої якості виробів.

Ключові слова: віртуальне підприємство, інформаційні технології, мультіагентна система, програмний агент, виробництво меблі.

Наслідком кризисних явищ в економіці за останні роки стал перерозподіл долі обсягів виробництва меблі від великих підприємств до суб'єктів малого підприємництва [1,2]. Відомо, що індивідуальні замовлення є більш витратними для підприємства за рахунок неможливості оптимізації витрат у малих об'ємах, тому виробництво меблі стає збитковим.

В умовах кризиса одним з найбільш перспективним шляхом зменшення витрат є технічне та технологічне переоснащення в бік підвищення рівня механізації та автоматизації виробничих процесів, а також автоматизації управління підприємством. На багатьох підприємствах було придбано високоякісне обладнання (верстати з числовим програмним керуванням) відомих виробників, що визнані лідерами в цій галузі. Застосування такого обладнання дає можливість забезпечити високу якість виробів, підвищити продуктивність та зменшити кількість працівників, задіяних у виробництві [3].

Ще одним фактором є відкриття «економічних кордонів», в результаті чого з'явилась можливість широкого постачання якісних комплектуючих верстатів для виробництва меблі, що привело до організації безлічі малих підприємств з розробки та виробництва обладнання доволі високого класу в бюджетному варіанті.

Ці умови створили гостру конкуренцію як на ринку праці, так і на ринку виробництва. Великі підприємства, які оснащені якісним обладнанням, переходять до постачання послуг з виготовлення деталей та продажу фурнітури. З іншого боку, виробництво індивідуальної меблі залишилось на сектор дрібних підприємців, які, на базі підприємств з продажу послуг, здатні виготовляти якісні та конкурентні меблі.

Типовий бізнес-процес виконання індивідуального замовлення малим підприємством представлений на рис. 1. Видно, що після узгодження з клієнтом підприємець, який не має власних виробничих потужностей, вимушений звертатись до іншого виробництва для виготовлення деталей. В даному випадку строки виконання замовлення повністю залежать від іншого виробника.

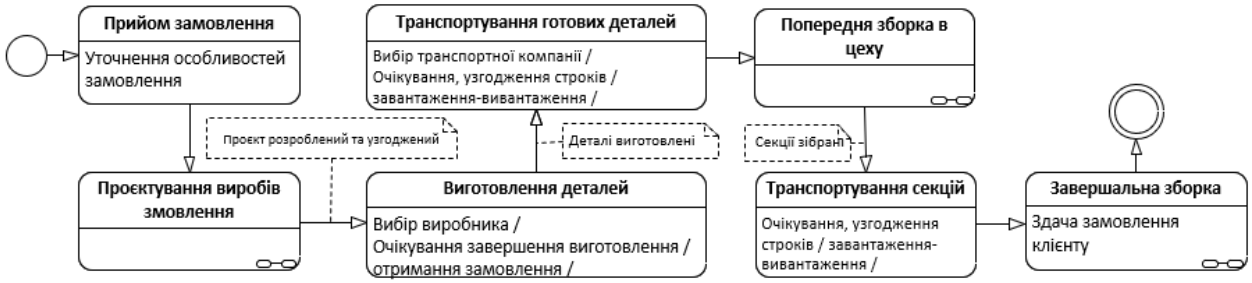


Рисунок 1. Модель процесу виготовлення індивідуального замовлення

Таким чином, при виконанні всіх етапів одним підприємством, у якого обмежені виробничі ресурси, він змушений звернутись до інших виконавців – виготовлення деталей, замовлення фурнітури, транспортування. Кожний етап супроводжується втратами часу на організацію виконання. Крім того, у прагненні скоротити строки виконання робіт, замовлення на виготовлення деталей може бути доручено підприємству, яке не може забезпечити потрібну якість.

Метою роботи є забезпечення виконання замовлень незалежно від складності виробів відповідно вимог до строків та якості з отриманням максимально-можливим прибутком.

Основна ідея щодо вирішення цієї проблеми – створення деякої предметно-орієнтованої платформи для об'єднання всіх зацікавлених сторін.

Така платформа може функціонувати як віртуальне підприємство, під яким розуміють сукупність підприємств або інших суб'єктів (агенти), організаційно і територіально не пов'язаних між собою, об'єднаних для виконання визначеного проекту [4]. Основні особливості віртуальних підприємств

– Управління віртуальним підприємством здійснюється на основі горизонтальних когнітивних зв'язків з центральним координуючим органом;

– Агенти віртуального виробництва переважно делегують для виконання проєкту лише частину власних виробничих ресурсів;

– Агенти зберігають свою суб’єктність і долучаються до виконання спільного проєкту за необхідністю.

– Інформаційна система для реєстрації агентів, збору інформації та управління бізнес-процесами.

Зрозуміло, що одне і теж підприємство здатне виконати деякі етапи робіт власними силами. Однак у складі віртуального підприємства різні агенти об’єднаються для оперативного вирішення всіх питань за найкоротший час. У цьому сенсі потрібен деякий координаційний центр або агент для координації дій всіх задіяних виконавців. Загальний бізнес-процес представляється наступним чином (рис. 2)

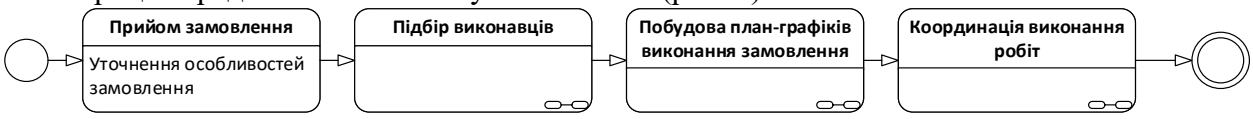


Рисунок 2. Модель бізнес процесу виконання замовлення з боку агента-координатора

Для ефективного функціонування віртуального підприємства найважливішим є використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). В багатьох дослідженнях автори ставлять використання ІКТ як одну з типових характеристик віртуального підприємства [5, 6, 7, 8] діяльність якої базується на використанні інформаційно-комунікаційних технологій. Таким чином, агенти віртуального підприємства на базі інформаційних технологій створюють систему взаємовідносин, яке відома як мультіагентна система (МАС). Найбільш цікавим є реалізація у вигляді програмних агентів – це модулі, здатні автономно виконувати поставлені їм задачі. Від звичайних комп’ютерних програм вони відрізняються мірою зворотного зв’язку із зовнішнім світом для відповідної перебудови своєї роботи.

У віртуальному підприємстві виконавці долучаються до виконання замовлень у рамках власних компетенцій [8]. Виходячи з цього, для виконання декількох замовлень потрібно долучити відповідно більшу кількість виконавців з однаковими компетенціями, а для цього потрібна своєрідна динамічна мережа партнерів, в межах якої можна оперативно обрати виконавця. Отже, потрібна відповідна розробка механізмів пошуку, оцінки, відбору, залучення та об'єднання учасників динамічної мережі.

Показник рівня компетенції агента може бути критерієм максимізації якості виконання замовлення [9]. Тобто, для збільшення якості виконання замовлення необхідно вибирати агентів з максимальним рівнем компетенції з відповідної сфери діяльності або завдання.

Для побудови віртуального підприємства з виконання замовлень на індивідуальні меблі фактично потрібні наступні типи виконавців:

– Майстри з обробки;
– Проєктувальники.
– Сервісні підприємства з виготовлення деталей.
– Транспортні підприємства.
– Майстри зі зборки меблі та монтажу у приміщеннях клієнта.

Кожен виконавець має створити програмного агента, який буде його представляти в системі управління. Агент повинен знати перелік компетентностей виконавця та його фінансову політику, а також ступень зайнятості виконавця у поточний момент часу.

Менеджер підприємства забезпечує процес переговорів з клієнтом, після чого формалізуються вимоги до виробів та реєструється замовлення. Наступні етапи виконуються програмними агентами. Менеджер повинен мати можливість втручатися в роботу інформаційної системи, однак його функції повинні бути обмежені тими, які неможливо вирішити за допомогою агентів.

У якості управляючих агентів пропонується використати двох агентів: агент-лідер і агент-менеджер. Агент-лідер призначений для вибору виконавців через спілкування з

агентами виконавців. Цей агент починає працювати тоді, коли з'являється нове замовлення. Він може бути завантажений менеджером тільки на час вибору виконавців. Результатом роботи агента має бути розподіл завдань та розрахунок плану-графіку виконання етапів роботи.

Агент-менеджер повинен моніторити виконання етапів виконання замовлення та інформувати менеджера у випадку відхилення від план-графіку. Агенти виконавців повинні знати рівень компетенцій та фінансові можливості виконавців. Завантаження агента, налаштування та фіксація даних про виконання завдань здійснюється виконавцем.

Висновки Для управління віртуальним підприємством з виготовлення меблів пропонується застосувати мультіагентну систему з наступними властивостями:

мультіагентна система з агентом-лідером, однак лідерство – децентралізовано за функціями між двома агентами;

централізований розподіл завдань, тобто вибір виконавців та встановлення термінів роботи здійснюється централізовано агентом-лідером;

статична топологія, обумовлена фіксованої кількістю етапів виконання замовлення;

організаційна структура – коаліційна, агенти об'єднаються тимчасово для виконання замовлення, однак агенти мають можливість брати участь у різних бізнес-процесах;

частота передачі даних – дискретна, обумовлена дискретним технологічним процесом.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Державна служба статистики України http://www.ukrstat.gov.ua/

[2]. Украинская Ассоциация Мебельщиков. ИССЛЕДОВАНИЯ МЕБЕЛЬНОГО РЫНКА. - Режим доступу: https://uafm.com.ua/ru/doslidzhennya-meblevogo-rynku/

[3]. Наталія Бондаренко; Дмитро Удалих. Дослідження стану розвитку меблевої промисловості України в сучасних умовах господарювання. - Галицький економічний вісник Galician economik journal, No 1 (68) 2021 Режим доступу: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2021.01. ISSN 2409-8892.

[4]. Byrne J.A. The virtual corporation. // Business Week. 1998. – Feb.8, pp. 98-102

[5]. Берко А.Ю., Висоцька В.А. Моделі та методи проектування інформаційних систем електронної контент-комерції. // Національний університет "Львівська політехніка", 2008, № 621

[6]. Агниашвили Л.Г. Виртуальное предприятие: становление, сущность и преимущества // Вестник РУДН, серия Экономика. 2011, №1, с. 52-58

[7]. Котляров И.Д. Ведение предпринимательской деятельности в виртуальном пространстве. // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2010. №2, с.9-17

[8]. O. Wangapisit, E. Taniguchi, J. S. Teo, and A. G. Qureshi, "Multi-agent systems modelling for evaluating joint delivery systems," Procedia-Social and Behavioral Sciences, vol. 125, pp. 472–483, 2014.

[9]. C. P. Nguyen and A. J. Flueck, "Agent based restoration with distributed energy storage support in smart grids," IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 3, no. 2, pp. 1029–1038, 2012.

The concept of a virtual furniture manufacturing enterprise based on multi-agent systems

Partas Viktor, National University of Shipbuilding

Abstract: The concept of creating a virtual enterprise for the production of furniture based on a multi-agent system. The virtual enterprise provides the rational distribution of production resources and the creation of conditions for ensuring the high quality of products is proposed.

Keywords: virtual enterprise, information technology, multi-agent system, software agent, furniture production

УДК **005.8:338.28**

ІННОВАЦІЙНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У РОЗБУДОВІ СУДНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Сімутєнков І. В.
кандидат технічних наук,
головний технолог, ТОВ «СЗ «Океан», м. Миколаїв, Україна
simutenkovivan@gmail.com
Харитонов Ю. М.
доктор технічних наук, керівник навчально-наукового центру морської інфраструктури,
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна,
kharytonov888@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. Розглянуті сучасні інформаційні технології та сформована композиція (пул) ключових ІТ індустрії 4.0, які доцільно використовувати для управління проєктами в українському суднобудуванні. Показано, що використання нових інформаційних технології може вирішити проблему створення ефективної системи організації та управління верф'ю завдяки, зокрема, запозиченню «кращих практик» при впроваджені сучасних бізнес-платформ. Показано, що надання довготривалих послуг підтримки життєвого циклу судна через адаптовані інтерактивні інформаційні моделі докорінно змінює у суднобудівній промисловості України парадигму створення та експлуатації судна та являє собою нову комерційну нішу для зниження вартості володіння об'єктом експлуатації.
Ключові слова: інформаційні технології, «кращі практики», інтерактивна інформаційна модель.

Вступна частина. Суднобудівна промисловість України за періоди стагнації та війни втратила значну частину виробничих потужностей. Поточний стан підприємств, зокрема гострий дефіцит ресурсів та тотальне зношення і руйнування основних фондів, вимагає невідкладної модернізації виробництва. З метою забезпечення прогресивно зростаючого економічного ефекту оновлення виробництва має бути зосередженим на найважливіших напрямках і ґрунтуватися виключно на умовах високої фондовіддачі.

Пріоритетне значення в цьому процесі належить новітнім інформаційним технологіям (ІТ), завдяки яким значною мірою нівелюється більшість гострих проблем, що постають перед українськими суднобудівними підприємствами.

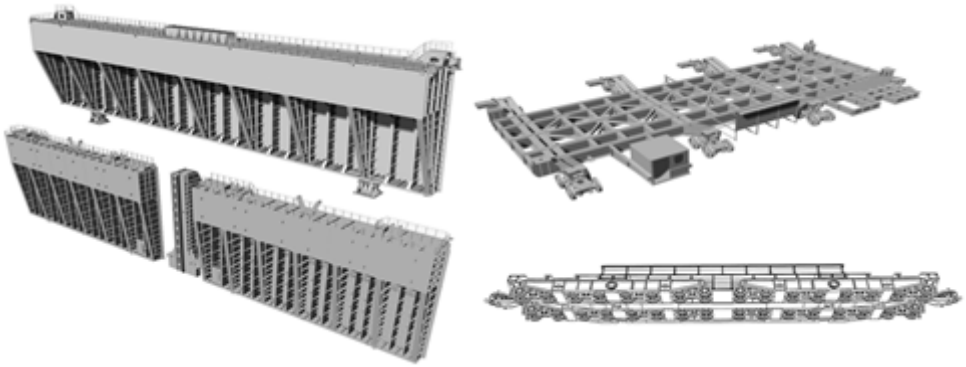
Для суттєвого зростання прибутковості, забезпечення значної кількості довгострокових замовлень підприємству потрібен вихід на світовий ринок. Для цього необхідне кардинальне підвищення рівня конкурентоспроможності підприємства, що визначає, зокрема, необхідність модернізації застарілого обладнання та перетворення систем організації та управління підприємством.

При цьому оновлення систем та алгоритмів управління у відповідності з «кращими практиками» може коштувати значно дешевше, а забезпечити навіть більший позитивний ефект, ніж найновіше обладнання, впроваджене при застарілий системи організації виробничого підприємства.

Мета дослідження: пошук шляхів підвищення рівня конкурентоспроможності суднобудівних підприємств України шляхом впровадження сучасних інформаційних технологій управління проєктами.

Основні комплекси системи підприємства, які слід враховувати при відборі ІТ, пов'язані з циклом функціонування підприємства та життєвим циклом (ЖЦ) продукту, що воно виробляє [1]. Кожному з етапів ЖЦ притаманні ключові ІТ: проєктні САПР, технології AR&VR, генеративний дизайн, 3D-сканування, технологічні САПР, платформи PLM, ПЗ аналізу дискретних подій, адитивне виробництво, кібер-фізичні системи, цифровий двійник. Основою управління ЖЦ об'єкту стає інформаційна модель (ІМ) [2]. Під об'єктом розуміється судно, процеси його проєктування, будівництва, виробничі потужності тощо. Концепція ІМ притаманна індустрії 4.0, яка у суднобудуванні отримала назву – Суднобудування 4.0 (англ., *Shipbuilding* 4.0).

З метою підвищення наочності технологічних процесів, отримання достовірних результатів імітації виробничих ситуацій та обґрунтування необхідності модернізації виробничого обладнання авторами розроблені геометрично і функціонально подібні ІМ основних елементів виробництва (будівель, споруд, обладнання), приклади яких наведені на рисунку та реалізовані на «СЗ «Океан».



а ***б***

Рисунок. Інформаційні моделі виробничих фондів: ***а*** – головний та проміжні затвори сухого доку вагою понад 900 тонн кожен; ***б*** – трансбордер та пересадочний візок вантажопідйомністю відповідно 600 та 1200 тонн

Таким чином, створена один раз інтерактивна ІМ виробництва, за умови інтегрування імітаційного моделювання процесів управління підприємства, стає основою системи прийняття рішень менеджментом, а у поєднанні з кібер-фізичними системами моніторингу, встановленими на автоматизоване обладнання, підвищує ефективність оперативного управління виробництвом в цілому. Використання аналогічних підходів на інших етапах ЖЦ фізичного об'єкту змінює способи його експлуатації та обслуговування і взагалі розбудовує всю світову індустрію. При цьому встановлюються або поглиблюються довгострокові партнерські відносини між усіма стейкхолдерами, що сприяє зниженню вартості витрат, зв'язаних з володінням та експлуатацією судна, а також з підготовкою фахівців в галузі суднобудування та судноплавства.

Умовою тотального впровадження ІМ є використання інтеграційних PLM платформ, наприклад 3DExperience [3, 4], Teamcenter [5] та інш.

Впровадження інтеграційних PLM платформ дозволяє запозичити вбудовані у них «кращі практики», а завдяки встановленню відповідних автоматизованих систем здійснюється перетворення системи управління на всіх рівнях підприємства. Таким чином відбувається трансформація системи управління проектами суднобудівного підприємства за рахунок сучасних ІТ. Послідовність впровадження системи бачиться авторам за такою схемою:

- виконати, враховуючи поточну кон'юктуру та глобальні виклики, маркетингові дослідження та розробити стратегію розвитку підприємства з використанням «кращих практик» з докладними цілями та завданнями;
- провести формалізацію та систематизацію бізнес-процесів та проєктних методик (регламенти, алгоритми), а також процедур управління підприємством;
- провести аудит наявних бізнес-процесів з урахуванням впливу технології, а також систематизованих знань (баз даних) та відібрати такі, що доцільно залишити або оновити;
- розробити дорожню карту, яка включає розробку ІМ системи підприємства, пакет відповідного ПЗ (конфігурацію) та план впровадження;
- навчання пілотної групи персоналу (3D моделювання, проєктування технологічних процесів, розробка керуючих програм, адміністрування та документообіг у PDM);
- тестування системи у пробному режимі, ліквідація зауважень і подальше впровадження у виробництво.

Але при цьому слід мати на увазі, що впровадження нових ІТ в купі з застарілими бізнес-процесами не доцільно, а усі покращення можливі, коли власник та керівництво дійсно прагнуть зростанню прибутків та розвитку підприємства.

Висновки

1. Впровадження на підприємствах сучасних інтеграційних платформ надає, разом з комплексною автоматизацією всього циклу створення судна, унікальну можливість перетворити систему управління підприємством шляхом запозичення вбудованих у платформи «кращих практик».
2. Сценарне планування функціонування верфі в інформаційній моделі (ІМ) об’єкта – судна доцільно проводити за умови інтегрування імітаційного моделювання за допомогою програмного забезпечення, що реалізує метод аналізу дискретних подій.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Сімутєнков І. В. Стратегія технічного розвітку складально-зварювального виробництва суднобудівного заводу «Океан» / І. В. Сімутєнков, С. В. Драган, Д. С. Гладченко // «Shipbuilding&Marine Infrastructure» – 2021. – № 1. – С. 51 – 62.

[2]. R. Luming, Comparing BIM in Construction with 3D Modeling
In Shipbuilding Industries: Is the Grass Greeneron the Other Side? (R. Luming, V. Singh) // IFIP International Federation for Information Processing 2016 Published by Springer International Publishing Switzerland 2016.

[3]. NAVAIS - New, Advancedand Value-Added Innovative Ships // Newsletter, March 2022, Volume 05.

[4]. Андрейчикова А. Ю. Анализ современных систем автоматизированного проектирования в машиностроении (обзор) // (А. Ю. Андрейчикова, А. Ф. Галь) Вісник НУК імені адмірала Макарова – 2013, №1.

[5]. 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.

Innovative information technologies in the development of the shipbuilding industry of Ukraine

Simutienkov Ivan Viktorovych, Kharitonov Yuri Mykolayovych, Dragan Stanislav Volodymyrovych, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Text of the annotation: Modern information technologies were analyzed, a composition (pool) of key IT industry 4.0 was formed, which should be used for project management in Ukrainian shipbuilding. It is shown that the use of new information technologies can solve the problem of creating an effective system of organization and management of the shipyard thanks to, for example, borrowing "best practices" when implementing modern business platforms. It is illustrated that the

provision of long-term ship life cycle support services through adapted interactive information models completely changes the methods of operation and maintenance in the world industry and represents a new commercial niche for reducing the cost of ownership of the object of operation.
Keywords: information technologies, "best practices", interactive information model.

УДК 629.128:67.02:651.011.42

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ПРОЄКТУВАННЯ У СУЧАСНОМУ СУДНОБУДУВАННІ

Сімутєнков І. В.
кандидат технічних наук,
головний технолог, ТОВ «СЗ «Океан», м. Миколаїв, Україна
simutenkovivan@gmail.com
Харитонов Ю. М.
доктор технічних наук, професор, керівник навчально-наукового центру морської інфраструктури, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна,
kharytonov888@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. Проаналізовано якісний вплив методів проєктування, чинників середовища функціонування, та технології виготовлення на геометрію (форму та структуру) майбутнього судна. Запропоновані перспективні напрямки використання комбінації технологій генеративного проектування та адитивного виробництва у сучасному суднобудуванні (з урахуванням поточних технологічних можливостей). Показано, що підвищення технологічності конструкцій можливо не тільки за рахунок спрощення, а і при збереженні складності форми і структури конструкції за рахунок зменшення кількості деталей (заміна мультидетальної конструкції на монодетальну) і підвищення ступеня відповідності форми і структури зовнішнім умовам експлуатації.
Ключові слова: суднобудування, генеративне проєктування, система, інформаційна модель.

Якістю рішень, прийнятих під час проєктування, визначається конкурентоспроможність майбутнього судна - вартість будівництва та експлуатації, а також економічні переваги користування. У світовій практиці, для збереження або досягнення лідерських позицій у конкурентній боротьбі, значну увагу приділяють інвестуванню у наукові дослідження та інженерні розробки, у т. ч. спрямовані на підвищення технологічності та впровадження сучасних САПР [1]. Наразі у суднобудуванні розвинутих країн САПР є основним інструментом, за допомогою якого більшість проєктних завдань розв’язуються в автоматичному режимі [2]. При цьому результатом проектування у найновітніших САПР є інформаційна модель (ІМ) об’єкта (судна).

Мета дослідження полягає: в розробці перспективних напрямків використання комбінації технологій генеративного проектування та адитивного виробництва у сучасному суднобудуванні.

Всі сучасні САПР спрямовані, в першу чергу, на ефективний дизайн, який передбачає відповідне врахування усіх чинників, що визначають цільове використання проєктованого об'єкту, тобто його експлуатаційні властивості. Більш того, відомо, що технологія виготовлення, поряд з умовами та вимогами середовища функціонування (експлуатації), також впливає на конструктивні рішення і обумовлює зовнішній вигляд та внутрішню структуру майбутнього судна (рис. 1). Так, наприклад, пристосованість об'єкта проектування – судна до умов експлуатації відображається, у більш морехідній (обтічній) формі (судна типу Axebow (див. рис.1, область 3), а до вимог виробництва (використання складально-зварювальних потокових ліній) - у збільшені відносної довжини циліндричної вставки та повноти обводів судна (судна типу RSD (на рис.1 область 2). Однак, вже у найближчому майбутньому відкриваються широкі перспективи зниження матеріалоємності, підвищення технологічності та надійності суден завдяки впровадженню в практику проектування та виробництва алгоритмів топологічної оптимізації та генеративного дизайну.Такі алгоритми вже втілені як стандартні модулі в сучасному ПЗ різних розробників (ANSYS, PTC Creo, Fusion 360), що обумовлює їх доступність. Вони надають можливості оптимізації або проектування декількох варіантів конструкції майбутнього виробу під вимоги виготовлення шляхом лиття, фрезерування, штампування, чи в будь-який інший спосіб. Використання алгоритмів топологічної оптимізації та генеративного дизайну стосовно до умов «класичного суднобудування» (з урахуванням технологічних можливостей наявного обладнання) може стати ефективним засобом зниження матеріаломісткості при збереженні або навіть зростанні потрібної надійності об'єкту проєктування.

На наш погляд, можна виділити щонайменше п'ять перспективних напрямків поєднання сучасних ІТ з виробництва та проектування задля досягнення найвищого ступеня адаптації майбутнього судна до умов середовища експлуатації:

1) генеративна оптимізація вузлів/секцій конструкцій корпусу корабля (ККК) під технологічні можливості сучасного суднобудування (див. рис.1, область 4) надає насамперед можливість виготовлення конструкцій, спроектованих за допомогою такого підходу, за собівартістю, близькою до «звичайних» конструкцій. Зокрема, перспективні варіанти технології мають базуватися на виготовленні складних монодетальних вузлів за допомогою лиття, штампування та/або адитивного виробництва (див. табл., методи 1 та 3) з подальшим інтегруванням у секції, виготовлені за допомогою автоматичного або роботизованого зварювання.

2) генеративна оптимізація усієї структури ККК під технологічні можливості сучасного суднобудування (на рис.1область 5). Технологія передбачає зменшення використання стандартних профілів, а тим більш гнутих, збільшення використання термічного різання з числовим програмним керуванням, стикування ребер не під прямим кутом (див. табл., методи 2 та 4). Зменшення маси судна досягається передусім за рахунок розташування рамних зв'язків вздовж траєкторії головних напружень, завдяки чому забезпечується потрібна загальна міцність ККК за менших витрат матеріалів

3) генеративна оптимізація форми судна з використанням поширеної у сучасному суднобудуванні прямокутної структури ККК (на рис.1область 6).

- генеративна оптимізація форми та структури судна (рис.1, область 7), як комбінація областей 5 та 6.

4) подальший розвиток концепції генеративного дизайну може вже у середньостроковій перспективі (близько 5 років) призвести до зміни парадигми проєктування – перехід від людино–машинного, заснованого на досвіді та інтуїції людини, до автоматичного багатоваріантного еволюційного, заснованого на штучному інтелекті, що генерує конструкції з інтегральними характеристиками з необхідним рівнем адаптації до цільового середовища функціонування [3] (див. рис.1, область 8).

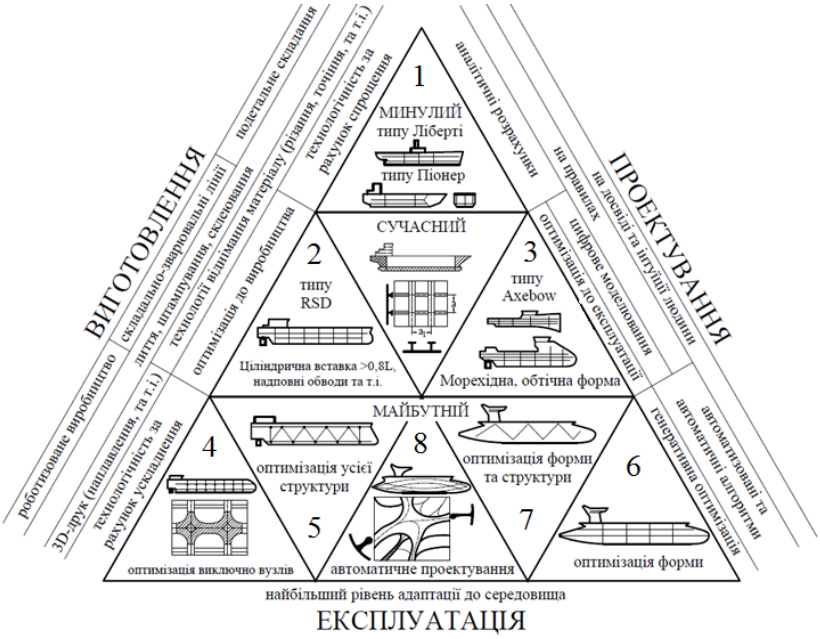


Рис.1. Якісний вплив методів проєктування, чинників середовища функціонування, та технології виготовлення на геометрію (форму та структуру) майбутнього судна

Слід зазначити, що внаслідок детального, комплексного вичерпного врахування впливів зовнішнього середовища на об’єкт (судно, що проєктується) відбудеться зниження енерго- і матеріалоємності при одночасному зростанні експлуатаційних властивостей. Ця найбільш передова концепція в області проєктування передбачає широке використання штучного інтелекту і машинного навчання, технологій аналізу великих обсягів даних, потужних засобів апаратного і ПЗ.

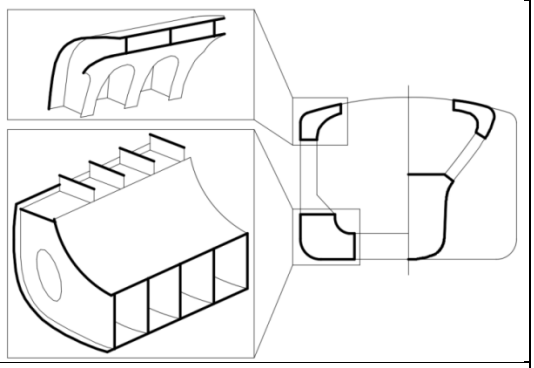
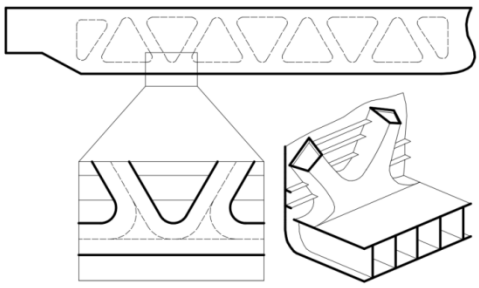
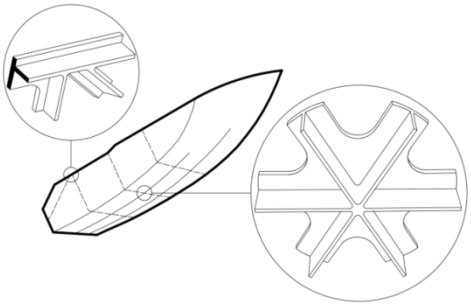
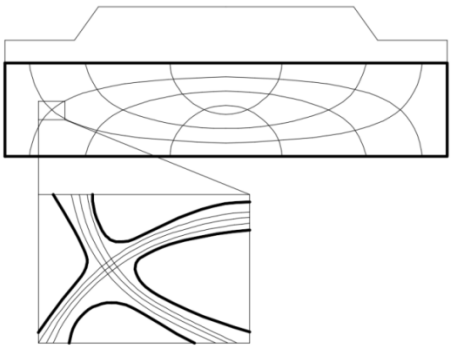
Вважаємо, що впровадження адитивного виробництва у суднобудуванні дозволить також підвищити рівень технологічності виробів (див. табл.).

Поєднання ІМ виробу та 3D-друку дозволяє змінити зазначену закономірність та забезпечити одиничне і дрібносерійне будівництво суден методами масового виробництва з гнучкою автоматизацією і роботизацією.

Організація такої виробничої структури надає можливість виготовлення з однаково високою продуктивністю деталей різної складності. Одночасно створюються умови для зниження трудомісткості виготовлення суднової конструкції в цілому, оскільки зменшується кількість деталей в ній при заміні простих деталей на складні, отримані за допомогою 3D-друку.

Таким чином, підвищення технологічності конструкцій можливо при збереженні складності форми і структури конструкції за рахунок зменшення кількості деталей (заміна мультидетальної конструкції на монодетальну) і підвищення ступеня відповідності форми і структури зовнішнім умовам експлуатації. У таких умовах виробництва більш складна за структурою і формою деталь може виявитися більш технологічною та надійною, ніж проста, особливо якщо розглядати її в контексті всього ЖЦ об’єкту.

Таблиця Перспективні сфери використання у суднобудуванні технологій 3D-друку самостійно або у поєднанні з литтям та штампуванням

Метод	Характеристика	Технологічне виконання
1	Лиття компактних вузлів та об'ємних секцій, з/без зовнішньої обшивки у 3D-друковані форми. Подальше поєднання з плоскими секціями, виготовленими з використанням автоматичного зварювання	
2	Пошарове наплавлення металевим дротом, спікання порошку, і т. ін., топологічно оптимізованої структури корпусу судна	
3	Штампування вузлів з легких сплавів, з/без зовнішньої обшивки	
4	Армування залізобетонних корпусів з оптимізацією армокаркасу відповідно до траєкторії головних напружень	

Висновки

3. Підвищити якість проєктування, скоротити строки та вартість будівництва судна потенційно дозволяє перехід від проектування, «заснованого на досвіді та інтуїції людини», до «автоматичного еволюційного», заснованого на штучному інтелекті.
4. Використання поширених алгоритмів топологічної оптимізації та генеративного дизайну у поєднанні з детальними ІМ об'єктаяк ефективних засобів підвищення технологічності у сучасному суднобудуванні (за умови еквівалентної собівартості) можливо

за шляхом розташування рамних зв'язків вздовж траєкторії головних напружень, та/або створення комбінованих (гібридних) суднових конструкцій з високим ступенем відповідності умовам експлуатації, які поєднують складні монодетальні вузли, отримані за допомогою адитивного виробництва, з плоскими секціями, виготовленими за допомогою автоматичного або роботизованого зварювання.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Young Joo Soong Research on a simulation-based ship production support system for middle-sized shipbuilding companies / InterJNavArchitOcEngng (2009) 1:70~77 URL: http://dx.doi.org/10.3744/JNAOE.2009.1.2.070.
[2]. Rosenberg, M. Bobryakov, S. Elsevier's dictionary of technical abbreviations in English and Russian. — Amsterdam: Elsevier, 2005.
[3]. Evolving embodied intelligence from materials to machines. URL: https://www.nature.com/articles/s42256-018-0009-9.

Prospects of use generative design in modern shipbuilding

Simutienkov Ivan Viktorovych, Candidate of technical sciences, Chief Technologist, LLC Ocean Shipyard,
Kharitonov Yuri Mykolayovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Dragan Stanislav Volodymyrovych, Candidate of technical sciences, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Text of the annotation: The qualitative impact of design methods, operating environment factors, and manufacturing technology on the geometry (shape and structure) of the future vessel was analyzed. Prospective directions for using a combination of generative design and additive manufacturing technologies in modern shipbuilding (taking into account current technological capabilities) are proposed.
It is shown that increasing the manufacturability of structures is possible not only due to simplification, but also while maintaining the complexity of the shape and structure of the structure by reducing the number of parts (replacing multi-detailed construction with mono-detailed construction) and increasing the degree of conformity of the shape and structure to external operating conditions.

Keywords: shipbuilding, generative design, system, information model

UDC 004.4:613.6

A MOBILE APPLICATION FOR ASSESSING THE IMPACT OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE HEALTH OF SHIP CREWS

Farionova T.A[1]., Oreikhov O.S.[2]
[1]candidate of technical sciences, associate professor of the department of software of automated systems of National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Mykolaiv, Ukraine, tetyana.farionova@nuos.edu.ua
[2]graduate student of the department of software of automated systems of National University of Shipbuilding named afterAdmiral Makarov, Mykolaiv, Ukraine, alex.nuts.default@gmail.com

Abstract. In the work, based on the analysis of the impact of ultraviolet radiation on the health of the ship's crew, the existing measures to prevent the risk of damage to human skin, the need to develop

a mobile application for forecasting the impact of UV radiation is substantiated for the health of crew members during the sea voyage . The functionality of the software is presented in the form of a diagram of use cases, and an algorithm of system behavior is developed using an activity diagram. The usage of the mobile application will allow to predict the likely impact of UV radiation on the ship's crew in conditions of restricted or without network access and special equipment depending on the location and climatic conditions, to receive personalized information based on skin type and pigmentation.
Keywords. Mobile application, UV exposure assessment, ship crew, UV index.

Introduction. Ultraviolet (UV) radiation is a form of electromagnetic radiation with wavelengths between 10 and 400 nm. The probability of such negative effects as sunburns, eye diseases, immune system suppression, premature aging, and the risk of skin cancer appears with excessive UV radiation [1, 2]. The working conditions of sailors can be attributed to work performed in the open sun. Ship crew members are exposed to significant exposure to solar radiation, receive more erythemal doses, which puts this profession at risk for the appearance of severe consequences of exposure to UV radiation. It should be noted that UV radiation has 2 variants of negative consequences: short-term - sunburns and heat strokes, and long-term - damage to vision or skin cancer, which can manifest themselves after a long time, for example in 20 or 40 or more years after the initial damage, which caused DNA mutation in skin cells [3-5]. Taking into account the specifics of the work of ship crews, there is a need to inform sailors about the risk of skin damage during the sea voyage and the risk of acquiring a dangerous disease. For this purpose, the Ultraviolet Radiation Index (UVI) [6] is used. In addition, Fitzpatrick skin type scale is actively used with the index of UV radiation. The rate of sunburn is calculated with usage of a combination of these parameters.

Special equipment may be used to determine the level of UV radiation. It will require certain qualifications and maintenance, or it can be determined by one of the empirical methods. Moving along the path of least costs, the simplest and fastest way to introduce information about the threat of sunburn and the consequences of prolonged exposure to the sun is to develop a mobile application, because everyone has a mobile phone.

Goals. The purpose of the work is to develop a mobile application for assessing the impact of ultraviolet radiation on the health of ship crews. It will help to prevent exposure of dangerous factors of ultraviolet radiation due to timely informing of crew members about dangerous conditions depending on the location and climatic conditions. App will show personalized information depending on a type of skin by its pigmentation.

Main part. It’s possible to use the empirical UV-index prediction formula for clear sky (1) developed by Michael van Wiley, Paul Forton, and Heni Kelder. [7, 8], which additionally takes into account the influence of the cloudiness factor, the albedo of the ship and the ocean. UV index radiation parameter will have the following form:

$$UVI = f(lat, lng, a, Oz) \cdot f(c) \cdot f_{alb}(ao, as). \quad (1)$$

lat - latitude, *lng* - longitude, *a* - sun position angle, Oz - ozone level in Dobson units, *f*(c) - dependency function on the cloudiness coefficient and $f_{alb}(ao, as)$ - the dependency function on the albedo of the ocean (ao) and the ship (as).

Ozone level has an inversely proportional effect on the level of UV radiation. The more UV waves penetrate to the Earth's surface with the lower ozone level and vice versa. [9]. Each type of skin can be characterized by the minimum erythema dose parameter. This parameter describes the amount of UV radiation energy which causes sunburn. It is possible to calculate the approximate time of sunburn for different skin types, referring to the received data of the minimum erythema dose parameter from the article "The Validity and Practically of Sun-Reactive Skin Types I Through VI" [7].

Based on the specifics of the subject area and functional requirements for the software, the authors proposed options for using the application in the form of a Use Case diagram (Fig. 1). The

application does not need deep decomposition, since it is simple enough and with a minimum number of actions.

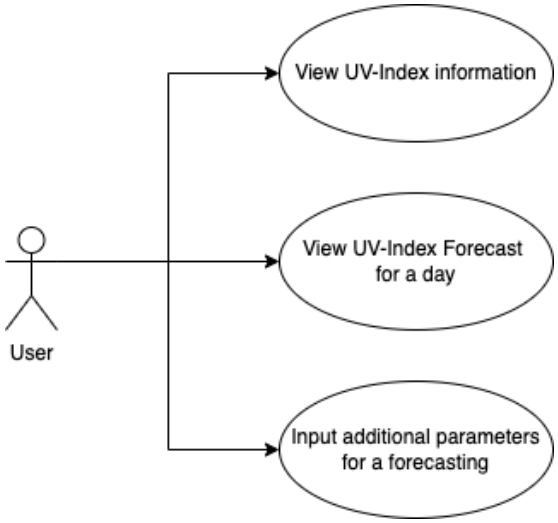


Figure 1. - Use Case Diagram of the mobile application to assess the impact of ultraviolet radiation on the health of ship crews

The behavior algorithm of the application can be described by the activity diagram, which is presented in Fig. 2. It describes behaviors of the application with or without internet connection.

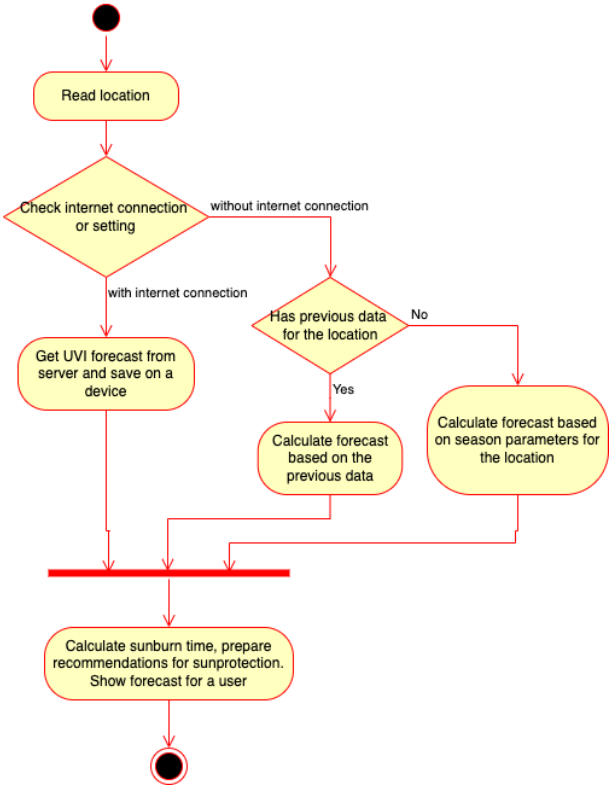


Figure 2. - Activity diagram of the mobile application for assessing the impact of ultraviolet radiation on the health of ship crews

Conclusions. 1. The work demonstrates the concept of a mobile application for assessing the impact of ultraviolet radiation on the health of the ship's crew, which can be used in a state of restricted or absent internet connection and without special equipment. It will predict the probable impact of UV radiation on the ship's crew member, depending on location and climatic conditions and shows personalized information based on a skin type by its pigmentation. 2. The prospect of further research

consists in improving the mathematical model for calculating the influence of ultraviolet radiation due to the extending of the parameters of empirical data.

REFERENCES

[1] Ultraviolet (UV) Radiation | Center for Science Education. Home Page | Center for Science Education. URL: https://scied.ucar.edu/learning-zone/atmosphere/ultraviolet-uv-radiation
[2] Health Effects of UV Radiation | US EPA. US EPA. URL: https://www.epa.gov/sunsafety/health-effects-uv-radiation (date of access: 9.09.2022)
[3] Melanoma Skin Cancer Statistics. American Cancer Society | Information and Resources about for Cancer: Breast, Colon, Lung, Prostate, Skin. URL: https://www.cancer.org/cancer/melanoma-skin-cancer/about/key-statistics.html
[4] Sun-protection and sun-exposure habits among sailors: results of the 2018 world's largest sailing race Barcolana' skin cancer prevention campaign - PubMed. PubMed. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31442352/
[5] Measurements of Solar Ultraviolet Radiation Exposure at Work and at Leisure in Danish Workers. K. Grandahl, P. Eriksen. Danish Meteorological Institute; 2018; DOI: 10.1111/php.12920
[6] Global Solar UV Index / World Health Organization; WMO, UNEP, ICNRP; ISBN 92-4-159007-6
[7] The Validity and Practicality of Sun-Reactive Skin Types I Through VI. Thomas B. Fitzpatrick. 1988. DOI: 10.1001/archderm.1988.01670060015008
[8] An empirical model to predict the UV-index based on solar zenith angles and total ozone. Marc Allart, Michiel van Weele, Paul Fortuin & Hennie Kelder. 2004. DOI:10.1017/S1350482703001130
[9] The Ozone Layer Center for Science Education. Home Page | Center for Science Education. URL: https://scied.ucar.edu/learning-zone/atmosphere/ozone-layer

УДК 004.9:614.2

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ АПТЕЧНИХ ЗАКЛАДІВ

Гусєва-Божаткіна В.А.[1], *Єжгуров Р.В.*[2]
ст.викладач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем,[1]
здобувач другого ступеня вищої освіти 6171м[2]
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв,Україна
GusevaBozh@meta.ua[1], 11123111leo@gmail.com[2]

Анотація. Обґрунтовано актуальність застосування сучасних технологій в аптечних мережах, як механізмів підвищення ефективності надання фармацевтичних послуг. Проаналізовані особливості застосування спеціалізованих інноваційних пристроїв. Проведено аналіз програмних продуктів для аптечних закладів.

Ключові слова: програмний продукт, інтерактивна інформаційна система, інформаційний термінал; інтернет-аптека, аптечна мережа.

Вступна частина. В умовах сьогодення проблема розвитку фармацевтики та медицини швидко займає позицію важливих і необхідних галузей розвитку. У сучасних аптечних закладах та мережах програмне грає найважливішу роль. Насамперед програмне забезпечення покликане пов'язати всі бізнес процеси воєдино і надати керівнику оперативну та точну інформацію у різних розрізах у зручному для нього форматі.

Завдяки інноваційним технологіям керівник аптечного закладу чи аптечної мережі, приймає рішення, які позитивно впливають на просування бізнесу. В сфері автоматизації

аптечного закладу в основному склалася вузько обмежена ситуація. Сучасний аптечний заклад це цілий технічний арсенал різних пристроїв, що дозволяє більш якісно, професійно та максимально швидко обслуговувати клієнтів.

Метою роботи є аналіз ринку програмних продуктів та інноваційних технологій для мережі аптечних закладів з метою вдосконалення автоматизації логістики, модернізації систем продажу лікарських засобів та комунікації аптечного закладу та клієнту.

Основна частина. Використання сучасних інформаційних технологій для автоматизації аптечних закладів допомагає збільшити товарообіг в аптечному закладі. До того ж програмне забезпечення допомагає в наступних напрямках: спрощення фармзамовлення; ведення аналітики; прискорення обслуговування клієнтів; дисконтні програми; виключення крадіжки.

Останнім часом широке розповсюдження в аптечних закладах отримали такі інноваційні форми фармацевтичного обслуговування як: електронна система управління чергою; інформаційні термінали; інтернет-аптеки; інтернет-бронювання лікувальних засобів; інтерактивні інформаційні системи, створені за технологією Digital Signage (система керування відеоконтентом); електронний рецепт; роботи-автомати; роботи-диспенсери; аптечні роботизовані склади; вендінгова торгівля (аптечний торговий вендінговий) автомат; інтегровані логістичні рішення; програми для смартфонів; додаткі тепер сумісни з Apple Watch та інше. Наявність в аптечному закладі будь-якого з перерахованих сучасних технологій збільшує швидкість обслуговування. Підключені до мережі роботизовані системи дозволяють скоротити кількість помилок при реалізації лікарських засобів [1].

Найгостріша проблема впровадження програмного забезпечення виникає через те що придбані програмні продукти не взаємодіють між собою належним чином.

Таким чином на перший план виходять проблеми стандартизації та уніфікації програмного забезпечення. Фірми-розробники роблять спроби зі стикування свого програмного запезпечення за форматами і структурними даними, а також, виконують функціональний зв'язок з програмними продуктами інших розробників. Для фірм, що спеціалізуються на розробці програмного забезпечення для фармацевтичного обслуговування населення, характерні тенденції розширення кола вирішуваних завдань. Переваги такого підходу виявляються в тому, що всі програмні продукти стикуються між собою по використовуванню даних, програмне забезпечення аптечного закладу виконано в рамках однієї методології і пов'язано в одне ціле, всі спірні питання вирішуються простіше і легше, коли аптека має справу з одним розробником, а не з кількома [2].

Основна проблема у впровадженні автоматизованих систем в аптечномі закладі полягає у відсутності на місцях можливості супроводу спеціалізованих програмних продуктів, які враховують специфіку. Саме тому важливо вибрати відповідне програмне забезпечення. Кожний аптечний заклад обирає програмне забезпечення з урахуванням власних потреб, розміру аптеки, фінансових можливостей.

Оптимальне застосування IT-інструментів дає можливість найбільш ефективно взаємодіяти з цільовою аудиторією, особливо в умовах пандемії COVID-19. Варто зауважити, що аптечни мережи активізують діяльність у сфері інновацій, пошуку ефективних методів торговлі через мережу Інтернет.

Ринок автоматизації аптечних закладів в Україні насичений безліччю програмних продуктів (таблиця 1)

вони повинні: забезпечити багаторівневий захист від несанкціонованого доступу; підтримувати цілісність і несуперечливість даних; мати механізми захисту від помилок користувачів; забезпечити збереження та достовірність інформації.

Таблиця 1

Програмні продукти для аптечних закладів

Інформаційні системи	Облікові системи	Системи замовлень	Бухгалтерські системи
ІС "Лікарські засоби" (Моріон)	АНР-Аптека	Фармзаказ "Аптека"	1С: Бухгалтерія 8
Довідник лікарських засобів	1С: Підприємство 8. Аптека для України	LIKIS	БЕСТ
Електронний формуляр	Скарб	Antaris	
BI–Аптека	Система обліку руху товару "Аптека	ГеоАптека	
	IBS Аптека	MEDISTORE 24	
	Аптека-плюс		
	TradePharm 5.0		
	Парацельс (до 2013 р. – Медбрат)		

Програмні продукти зобов'язані гарантувати підвищену надійність, а це означає що

Зупинимося на основних вимогах, яким повинні задовольняти системи автоматизації в сфері аптечного бізнесу [3]: ведення взаєморозрахунків з постачальниками, контроль замовлень постачальникам, вибір постачальника за критеріями; створення різних типів цін, розрахунок одних цін по іншим, розрахунок ціни продажу за цінами закупівлі, облік знижок (від обсягу, від суми, від способу оплати, сезонні і тимчасові знижки), аналіз цін; рух товару, облік товару за фактом, а не за первинними документами, облік по серіях і партіям, облік за властивостями, категоріям і характеристик товару, комплектація товару; облік продажів по відділах, підтримка різних способів оплати (готівковий, безготівковий), облік за дисконтними картками; система управління взаємовідносинами з постачальниками; облік безготівкових і готівкових грошових коштів, планування грошових коштів, можливість роботи з системами клієнт-банк; облік по декількох аптеках або мережі аптек; підключення торгового обладнання - каси, сканери штрих-коду, термінали збору даних, ваг, принтери штрих-етикеток; ведення бухгалтерського обліку та оперативна підтримка змін в законодавстві.

Висновки. Ґрунтуючись на вище викладеному матеріалі можна зробити висновок про те, що в даний час в Україні розроблено та впроваджено велику кількість різноманітних інноваційних програмних продуктів для автоматизації апечних закладів. Сучасні інноваційні роботизовані аптечні системи в поєднанні з обліковими інформаційними комплексами дозволять клієнту своєчасно отримувати інформація про необхідні лікарняні засоби, що, в свою чергу, збільшить кількість покупців в аптечній мережі. Встановлено, що впровадження інформаційних технолгогій оптимізує організацію зберігання лікарських засобів і дозволяє більш ефективно використовувати наявні площі; прискорює процес реалізації, виключає помилки та пересортицю, підвищує продуктивність праці в аптечних закладах.

Поєднання сучасних ІТ-інструментів та інноваційних пристроїв дозволять українським аптечним закладам та мережам перейти на міжнародний рівень обслуговування клієнтів.

ЛІТЕРАТУРА

[1].Валеев Р. Что делает робот ночью в аптеке? Взято з: https://lekoboz.ru/sekrety-effektivnykh-prodazh/opyt-uspeshnykh-aptek/chto-delaet-robot-nochyu-v-apteke.

[2].Експертні системи в медицині: Навчальний посібник / Продеус А. М., Синєкоп Ю. С., Швець Є.Я., Кісельов Є. М., Баран М. М. – Запоріжжя: ЗДІА, 2014.

[3].Сидорук М.В., Романова Ю.О. Етапи створення автоматзованої інформаційної системи для мережі аптечних підприємств Вісник ХНТУ № 4(63), 2017 р., стор. 188-192

Modern Technologies Of Automation Of Pharmacy Institutions

Guseva-Bozhatksna V.A.[1], Yezhhurov R.V.[2]
senior lecturer of the department of software of automated systems[1],
second degree holder of higher education 6171 m[2]
National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

The relevance of the use of modern technologies in pharmacy chains as mechanisms for increasing the efficiency of the provision of pharmaceutical services is substantiated. The peculiarities of the use of specialized innovative devices are analyzed. An analysis of software products for pharmacies was carried out.

УДК 621.865.8

АНАЛІЗ СЕРЕДОВИЩ ПРОГРАМУВАННЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ LEGO ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ MINDSTORMS EV3

Поворознюк О. С.
аспірант кафедри комп'ютеризованих систем управління
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв Україна.
alexey99195@gmail.com

Анотація. В роботі представлено порівняльний аналіз середовищ програмування мобільних роботів Lego та перспективи використання платформи MindStorms EV3. Розглянуто переваги та недоліки платформи MindStorms EV3. Вказано групи проектів роботизованих пристроїв.
Ключові слова: Lego MindStorms EV3, мобільний робот, робототехнічна платформа, програмне середовище.

Стандартне програмне забезпечення Lego MindStorms EV3 Software і мова EV3-G підходять тільки на початкових етапах програмування, їх обмежені можливості не дозволяють створювати складні алгоритми керування. З метою вдосконалення уявлення алгоритмів керування було розроблено безліч різних середовищ і додатків для програмування EV3, багато з яких знаходяться у вільному доступі. У разі високих вимог до реалізації проекту (багатопоточність, можливості планування завдань, забезпечення відмовостійкості, взаємодія з зовнішніми пристроями в реальному часі і ін.) більш привабливим є використання об'єктно-орієнтованих мов програмування.

Крім того, можливість інтеграції з LabView і MATLAB/Simulink дозволяє використовувати EV3 в науково-дослідних цілях, зокрема, при створенні алгоритмів керування технічними системами. Так, коли алгоритм керування, заснований на математичній моделі, налагоджений в одній з інженерних середовищ, інтеграція з платформами MATLAB/Simulink або LabView дозволяє в короткі терміни провести випробування на реальному об'єкті, без будь-яких додаткових зусиль.

В академічному середовищі найбільш популярні середовища Lego MindStorms Toolkit для LabView і Embedded Coder Robot EV3 для MATLAB/Simulink. Програма, написана в LabView, використовує стандартну прошивку Lego. Однак LabView є компілятором своєї

власної мови, що часто призводить до необхідності написання власних бібліотек при вирішенні завдань, що вимагають складні обчислення.

LeJOS є аналогом операційної системи для контролера EV3. В основі leJOS лежить об'єктно-орієнтована мова програмування (Java). leJOS дозволяє підтримувати роботу з розподілом потоків, масивами, рекурсіями і т.д.

У таблиці 1 наведені деякі з великого різноманіття середовищ для програмування Lego MindStorms EV3 і їх основні характеристики.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз середовищ програмування Lego MindStorms EV3

	Robot C	leJOS EV3	LabView Toolkit	ev3OSEK	MATLAB/ Simulink
Мова	Текстова	Текстова	Графічна	Текстова	Графічна
Операційна система	Стандартна	leJOS	Стандартна	leJOS	Стандартна
Синтаксис	C	Java	Блоки	C/C++	C, блоки Simulink
Багатопо-токовість	Є	Є	Є	Є	Є
Події	Є	Є	Нема	Є	Є
Операції з плаваючою точкою	Є	Є	Нема	Є	Нема
Необхідна ліцензія	Ліцензія	У вільному доступі	LabView	У вільному доступі	MATLAB/ Simulink

Серед текстових мов виділяється програмне середовище leJOS EV3 на мові Java, яка, на відміну від C++, інтерпретується, тому не залежить від платформи. Серед графічних мов – MATLAB/Simulink, так як це програмне середовище широко розповсюджене у світі. Використання Simulink дозволяє побудувати логічну схему системи керування, використовуючи тільки стандартні блоки, після чого можна детально проаналізувати роботу сконструйованої моделі.

З використанням середовища програмування IDE, що також знаходиться у вільному доступі, можна створювати складні алгоритми керування в реальному часі, що включають розширений обмін даними та керування файлами.

Перспектива використання робототехнічної платформи полягає у її можливостях вирішення будь-якої задачі, приймаючи до уваги її переваги та недоліки.

Переваги використання Lego MindStorms EV3:

– можливість використання об'єктно-орієнтованих мов програмування;
– проста установка;
– зрозумілий інтерфейс;
– підтримка багатьох мов;
– швидкість збірки;
– вбудована довідкова система з керівництвом по збірці і програмуванню декількох моделей роботів;
– велика кількість робочих прикладів;
– розвинута інтернет-спільнота.

Недоліки використання:

– робота по збірці досить далека від тієї реальності, яка видається в промисловості, на виробництві.

– компоненти платформи сполучаються разом простими кабелями без паяння,
– обмежена кількість типів датчиків та рушіїв,
– механічні конструкції обмежені лише міцністю пластикових деталей та фантазією конструкторів.

Необхідно підкреслити, що розробки Lego – величезна праця інженерів, котрі подбали про простоту конструктора. Проекти роботизованих пристроїв, створених з Lego MindStorms EV3 умовно можна розділити на три великі групи:

1. Стандартні моделі роботів, розроблені фахівцями Lego Education, опис йде в комплекті з програмним забезпеченням в якості навчальних проектів (робот-візок, маніпулятор, сортувальник і ін.).

2. Авторські моделі роботів, представлені спеціалістами ентузіастами в галузі мікроелектроніки, робототехніки (принтер, крокуючий робот, годинник і ін.).

3. Індивідуальні проекти з робототехніки студентів, призначені для виконання будь-якої задачі.

Отже, Lego MindStorms EV3 – це зручна платформа для реалізації проектів різної складності. Вона прийнятна як початківцям, які ще не мають навичок у сфері робототехніки, так і досвідченим користувачам. Платформа Lego MindStorms EV3 за технічним оснащенням максимально підходить для навчального процесу з проектування різноманітних автоматизованих технічних систем та роботів, завдяки сприйнятливому середовищу програмування, можливості спостереження фізичних процесів у реальному часі. Для платформи Lego MindStorms EV3 наявна велика кількість матеріалів для розробки, починаючи від бібліотек, які можна використовувати для спрощення програмування, закінчуючи використанням уже готових проектів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гайнетдинов А.Ф. Обзор и сравнение коммерческих и открытых программных комплексов для моделирования робототехнических систем [Текст] / А.Ф. Гайнетдинов // Специальная робототехника и мехатроника. Молодежный научно-технический вестник: Электронный журнал. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – №9.

2. Неустроев А.В. Начало программирования в LEGO Mindstorms EV3 с использованием языка Java [Текст] / А.В. Неустроев // Academy: научно-методический журнал. – М.: «Проблемы науки», 2016. – №1 (4). – С. 43–45.

3. Мордвинов Д.А. Сравнение образовательных сред визуального программирования роботов [Текст] / Д.А. Мордвинов, Ю.В. Литвинов // Компьютерные инструменты в образовании, СПб: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. – №3. – С. 32-49.

4. Казагачев В. Н. Обучение основам робототехники с использованием LEGO Mindstorms NXT [Текст] / В.Н. Казагачев, С.Б. Кудайбергенов, М.У. Крымгалиев // Academy: научно-методический журнал. – М.: «Проблемы науки», 2016. – №3 (6). – С. 36-38.

Analysis of programming environments for Lego mobile robots and prospects of using MindStorms EV3 platform

Povorozniuk Oleksii
National University of Shipbuilding named be adm. Makarov, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The paper presents a comparative analysis of programming environments for Lego mobile robots and the prospects for using the MindStorms EV3 platform. The advantages and disadvantages of the MindStorms EV3 platform are considered. Groups of projects of robotic devices are indicated.

Key words: Lego MindStorms EV3, mobile robot, robotic platform, software environment.

УДК 004.056.5

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРОБКИ ДОКУМЕНТАЦІЇ З ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Турти М.В.
кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
turtymarina@gmail.com

Анотація: В дані роботі обґрунтовується доцільність і можливість створення шаблонів документів для застосування їх на автоматизованих робочих місцях фахівців з інформаційної безпеки. Застосування шаблонів документів дозволить уніфікувати документацію, скоротити строки її розробки, уникнути помилок, комплексно використовувати інформацію, отриману в процесі обстеження об'єкта інформаційної діяльності та технічних засобів, в системах підтримки прийняття рішень.
Ключові слова: технічний захист інформації, шаблон документа, комплексна система захисту інформації, нормативно-правова база, система підтримки прийняття рішень

Вступ. В сучасних умовах інформаційна безпека будь-якої країни є невід'ємною складовою національної безпеки. В інформаційно-телекомунікаційних системах (ІТС) політика захисту інформації у сфері криптографічного і технічного захисту інформації реалізується шляхом створення комплексних систем захисту інформації (КСЗІ). На етапі проектування нових мереж передачі даних необхідно впроваджувати такі заходи і засоби захисту інформації, які дозволяли б проводити модернізацію систему захисту в процесі розвитку ІТС, зміни технологій обробки інформації та умов у середовищі функціонування ІТС. Як процес розробки, так і процес модернізації ІТС супроводжуються розробкою великого обсягу документації на основі численних нормативно-правових актів, які враховують загальнодержавні і галузеві вимоги до функціональних послуг безпеки, які повинні бути реалізовані в КСЗІ, а також вимоги, специфічні для конкретного об'єкта інформаційної діяльності (ОІД). Швидкість та якість розробки цієї документації суттєво впливають на швидкість та якість проектування та модернізації ІТС.
Метою даної роботи є удосконалення і поліпшення якості проектів КСЗІ.
Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі: провести аналіз нормативно-правової бази і визначити вимоги до документації, яким мають відповідати шаблони документів; розробити пропозиції щодо впровадження шаблонів документів у галузі технічного захисту інформації (ТЗІ).
Основна частина. Створення КСЗІ має на меті блокування технічних каналів витоку інформації, шляхів несанкціонованого доступу (НСД) та загроз для інформації з обмеженим доступом (ІзОД). Процеси створення та модернізації КСЗІ починаються з процедури обстеження ОІД, для чого згідно нормативним документам, актуальним для даного ОІД, створюється спеціальна комісія, а за результатами роботи цієї комісії складається акт, зміст якого і формулювання висновків регламентовані нормативними документами, однак можуть містити відомості, що віддзеркалюють специфіку галузі і/або ОІД. Відповідно, шаблон такого акту може бути реалізований як звіт в спеціалізованій базі даних зі стандартними і нестандартними полям зв'язаних таблиць. В такій базі даних доцільно створювати запити і звіти, які дозволили б отримувати такі документи як акт категоріювання ОІД; акт обстеження ОІД та інженерного аналізу допоміжних технічних засобів та систем; модель загроз для ІзОД, яка циркулює на ОІД; технічне завдання на створення комплексу технічного захисту

інформації на ОІД; технічний проект (пояснювальна записка з ТЗІ); паспорт комплексу ТЗІ на ОІД та інші документи, необхідні в процесі створення та атестації КСЗІ.

Зміст документації для КСЗІ різних галузей [1, 2] базується різній нормативній базі, однак це не перешкоджає їх створенню на основі однакових шаблонів, які доцільно включати до складу баз даних автоматизованого робочого місця фахівця з інформаційної безпеки [3]. Наприклад, акт категоріювання ОІД містить назву ОІД, опис підстав для категоріювання і його виду, тип процедур обробки інформації на ОІД (озвучування, обробка технічними засобами тощо), визначений вищий ступінь обмеження доступу до інформації, умови розташування ОІД, встановлювану категорію з посиланням на Звід відомостей, що становлять державну таємницю (в разі необхідності) і підписи голови та членів комісії.

До складу спеціалізованої бази даних повинна входити бібліотека нормативно-правових актів, представлених гіперпосиланнями. Причому частина документів може зберігатися у вигляді незмінних файлів в окремій папці (наприклад, НД ТЗІ), а доступ до документів, в які постійно вносяться корективи (наприклад, закони України), надається як гіперпосилання на сайти державних органів. Окремо повинні також розв'язуватися питання використання нормативних документів обмеженого доступу.

Інформація, отримана в процесі обстеження ОІД та інженерного аналізу технічних засобів, модель загроз, висновки та рекомендації комісій можуть бути використані як вхідна інформація системи підтримки прийняття рішень щодо технічного і криптографічного захисту інформації на ОІД (перерозподіл прав доступу до інформаційних ресурсів, коригування політики інформаційної безпеки, планування аудиту безпеки тощо).

Висновки. В дані роботі на основі проведеного аналізу нормативно-правової бази визначені склад і вимоги до документації, яким мають відповідати шаблони документів; розроблені пропозиції щодо впровадження шаблонів документів у галузі ТЗІ. Застосування шаблонів документів дозволить уніфікувати документацію, скоротити строки її розробки, уникнути помилок, використовувати інформацію, отриману в процесі обстеження ОІД та інженерного аналізу технічних засобів, для генерації управлінських рішень, уникнути дублювання інформації і необхідності вносити коригування в разі необхідності в кожен документ окремо. Такий підхід до створення проектів КСЗІ дозволяє знизити вартість розробки проекту і поліпшити їх якість.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Нікулін О.С. Розробка шаблону комплексної системи захисту інформації для підприємства припортової галузі. Сучасні проблеми інформаційної безпеки на транспорті: Матеріали IX Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК, 2021. С.78-83.

[2]. Пивоваров І.М. Нормативно правове забезпечення, розробка комплексної системи захисту інформації на об'єкті інформаційної діяльності в національній гвардії України Сучасні проблеми інформаційної безпеки на транспорті: Матеріали IX Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК, 2021. С.148-151.

[3]. Турти М. В. Розробка блоку прийняття рішень для АСОД ДССЗЗІ / М. В. Турти, С. М. Нужний, А. П. Гунченко. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Автоматика, вимірювання та керування. 2016. № 852. С. 99-105.

Information support of the technical information protection documentation development

Turty Marina Valentinovna

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract: This work substantiates the expediency and possibility of creating document templates for their use in automated workplaces of information security specialists. The use of document templates will allow to unify the documentation, shorten its development time, avoid errors, and

comprehensively use the information obtained in the process of inspection of object of information activity and technical means in decision-making support systems.

Keywords: technical information protection, document template, comprehensive information protection system, legal framework, decision support system

УДК 005.8

FEATURES OF MANAGERIAL DECISION-MAKING UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Snizhana Dyukova
PhD student Department of Project Management
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine
snizhana.diukova@nuos.edu.ua
Tetiana Chubchyk
Senior lecturer, Department of Project Management
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine
tetiana.chubchyk@nuos.edu.ua

Abstract. In the article, the topic of uncertainty in the process of making managerial decisions is extremely relevant both for many enterprises and for the management system as a whole. It is of great importance, since one of the tasks for the sustainable development of an enterprise is adaptation to changing conditions. Uncertainty in decision-making is due to insufficient reliability and the amount of information on the basis of which the person making the decision makes his choice.

Keywords: uncertainty, situation of uncertainty, conditions of uncertainty, decision, decision making, alternative.

In today's changing environment, a significant number of diverse political, socio-economic processes, their unpredictability and instability, the constant development and improvement of production lead to the fact that the number of business operations that require significant effort, as well as the use of special methods and technologies, is growing rapidly. In cases where it is necessary to apply unplanned decisions, an insufficient amount of relevant information often affects. Working on the planning, adoption and implementation of special management decisions requires a creative approach, so this process is quite special, given that it is quite often necessary to do this in conditions changing information flow, which does not always help to take timely and accurate solution.

Decision theory has been developed in various disciplines. Depending on the point of view of people, one speaks of theories that proceed from rational actions, or those that involve irrational actions, emphasizing, first of all, feelings. In economics, psychology, and later in project management and other formal sciences, the study of ways to overcome uncertainty in situations of choice and decision-making became a top priority. [1] The problems of studying managerial decision-making are considered in the works of famous domestic and foreign scientists Vitold Pedrych, Joel Pereira, Erich Kirchler, Christa Rodler, A. Shegda, V. Vitlinsky and others.

Decision making is a situation in which the decision maker has the opportunity to choose an action from several alternatives. The result is the consequences of choosing a particular alternative. Human goals limit the possible alternatives: of all the possibilities presented, the most important goals are sought in terms of the goals to be achieved. [1]

The decision-making environment varies depending on the degree of risk. Conditions of certainty exist when the leader knows exactly the outcome that each choice will have. Under

conditions of risk, the probability of the outcome of each decision can be determined with known certainty. If there is not enough information to predict the level of probability of outcomes depending on the choice, the decision conditions are uncertain. In conditions of uncertainty, the leader, on the basis of his own judgment, must establish the likelihood of possible consequences.

In practice, management decisions are made under conditions of uncertainty and risk. The decision uncertainty conditions are completely insufficient reliability of the system. Uncertainty arises in open decision-making problems in which the manager does not know the totality of acting factors. Before evaluating them, he must formulate many hypotheses. The situation of uncertainty is characterized by the fact that the choice of a specific course of action can lead to any outcome in a fixed set of cases, but the probability of their implementation is unknown. There are two cases [2]: the probabilities are unknown due to the lack of necessary statistical information; the situation is non-statistical and it makes no sense to talk about objective probabilities at all. This is a situation of pure uncertainty in the narrow sense. It is pure uncertainty that is most often found in project management, since decisions, especially strategic ones, are made by each specific enterprise in unique conditions.

When there is so little information that it is impossible to determine the probabilities of possible outcomes of alternatives, the manager makes a decision under conditions of uncertainty. This condition is the most difficult. Making managerial decisions under conditions of uncertainty is like being a pioneer in uncharted territory. Uncertainty forces a heavy reliance on creativity in problem solving, requiring unique and often completely innovative alternatives to existing processes. In all cases, the response to uncertainty depends to a large extent on intuition, educated guesses, and assumptions that leave a lot of room for error. Uncertainty is a major factor in many decision-making situations that arise both in a person's personal life and in business. Uncertainty arises when we have incomplete information about the factors associated with these decision situations [3].

Durbach and Stewart classify the following five formats of uncertainty [6]: probabilities, decision weight, explicit risk measures, fuzzy numbers, scenarios.

From the point of view of project management, uncertainty is ignorance of the actual state of the system and its environment as a control object. [7]

In particular, there are three types of uncertainty [4]: uncertainty of the 1st kind – uncertainty in which all possible results and probabilities of these results are known, obtained by statistical methods or by expert means; uncertainty of the 2nd type – uncertainty in which all possible outcomes are known, but it is impossible to estimate the probability of their occurrence; uncertainty of the 3rd type – uncertainty, in which it is impossible to accurately assess the possible results and the likelihood of their occurrence.

We can name the main reasons leading to the uncertainty of the situation in the adoption and implementation of management decisions: firstly, insufficiently complete, up-to-date and reliable information; secondly, the process of information processing itself is quite labor-intensive and capital-intensive and requires the use of a large amount of resources; thirdly, the process of collecting primary information necessary for decision-making is rather complicated and lengthy.

Decision making is a process that begins with the emergence of a specific problem, its identification and ends with the choice of a solution to eliminate or use it [4]. The decision-making process consists of eight steps [5]:

1. Problem Identification: This process starts with the existence of a problem and the difference between the current state and the desired state. Managers are good if they are able to understand the three main characteristics of a problem: to be aware of the problem, to be under pressure to act.
2. Determination of criteria for decision-making: After identifying the problem, criteria for solving the problem should be determined. Criteria should be based on importance and weight depending on the issue or problem for which a solution is required.
3. Distribution of importance/weight of criteria: The decision maker must weigh the importance of the criteria and classify them, prioritizing them according to their importance.

4. Development of alternatives: The decision maker must be creative, so in cooperation with the team, he must come up with a list of alternatives based on which a certain problem can be solved.
5. Analysis of alternatives: In this step, the selected alternatives are analyzed. A study of the information and additional materials will be conducted to identify priorities and weaknesses for each alternative presented.
6. Alternative selection: After weighing the presented alternatives, this step selects the best alternative that generates the highest amount calculated in the previous step.
7. Implementation of the decision: At this stage, a decision is made on the action and the decision must be implemented for persons of concern, as well as their participation in the subsequent work. Where the people implementing the solution are involved in the process, they enthusiastically support the implementation of the solution.
8. Evaluation of the effectiveness of the solution: this is an evaluation of the result, which shows whether the problem is solved. In cases where the problem still exists, the manager should see what went wrong and go back to the previous steps.

Decision-making under conditions of uncertainty is based on the fact that the probabilities of various scenarios for the development of events are unknown to the subject making the risky decision. In this case, when choosing an alternative to the decision being made, the subject is guided, on the one hand, by his risk preference, and, on the other hand, by the appropriate selection criterion from all alternatives according to the “decision matrix” compiled by him.

The main criteria used in the decision-making process under conditions of uncertainty are presented below [1]: Wald's criterion ("maximin" criterion);"maximum" criterion; Hurwitz's criterion ("optimism-pessimism" or "alpha-criterion"); Savage's criterion (loss from " minimax").

Wald's criterion (criterion of "maximin") is guided by the choice of risky decisions under conditions of uncertainty, as a rule, a subject who is not prone to risk or considers possible situations as a pessimist. The "maximum" criterion is used when choosing risky decisions under conditions of uncertainty, as a rule, subjects who are prone to risk, or who consider possible situations as optimists. The Hurwitz criterion is used when choosing risky decisions under conditions of uncertainty by those subjects who want to identify the degree of their specific risk preferences as accurately as possible by setting the value of the alpha coefficient. The Savage criterion is used when choosing risky decisions under conditions of uncertainty, as a rule, by risk-averse subjects. The Savage criterion is considered the most interesting category for evaluating the proposed criteria, since it focuses on having minimal regret about losses and taking only reasonable risk in order to gain. It is used when strategies to protect the enterprise from unplanned volumetric expenses in order to prevent a negative result.

As a result, it can be said that a managerial decision under conditions of uncertainty is the result of analysis, forecasting, optimization, economic justification and selection of alternatives in conditions of insufficient information, complete or partial lack of information. The features of managerial decision-making under conditions of uncertainty are: he presence of uncertainty; the need to choose from alternative options; the possibility of evaluating an alternative choice through probabilistic characteristics. To select the optimal strategy in a situation of uncertainty in the decision-making process, various criteria are used. Savage's strategy is considered the most adequate, since it offers a reasonable risk.

However, for everything scientific theories, criteria that we already know, the process of making managerial decisions under conditions of uncertainty will continue to be the subject of further research.

LITERATURE

[1] Erich Kirchler, Andrea Schrott, Decision making in organizations. Volume 4. Psychology of work and organizational psychology/ Publishing house Humanitarian center, 2009. 176 p.

[2] Soltik S., Odintsova T., Management decision-making under risk and uncertainty/ International Scientific Journal: http://www.inter-nauka.com/.
[3] Radford K., Decision-making Under Conditions of Uncertainty. Individual and Small Group Decisions/ Media New York. 1989. pp 41–64.
[4] Вітлінський В.В., Шарапов О.Д., Теорія інтелектуальних систем прийняття рішень/ Моделювання та інформаційні системи в економіці: зб. наук. праць. К: КНЕУ, 2008. Вип.78. С. 58-69.
[5] Aferdita Dervishi, Ibish Kadriu. Decision making under the conditions of risk and uncertainty in some enterprises of Prishtina and Ferizay. European Scientific Journal February, 2014. /SPECIAL/ Edition vol.1
[6] Witold Pedrycz, Joel Pereira, Jr., Petr Ekel. Multicriteria Decision-Making Under Conditions of Uncertainty: A Fuzzy Set Perspective. John Wiley & Sons, 7 nov. 2019. 368 p.
[7] Шегда А.В., Прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності та ризику. / Зб. наук. праць «Теоретичні та прикладні питання економіки». Київський національний університет ім. Т. Шевченка. Вип. 26. 2011. с. 5-13.

УДК514.18

СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО МОДЕЛЮВАННЯ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

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

Дана робота присвячена дослідженню особливостей систем комп'ютерного моделювання, їх аналізу та розвитку. Подано поділ всіх систем на групи за логікою побудови та функціональних можливостей: базового (легкого), середнього та вищого рівнів; відзначено переваги та недоліки систем кожної групи. Звернено увагу на так звані PLM та BIM технології, які суттєво полегшують процес моделювання об'єктів, використовуючи систему добре організованих комп'ютерних моделей замість окремого набору креслеників. Відзначено швидкий розвиток хмарних систем, які працюють у віртуальному обчислювальному середовищі. Із зробленого аналізу приведено перспективи подальшого якісного розвитку автоматизованих систем шляхом паралельного розвитку парку обладнання разом із технологією моделювання.
Ключові слова: система автоматизованого проектування, геометричне моделювання, математична модель, 3-D модель, комплексні системи.

Різноманіття існуючих сучасних систем автоматизованого проектування (САПР) призводить до необхідності аналізу їх можливостей, усвідомлення логіки їх функціонування та з'ясування можливих перспектив розвитку. Із багатого різноманіття САПР в даній доповіді мова буде йти про системи автоматизованого моделювання технічних об'єктів різної складності та вимірності. Наведені в джерелах огляди систем комп'ютерного моделювання [1, 2, 3, 4] частіше за все перелічують можливості кожної системи окремо та не дають загального аналізу й поняття про логіку функціонування та можливості розвитку систем. Метою доповіді є дослідження систем автоматизованого проектування (САПР), аналіз їх можливостей, переваг та недоліків, визначення перспективи подальшого розвитку.

Основна частина. Сучасні комплексні системи дозволяють розробляти не тільки окрему частину проекту, наприклад, механічну частину, але й усі інші його складові, такі як електричні та гідравлічні розробки. Одночасно дозволяють проводити розрахунки на міцність, обчислювати теплові характеристики і параметри, оцінювати вартість виготовлення та технологічність конструкції. Під терміном САПР звичайно розуміють графічні системи, за допомогою яких здійснюється автоматизоване моделювання, підготовка виробництва та конструювання й управління інженерними даними. САПР – це комплекс програм для креслення двовимірних та тривимірних об’єктів, створення конструкторської та технологічної документації. За створеною моделлю можлива регенерація креслеників виробу та їх супровід.

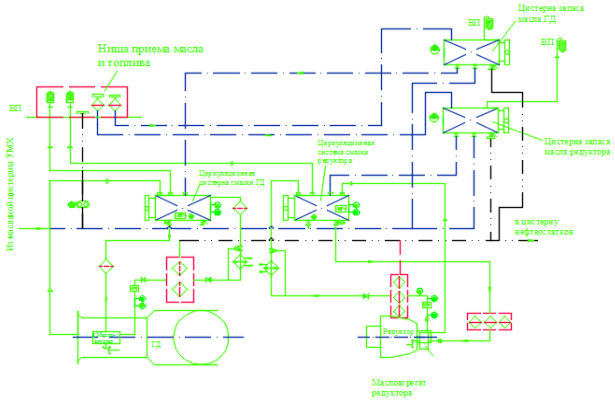


Рис.1. Схема масляної системи головного двигуна та редуктора

Всі існуючі системи САПР поділяються на три групи за принципами логічних ланцюгів та функціональних можливостей: базового (легкого), середнього та вищого рівнів. Базові системи дозволяють здійснювати процес моделювання у векторному просторі, мають закриту математичну модель. САПР цієї групи (AutoCAD, Компасс-график) більше пристосовані для створення двовимірних креслень (рис.1).

В процесі розвитку програмні продукти легкої групи суттєво змінюються та набувають можливість створювати не тільки плоскі двовимірні кресленики, а й тривимірні зображення (рис. 2); а також складальні креслення вузлів конструкцій (рис. 3). Новим в останніх версіях легких систем є передбачена можливість отримати кресленик із наочного зображення об’єкта. Такий спосіб спрощує отримання кресленика та суттєво пришвидшує процес геометричного моделювання.

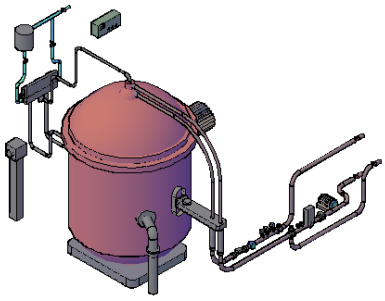


Рис.2. Об’ємне зображення системи сепарації палива

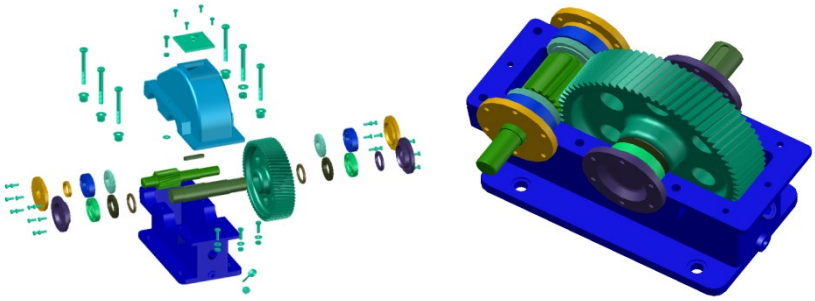


Рис.3. Складові елементи одноступінчатого косозубого редуктора та його 3-D модель

САПР середнього рівня створені для 3-D моделювання виробів, виконання розрахунків, автоматизації проектування допоміжних систем різного призначення. Найбільш відомими є SolidWorks, SolidEdge, Autodesk Inventor, Компас-3D. Такі системи мають дерево моделі, тобто відкриту математичну модель. Розробник використовує електронні копії реальних моделей, що дозволяє задіяти для проектування логіку складальних об’єктів.

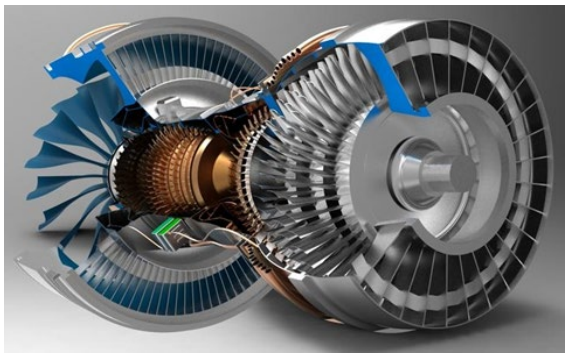


Рис. 4. Приклад моделювання складних об’єктів, виконаний у системі Catia

Системи вищого рівня використовуються для розробки складних виробів, які включають елементи складної форми та щільної компоновки великої кількості складальних частин (програмні комплекси: Unigraphics (NX), ProEngineer, Catia, Creo). Їх використовують для великих і складних збірок у авіабудуванні, кораблебудуванні, атомній галузі (рис. 4). Такі системи забезпечують інтеграцію всього циклу створення виробу від проектування, підготовки виробництва та виготовлення. Складні системи мають відкриту математичну модель побудов та дають можливість наскрізного аналізу моделі за визначеними критеріями: міцність, технологічність, геометричні побудови тощо.

Крім вище описаних систем існує інший підхід до моделювання, коли комплексні проектні задачі розв’язуються в межах одного програмного комплексу. В галузі машинобудування вони називаються PLM системами (Product Lifecycle Management), в галузі будівництва і архітектури – BIM технологіями (Building Information Modeling) [6]. По сутності PLM та BIM технології – це використання структурованих бібліотек можливих рішень. Серед таких систем: Revit, Advance steel, Tekla structures.

В останні роки почали активно розвиватися хмарні САПР, які працюють у віртуальному обчислювальному середовищі. Хмарні САПР дуже швидко розвиваються, і зараз вони вже перейшли до категорії середніх САПР. Серед них можна визначити системи Fusion 360 та Onshape.

Здається, що сучасні технології моделювання вже є фантастичними, але який же розвиток може бути у САПР? Поширити межи людських можливостей сучасності спроможні математичні моделі, які дозволяють будувати довгі програмні зв’язки. Практично моделювання перетворюється на програмування, тільки замість коду використовуються фізичні параметри середовища, самого об’єкта моделювання та вимог до його експлуатації. Це дозволяє проводити велику кількість ітерацій під час процесу моделювання та пошуку оптимального рішення за заданими або обраними критеріями.

Всі проектні рішення обмежені розвитком технологій виробництва і рівнем мислення проектувальників. З появою 3-D друку суттєво поширились межі технологій та з’явилась можливість створювати унікальні вироби. Тобто нові якісні проектні рішення можливі тільки коли змінюється технологія їх виробництва. Тому для подальшого якісного змінення та розвитку процесів моделювання необхідний паралельний розвиток проектування обладнання (верстатів) та моделювання самого виробу.

Висновки. 1. Проаналізовано переваги та недоліки систем автоматизованого моделювання базового, середнього та вищого рівнів. Подано рисунки спроектованих моделей, виконаних у системах AutoCAD, Компас, SolidWorks тощо. 2. Звернено увагу на PLM та BIM технології, які суттєво полегшують процес моделювання об’єктів. Відзначено швидкий розвиток «хмарних» САПР, які працюють у віртуальному обчислювальному середовищі. 3. Визначено перспективи розвитку САПР, які полягають у паралельному розвитку проектування обладнання та моделювання самого виробу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Большаков В. П., Бочков А. Л., Сергеев А. А. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex. Учебный курс. СПб.: Издательство «Питер», 2010. — 336 с.
2. The Top CAD Software for All Levels. - https://www.3dnatives.com/en/top10-cad-software-180320194/
3. Обзор популярных систем автоматизированного проектирования (CAD). https://www.pointcad.ru/novosti/obzor-sistem-avtomatizirovannogo-proektirovaniya.
4. Stefan Junk, Lukas Burkart. Comparison of CAD systems for generative design for use with additive Manufacturing./ 31st CIRP Design Conference 2021. - Procedia CIRP 100 (2021). P. 577–582.

Systems Of Automated Simulation: Status And Prospects Of Development

Bidnichenko OG, Cand. tech. Sciences, Assoc. pr.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

This work is devoted to the study of the features of computer modeling systems, their analysis and development. The division of all systems into groups according to the logic of construction and functionality is presented: basic (light), medium and higher levels; the advantages and disadvantages of the systems of each group are noted. Attention is paid to the so-called PLM and BIM technologies, which significantly facilitate the process of modeling objects, using a system of well-organized computer models instead of a separate set of drafters.

The rapid development of cloud systems operating in a virtual computing environment was noted. Based on the analysis, the prospects for the further qualitative development of automated systems through the parallel development of the equipment park together with the modeling technology are given.

Keywords: computer-aided design system; geometric modeling; mathematical model; 3-D model; complex systems.

УДК 514.18

SYSTEM APPROACH TO AUTOMATION OF GEOMETRIC MODELING OF CENTRIFUGAL COMPRESSORS

Bidnichenko E.G., *Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor*
Professor of the Department of Computer-Integrated Technologies and Engineering Graphics of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
helenbidnichenko@gmail.com

The paper analyzes the stages of a systematic approach to the task of automating the process of geometric modeling of centrifugal compressors, their flow parts and its elements. The mathematical formulation of the system approach in relation to the modeling of centrifugal compressors is given. A graph of the correspondence of works on the design of compressors to the structure of the geometric modeling software has been compiled. An enlarged block diagram of the geometric modeling of the flow part of multistage centrifugal compressors has been developed.
Keywords – system approach, centrifugal compressor, geometric modeling, iterative process.

In connection with the emergence of new modern technologies that make it possible to manufacture high-precision surfaces of centrifugal compressor blades, there is an urgent need for careful development of the geometric characteristics of the profiles of the elements of their flow parts, which necessitates the improvement of computer-aided design systems for centrifugal

compressors. Researches carried out in Ukraine and abroad are mainly related to the improvement of gas-dynamic processes that affect the improvement of compressor performance. Not enough attention has been paid to the issues of geometric modeling, although at the present stage this is another additional reserve for increasing the efficiency of the compressor and extending the durability of machines.

The purpose of the work is to analyze the stages of a systematic approach when profiling the flow parts of multistage centrifugal compressors.

Main part. An important step towards creating a general model of the flow path of a centrifugal compressor, which takes into account both gas-dynamic and strength and technological aspects, is the development of a geometric model of the elements that compose the compressor. This model is a set of algorithms and programs that form the spatial forms of the stator and rotor blade rims.

Modeling the flow path of a centrifugal compressor is reduced to choosing its best option from a variety of possible solutions that meet the technical requirements. In a mathematical formulation, such an approach is generally represented as follows. Among the many independent parameters $\overline{x} = \overline{x} \cdot (x_1, x_2, ..., x_n)$, describing the configuration of the system and depending on a number of characteristics and restrictions $\overline{Y}\left[\overline{x}, \overline{Y}(x)\right]$, find those $\overline{x}_{onm}$, that give the extreme value of the quality vector function $\overline{\Omega}$. With regard to compressors, the quality function can be effective, cost, weight-dimensional and other indicators.

The vector function $\overline{\Omega}$ may depend on the set of external parameters Ξ. Various restrictions are often imposed on independent parameters $\overline{x}$ and characteristics $\overline{Y}$ in the form of equations and inequalities that describe gas-dynamic processes, as well as strength, design, technological, economic and other requirements. Thus, one can write:

$$\begin{aligned} &\overline{\Omega}\left(\overline{x}, \overline{Y}, \Xi\right) = \min \Omega\left(\overline{x}, \overline{Y}, \Xi\right); \\ &G_{\min} \le G\left(\overline{x}, \overline{Y}, \Xi\right) \le G_{\max}; \\ &\overline{x}_{\min} \le \overline{x} \le \overline{x}_{\max}; \\ &\overline{Y}_{\min} \le \overline{Y} \le \overline{Y}_{\max}. \end{aligned} \qquad (1.1)$$

The formulation of the problem of modeling a centrifugal compressor in the form (1.1) shows that the design is, in the general case, a non-linear programming problem. To implement it, it is necessary to prepare an extremely large amount of information on the geometry of each element of the simulated flow path.

The complexity of solving the modeling problem in the general formulation is overcome on the basis of a systematic approach by decomposing it into a number of tasks that are in a structural hierarchical relationship with each other. One of the main modules of the objects under consideration is a subsystem for geometric modeling of elements of their flow parts. Such a system is characterized by the presence of seven types of collateral: organizational, methodological, informational, mathematical, software, technical and personnel. Each type of procuring corresponds to a certain stage of research.

As a result of the generalization of literature data [1,2,3,4], a graph of correspondences between the types of provision and specific tasks solved in the simulation of centrifugal compressors was constructed (Fig. 1).

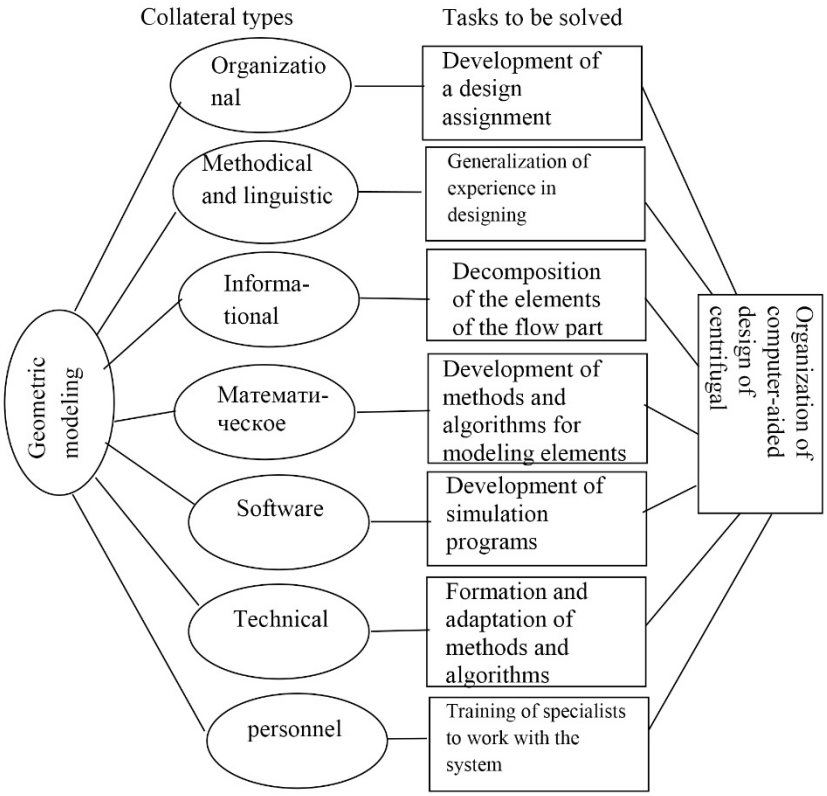
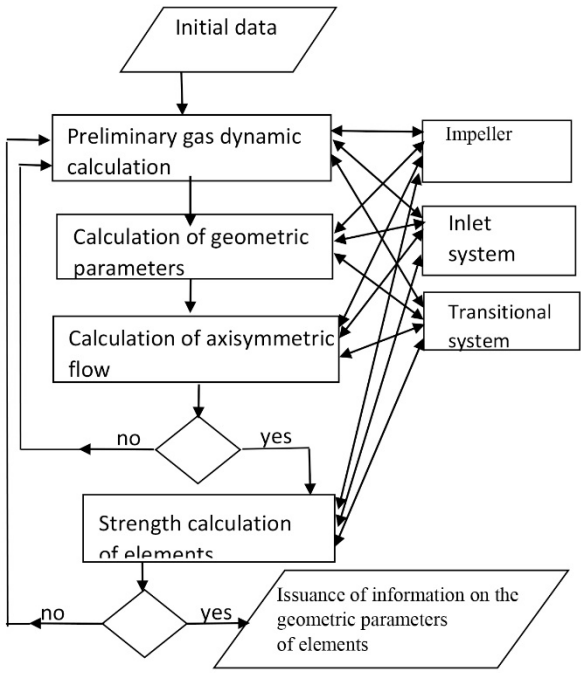


Fig.1. Correspondence graph of works on designing centrifugal compressors to the structure of geometric modeling software

An enlarged block diagram of the design of the flow path of a centrifugal compressor, shown in Fig. 2, in addition to geometric modeling, includes gas-dynamic and strength calculations. The block diagram consists of three branches, corresponding to the design and development of the impeller, the inlet system and the transition system, which is considered when creating multistage centrifugal compressors.



The shown iterative process makes it possible to obtain a number of solutions, and automation allows you to choose the optimal one from them.

Conclusions. A systematic approach to automating the geometric tasks of modeling the flow parts of centrifugal compressors allows a deeper study of projects, which improves the quality and reliability of compressors, creates the prerequisites for integrated automation of design and technological works.

LITERATURE

1. Основы построения систем автоматизированного проектирования. АИ Петренко, ОИ Семенков ... AI Petrenko, VV Ladogubets, VV Tchkalov, ZJ Pudlowski. UICEE, 1997. https://scholar.google.com › citations.
2. Норенков И.Л. Основы теории и проектирования САПР/ И.Л. Норенков, В.Б. Маничев. – М.: Высш. шк., 1990. – 335 с., ил.
3. Принципи построения систем автоматизированного проектирования. Основы автоматизированного проектирования сложных систем. https://present5.com › principy-postroeniya-sistem-avto...
4. Сравнительное исследование алгоритмов измерения геометрии сложных профилей лопаток компрессора газотурбинного двигателя. Печенин В.А., Болотов М.А., Рузанов Н.В., Степанова Е.Р. https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnoe-issledovanie-algoritmov-izmereniya-geometrii-slozhnyh-profiley-lopatok-kompressora-gazoturbinnogo-dvigatelya.

Секція 8. ЕКОНОМІКА НА ЗАХИСТІ НЕЗАЛЕЖНОСТІ ТА СВОБОДИ УКРАЇНИ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

УДК 339.9:334.764

МОРЕГОСПОДАРСЬКИЙ КОМПЛЕКС УКРАЇНИ В СИСТЕМІ МОРЕГОСПОДАРСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИМОРСЬКИХ КРАЇН СВІТУ

Гурченков О.П., кандидат економічних наук, професор
Трунін К.С., кандидат технічних наук, доцент кафедри менеджменту,
Нейман В.М., старший викладач
vmnejman@ukr.net
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
trunin.konstantin.stanislav@gmail.com gurchenkoff@gmail.com

Анотація. В роботі розглядаються проблеми систематизації приморських країн, в структурі економіки, яких функціонують суб'єкти морегосподарського комплексу (МГК) та визначаються параметри їх розвитку. Враховуючи те, що Україна є однією з приморських країн, в даному дослідженні зроблено спробу визначення недоліків в діяльності підприємств МГК та на базі порівняння з іншими країнами формулюються напрямки удосконалення їх роботи. Особливу увагу в роботі приділено умовам, які впливають на ефективність діяльності і темпи розвитку МГК. Важливіше значення серед них набувають наступні умови: географічне положення країни; кліматичні умови; ступінь розвитку інфраструктури в країні; світова економічна криза в результаті впливу пандемії коронавірусу COVID-19 та інші. Обґрунтовується теза, що в Україні, як конкретному приморському регіоні, морегосподарська діяльність поки що не представляє цілісної системи.
Ключові слова: Морегосподарський комплекс (МГК), регіональні МГК, проблеми розвитку МГК країни, ознаки розвитку МГК.

Вступна частина. Аналіз досвіду приморських країн показує, що темпи розвитку їх економік значною мірою залежать від ефективності роботи підприємств, які складають морегосподарський комплекс. Приділення уваги МГК можливо суттєво позитивно вплине на темпи розвитку економіки країни в цілому.

В свою чергу рівень розвитку МГК конкретної держави залежить від багатьох факторів. Зараз відсутня їх детальна систематизація, а для окремих з них недостатньо розроблені механізми їх впливу на ефективність роботи підприємств МГК. Формулювання сутності понятійного апарату, який використовується в даній галузі, на наш погляд, потребує уточнення. Існують поняття: «морська держава», «морські види діяльності», «морська господарська діяльність», «морська галузь», «морська індустрія» та «морський кластер», «економіка» моря», використовується і термін «морегосподарський комплекс» [1-5].

Сьогодні у Світі нараховується 143 країни, в структурі економіки яких є суб'єкти МГК [6]. Для вирішення проблеми підвищення темпів розвитку цих країн важливим є проведення їх систематизації за наступними ознаками: наявність морської інфраструктури, обсяги морської сировини, яка добувається з морської акваторії та морського шельфу, виробництво засобів освоєння Світового океану та морського шельфу та ін. Дослідження виробничо-господарської діяльності країн, внесених в групу за тією чи іншою класифікаційною ознакою,

виявлення їх позитивного досвіду може бути корисним при розробці стратегії розвитку кожного з приморських регіонів.

2. Мета роботи. Визначення підходу, щодо систематизації приморських країн в структурі економік яких діють суб'єкти морегосподарського комплексу, та формулювання напрямків удосконалення виробничо-господарської діяльності МГК України з використанням досвіду розвинених країн світу для забезпечення позитивної динаміки параметрів її економіки.

3. Основна частина. В якості приклада проведена систематизація МГК країн Європи, які є найбільш розвиненими. Відомо, що технічно та промислово розвинені країни мають і більш досконалі засоби морегосподарювання. Для систематизації цих країн були визначені такі ознаки: наявність видобутку в морській акваторії; наявність видобутку на дні морів та океанів, морському шельфі; наявність виробництва та засобів освоєння морів країни; наявність науково-дослідної та навчальної діяльності в освоєнні морів та океанів. Особливе значення для України та її МГК набувають ті країни, де діяльність МГК вагомо сприятиме зростанню економічного потенціалу держави. Виконано систематизацію розвинених країн світу згідно перерахованих кваліфікаційних ознак. Це дозволяє зробити висновок: прикладом розвитку МГК України є такі розвинені країни Європи, як Голландія, Данія, Норвегія, Швеція, ФРН, Польщаа, Велика Британія та ін.

Дослідження економіки й організації морського господарства традиційно носили функціональний характер і проводилися розрізнено за окремими галузями: морському транспорту, рибному господарству, організації ВМФ. В останні роки активізувалися такі види діяльності як морська геологорозвідка, розвиток марикультури, морська екологія, видобуток корисних копалин на шельфах морів.

Коли МГК кожної приморської країни, що формується з суб'єктів господарювання, що використовують в якості засобів виробництва матеріальні, енергетичні та природні багатства морського середовища та морського дна, створюють та використовують засоби морської інфраструктури не знаходяться в організаційному взаємозв'язку, шляхи їх розвитку не координуються, кошти для фінансування факторів їх розвитку розпилені і не завжди є можливість реалізувати великі інноваційні заходи – все це знижує темпи розвитку кожного суб'єкта та економіки приморської країни в цілому. Вихід з цієї ситуації, як вважають автори, знаходиться у створенні різних бізнес-альянсів, асоціацій, корпорацій, консорціумів, техно- і наукових парків та ін. Особливого значення має створення галузевих та регіональних морегосподарських кластерів.

Морегосподарська діяльність, яка представлена прибережними регіонами, поки що не складає цілісної системи, що в свою чергу стримує її розвиток. Особливу значущість представляють приморські регіони Миколаївської, Херсонської та Одеської областей і саме вони утворюють Причорноморський регіон України.

Країни Світу, які мають вихід до Світового океану та морів, які розташовані на окремих островах та атолах, живуть та працюють в умовах, які значно впливатимуть на їх МГК. Найбільший вплив на ефективність виробничо-господарської діяльності МГК цих країн є наступні умови:

1. Географічне положення країни.
2. Кліматичні умови та їх зміни на планеті.
3. Світова економічна криза в результаті впливу грипу коронавірусу COVID-19 на економіку країн.
4. Ступінь розвитку економіки країни.
5. Ступінь розвитку інфраструктури в країні, у т. ч. і морської, та комунікацій.
6. Наявність трудового потенціалу та рівень його розвитку .
7. Економічна криза у зв'язку з особливими обставинами (війною).

4. Висновки. Розглядаючи проблеми структуризації економіки приморських країн, з метою обрання прикладу для розвитку МГК України важливого значення набуває виділення в

них суб'єктів МГК, визначення параметрів їх розвитку. Відзначається, що для більшості приморських країн вони є різними в залежності від рівня розвитку національних економік навіть для Європейських країн, економіки яких є доволі розвиненими. Для острівних країн такі проблеми взагалі мають інше значення, коли в деяких з них є тільки одна галузь, пов'язана з МГК (наприклад, Ісландія). В нинішніх умовах, коли в Україні йде війна, ці проблеми ще більше загострюються. Є надія, що після її закінчення економіка України буде мати іншу структуру, і приморські регіони отримають новий поштовх для розвитку.

Деякі розвинені країни готові прийняти участь у відтворенні окремих регіонів та міст України після закінчення війни. Це буде стосуватися тих регіонів України, які мають вихід до Чорного та Азовського морів. Наприклад, якщо Нідерланди приймуть участь у відтворенні м. Миколаєва, то є надія, що можуть бути залучені окремі галузі МГК цієї країни, економіка якої дуже тісно пов'язана з використанням морських ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Трунін К.С. Структурування морегосподарського комплексу України. Збірник наукових праць НУК, №1(451), 2014. 136 с. (с. 120-125).
[2] Управління інноваційною діяльністю підприємств та організацій морегосподарського комплексу: монографія [Текст] / С. І. Бай, В. С. Блінцов, С. Д. Бушуєв, О. М. Возний та ін. – Миколаїв: видавець Торубара О. С, 2013. 448 с.
[3] Парсяк В.Н. Економіка моря: підручник, В.Н. Парсяк. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. 319 с.
[4] Морехозяйственный комплекс Николаевщины: проблемы и перспективы Транспорт, №10, 2013. URL: http://transport-journal.com.
[5] Менеджмент морських ресурсів : навчальний посібник [Текст] / Уклад. : О. П. Безлуцька, А. П. Бень, М. О. Колегаєв та ін. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2011. 100 с.
[6] Атлас Мира. – Киев: ГНПП «Картография», 2008. 56 с.
[7] Гурченков О.П., Мандра О.Є. Передумови формування морегосподарського кластеру в Причорноморському регіоні України. // Матеріали VIII Міжнародної НТК «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці 11-13 жовтня 2017 р. – Миколаїв, НУК, 2017. – С. 383–385.

Marine Economy Comlexe of the Ukraine in the Marine Economy Comlexe in System's World's Marine Economy Comlexies Countries

Olexander P. Gurchenkov, Kostiantyn S. Trunin, Vadym M. Neiman ,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, *Mykolayiv,*

Abstract. The work examines the problems of systematization of the maritime countries, in the structure of the economy of which the subjects of the maritime economic complex (MEC) function, and the parameters of their development are determined. Taking into account that Ukraine is one of the coastal countries, in this study, an attempt was made to identify the shortcomings in the activities of maritime economic enterprises, and on the basis of comparison with other countries, directions for improving their work are formulated. Special attention in the work is paid to the conditions that influence the efficiency of activity and the rate of development of the MEC. The thesis is substantiated that in Ukraine, as a specific coastal region, maritime activity does not yet represent a complete system.

Keywords: Maritime economic complex (MEC), regional MEC, problems of the country's MEC development, signs of MEC development.

УДК 330.101

OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR POST-WAR RECONSTRUCTION OF UKRAINE'S ECONOMY

Zhuvahina I.O.
PhD, Associate professor
Dean of the Faculty of Engineering and Economics of
Pervomaisk Educational and Scientific Institute of
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mykolaiv, Ukraine
Iryna.zhuvahina@nuos.edu.ua

Abstract. Possibilities and prospects of post-war reconstruction of Ukraine's economy have been studied. Priorities have been identified to support businesses that have been forced to relocate to other regions of Ukraine from frontline zones. The importance of the task of attracting foreign investors on the basis of a system of important motivational incentives has been emphasized. Event scenarios concerning the possibility of implementing the Marshall Plan for Ukraine have been represented. Implementation of the Marshall Plan by world experts has identified such key objectives as: security, restoration, growth, democracy as the foundation on which the first three components are based.
Keywords: Ukraine, economy, recovery, growth, economic security, integration, the Marshall Plan, the European Union.

The war in Ukraine continues, but we need to think about how to rebuild the economy, what help and on what terms our Western partners can provide us, and what economic reforms need to be carried out. After Ukraine's inevitable victory in the war waged by the Russian Federation, there will be a long stage in the country's reconstruction. Many experts are currently discussing the topical issue of Ukraine's economic recovery, the so-called the Marshall Plan for Ukraine, this is the post-war reconstruction and development plan of the country that suffered losses during Russia's aggression. It is tentatively called "U24".

Numerous assessments of the impact of the war on the economic development of Ukraine conducted by domestic and foreign researchers are appearing in public discourse today. They are reflected in many reports of international organizations, consulting agencies, research centers, scientific papers of foreign and domestic scientists, in particular: L. Deineko, O. Kushnirenko, O. Tsyplitska, N. Hakhovoi, S. Shevchuk and others. The recovery of the Ukrainian economy is a key task now, the solution of which will determine the possibilities of defense capability and guarantee the safe life in Ukraine. It is necessary to explore the possibilities of post-war reconstruction of Ukraine's economy, assess the possible international assistance for the reconstruction of the country and identify priorities for supporting small and medium-sized businesses. Raising the issue of post-war reconstruction of the country, it is necessary to form a vision of how this country will develop further, as the war obliges us to restart economic relations within Ukraine and relations with our foreign partners. Ukraine's post-war reconstruction and development plan is tentatively called "U24" because, on the one hand, the military attack took place on February 24. On the other hand, the main recovery should take place in the first 24 months, because the speed of revival will determine how far we can return to normal life. Today's world is moving to collective defense systems and collective relations. Therefore, there must be a consensus plan that will be agreed upon by both Ukraine and those countries that will guarantee us physical and economic security in the future. The implementation of the Marshall Plan for Ukraine by world experts has identified the following main goals such as *security, recovery, growth* and *democracy* as the foundation on which the first three components are based [1].

Security. We formulate the task very simply to immediately guarantee the physical and economic security of Ukraine in the long run. Two aspects are represented. Physical security is the security of territories and the security of people. Economic security is a constant economic activity in the long run, because when we estimate Ukraine's losses, one of the methods is to estimate GDP losses. From the forecast level and adjusted for the decline that we have today, and the trajectory that is expected for the next 10 years, have been represented. Expected losses, according to experts, will be about $ 1.2 trillion. Undoubtedly, this is a very high figure and we need security guarantees in order to prevent the implementation of such a pessimistic scenario [2].

Recovery. At this stage, the task of restoring a safe environment for a comfortable life and doing business in Ukraine for 12 months after the end of the war has been formulated. It is necessary to rebuild everything destroyed. Various stages have been represented from estimating losses to deciding how to rebuild. Undoubtedly, the reconstruction will take place according to European and world quality standards. There are two dimensions here such as people's lives and business. People's lives are social infrastructure, physical − roads, transport, and, no doubt, doing business [3].

Growth. This category envisages a return to the path of GDP growth, in particular, ensuring the growth of Ukraine's GDP from $ 200 billion in 2021 to $ 500 billion in 2030. At this stage, it is only a forecast that will be clarified by specific calculations. At the same time, if you do not set an ambitious goal, it will never be possible to reach it. The question is not whether it can be done or not. When there are specifics, you can make clear calculations.

Democracy. This is the vision of Ukraine as a member of the European Union. We expect that Ukraine can become a candidate for EU membership in just two or three months, and we expect that Ukraine will very soon go all the way to full integration. The ultimate goal of this path is to provide this country with political and macroeconomic support. Again, the country's elite leadership is ready for negotiations and discussions [4]. As a result of the war, Ukraine has already lost at least 30-50% of its production capacity, mostly in the east. One third of agricultural crops were not sown. 94 ships with agricultural products for export remained trapped in the Black Sea by the Russians. Only 1% of Ukrainian companies have not yet suffered losses as a result of hostilities.

The Marshall Plan provides that governments can sell raw materials and other goods from foreign aid to businesses. These funds were sent to a separate account, their further directions were controlled by the US government. The economy will return to normal life, but in some respects the government should act differently. After the war, the NBU will return to inflation targeting and release the hryvnia exchange rate. It is likely that the mechanism of long-term refinancing of banks will have to be restored, similar to the one launched in 2020 during the Corona Crisis.

The experience of implementing the Marshall Plan shows that even in Italy, a country with a fairly high level of corruption at the time, international aid was used effectively. This is primarily due to the high demand of society for reconstruction. An important task is to quickly attract foreign investors. This will require a system of significant incentives. In particular, governments and international institutions, such as the European Investment Bank, the European Bank for Reconstruction and Development, the World Bank, can subsidize companies that invest in Ukraine. To resolve possible misunderstandings, the government and investors can temporarily use the legal field of the EU countries. To implement the Marshall Plan for Ukraine, we need to answer two questions: where to get money and what to give money for.

Tax cuts are always the right idea. So far, budget revenues have fallen by more than 50% and tax revenues have fallen by 80%. Ukraine is asking international partners for $ 7 billion a month to cover budget deficits and war spending. This amount is not so easy to get, but we think we will be able to do it. At the moment, it is possible to maintain the stability of the banking sector, and this is a good signal for business. Thus, the National Bank announced that it is ready to buy military bonds for UAH 400 billion, now about UAH 40 billion has been used [5]. It is important that this does not turn into a mass printing of money, as it threatens devaluation and inflation. Today there is a need for maximum liberalization of business vision, pricing, tariffs, land market issues. It is important that

anti-corruption bodies are independent and perform their functions properly. We will gradually receive international grants to rebuild the country. The World Bank estimates that the Ukrainian economy will fall by 45% in 2022. It all depends on how long the war will drag on; when we can resume logistics and exports through ports. Experts note that indicators better than minus 30% are not expected [6]. Thus, the driver of the Ukrainian economy after the war may be the influx of external funding through the Marshall Plan and European integration. Currently, the Ukrainian authorities are working on a plan for post-war reconstruction and development of Ukraine. Thus, the President of Ukraine Volodymyr Zelensky, the team of the Office of the President, the government, committees of the Verkhovna Rada, Ukrainian Analytical Centers and international auditors are working on a plan for post-war reconstruction and development. The main directions have been included in the plan: reconstruction of the country at all levels: security, economic, infrastructural and social.

REFERENCES

[1]. Becker, T., Eichengreen, B., Gorodnichenko, Yu., Guriev, S., Johnson, S., Mylovanov, T., Rogoff, K., & Weder di Mauro, B., "A Blueprint for the reconstruction of Ukraine". *Rapid response Economics,* 2022. - 36 p.

[2]. Ukrinform −Multimedia platform of foreign broadcasting of Ukraine. "The IMF has downgraded the outlook for the global economy. Ukraine will lose up to 35% of GDP this year", August 18, 2022. Available at: https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3461713-mvf-pogirsiv-prognoz-dla-globalnoi-ekonomiki-ukraina-vtratit-cogoric-do-35-vvp.html.

[3]. Chorna, M., Buhrimenko, R., Smirnova, P., Shynkar, S., & Zhuvahina, I. (2019), "Use of consolidation strategies in order to improve the corporate security: Methodological aspect". *Journal of Security and Sustainability,* vol. 8 (4), 2021, pp. 783–798.

[4]. Chorna, M., Bezghinova, L., Dorokhov, O., Zhuvahina, I., & Volosov, A. (2021), "Efficiency of Retail Enterprises in Context of Achievement of Competitive Advantages: Ukrainian Realities". *TEM Journal*, vol. 10 (3), pp. 1072–1081, 2021.

[5]. Taranenko, I., Chychun, V., Korolenko, O., Honcharenko, I., & Zhuvahina, I. (2021), "Management of the Process of E-Commerce Development in Business on the Example of the European Union". *Journal: Estudios de Etsonoma Aplitsada,* pp.39-5.

[6]. Zhuvahina, I. "Matrix method for assessing investment resources of the retail trade enterprise". *Journal of Advocacy, Research and Education*, 2021.

УДК 33.65.351:339.1

ІНСТИТУЦІОНАЛЬНИЙ ЛАНДШАФТ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНІ

Парсяк В.Н.

доктор економічних наук, професор кафедри інтелектуальної цифрової економіки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв ,Україна, volodymyr.parsyak@nuos.edu.ua

Анотація. Доповідь присвячена висвітленню законодавчого підґрунтя, на якому базується маркетингова діяльність продуцентів виробів та послуг. Зазначено, що дотримання ними правових норм є обов'язковою передумовою забезпечення корпоративної безпеки та особистої безпеки персоналу підприємств. Водночас воно відповідає засадам соціально відповідального бізнесу

Ключові слова: економіка, маркетинг, маркетингова діяльність, інституції, право, безпека бізнесу, конкурентна спроможність.

Вступна частина. Маркетингова діяльність продуцентів виробів та послуг, незважаючи на ускладнення, викликані війною, мають відповідати не лише приватнопідприємницьким інтересам (нарощуванню прибутку, капіталізації бізнесу), але й підпорядковуватися вимогам щодо безпеки суспільства, інших учасників ринку, кожного громадянина в іпостасі споживача. З цією метою держава за допомогою інституцій (законів, нормативних актів органів виконавчої влади) вдається до регулювання особливо важливих аспектів маркетингової діяльності.

Ціль цієї роботи. Оглянути інституціональний ландшафт маркетингової діяльності, який склався на теперішній час в нашій країні та охарактеризувати його з прив'язкою до ключових інструментів маркетингу.

Основна частина. Законодавство охоплює такі аспекти маркетингу:

1. Конкуренція. Захищена Законами України: «Про захист економічної конкуренції» [1]; «Про захист від недобросовісної конкуренції» [2], «Про антимонопольний комітет України» [3]. Вони окреслюють форми несумлінної конкуренції., дії та ситуації, вчинення або виникнення яких становить загрозу вільній конкуренції, критерій домінантного становища товаровиробників.

2. Права споживачів захищають Закони України: «Про захист прав споживачів» [4], «Про стандартизацію» [5], «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» [6]. Ними передбачено запровадження санкцій до порушників:

- за шкоду, завдану майну, здоров'ю, життю споживача продукцією неналежної якості, за брак інформації про продукцію, за обман клієнта;
- за відмову покупцю у реалізації його законних прав, за продаж товарів, які підлягають обов'язковій сертифікації в нашій країні, але без належного свідоцтва про відповідність або неналежне його оформлення;

3. Регулювання застосування інструментів маркетингу.

3.1. Товару. На нього спрямовані норми Закону України «Про стандартизацію» [5]**.** Для реалізації його положень в країні створено Національне агентство з акредитації. Воно наділяє повноваженнями проводити роботи з сертифікації продукції органи сертифікації, які підтвердили свою технічну оснащеність і мають у своєму штаті обізнаний персонал. Агентство є членом Міжнародного форуму з акредитації та Європейської асоціації з акредитації, що гарантує визнання сертифіката, виданого в нашій країні, у Європі й ще більш ніж в 40 країнах світу.

Відповідність параметрів продукції вимогам чинних нормативів перевіряється при завезенні (імпорті) товарів на український ринок з закордону. Особливого значення ця перевірка набуває при митному оформленні вантажів, яке регулюється Постановою Кабміну України «Деякі питання проведення заходів офіційного контролю товарів, що ввозяться на митну територію України (у тому числі з метою транзиту)».

Права продуцентів брендових товарів захищає Закон України «Про охорону прав на знаки для товарів і послуг» ***[12]***. З прийняттям цього акту Україна офіційно приєдналася до Паризької конвенції, яка охороняє права промислової власності підприємств, закріплені товарними знаками. Тому, створено інституціональне підґрунтя для викорінення виготовлювачів підробок і захисту українських виробників брендових товарів на зовнішніх ринках.

Методами охорони прав власників на знак для продуктів є: табу на застосування знака кимось іншим, визнання фальшивим свідоцтва на знак, яке використовує інша особа, обов'язок Національного органу інтелектуальної власності надіслати на адресу Всесвітньої організації інтелектуальної власності інформації про зупинення дії міжнародної реєстрації

знаку для товарів в Україні та оприлюднити повідомлення про це в офіційному віснику «Промислова власність».

3.2. Ціни. На цей вкрай важливий маркетинговий інструмент спрямовані Закони України «Про ціни та ціноутворення» [13], «Про природні монополії» [14]. На більшість видів продукції, які представлені на ринках ціни є вільними. Що стосується товарів монопольних виробників, то їх контролює держава. Різновидом недобросовісної конкуренції є демпінг. Закон України «Про зовнішньоекономічну діяльність» [15], визначає, що встановлення фактів здійснення демпінгу проводиться за рішенням суду.

3.3. Правові проблеми, які мають відношення до розподілу, стосуються питань укладання та дотримання контрактів з купівлі-продажу товарів, а ще – взаєморозрахунків та передачі прав власності на продукцію від продавця до покупця. Головним законодавчим актом у цій царині є Закони України «Про електронні довірчі послуги» [17], «Про фінансовий лізинг» [16], «Про електронні документи та електронний документообіг» [18].

Парламентарі не обійшли увагою маркетингові новації, обумовлені поширенням інформаційно-комунікаційних технологій, які використовують Інтернет. Ця сфера регламентується Законом «Про електронну комерцію» [19], Він розтлумачує та деталізує специфіку здійснення прав споживачів, які купують товари в Мережі. Його дія поширюється також на суб'єктів відповідної інфраструктури: операторів телекомунікаційних послуг, послуг платіжних систем та послуг, дотичних до них (збереження та трансляції відомостей, присвоєння мережевих ідентифікаторів).

Закон розкриває принципи вчинення Інтернет-маркетингу. Ключовий з їхнього кола – свобода: започаткування бізнесу за посередництвом інформаційно-телекомунікаційних систем, обрання видів та форм діяльності, партнерів, електронних технологій, інструментів конкурентної боротьби та забезпечення її совісності. Інші принципи: гарантування належної якості товарів, ідентичність юридичної сили електронних правочинів й правочинів, укладених в іншій формі; доступність комерційних електронних повідомлень; виконання норм законів про державну мову.

Передбачено, що комерсанти повинні гарантувати своїм клієнтам доступ до відомостей про:

повне юридичне найменування підприємства, його місцеперебування або прізвище, ім'я та по батькові підприємця-фізичної особи (ФОП) та місце її реєстрації;

електронну пошту та адресу онлайн-магазину, ідентифікаційний код юридичної особи або реєстраційний номер облікової картки платника податків для ФОП;

серію, номер, строк дії та дату видачі ліцензії, вартість доставляння товару, включення податків у розрахунок вартості товару, роботи, послуги.

Обов'язком продавця під час вчинення електронного правочину є забезпечення відповідності кількісним та якісним характеристикам предмета електронного договору, погодженого сторонами.

Встановлено, що клієнт в царині е-маркетингу має той самий обсяг прав і обов'язків, який передбачений Законом України «Про захист прав споживачів» [4]. Вони лише реалізуються з огляду на особливості окреслені Законом «Про електронну комерцію» [19].

Інформування потенційних покупців щодо товарів здійснюється завдяки надсиланню їм комерційних електронних повідомлень (КЕП), які повинні відповідати наступним вимогам: чітка ідентифікація КЕП; ті з них, які містять данні про знижки, премії, мотиваційні подарунки й інші засоби стимулювання збуту мають чітко ідентифікуватися як такі, а умови їх отримання бути доступними та викладатися у спосіб, що унеможливлює двозначне тлумачення; дані щодо ціни товару мають містити відомості щодо податків, які стягуються з покупця (ПДВ, наприклад) та вартість доставляння.

Питання роботи з клієнтами дистанційно та провадження комерції у цифровій формі врегульовуються не лише законами, але й нормативними актами (зокрема, НБУ). Наприклад,

порядок роботи з персональними відомостями про клієнтів і отримання їх дозволу на обробку цієї конфіденційної інформації передбачено Законом України «Про захист персональних даних» [8]. Процедури розрахунків між продавцем та покупцем впродовж електронних комерційних операцій впорядковані Законами України «Про платіжні системи та переказ коштів в Україні» [9] та «Про фінансові послуги та державне регулювання ринків фінансових послуг» [11].

3.4. Стимулювання збуту підпорядковане нормам Закону України «Про рекламу» [10]. Він, до прикладу, забороняє пропагувати алкогольні напої та тютюнові вироби в друкованих та електронних медіа; не дозволяє перебивати рекламою показ кінофільмів, забороняє рекламу будь-якої зброї (холодної, вогнепальної), значно звужує межі рекламі, спрямованої на неповнолітніх споживачів. Основними принципами, на яких має ґрунтуватися рекламна діяльність є прихильність усіх її суб'єктів до законності, точності, вірогідність інформації, послуговування українською мовою, застосування таких форм і засобів, які не спричиняють глядачеві (слухачеві) шкоди (моральної, фізичної, психічної). Рекламу треба відмежовувати від іншої інформації в такий спосіб, щоб її можна було виокремити саме як таку. Законом заборонено несумлінну рекламу.

Закон «Про рекламу» вдосконалюється, відбиваючи прагнення нашої країни наблизитися до Європейської конвенції про трансграничне телебачення та виконати вимоги Директиви Європейського парламенту та Ради Європи про аудіовізуальні медіапослуги. Завдяки цьому в документі з’явилося визначення поняття «телепродаж», запроваджена її правова регламентація, обмежено обсяги реклами та телемагазинів у етері. У такий спосіб вітчизняний телевізійний продукт підготовлено до трансляції у континентальному телевізійному просторі. Зазначено, що максимальна кількість трансляцій неспеціалізованими каналами мовлення телепродажів у формі окремої програми або передачі впродовж доби, не повинна бути більшою ніж вісім, а їхня сумарна тривалість – трьох годин на добу. Введено обмеження на рекламні паузи, редакційні, авторські або інформаційні матеріали (включаючи попередні повідомлення про програми, передачі) впродовж трансляції кіно- та телефільмів.

Висновки. Підбиваючи підсумки, робимо висновок, що маркетингова діяльність, як невіддільна частина будь-якого бізнесу-процесу, лише тоді має право вважатися легальною та гарантує досягнення окреслених підприємницьких цілей, якщо спирається на норми чинного законодавства. Беручись до справи, компетентна особистість завжди вивчає правові регламенти майбутньої роботи та послідовно дотримується їх букви та духу. В цьому вбачаємо запоруку особистої, колективної та корпоративної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Закон України «Про захист економічної конкуренції». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2210-14#Text
[2]. Закон України «Про захист від недобросовісної конкуренції». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/236/96-%D0%B2%D1%80#Text
[3]. Закон України «Про антимонопольний комітет України». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3659-12#Text
[4]. Закон України «Про захист прав споживачів». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1023-12#Text
[5]. Закон України «Про стандартизацію». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18#Text
[6]. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/124-19#Text
[7]. Закон України «Про стандартизацію». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18#Tex
[8]. Закон України «Про захист персональних даних». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text

[9]. Закон України «Про платіжні системи та переказ коштів в Україні». URL:
[10]. Закон України «Про рекламу». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2346-14#Text
[11]. Закон України «Про фінансові послуги та державне регулювання ринків фінансових послуг». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2664-14#Text
[12]. Закон України «Про охорону прав на знаки для товарів і послуг». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3689-12#Text
[13]. Закон України «Про ціни та ціноутворення». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5007-17#Text
[14]. Закон України «Про природні монополії». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1682-14#Text
[15]. Закон України «Про зовнішньоекономічну діяльність». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/959-12#Text
[16]. Закон України «Про фінансовий лізинг». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1201-20#Text
[17]. Закон України «Про електронні довірчі послуги». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2155-19#Text
[18]. Закон України «Про електронні документи та електронний документообіг». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-15#Text
[19]. Закон України «Про електронну комерцію». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/675-19#Text

Institutional Landscape of Marketing Activities of Real Sector Enterprises in Ukraine

Parsyak Volodymyr
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The report is devoted to highlighting the legislative basis on which the marketing activity of producers of products and services is based. It is noted that their compliance with legal norms is a mandatory prerequisite for ensuring corporate security and personal security of enterprise personnel. At the same time, it meets the principles of socially responsible business.

Key words: economy, marketing, marketing activities, institutions, law, business security, competitiveness.

УДК 330.341.1

ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІННОВАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

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: Метою дослідження є узагальнення показників ефективності оцінки національної інноваційної системи. Узагальнено основні показники оцінки рівня та умов розвитку національної інноваційної системи, зокрема: показники досягнутого рівня науково-технічного розвитку, якісні показники розвитку ринкових інститутів та законодавства, показники освітнього рівня трудових ресурсів, фінансові показники, показники передачі та використання знань, кількісні та якісні показники економічного зростання.

Ключові слова: інновації, національна інноваційна система, інноваційний розвиток, оцінка, ефективність.

Сучасний етап розвитку економічних систем характеризується обов'язковим формуванням національних інноваційних систем. У цьому контексті питання їх оцінки має особливу актуальність, що передбачає формування певної методологічної бази. Така база має містити комплекс ключових параметрів, які дозволяють виявити якісно-кількісні характеристики, які відповідають сучасним потребам людства та прогнозам його розвитку, а також мають систему адаптивних інструментів з урахуванням прискорення темпів змін, що відбуваються як усередині, так і поза національними інноваційними системами.

Формування національної інноваційної системи (НІС) та організація її ефективної діяльності є основним чинником підвищення конкурентоспроможності економіки країни, але узагальнення показників оцінки ефективності НІС вимагають подальшої розробки.

Першою ознакою інноваційності є висока наукомісткість (частка витрат на дослідження та розробки у обсягу продажів компанії), друга ознака – висока частка нових продуктів чи послуг у структурі випуску (продажів, виробництва) компанії чи галузі. При цьому йдеться про так звані лінійні моделі оцінки ступеня інноваційності. Наступним етапом вимірів інновацій є складніші уявлення про інноваційні процеси, які є нелінійними, випадковими, що залежать від минулого розвитку [1, с. 64].

На думку практиків, механізмом швидкої оцінки національних інноваційних систем є функціональний аналіз [2]. На думку А. Джонсон: «мета інноваційної системи – розробляти, розповсюджувати та використовувати інновації» [3]. Проаналізувавши використання функціонального аналізу у роботах, присвячених інноваційним системам, А. Джонсон виділила перелік загальних функцій, які має виконувати інноваційна система, зокрема виокремила дві основні функції, які безпосередньо пов'язані з інноваційним процесом: 1) функція ідентифікації проблем; 2) функція вироблення рішень ідентифікованих проблем (тобто створення нового знання).

У сучасній світовій практиці існує значна кількість різних показників, які оцінюють рівень розвитку інноваційної системи, її потенціал. Формування системи показників оцінки ефективності НІС виходить із національних особливостей її формування та пріоритетів розвитку, тому вона має включати оцінку всіх стадій інноваційного циклу та пов'язаних із нею процесів. Зазвичай, така система містить агреговані та приватні показники. Найбільш доцільними показниками для об'єктивної оцінки ефективності інноваційної системи є співвідношення змін витрат та результатів. Разом з цим, інтенсивний розвиток макросистеми є лише одним із можливих варіантів, і, крім того, ефективність також може описуватись і якісними показниками (стан законодавчого середовища, рівень розвиненості інфраструктури тощо).

Серед безлічі різноманітних показників, які використовуються в різних методиках оцінки ефективності НІС, можна виділити сукупність основних індикаторів, які дозволяють оцінити рівень та умови розвитку інноваційної системи у цілому (табл. 1).

Найчастіше характеристики ефективної НІС містять:

- сталий розвиток та функціонування суб'єктів макросистеми;
- пріоритетність інноваційного типу розвитку;
- чітке визначення завдань НІС;
- наявність результативної державної політики у сфері розвитку інноваційної діяльності;
- обмежена кількість пріоритетних (критичних) напрямів науково-технічного розвитку;
- можливість освітньої сфери забезпечити потребу у спеціалістах відповідної кваліфікації у галузі інноваційної діяльності;
- спроможність фінансової системи країни забезпечувати необхідними ресурсами інноваційну діяльність;
- готовність промислового сектора сприймати нововведення та інновації світового рівня та реагувати на зміни конкурентного середовища;

- високий рівень інформаційного забезпечення інноваційної діяльності.

Отже, показники оцінки ефективності НІС є, зокрема, відображенням тих умов, у яких вона формується та розвивається.

Таблиця 1. Основні показники оцінки рівня та умов розвитку національної інноваційної системи

Група показників	Показники
Показники досягнутого рівня науково-технічного розвитку	- середній вік наукового обладнання (років); - частка інноваційно активних підприємств у їх загальній чисельності у промисловості; - рівень інноваційної активності галузей (відношення обсягу витрат на інновації до обсягу поточних та капітальних витрат підприємств галузі); - частка передових виробничих технологій (ПВТ), які використовувалися менше трьох років, до загальної кількості ПВТ (%)
Якісні показники розвитку ринкових інститутів та законодавства	- рівень бюрократизації; - кількість підприємств малого бізнесу в інноваційній сфері
Освітній рівень трудових ресурсів	- середній вік дослідників, які мають вчений ступінь (років); - ступінь сприйнятливості нововведень персоналом підприємства
Фінансові показники	- витрати на дослідження та розробки (у % до ВВП); - питома вага витрат на інновації у загальному обсязі промислової продукції (%); - ефективність витрат на інноваційну діяльність
Показники передачі та використання знань	- питома вага інноваційної продукції обсягом промислової продукції (%); - кількість патентних заявок на винаходи на 10 тис. осіб населення; - співвідношення кількості патентних заявок, які подані національними заявниками за кордоном та в країні; - питома вага країни у міжнародній торгівлі технологіями (%); - імпортозалежність інноваційної діяльності (відношення витрат на придбання імпортних технологій до витрат галузі на інновації)
Кількісні та якісні показники економічного зростання	- тривалість життя; - ВВП на душу населення; - екологічні показники; - рівень конкурентоспроможності національної економіки

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Innovation Measurement: Tracking the State of Innovation in the American Economy. Department of Commerce USA. URL: www.innovationmetrics.gov (дата звернення: 28.04.2022).

[2]. Paterson A., Adam R. and Mullen J. The Relevance of the National System of Innovation Approach to Mainstreaming Science and Technology for Development in NEPAD and the AU. Pretoria: NEPAD, 2003.

[3]. Johnson A. Functions in Innovation System Approaches. Goteborg, Sweden: Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology, 1998. URL: www.druid.dk/conferences/nw/paper1/a_johnson.pdf (дата звернення: 30.01.2022).

Indicators of National Innovation System Performance Evaluation

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

Abstract. The purpose of the study is to generalize the indicators of the effectiveness of the evaluation of the national innovation system.The key indicators of a level and conditions estimation of national innovative system development are generalized, in particular: indicators of the reached level of scientific and technical development, qualitative indicators of market institutes and the legislation development, indicators of workforce educational level, financial indicators, indicators of transfer and use of knowledge, quantitative and qualitative indicators of economic growth.

Keywords: innovations, national innovation system, innovative development, evaluation, efficiency.

УДК 338.4

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНЕ ПІДҐРУНТЯ ПІДНЕСЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО СУДНОБУДУВАННЯ

Парсяк В.Н.
доктор економічних наук, професор кафедри інтелектуальної цифрової економіки
volodymyr.parsyak@nuos.edu.ua

Жукова О.Ю.
кандидат економічних наук, доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки
olena.zhukova@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Доповідь присвячена висвітленню поглядів її авторів на перспективи, які відкриває кластерна інтеграція потенціалів підприємств морського господарського комплексу для відновлення потужностей та посилення конкурентної спроможності бізнесів власне суднобудування та інших, споріднених з ним. Запропоновано низку кейсів на підтвердження цієї робочої гіпотези.

Ключові слова: економіка, економіка моря, суднобудування, корабельний інжиніринг, кластери, конкурентна спроможність, економічна безпека.

Вступна частина. Бізнеси, створені власними силами є неабиякою цінністю для засновників. Тому вони так піклуються про них, боронять від небезпек (а їх чимало трапляється на шляху до омріяних цілей) та бажають подальшого розквіту. Таке ставлення є безвідносним до предмета господарської діяльності, її масштабів та організаційно-правових форм. Нова генерація власників та менеджменту суднобудівних підприємств, інжинірингових компаній не є винятком. Тому вони усвідомлено наслідують продуктивний досвід своїх закордонних колег. В царині морегосподарювання кластеризація стала частиною державної політики з відповідною підтримкою. А в ЄС морські кластери утворили власну мережу [1, 2].

Ціль цієї роботи полягає в отриманні підтвердження робочої гіпотези щодо мобілізації кластерного потенціалу підприємств морського господарського комплексу України на теренах її південних областей, які в наш час стали ареною запеклого супротивну російській військовій агресії.

Основна частина. «Морський кластер України» – громадська спілка, заснована миколаївськими ентузіастами три роки тому. За час що минув виконану чималу роботу визначення кола її учасників, персонального складу органів управління, ключових стратегічних рішень, що закладаються в підґрунтя подальшої діяльності, вирішено усі правові формальності – Морський кластер став реальністю де-юре. Бачення щодо нього полягає у

розбудові економічних відносин між суднобудуванням та іншими гравцями морської індустрії, глобальними та національними регуляторними органами, розробниками державної політики та організаціями, які опікуються втіленням її у життя.

На шляху до своєї мети засновники спиралися на досвід, накопичений світовою практикою. Вони проклали міст між секторальними кластерними структурами та відкрили перед ними перспективи інтеграції в систему *Blue Economy.* Вважаємо це правильним, оскільки суднобудування належить до тих бізнесів, які створюють елементи основного капіталу для цілої низки інших видів підприємств: рибальства, розвідки та видобутку корисних копалин, морської офшорної енергетики, марикультури, комерційного та круїзного судноплавства. Від того наскільки добре вони порозуміються, залежить успіх кожного й усіх разом. Ба більше, суднобудування, як кільце розгалуженого ланцюга поставок, підживлює ділову активність суміжних видів господарської діяльності (металургії, машино- та приладобудування, інжинірингу).

Наведене трактування бачення продовжене формулою місії кластера. Він має сприяти розвитку української морської економіки завдячуючи консолідації зусиль підприємств, які її утворюють. На поточному порядку денному перебувають питання сталого розвитку кліматично нейтральної, циркулярної, продуктивної *Blue Economy*. Їхнє розв'язання неможливе без декарбонізації морського транспорту, визначення зон контролю викидів, нового бачення ролі портів, збереження та примноження природного капіталу. Від так, об'єднання зусиль усіх стейкхолдерів є не тільки бажаним, але й життєво важливим.

Взірцем для інших має стати суднобудівна індустрія Миколаївщини та Херсонщини. Звичайно, за умови закінчення на їхніх теренах бойових дій. Це прямо випливає з результатів аналізу 19 перших учасників кластера. Суднобудівні та судноремонтні підприємства серед них складають 32 %. Підприємства корабельного інжинірингу – 16 %. Бізнес-асоціації, центри підтримки бізнесу, навчальні заклади, адміністрація миколаївської територіальної громади – 15 %. І що привертає особливу увагу, споріднені бізнеси – 37 %. Ідея виявилася захопливою, привабливою, перспективною, сповненою оптимізму. Вона знайшла прихильників, які пов'язують своє майбутнє з перспективами суднобудування, що поступово відкриваються.

Про втілення у життя відповідних очікувань піклується адміністрація кластера. Її структура та кількісний склад побудовані на принципах розумної достатності. Сьогодні у штаті чотири співробітники, очолювані виконавчим директором – керманичем інжинірингової компанії «*MDEM*», добре відомої не лише в нашій країні, але й далеко за її межами. З огляду на помірковані розміри вступних й членських внесків та обсяги витрат на фінансування планових заходів, діяльність персоналу кваліфікуємо як волонтерську.

Ефективність роботи персоналу контролює спостережна рада. Вона обирається загальними зборами представників підприємств-учасників. Для підвищення рівня обґрунтованості важливих стратегічних рішень створено декілька комітетів: «Суднобування та судноремонт», «Військове кораблебудування», «*R&D* та освіта», «Морське обладнання та ІТ». У найближчій перспективі мав з'явитися ще один – «Порти та судноплавство». Однак, порти, які належать до об'єктів критичної інфраструктури, сьогодні перебувають під постійними загрозами обстрілами. З цієї причини вони не були підключені до логістичних коридорів щодо вивезення з країни сільськогосподарської продукції.

З досвіду відомо, що кластер тоді виглядає привабливим, коли учасники підсилюють свою конкурентну спроможність завдяки виникненню більш комфортного ділового середовища. Для того, щоб було так, потрібно підвищувати компетентності персоналу, отримувати доступ до важливих елементів інфраструктури та фінансів (включаючи іноземні інвестиції), підтримувати попит на свою продукцію. Усвідомлюючи це, адміністрація сформулювала для чинних та потенційних партнерів кластера низку ціннісних пропозицій. Зокрема:

інтеграція та лідерство в локальних програмах розвитку високих технологій через участь у створені індустріальних та технопарків, акселераторів актуальних стартапів, центрів Індустрії 4.0

фандрейзинг та інноваційний брокеридж для пошуку джерел пільгового фінансування та грантової підтримки проєктів з розвитку (вдосконалення бізнес-процесів, оновлення технологій, підтримка інновацій, покращення знань та навичок персоналу);

облік та сегментація ланцюгів створення вартості та розробка на цьому підґрунті конкурентних стратегій, які узгоджують ресурси товаровиробників з потребами ринку;

використання спільних активів. Зокрема, сайту, фондів розвитку, промоції, стендів та площ на виставках і ярмарках. Очікується, що в такий спосіб усі охочі заощаджуватимуть власні кошти, реактивно досягатимуть омріяних бізнес-ідей;

інформаційний обмін ринковою аналітикою, клієнтськими базами з метою налагоджування виробничої та інноваційної кооперації в середині країни та за її межами;

поширення інформації про ринкове позиціювання учасників кластера, спільний та індивідуальний PR з метою поліпшення їх іміджу та репутації, пошуку партнерів та замовників.

Застосування технології «Now-How-Wow Matrix» уможливило визначення основних напрямків робот кластера. Серед них: презентація суднобудівної індустрії на міжнародній арені, подолання кадрового дефіциту, розвиток інноваційної інфраструктури (перш за все у сфері цифрових технологій), лобіювання інтересів галузі в органах державної законодавчої та виконавчої влади. Кожний з них уточнений деталізованими річними планами, затвердженими та підкріпленими доступними джерелами фінансування. Усі заходи розподілені за пріоритетами, визначеними співвідношенням оцінених зусиль та ефекту, який може бути отриманий.

Сьогодні цей перспективний проєкт поставлено на паузу. Війна (справжня – жорстока та невблаганна) далася взнаки. Водночас констатуємо, що бізнес, долаючи неймовірні організаційні ускладнення та особисті трагедії співробітників, не припиняє своєї діяльності. Як, власне і «Морський кластер України». Ось лише деякі приклади:

Виступи спікерів від кластера під час блакитного саміту «На шляху до сталої економіки», який відбувся за програмою Європейського морського дня в Україні У виступах спікерів пролунало бачення перспектив інтеграції нашої держави у проєкти розвитку економіки моря;

участь у брокерському заході «Спільні підприємницькі можливості компаній Румунії та України для стимулювання блакитної економіки в морському транспорті» (18 серпня 2022 р.), організованого Торговою Палатою промисловості, сільського господарства та судноплавства м. Констанца. Цей перелік можна було б продовжувати.

Висновки. З результатів, отриманих впродовж дослідження та запропонованих для обговорення, випливає, що українське суднобудування, попри об’єктивні та суб’єктивні проблеми, які постали перед ним, має шанси відновитися та набути піднесення. Серед економіко-організаційних засобів досягнення цієї мети виявлено та визнано перспективним використання потенціалу кластерної інтеграції. Вона набула поширення в морських державах Європейського Союзу, досвід якого використано засновниками «Морського кластера України». Його перші кроки, попри ускладнень, обумовлених війною, дають підстави стверджувати, що поєднання зусиль підприємств-учасників здатне суттєво посилити їхню конкурентну спроможність на вітчизняному та закордонних ринках.

REFERENCES

[1] Parsyak V., Zhukova O. Alternative strategies for construction of the organizational structure of management of the marine industry cluster in Ukraine. Baltic Journal of Economic Studies, Vol. 4, №. 5, 2019, c. 110-120. URL: http://www.baltijapublishing.lv/index.php/issue/article/view/744/pdf

[2] Парсяк В. Жукова О. Економіко-правові обриси кластера суднобудівних підприємств Миколаївщини. Причерноморські економічні студії, 2020, Вип.52, частина 2, с.73-81. URL: http://bses.in.ua/journals/2020/52_2_2020/14.pdf

Organizational and Economic Substitute for the Rise of Domestic Shipbuilding

Parsyak Volodymyr, Zhukova Olena
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The report is devoted to highlighting the views of its authors on the prospects opened up by the cluster integration of the potentials of enterprises of the maritime economic complex for the restoration of capacities and strengthening of the competitiveness of the businesses of shipbuilding itself and others related to it. A number of cases are offered to confirm this working hypothesis.

Key words: economy, maritime economy, shipbuilding, ship engineering, clusters, competitiveness, economic security.

УДК 342.001.23

СУТНІСТЬ ТА ЗМІСТ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ: ЕКОНОМІКО-ПРАВОВИЙ ВИМІР

Філіпішина Л. М.
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки, обліку та підприємництва
Первомайський науково навчальний інститут Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
ontariofilpi@ukr.net

Анотація. Розкрито сутність і зміст інноваційних процесів в економіко-правовій площині. Інновації розглянуто як основний елемент сучасної моделі економічного зростання. Акцентовано увагу на важливості інноваційного розвитку вітчизняного виробництва, що сприятиме економічному розвитку держави.

Ключові слова: інновації, інноваційні процеси, інноваційна діяльність, інноваційний продукт, економічне зростання.

Вступна частина. Сучасна економіка характеризується процесами, що пов’язані з поступовим вичерпанням можливостей використання традиційних ресурсів задля забезпечення економічного зростання, що викликано і наближенням фізичних меж використання ресурсів, і зниженням їх ефективності. У зв’язку з цим система наукових знань у галузі інноваційних процесів та нових технологій має бути основним елементом сучасної моделі економічного зростання.

Мета роботи. Розглянути окремі питання сутності та змісту інноваційних процесів в економіко-правовому вимірі.

Основна частина. Проблема інноваційного розвитку є предметом пильної уваги науковців у різних галузях науки. Підвищення інтересу до категорії «інновації» викликано, насамперед тим, що, інновації виступають вагомою можливістю для України досягти рівня розвитку та добробуту європейських країн, шляхом переходу до інноваційно-орієнтованої економічної системи.

Термін «інновація» походить від англійського слова «innovation», дослівний переклад якого означає «нововведення, ідея, новітній продукт» [1, с. 357]. Окрім того, інновацію (нововведення) можна визначити як перше практичне застосування нового науково-

технічного (технологічного), організаційно-економічного, виробничого чи іншого рішення. Водночас, необхідно зауважити, що таке визначення дає розуміння інновації у широкому змісті. Якщо ж говорити лише про технологічну інновацію, то її можна охарактеризувати як втілення нового технічного рішення у продукті, що реалізується на ринку, або в процесі, що використовується у виробництві чи сфері послуг. У ще вужчому сенсі інновація – це процес трансформації витрат у випуск з метою генерування продукції, що характеризується вищою якістю та нижчими витратами, ніж раніше [2, с. 221-224].

Звертаючись до визначення категорії «інновація», поданого у Законі України «Про інноваційну діяльність», можемо зауважити, що законодавець окреслив її економічну складову, вказуючи на те, що інновації – це «новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери» [3].

Натомість, необхідно звернути увагу на головну мету державної інноваційної політики, якою «є створення соціально-економічних, організаційних і правових умов для ефективного відтворення, розвитку й використання науково-технічного потенціалу країни, забезпечення впровадження сучасних екологічно чистих, безпечних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій, виробництва та реалізації нових видів конкурентоздатної продукції» [3].

У сучасній науковій літературі виділяють два підходи до визначення інновацій: 1) процесний (відтворювальний) підхід – інновації розглядаються як процес реалізації ідеї та її перетворення на готовий результат або як окремі стадії процесу – освоєння, впровадження, комерціалізація, використання. У руслі цього підходу дано і визначення інновації як зміни та як сукупності заходів; 2) об’єктний підхід – інновації подаються як кінцевий результат, впроваджений об’єкт.

У контексті сучасної ситуації вагоме значення має взаємозв’язок інноваційної політики і оборонної доктрини, який на думку О.В. Голяшкіна, простежується у декількох основних напрямах. По-перше, в сучасних умовах підтримка мінімально-необхідного рівня обороноздатності неможлива без постійних інновацій в сфері озброєння і організації армії, формування психології військовослужбовців. По-друге, важливим інструментом зростання макроекономічної ефективності є конверсія інновацій, тобто використання нововведень, створених у зв’язку з рішенням оборонних завдань в цивільному секторі. По-третє, використання звичайних інноваційних механізмів в процесі виконання оборонних замовлень і організація збройних сил дозволяє підвищити економічність армії, знижуючи тим самим оборонне навантаження на бюджет. [4, с. 126-128]. Така теза є сьогодні надзвичайно актуальною для України, як для держави, що веде боротьбу за свою незалежність у війні з агресором – РФ.

Досліджуючи питання адміністративно-правового регулювання інноваційної діяльності в Україні, згадуваний нами вчений О.В. Голяшків, звертає увагу на те, що правового поняття інноваційної діяльності досі не сформульовано. На думку дослідника під інноваційною діяльністю варто розуміти законодавчо врегульовану діяльність, спрямовану «на використання результатів наукових досліджень і розробок з метою розширення номенклатури і поліпшення якості продукції, що випускається, або вдосконалення технології їх виробництва для забезпечення балансу інтересів усіх учасників правовідносин» [4, с. 44-45].

Висновки. Отже, з огляду на викладене вище можемо зауважити, що термін «інновації» має глибокий економічний і правовий зміст. Натомість, доводиться констатувати більшу розробленість проблематики інновацій та інноваційної діяльності в економічній площині, аніж правовій, що зумовлює потребу подальшого наукового пошуку цих понять у правовому вимірі [5].

ЛІТЕРАТУРА

1. Новий тлумачний словник української мови: у 3 т. Т. 1: А-К / уклад.: В. В. Яременко, О. М. Сліпушко. К.: АКОНІТ, 2006. 926 с.
2. Іванець М. Я. Завдання і цілі державної інноваційної політики. *Наше право*. 2019. № 2. С. 221–224.
3. Про інноваційну діяльність: закон України від 4 липня 2002 року № 40-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2002., № 36. Ст. 266.
4. Голяшкін О. В. Адміністративно-правове регулювання інноваційної діяльності в Україні: дис.. канд.. юрид. наук: спец. 12.00.07 – адміністративне право і процес; фінансове право; інформаційне право. Київ, 2011. 220 с.
5. Filipishyna L.M. «E-government as a tool of public administration». *Причорноморські публічно-правові читання*, матеріали Міжнародної наукової конференції, Миколаїв, 10-12 вересня 2021 р. – Миколаїв: Видавничий дім «Гельветика», 2021. – Ч.1. – 212с.(С.173-176)

Essence and Content of Innovation Processes: Economic and Legal Dimension

Liliya Mukhailivna Filipishyna
Pervomaysk Scientific Educational Institute Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Abstract. The essence and content of innovative processes in the economic and legal plane are revealed. Innovations are considered as the main element of the modern model of economic growth. Attention is focused on the importance of innovative development of domestic production, which will contribute to the economic development of the state.

Key words: innovations, innovative processes, innovative activity, innovative product, economic growth.

УДК 330.35

ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ: ПРОБЛЕМИ ТА ПІДТРИМКА В УМОВАХ ВІЙНИ

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 проблеми сфери економіки України в умовах воєнного стану. Визначено основні напрямки та фактори підтримки малого та середнього бізнесу в умовах війни. Сформовано рекомендації щодо перезапуску українського бізнесу та підтримку з боку держави в умовах військового стану.

Ключові слова: війна, економіки, стратегічні переваги, державна підтримка.

В умовах війни перед органами публічної влади України постали нові виклики та завдання, пов’язані з наданням адміністративних послуг, забезпеченням діяльності суб’єктів господарювання, організацією територіальної оборони громад, евакуацією населення, соціальним захистом внутрішньо переміщених осіб тощо. Долати ці виклики допомагає небувала згуртованість українського суспільства, яка стала надійною основою соціальної стійкості держави та національного спротиву російському вторгненню. Таке швидке об’єднання українського суспільства та публічних інституцій сталося насамперед тому, що в Україні впродовж всіх років її незалежності відбувалися процеси демократизації суспільних відносин на основі національних цінностей.

Ми всі спостерігаємо, як з кожним днем війни росія провалюється в економічну чорну діру у зв'язку з впровадженням потужних санкцій (зокрема, замороження рахунків, вихід провідних компаній з ринку) у тому числі, завдяки взаємодії нашої влади з представниками країн-партнерів. Світові економісти прогнозують країні-агресору нищівну поразку і зовнішній дефолт.

З такою блискавичною швидкістю падіння економіки, невдовзі ми побачимо не лише суттєве зменшення їхніх золотовалютних резервів (частина з яких заморожені на заході), а й значне скорочення запасів зброї, прострочених сухпайків та навіть того брухту, який колись був бойовою технікою. З іншого боку, ні для кого не секрет, що війна – це неймовірно дорого. І видатки нашої держави на комплексний захист та підтримку економіки, за інформацією від глави Уряду Дениса Шмигаля, становлять близько 2 млрд гривень щодня. І тут мова лише про прямі видатки, не враховуючи наші збитки.

З початку військової агресії росії в Україні пошкоджено, зруйновано або захоплено щонайменше 533 заклади освіти, 300 дитячих садочків, 196 медичних закладів, 129 заводів та підприємств. Окупанти знищили 8 цивільних аеропортів та 10 військових аеродромів. За даними Міністерства розвитку громад і територій, окупанти зруйнували 6 800 житлових будинків [1].

Міністр фінансів України Сергій Марченко закликав країни світу надати фінансову підтримку, яка необхідна нам для виживання. У Міністерстві наголосили, що близько 30% українських підприємств повністю припинили діяльність, 45% частково працюють.

Зупинка роботи підприємств через активні бойові дії на території більшості міст, через пошкодження або знищення цілих заводів та об'єктів інфраструктури створили величезний дефіцит в українському бюджеті.

Стратегічна перевага у війні з росією вже за нами, Україна продовжує здійснювати платежі за держборгом, щоб уникнути, у першу чергу, дефолту. Не варто розраховувати лише на західну підтримку, адже все залежить саме від нас.

Настав час ідентифікувати та сформувати чітку державну та громадянську позицію, яка допоможе запустити алгоритм ефективного відновлення нашої економіки [2].

Зараз вкрай важливо підтримувати українські національні та локальні підприємства, зокрема місцевий бізнес та сервіси, які працюють у регіонах чи містах нашої держави.

Сотні новостворених чи існуючих підприємств потребують збуту власної продукції та послуг – наш патріотичний обов'язок підтримати їх гривнею. Малі та середні підприємства завжди були, є та будуть основою економіки, тим паче у воєнний час, решту бізнес зробить сам.

У Верховній Раді вже прийнято у І читанні законопроєкт №7232 "Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо оподаткування суб'єктів господарювання, пов'язаних економічними зв'язками з державою-агресором". Цей документ передбачає підвищення податків на 50% для компаній, які продовжують працювати на російському ринку.

Оновлення державної політики у податковій та митній сферах це наступний крок у підтримці економіки. Суттєве зменшення адміністративного та податкового навантаження на бізнес дозволяє залишати більше коштів в обороті та мати ресурс на подолання викликів, які зараз виникають. На час війни та для післявоєнного стану розбудови країни держава частково лібералізувала та дерегулювала податкову та митну політику. Також оновлено спрощену систему оподаткування та надано пільги із сплати податків. Протягом воєнного стану та 3 місяці потому штрафи та пеня з ЄСВ не стягується, а перевірки не проводяться [2].

Поступово український бізнес повертається до життя. Сотні підприємств відновлюють роботу і держава цьому сприяє. Частина підприємств сьогодні отримала достатньо великі державні оборонні замовлення та працюють у три зміни лише на перемогу. Звичайно, інформація про ці підприємства не підлягає розголосу, але вони є і їх вже достатньо багато. Вважаю, що мілітаризація економіки зараз – найкращий прояв патріотизму.

Стабілізувати ситуацію на українському ринку вже допомагає Міністерство економіки України. Зокрема, за підтримки Мінцифри та проекту Дія. Бізнес компанія Prozorro. Продажі запустила платформу цифрової взаємодії для допомоги релокації бізнесу. Успішний приклад відновлення у сфері логістики показує "Нова Пошта", яка продовжує працювати фактично в усіх областях країни, попри те, що в перший тиждень війни обсяги їхньої доставки впали на 95%.

Компанія повідомляє, що вже запустила 29 сортувальних станцій зі 141, знову запускаються 1 600 відділень по всій країні та 1 500 вуличних поштоматів у 16 містах. Також "Нова Пошта" продовжує з новою силою реалізовувати соціальний проєкт "Гуманітарна пошта України". В рамках проєкту підприємство безкоштовно доставляє вантажі для волонтерських організацій.

Поступово відновлюють роботу українські торгові марки одягу та взуття, чимало з яких не лише продають товар, але й перераховують кошти на ЗСУ зі своїх продажів, а також шиють плитоноски, бронежилети та балаклави.

Безкомпромісна боротьба з агресором триває. Розпочався етап перетворення України в самодостатню, суб'єктну і непереможну державу. І в кожного з нас попереду багато роботи, адже маємо розуміти, що економічний фронт не менш важливий, ніж військовий. Ми повинні бути солідарними з нашими захисниками та здобувати власні перемоги над гуманітарними та фінансовими викликами.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Промова Президента України: «Аби ситуація в економіці покращилася, потрібно, щоб країна жила й працювала попри війну». Офіційне інтернетпредставництво президента України. URL: https://www.president.gov.ua/news/abi-situaciya-v-ekonomici-okrashilasyapotribno-shob-krayin-74389

[2] Офіційний сайт Міністерства фінансів України. URL: https://index.minfin.com.ua/ua/labour/unemploy

[3] Іванов С.В. Економічне відновлення і розвиток країн після збройних конфліктів та воєн: невтрачені можливості для України. *Економіка України*, 2019, №1, с.75-89.

Economy of Ukraine: Problems and Support in the Conditions of War

Khmarska I.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding: Mykolaiv, UA

Annotation. The problems of the economy of Ukraine in the conditions of martial law were studied. The main directions and factors of supporting small and medium-sized businesses in wartime conditions have been determined. Recommendations for the restart of Ukrainian business and support from the state in the conditions of martial law have been formed.

Key words: war, economy, strategic advantages, state support.

УДК 657:004

ОРГАНІЗАЦІЯ КЛАСТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПОБУДОВИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ СУДЕН НА р. ДНІПРО

Поткін О.О., викладач **Дацюк Д.О.** студент
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м. Миколаїв e-mail: ipdo@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто передумови організації суднобудівного кластера для поповнення транспортного флоту на р.Дніпро, а також наведено задачі, які необхідно вирішувати в

управлінні суднобудівним кластером для залучення приватних інвестицій в річковий транспорт. Наведено динаміку річкових вантажних перевезень в Україні.
Ключові слова. Річковий транспорт, кластерна система, річкові перевезення, інвестиції, суднобудування, внутрішні водні шляхи.

Вступна частина. Річковий транспорт є найбільш дешевим, екологічним і ефективним в усьому світі. Україна має розгалужену мережу внутрішніх водних шляхів. По території України проходить біля 4 тис. км. внутрішніх водних шляхів, які потенційно можуть виконувати перевезення вантажів. Сьогодні перевезення вантажів на внутрішніх водних шляхах ведеться по Дніпру, Дунаю та Південному Бугу але 90% перевезень приходяться на р.Дніпро. За підсумками 2021 р. вантажні перевезення головною річкою України Дніпром склали 9,98 млн. т., що на 34,9% (або на 2,58 млн. т.) більше ніж за аналогічний період 2020 р. [4] Динаміка річкових перевезень в Україні має позитивну тенденцію декілька років поспіль. Однак потенціал цієї річки оцінюється як мінімум у 20–25 млн. тонн на рік – стільки перевозилося наприкінці 1990-х. Однак його не використовують. Однією з умов виходу з кризи транспортної галузі на внутрішніх водних шляхах України є оновлення та поповнення транспортного флоту.

Основна частина. Проблема поповнення транспортного флоту на внутрішніх водних шляхах України може бути вирішена паралельно з заходами по відновленню суднобудівних підприємств України. Пропонується розробити програму побудови та експлуатації суден на Дніпрі на основі кластерної інтеграції. Світовий досвід кластеризації економіки показав, що вона справляє вирішальний вплив на процеси посилення конкурентоспроможності та прискорення інноваційної діяльності.

Кластерна форма об’єднань підприємств – на сьогоднішній день є однією з найефективніших форм організації інноваційних процесів, форм регіонального розвитку, за якої на ринку конкурують вже не окремі підприємства, а цілі комплекси, які скорочують свої витрати завдяки спільній технологічній кооперації. Об’єднання у кластери формують специфічний економічний простір з метою розширення сфери вільної торгівлі, вільного переміщення капіталу та людських ресурсів, а отже, виконують функції структуроутворюючих елементів глобальної системи.[3]

Кластер побудови та експлуатації транспортних суден — це добровільне мережеве горизонтальне об’єднання підприємств та організацій, що займаються *проектуванням, побудовою та експлуатацією транспортних суден на внутрішніх водних шляхах України.* Учасники кластера поєднують зусилля та ресурси для досягнення таких цілей. [2]

1. Проектування та побудова транспортних суден, конкурентоздатних на внутрішніх водних шляхах України;
2. Організація ефективної експлуатації флоту на внутрішніх водних шляхах України.
3. Формування нових підприємств та робочих місць в структурі кластера.
4. Створення умов для довгострокової взаємодії з органами місцевої влади через проекти індустріальних та технологічних парків.
5. Запровадження сучасних механізмів взаємодії з установами фінансово-кредитної сфери України та Європейськими фінансовими інституціями.
6. Забезпечення конкурентних переваг учасників кластера та кластера в цілому за рахунок стійких і розвинених кластерних зв’язків, наявності довгострокової стратегії діяльності кластерної інтеграції.
7. Підтримка стійких зв’язків по ланцюгу створення вартості на всіх етапах життєвого циклу транспортних засобів.
8. Розширення можливостей доступу до інновацій та нових технологічних рішень, в тому числі організація трансфера технологій, інкубація малих інноваційних компаній і проектів.

Висновки. Кластерна інтеграція побудови та експлуатації суден — це дієвий механізм державної підтримки системи водного транспорту України. Організація та функціонування кластера буде позитивно впливати на пошук консенсусу з усіма учасниками ринку річкових перевезень. Кластерна інтеграція створює умови для залучення приватних інвестицій в річковий транспорт.

Список літератури:

[1] Закон України «Про внутрішній водний транспорт» № 1054-IX від 03.12.20р.
[2] Запорожець І.М., Козир Б.Ю., Фатєєв М.В. ПРОЦЕСНО-ОРІЄНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ В СУДНОБУДІВНИХ КЛАСТЕРНИХ СИСТЕМАХ. Зб. наук. пр. СХІДНА ЄВРОПА: ЕКОНОМІКА, БІЗНЕС ТА УПРАВЛІННЯ Випуск 4 (15) 2018 С. 183–185.
[3] Соколенко С.І. Інноваційні кластери – механізм підвищення конкурентоспроможності регіону [Електронний ресурс] / С.І. Соколенко. –Режим доступу : http://ucluster.org/sokolenko/2008/07/innovacijny-klasterymexanyzm-pidvyshhennyakonkurentospromozhnosti-regionu/
[4] Аналітичний огляд обсягів вантажних перевезень на р.Дніпро [Електронний ресурс] https://landlord.ua/news/obsiah-vantazhnykh-perevezen-dniprom-zmenshyvsia-na-17-4/

Organization Of The Cluster System Of Construction And Operation Of Transport Vessels On The Dipro River

assistant Potkin O.O. student Datsyuk D.O.
Admiral Makarov National Shipbuilding University
Ukraine, Mykolaiv

Abstract. The prerequisites for the organization of a shipbuilding cluster for the replenishment of the transport fleet on the Dnipro River are considered, as well as the problems that must be solved in the management of the shipbuilding cluster in order to attract private investment in river transport. The dynamics of river freight transportation in Ukraine are given.

Keywords. River transport, cluster system, river transportation, investments, shipbuilding, inland waterways.

УДК 657.454.342

НОВІ МОМЕНТИ ПОДАТКОВОЇ ЗВІТНОСТІ З ПДВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

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. В умовах воєнного стану в Україні господарюючі суб'єкти продовжують працювати в різних обставинах, які зумовлюють ретельне відслідковування змін в податковому законодавстві. В доповіді представлені основні важливі нюанси виконання податкових зобов'язань платників ПДВ з моменту оголошення воєнного стану. Значну увагу приділено формуванням показників податкової декларації з ПДВ з врахуванням змін до Податкового Кодексу.

Ключові слова: податки, податкове зобов'язання, інформація, податкова звітність, воєнний стан

Як відомо, з ранку 24.02.2022 року для України розпочалося нове життя – життя в стані війни, що було несподіваним майже для кожного, включаючи суб'єктів господарювання. Саме з цієї дати було оголошено воєнний стан, ТПП України в свою чергу підтвердила, що обумовлені обставини з 24.02.2022 року до оголошення їх офіційного закінчення, визнані надзвичайними, невідворотними, форс-мажорними і саме в цих обставинах наразі живе і працює вся Україна. Дехто переїхав в умовно безпечні області, дехто виїхав з України за кордон, але дуже багато господарюючих суб'єктів своєї діяльності не припинили. Звісно, вони певною мірою скоротили обсяги та об'єми виробництва, проте продовжують функціонувати, працювати, а це в свою чергу, забезпечує життєдіяльність країни. Діяльність в умовах воєнного стану характерна певними нюансами, новими моментами в оподаткуванні, бухгалтерському обліку та звітності і на деяких з них ми сконцентруємо свою пильну увагу.

Слід відмітити, що до Податкового кодексу України законом № 2118 були внесені відповідні зміни, однією з яких є те, що, якщо у платника податків відсутня можливість своєчасно виконати свої податкові зобов'язання, він звільняється від відповідальності як в частині своєчасної сплати податків, так і в частині своєчасного подання звітності[1]. При цьому, обов'язковість виконання своїх зобов'язань зі звітування було перенесено на трьохмісячний термін після закінчення воєнного стану.

Щодо певних форм податкової звітності, які передбачають звітування, то вони також набули оперативних змін[2]. Слід відмітити, що з 15 березня 2022 року для платників податку на прибуток була запроваджена в дію нова форма податкової декларації, яка характерна появою нового рядка 06.2 МЗП, зміною формули розрахунку значення в рядку сімнадцятому та появою абсолютно нового додатку «МПЗ» для тих платників, які визначають податок на прибуток з урахуванням мінімального податкового зобов'язання.

Однак найбільш знаковим моментом є часткове зупинення діяльності СЕА ПДВ, що зумовили неможливість реєстрації податкових накладних і коригувань до них, а також формування показників декларації з ПДВ за лютий місяць 2022 р. за відсутністю зареєстрованих податкових зобов'язань (ПЗ) та податкового кредиту (ПК). За лютий 2022 р. платники ПДВ при формуванні показників декларації, повинні значення ПК і ПЗ визначати на підставі зареєстрованих до 24 лютого 2022 р. в системі ЄРПН податкових накладних і наявних підтверджуючих первинних документів бухгалтерського обліку. А вже в умовах воєнного стану, в наступних звітних періодах, ПЗ і ПК повинні формуватися виключно на базі наявних у платника первинних документів.

Так, якщо у платників ПДВ є можливість, то вони можуть в таблиці 1.1 додатку 1 до податкової декларації з ПДВ відображати дані про суми ПДВ, які були включені до складу ПЗ за звітний період по незареєстрованих в єдиному реєстрі ПН (коригувань) та по підтверджуючих первинних документах на дату подання податкової декларації з ПДВ.

Щодо сум ПК з ПДВ, сформованого платниками на підставі підтверджуючих первинних документів, які отримані від контрагентів, то вони знаходитимуть своє відображення в таблиці 2.1 в якості відомостей про операції з придбання з врахуванням ПДВ, які підлягають оподаткуванню за ставками 20%, 7% і 14% та додатку 1 до податкової декларації з ПДВ. За наявності такої можливості, покупець включає до заяви про допущення контрагентом-продавцем помилок при зазначенні обов'язкових реквізитів ПН та/або порушення граничних термінів її реєстрації в ЄРПН, або ж розрахунку коригувань сьомого додатку до декларації. Слід наголосити на тому, що без подання сьомого додатку, ПК може бути не врахований до уваги при прийнятті декларації та розрахунку ліміту реєстрації.

Важливим моментом є те, що при поданні податкової звітності з ПДВ, яка містить ПЗ, сформовані на підставі наявних у платника підтверджуючих первинних документів, та по незареєстрованих в ЄРПН ПН та коригувань до них, у платника ПДВ в СЕА буде формуватися показник ΣПеревищення і, відповідно, зменшуватися ліміт реєстрації в системі електронного адміністрування ПДВ. При цьому, саме відомості, відображені в таблиці 1.1 за рахунок

другого реєстраційного ліміту, що відповідає значенню показника ΣПеревищення сприятимуть в подальшій реєстрації ПН та РК в ЄРПН.

Однак, після оголошення завершення дії воєнного стану, платники ПДВ повинні забезпечити реєстрацію в ЄРПН всіх ПН та РК, реєстрація яких була відтермінована на час дії воєнного стану. Всі ПЗ та ПК, які були задекларовані платниками ПДВ під час дії воєнного стану на базі підтверджуючих первинних документів, підлягають приведенню у відповідність, тобто обов'язковому уточненню з урахуванням даних ПН та РК, зареєстрованих в ЄРПН.

.ЛІТЕРАТУРА

[1]. Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законодавчих актів України щодо особливостей оподаткування та подання звітності у період дії воєнного стану : Закон України від 03.03.2022 р. № 2118-IX. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-20#Text

[2]. Гавриленко, Н., Грищенко, О., & Козіцька, Н. (2022). Вплив цифрових трансформацій на зміст фіскального адміністрування. *Економіка та суспільство*, (41). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-41-38

New points of vat reporting under the conditions of marital state

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. Under the conditions of martial law in Ukraine, business entities continue to work in various circumstances that require careful monitoring of changes in tax legislation. The report presents the main important nuances of fulfilling the tax obligations of VAT payers since the declaration of martial law. Considerable attention was paid to the formation of VAT tax return indicators, taking into account changes to the Tax Code.

Keywords: taxes, tax liability, information, tax reporting, martial law

УДК 336.71

ОСОБЛИВОСТІ БАНКІВСЬКОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

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 м.Миколаїв, Україна
karas.nuos@gmail.com

Аннотація. Досліджено тенденції діяльності банківського сектору України під час воєнного стану. Здійснено аналітичну характеристику особливостей цього сектору та визначено основні заходи з підтримання стійкості банківських установ та їх достатньої ліквідності в сучасних умовах.

Ключові слова: банківський сектор, фінансові ресурси, кредит, воєнний стан.

В усіх цивілізованих країнах банківський сектор є важливим складовим елементом фінансового ринку, а його стабільність та ефективність виступають необхідною умовлю розвитку кожної економіки. В Україні військові дії спричинили безпрецедентні умови, в яких опинилася національна економіка та її банківська сфера, зокрема. Тому на сьогодні актуалізуються завдання щодо підтримання стабільності банківського сектору, який концентрує фінансові ресурси і спрямовує кредитні потоки в пріоритетні галузі національної економіки в період дії воєнного стану та період відбудови після закінчення воєнних дій.

Метою представлених тез конференції є дослідження особливостей функціонування банківського сектору України в сучасних умовах воєнних дій.

У мирний час, а в умовах воєнного стану тим паче, функціонування економіки країни неможливе без ефективної банківської системи, яка забезпечує функціонування грошового ринку, активно обслуговує і впливає на всі економічні та соціальні процеси, які відбуваються в державі, виступає важливим складником інвестиційного процесу. Сьогодні у Центральній та Західній Україні працюють понад 90% відділень системно важливих банківських установ, а в цілому по країні, включаючи регіони з активними бойовими діями – майже 70% [1].

Як свідчать дані Національного банку України, станом на серпень 2022 року обсяг ліквідності банківського сектору (у формі залишків на коррахунках та у депозитних сертифікатах НБУ) сягнув майже 300 млрд. гривень (у тому числі, майже 230 млрд. гривень – у депозитних сертифікатах НБУ). Основним чинником збільшення банківської ліквідності виступали витрати з Єдиного казначейського рахунку Уряду, тоді як чистий продаж Національним банком іноземної валюти зменшував обсяг вільної ліквідності в банківській системі. Поряд з цим, воєнні ризики обумовлюють низьку кредитну діяльність банків. Слід відзначити, що в умовах воєнного стану спрямуванню кредитних ресурсів у розвиток реального сектору України сприяють державні програми підтримки кредитування. Зокрема, відповідно до здержавної програми «Доступні кредити 5-7-9%» за останній тиждень серпня банками було видано 151 пільговий кредит на загальну суму 968 млн грн, Із цієї суми близько половини кредитних ресурсів було видано банками державного сектору. Загальний обсяг виданих кредитів з початку широкомасштабних воєнних дій на території України за програмою перевищив 48 млрд. гривень, з яких 4/5 було спрямовано на підтримку сільськогосподарського виробництва та антивоєнні цілі [2].

Довоєнна діяльність банківського сектору була досить успішною. Станом на 1 січня 2022 року з 71 платоспроможних банків 66 банків були прибутковими, збитки отримали лише 5 банків на загальну суму 400 млн. грн. Прибуток сектора став менш концентрованим: п'ять найбільших банків сформували 67% прибутку порівняно з 83% за підсумками 2020 року. За інформацією НБУ, платоспроможні банки України у 2021 році отримали 77,5 млрд грн чистого прибутку, що вдвічі більше, ніж за 2020 рік. Від початку 2022 року і роздрібні, і корпоративні чисті кредити помітно зростали, станом на 24 лютого цей приріст становив близько +4%. Однак, початок повномасштабних бойових дій був значним шоком для банківської сфери, що зумовило і зупинку такої позитивної динаміки (табл..1) [2].

Слід відзначити, що важливими складовим підтримки стабільності фінансового сектору стало ухвалення Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо особливостей діяльності фінансового сектору у зв'язку із введенням воєнного стану в Україні», продовження терміну дії Закону України «Про фінансову реструктуризацію» до 1 січня 2028 року, скасування вимог гарантування грошових вимог та прав на вимоги виконання договірних зобов’язань першокласними банками для цілей іноземного інвестування, та ін.. Так, скасування такої вимоги сприятиме зниженню боргового навантаження на суб’єкти господарювання. Національному банку надано більше повноважень. Зокрема, під час особливого періоду, що включає період дії воєнного стану та період відбудови після закінчення воєнних дій, регулятор вестиме рахунки державних органів, призначені для

забезпечення потреб держави у відсічі збройної агресії проти України та ліквідації її наслідків, а також для благодійних пожертв та гуманітарної допомоги.

Таблиця 1. Тенденції кредитування банківським сектором України (за період з 21 лютого по 25 квітня 2022 року

Основні тенденції	у роздрібному сегменті використання кредитних лімітів у перші дні війни обсяг заборгованості зменшився на 2,1%
	у корпоративному сегменті під загрозою опинилася фізична активність підприємств, кредитний портфель у гривні збільшився на 2,8%, у валюті – зменшився на 2,6%
	запровадження «кредитних канікул»: клієнтам дозволено тимчасово не сплачувати за кредитами без застосування штрафних санкцій
	у межах державної програми «Доступні кредити 5-7-9%» видано 3351 кредит на загальну суму 9,88 млрд грн.
	готовність банківських установ продовжувати кредитування критично значущих в умовах воєнного стану секторів та підприємств: АПК, харчової промисловості, виробництво товарів першої необхідності, медичних товарів тощо

Отже, в складних умовах воєнного стану для забезпечення стабільного функціонування банківської системи до основних заходів з підтримання стійкості банківських установ та їх достатньої ліквідності, виконання зобов'язань перед вкладниками і кредиторами слід підвищити рівень захисту вкладів клієнтів банківських установ, здійснювати контролю за цільовим використанням кредитів рефінансування, продовжити підтримку фінансового сектору, як передумови подальшої відбудови держави після закінчення воєнних дій.

ЛІТЕРАТУРА

1.Офіційний сайт Головного управління статистики України.: http://www.ukrstat.gov.ua/
2. Офіційний сайт Національного банку України. https://bank.gov.ua/

Features Of The Banking Sector Of Ukraine During The War

Karas P., PhD Economics, professor, **Gryshyna L.,** PhD Economics, professor,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding**:** Mykolayiv, UA

Abstract. Trends in the activity of the banking sector of Ukraine during the martial law were investigated. An analytical characterization of the specifics of this sector was carried out and the main measures to maintain the stability of banking institutions and their sufficient liquidity in modern conditions were determined.

Key words: banking sector, financial resources, credit, martial law.

УДК 005

ОСОБЛИВОСТІ МАЛОГО БІЗНЕСУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Дюндін В. Д.
кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіки Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Херсон, Україна dyundinvd@gmail.com

Анотація. Розглянуто необхідність залучення бізнесу до економічних процесів держави. Проаналізовано деякі особливості підприємницької діяльності. Наголошено на необхідності оцінки підприємницьких здібностей на державному рівні.

Ключові слова. Державне регулювання. Малий бізнес. Підприємницька діяльність. Людський та інтелектуальний капітал.

Економічні процеси, їхнє державне регулювання завжди відігравали ключову роль у розвитку країни, в його місці на світових ринках. Але виклики останнього часу ставлять нові цілі для реальних та віртуальних сфер економіки України.

Велика кількість підприємств та організацій повністю або майже припинили свою діяльність з об'єктивних причин. Багато наших співвітчизників залишили робочі місця і пішли захищати Батьківщину. Величезна кількість була змушена виїхати за кордон.

На нашу думку, з урахуванням сучасних реалій, все вільне працездатне населення повинне включатися у міру своїх можливостей на підтримку боротьби з агресором.

Важливе місце у відновленні та підтримці інфраструктури, недопущенні продовольчої кризи і, нарешті, забезпеченням людей, що залишилися без роботи, займає малий бізнес.

Розглянемо деякі особливості підприємницької діяльності.

Формування та розвиток підприємств у сфері малого та середнього бізнесу в Україні у різних сферах економіки до останнього часу відповідали світогосподарським процесам, оскільки у всіх розвинених країнах функціонує значна кількість невеликих підприємств різноманітного профілю.

Підприємництво - це найважливіший елемент ринкової економіки зі своїми завданнями та мікро-макроекономічними функціями. Малий бізнес сприяє інтенсивному розвитку держави, багато в чому визначає темпи економічного зростання, структуру та якість валового національного продукту.

Незважаючи на автономність підприємництва, малий бізнес потребує й державного регулювання та підтримки. Можна виділити ряд напрямів, які реально сприяли б розвитку підприємницької діяльності.

1. Надання великими підприємствами замовлень та різних факторів виробництва.
2. Поліпшення інвестиційного клімату.
3. Формування спрощеного та більш зрозумілого для підприємця податкового законодавства.
4. Залучення бізнесу до державних програм.

Глобалізація, що охопила торгову, виробничу, фінансову, інноваційну сфери перетворилася на процес, що формує світовий економічний простір. У нових умовах господарювання необхідне підвищення експортного потенціалу малого бізнесу, зміна його структури у бік збільшення питомої ваги готової продукції як для власних потреб, так і для припливу валютних надходжень.

Необхідно зближення рівнів ефективності діяльності великих та дрібних підприємств. Повинно зникнути протистояння малого бізнесу великому виробництву з метою створення більш ефективної загальної економічної системи держави. Головною економічною функцією бізнесу є створення широкого спектра товарів та послуг в умовах швидкої диференціації та індивідуалізації споживчого попиту.

На наш погляд, необхідна система оцінки підприємницьких здібностей як економічного ресурсу в умовах «інформаційної економіки». В основі такої економіки лежить раціональне використання ресурсів та задоволення ширших потреб людей у галузі отримання інформації та знань, проведення вільного часу, здатності до самовираження.

Оцінку ролі підприємницьких здібностей у сучасній інформаційній економіці слід проводити у межах загальної концепції людського та інтелектуального капіталу. Підприємницька складова людського капіталу залишається його ключовим елементом, що визначає творчі можливості фірм реалізації конкурентних переваг.

Таким чином, на нашу думку, державна політика у сфері малого бізнесу має бути спрямована не лише на його підтримку на основі аналізу функціонування різних

підприємницьких структур, а й на повне возз'єднання діяльності малих та великих підприємств та організацій, особливо у сучасних реаліях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамова І.М. Проблеми розвитку малого підприємництва в Україні [Текст] / І.М. Абрамова // Фінанси України. - 2010. - №4 - С. 12 – 17.

2. Ближенський В.Є. Основні проблеми розвитку малого бізнесу в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4543/1.pdf.

3. Заярна Н.М. Міжнародний досвід підтримки малого бізнесу та сучасні українські реалії [Текст] / Н.М. Заярна // Науковий вісник НЛТУ України. - 2011. - Вип. 21.1. - С. 198-202.

Features Of Small Business In Modern Conditions

Dyundin Valeriy
PhD in Economics, Associate professor of the department of economics, Kherson educational and scientific institute of admiral Makarov of National shipbuilding university

Anotation. The necessity of attracting small businesses to the economic processes of the state is considered. Some features of entrepreneurial activity are analyzed. The necessity of assessing entrepreneurial abilities at the state level is noted.

Keywords. State regulation. Small business. Entrepreneurial activity. Human and intellectual capital.

УДК 330:378

РЕІНЖИНІРИНГ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В КОНТЕКСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Канаш О.Є.
магістр, аспірант кафедри інтелектуальної цифрової економіки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
olesia.mandra@nuos.edu.ua

Анотація. У доповіді в контексті дискусії запропоновано проекція процесу реінжинірингу на запровадження дуальної освіти. Охарактеризувавши у попередній дослідженнях стратегії дуальної освіти, привабливі для замовників освітніх послуг, та можливі для реалізації у закладах вищої освіти, поставлено за мету обґрунтувати доцільність створення графіків навчання для кожної зі стратегій дуальності.

Ключові слова: реінжиніринг, дуальна освіта, економіка, заклад вищої освіти.

Основна частина. Поняття реінжинірингу, за традицією, яка склалася в науковому обігу та практичному менеджменті, використовується щодо бізнес-процесів. Реінжиніринг визначається як переосмислення, зміна основних компонентів, функцій організації, інших елементів діяльності з метою підвищення загальної ефективності та її окремих показників. Цикл реінжинірингу включає наступні етапи: визначення об'єктів реінжинірингу; аналіз поточної ситуації; створення альтернативних сценаріїв розвитку об'єктів та вибір оптимального; реінжиніринг процесу; співставлення цілей організації з поточними результатами діяльності. З наведеного випливає, що реінжиніринг будь-якого процесу включає три фундаментальні компоненти, які ми проеціюємо на вищу освіту:

- технологічний. Має на увазі використання нових процедур навчання з огляду на запровадження концепції дуальності;

- організаційний. Означає побудову організаційної структури процесу дуальної освіти, характеристику відносин між її суб'єктами;

- економічний. Узгоджує економічні інтереси учасників системи дуальної освіти.

Реінжиніринг в галузі вищої освіти відкриває рух за двома напрямками його застосування: адміністративним та академічним. Виконані спостереження засвідчили: адміністративні процеси не є ключовими у системі вищої освіти, оскільки виконують сервісні функції щодо академічних. Однак, при тому, що кінцевою метою освіти є забезпечення наукової, професійної та практичної підготовки фахівців, створення передумов до цього є не менш важливим аспектом. Тому мета реінжинірингу освітнього процесу на засадах дуальності стосується досягнення як адміністративних цілей, так і академічних цілей. Оптимізація та особливості адміністрування дуалізації навчального процесу є самостійної науковою задачею, дотичною до проблеми гармонізації економічних інтересів сторін в системі «вища освіта-бізнес». Наразі зосередимося на академічній складовій і визначимо її як об'єкт реінжинірингу.

Прагнучи рухатися шляхом до окресленої мети в межах чинного інституціонального поля, ми звернулися до «Положення про організацію навчального процесу»[1]. Спираючись на зазначену норму, робимо висновки:

заклади вищої освіти мають право використовувати усі доступні знаряддя задля набуття випускниками, як мінімум, зазначених компетенцій;

вихідною точкою розробки навчального процесу є створення навчального плану та графіку навчального процесу.

Структура навчального плану у вигляді графічної моделі представлено на рис. 1. Навчальний план є нормативним документом закладу вищої освіти, в якому відображено інформацію про спеціальність, освітній рівень, кваліфікацію, нормативний термін навчання, графік освітнього процесу, обов'язкові та вибіркові складові, теоретичну та практичну підготовку та інші. У складі освітньої програми є обов'язкова складова навчального плану, яка не перевищує 75 % навчального плану, та вибіркова, відповідно, – не менше 25 % навчального навантаження. Кількість годин навчальних занять денної форми становить від 33 % до 50 % для рівня молодшого бакалавра та бакалавра та 25 % до 33 % для рівня магістра. Тривалість навчання за заочною формою не має бути більшою за 20 % обсягу навчальних занять денної форми навчання.

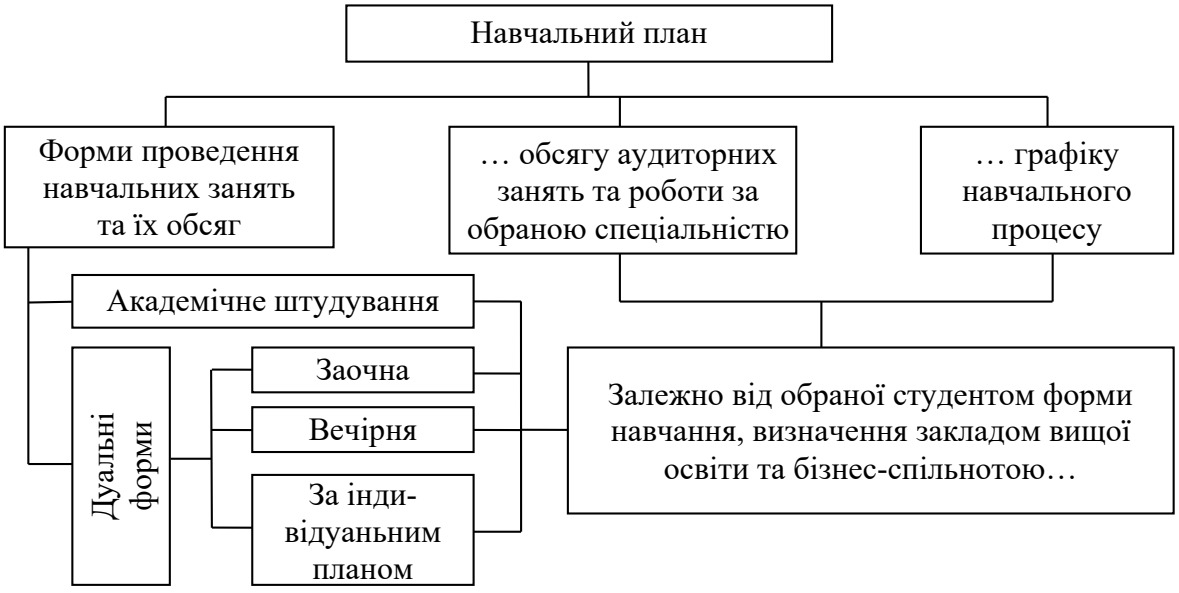


Рис. 1. Складові навчального плану закладів вищої освіти

Графік навчального процесу – нормативний документ закладу вищої освіти, що встановлює календарні терміни теоретичної, практичної підготовки та інших складників освітньої програми. Якщо говорити про денну форму навчання, то він має наступні особливості: навчальний рік налічує два семестри; теоретичне навчання, практики, екзаменаційні сесії тривають 40-44 тижнів. Водночас на засвоєння теорії відводиться 15 тижнів на семестр; практична підготовка відокремлена від теоретичного навчання й триває не менш ніж шість тижнів.

На наше переконання, абітурієнту має бути надано право самостійного обирати форми навчання з огляду на життєві обставини, в яких він перебуває, та плани на подальше життя. Добре, якщо цей вибір є усвідомленим, а особи, залучені до профорієнтаційної роботи роз'яснюватимуть майбутнім студентам зміст дуальної освіти та перспективи, які вона відкриває перед випускниками закладу вищої освіти.

Ми вже мали можливість охарактеризували стратегії дуальної освіти, привабливі для замовників освітніх послуг, а отже зацікавлених у запровадженні ЗВО прийнятних для них інноваційних технологій:

- поєднання роботи на підприємстві за контрактом з навчанням у закладі вищої освіти за освітньо-професійною програмою, яка посилює фахові компетенції, важливі для збереження особою поточної кадрової позицій або ж для втілення у життя мрій про кар'єрне зростання;
- сполучення навчання у закладі вищої освіти з набуттям практичних навичок впродовж непостійної роботи на підприємстві з подальшим гарантованим працевлаштуванням на ньому;
- набуття фахових компетенцій у закладі вищої освіти за обраною спеціальністю та додавання до академічної складової навчального процесу перебування на практиках, які передбачені навчальним планом;
- до того ж не обійдемо увагою обставини, за яких студент не перебуває в колі прихильників дуальної освіти та надає перевагу класичній формі навчання.

Кожен зі шляхів вимагає відповідності планів абітурієнта впродовж перебування в стінах Альма-матер особливостям навчального графіку.

Висновки. З огляду на вищевикладене, випливають обриси робочої гіпотези здійснення реінжинірингу: його похідною навчальною компонентою є фахові компетенції, які набуває здобувач освітньої послуги; комунікації між викладачем (куратором від підприємства, на якому студенти набувають практичних навичок) змінюються в залежності від однієї компетенції до іншої; методи та технології навчання складають разом інструментальний мікс, який не є уніфікованим, а повинен змінюватися, зважаючи на компетенції, які формуються. З цього припущення випливає, що адміністрування дуальної освіти та її академічна підтримка потребуватимуть оновлення світогляду учасників освітнього процесу та їх готовності до ще більшого піклування про зростання продуктивності своєї роботи заради спільного блага;

інструментальний мікс, має піддаватися масштабуванню, в залежності від середовища де чиниться виробнича складова навчального процесу. Йдеться, між іншим, про розміри підприємства: мале, середнє або ж велике, оскільки це відбивається на обсягах ресурсів, що перебувають у розпорядженні менеджменту для розв'язання відповідних задач.

Наведені міркування закладено в підвалини алгоритму послідовних кроків, здійснюваних студентом при виборі прийнятної для нього форми освіти, що є подальшим кроком нашої роботи. Важливо усвідомлювати, що реінжиніринг невід'ємно базуватиметеся на традиційних формах викладання – комбінації лекційної та практичної складової, проте буде розширено варіативність їх поєднання щодо тривалості та послідовності згідно з обраною абітурієнтом формою дуальності. Нашою відповіддю на цей виклик стануть пропозиції щодо графіків навчання для кожної з трьох стратегій дуальної освіти.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Про затвердження Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах. [Електроний ресурс]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0173-93#Text/.

Reengineering Of The Educational Process In The Context Of Implementing Dual Education

Kanash O. Ye., Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The concept of reengineering, according to the tradition that has developed in scientific circulation and practical management, is used in relation to business processes. In this work, we propose to project the process of reengineering for the introduction of dual education. Based on the strategies of dual education that are attractive to customers of educational services and possible for implementation in institutions of higher education justified in the previous studies, we set the aim to substantiate the feasibility of creating training schedules for each of the strategies of duality.

Key words: reengineering, dual education, economy, institution of higher education.

УДК 332:338

ДЖЕРЕЛА ВІДНОВЛЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ЕКОНОМІКИ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

Мігай Н.Б.

кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки, обліку та підприємництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

nataliamihai@ukr.net

Анотація. Досліджено особливості збереження та відновлення потенціалу економіки України під час війни та у післявоєнний період. Обґрунтовано першочергові заходи та джерела підтримки економіки діючим урядом. Окреслено основні принципи, на яких має базуватися план відновлення економічного потенціалу у післявоєнний період.

Ключові слова: потенціал економіки, джерела відновлення, післявоєнний період.

Вступна частина. Сучасний етап функціонування вітчизняної економіки в стані війни вимагає від економічних суб'єктів пошуку нових можливостей для розвитку в екстремальних умовах. Повномасштабне вторгнення держави-окупанта спричинило шок і збій практично у всіх ланках економічної системи. Практично зруйновані виробничо-промислові потужності, транспортно-логістична, маркетингова, соціальна інфраструктури, які забезпечували розвиток економічного потенціалу країни. Велика кількість промислових підприємств або зазнали руйнувань, або припинили свою діяльність, або, в кращому випадку, змогли перемістити свої виробничі потужності в інші регіони, але при цьому втратили свій кадровий потенціал. За таких умов, важливою є підтримка економіки України на національному та наднаціональному рівнях, пошук джерел для швидкого її відновлення у післявоєнний період.

На даний час дослідженню економічних процесів в умовах війни присвятили свої праці такі науковці як С. Башлай, З. Варналій, О. Воронцова, Б. Данилишин, О.Короленко, С. Онешко, М.Трофімчук Є. Шекета та інші.

Виходячи із вищезазначеного, **метою роботи** є дослідження джерел відновлення потенціалу вітчизняної економіки під час війни та у післявоєнний період.

Основна частина. Український уряд в умовах війни намагається підтримувати функціонування економіки. За останній час було запроваджено ряд ключових регуляторних новацій у бізнесовій, податковій, фінансовій, соціальній сферах. Підтримується

платоспроможність банківської системи, хоча продовження військових дій та зниження якості активів через падіння платоспроможності бізнесу спричиняють збитки банківському сектору [1].

Існуюча на сьогодні модель управління фінансовою системою країни базується на дещо суперечливих засадах, а саме: збереження низькодохідних гривневих державних облігацій, які не покривають інфляції, стимулює споживання (тобто посилює інфляційні процеси) та конвертацію заощаджень у іноземну валюту; фінансування дефіциту бюджету за рахунок додаткової емісії грошей спричиняє девальваційний та інфляційний тиск, фіксація Національним банком обмінного курсу та валютні обмеження дають змогу стримувати цей девальваційний та інфляційний тиск [2].

Попри те, що воєнні дії тривають, підвалини для швидкого відновлення економічного потенціалу України у післявоєнний період мають бути закладені саме зараз. Відтак, ще у квітні 2022 року Президентом України підписано наказ про утворення Національної ради з відновлення України від наслідків війни, завданнями якої є [3]: розроблення **плану заходів з післявоєнного відновлення та розвитку України;** визначення та напрацювання пропозицій щодо пріоритетних реформ, реалізація яких є необхідними у воєнний і післявоєнний періоди; підготовка стратегічних ініціатив, проектів нормативно-правових актів, прийняття і реалізація яких є необхідними для ефективної роботи та відновлення України у воєнний і післявоєнний періоди.

Певні кроки в напрямку відновлення потенціалу економіки вже зроблені на даний час. По-перше, релокація бізнесів – переміщення із зони бойових дій у більш безпечні регіони (переважно Львівська, Чернівецька, Закарпатська, Тернопільська області), забезпечення житлом тимчасово переміщених осіб, їх працевлаштування. По-друге, документування збитків (діє спільний проект Київської школи бізнесу, Офісу Президента та Міністерства економіки «Росія заплатить», а також Міністерства цифрової трансформації через застосунок «Дія») з метою формування доказової бази для міжнародних судів та притягнення до відповідальності країни-агресора.

Першочерговим у післявоєнний період є відновлення критичної інфраструктури та закладів соціальної сфери. Звісно, що всі ці заходи вимагають потужних фінансових вливань.

Джерелами фінансування відновлення потенціалу економіки України у післявоєнний період можуть бути кошти із фондів створених державою: фонд підтримки малого та середнього бізнесу; фонд підтримки армії; фонд відновлення та трансформації економіки; гуманітарний фонд; фонд обслуговування та погашення державного боргу; фонд відновлення майна та зруйнованої інфраструктури. Наповнення цих фондів передбачається за рахунок допомоги країн-партнерів та таких міжнародних інституцій як Світовий банк, Міжнародний валютний фонд, Європейський інвестиційний банк, Європейський банк реконструкції та розвитку та інших [4]. Хоча, на нашу думку, така велика кількість фондів унеможливлює ефективний контроль використання коштів та зумовить появу корупційних схем. Відповідно має бути єдиний фонд, з якого відбуватиметься розподіл фінансів на відновлення економіки.

Крім того, уряд країни повинен мати план дій на кшталт Плану Маршала. План Маршала - Європейська програма з відновлення (European Recovery Program), програмна ініціатива Сполучених штатів Америки, як одного з учасників Другої світової війни, яка спрямована на запобігання занепаду післявоєнної Європи, кризи світової торгівлі та поширення комуністичних ідей. [5, с.2]. Як і План Маршала, план відновлення потенціалу української економіки має базуватися на чітких принципах:

- своєчасність, діючому уряду України вже зараз необхідно співпрацювати з міжнародними партнерами по напрацюванню, узгодженню та реалізації плану дій;
- забезпечення ресурсами – має бути створений механізм фінансування процесів відновлення та їх забезпечення за рахунок міжнародних та вітчизняних джерел;

- толерантність – можливість саме українському уряду визначати пріоритетні напрямки відновлення потенціалу економіки, але під контролем міжнародних інституцій;
- цілеспрямованість з орієнтацією на майбутнє – використання ресурсів на відновлення економіки з орієнтацією на інноваційні підходи та технології у будівництві, промисловості, соціальній сфері, на генерацію нової структури виробництва, здатної забезпечити створення конкурентоздатної продукції;
- взаємовигода – розробка та імплементація програм, які спрямовані на розвиток бізнесу, створення робочих місць, прозорих державних закупівель, будівництва, кредитування, приватного внутрішнього та зовнішнього інвестування;
- контроль – створення чітких механізмів контролю за використанням фінансових ресурсів, запобігання корупції, залучення міжнародних експертів.

Таким чином, відновлення потенціалу економіки України в умовах війни та у післявоєнний період має відбуватися із використанням усіх можливих джерел на засадах прозорості, дотриманням правових, адміністративних, фінансових засад та у тісній співпраці нашої країни із світовою спільнотою. Розробка механізмів відновлення потенціалу економіки має стати предметом подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Майбутнє України: дім, який ми будуємо для себе. URL: https://lb.ua/blog/ievhen_stepaniuk/515449_maybutnie_ukraini_dim_yakiy_mi.html.
[2] Фінансово-економічна політика за воєнного часу. URL: https://zn.ua/ukr/macrolevel/finansovo-ekonomichna-politika-za-vojennoho-chasu.html.
[3] Про національну раду з відновлення України від наслідків війни URL: https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/nacionalna-rada-z-vidnovlennya-ukrayini-vid-naslidkiv-vijni/pro-nacionalnu-radu-z-vidnovlennya-ukrayini-vid-naslidkiv-vijni
[4] Пилипенко Я. Відбудова України після війни: хто, як і за чиї гроші URL: https://www.epravda.com.ua/columns/2022/05/19/687200/
[5] Эрлихман В. ЕС придумали в Штатах *Энергия промышленного роста: ежемесячный журнал об индустрии*. – 2006. – № 9. – URL: var/www/eprmagazine.ru/htdocs/427714ed31c27f37c611e8fb1419a203/sape.php on line 221.

Sources Of Recovery Of Economic Potential In The Post-War Period

Natalia Mihai
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation Peculiarities of presenting and restoring the potential of Ukraine’s economy during the war and in the post-war period have been studied. The primary measures and sources of economic support by the current government are substantiated. The main principles on which the plan for restoring economic potential in the post-war period should be based are outlined.

Key words: economic potential, sources of recovery, post-war period.

УДК 330.341.42

ВИКЛИКИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ МАСШТАБУВАННЯ УКРАЇНСЬКОГО БІЗНЕСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ

Морозова А.С.[1], Марущак С.М.[2]

[1] магістрант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
anastacia.sergeevna66@gmail.com
[2] кандидат економічних наук, доцент кафедри економічної політики та безпеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна svitlana.marushchak@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто стан бізнесу України під час війни, порівняно його з довоєнним періодом, проаналізовано проблеми та перспективи для розвитку бізнесу в Україні та за кордоном у воєнний час.

Ключові слова: франчайзинг, масштабування, франчайзі, франчайзер, франшиза, франчайзингова діяльність, український бізнес.

З 24 лютого 2022 року Україну охопила війна і це стало справжнім викликом для українського бізнесу. В перший місяць війни більша частина українського бізнесу зупинила свою діяльність в результаті цілого ряду проблем, пов'язаних з повномасштабним російським вторгненням. Проте вже в квітні багато компаній почали відновлювати та реорганізувати свою діяльність.

В ході дослідження динаміки підприємницької діяльності ми встановили ряд основних загроз та викликів українському бізнесу. З перших днів війни підприємці стикнулися з такими проблемами: – підвищення цін на сировину; – розрив логістичних ланцюгів; – необхідність пошуку нових постачальників сировини та продукції; – підвищення цін на енергоресурси; – виїзд працівників за кордон, або в інші регіони України; – необхідність релокації виробничих потужностей; – втрата майна через бойові дії та окупацію території; – нестабільна економічна ситуація, зниження попиту на продукцію.

В процесі аналізу підприємницької діяльності в умовах воєнного часу і по відношенню до 23 лютого ми можемо спостерігати наступну динаміку – рис.1.1.

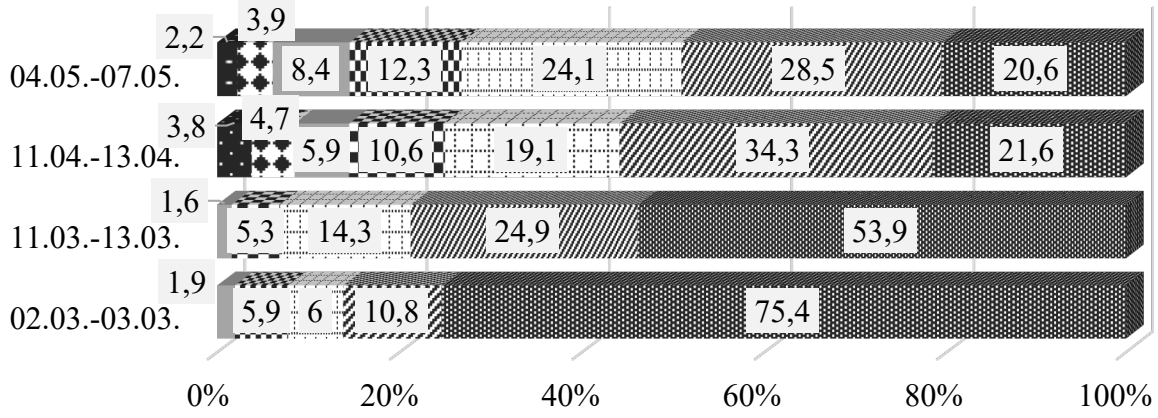


Рис. 1.1. Стан бізнесу по відношенню до 23.02.2022 р. [1]

З початку розв'язаної Росією війни в Україні зупинили роботу 20,6% підприємств малого та середнього бізнесу; ще 28,5% перебувають на межі зупинення (обсяг робіт становить від 10% до 30% довоєнного) [1]. Вище перераховані проблеми змусили підприємців шукати шляхи їх вирішення, змінювати плани, але не стали на заваді розвитку

підприємницької діяльності. За досить короткий час підприємництво в Україні почало відновлюватися.

В нових реаліях для багатьох підприємств з'явилися і нові перспективи та можливості змінити чи розширити сферу своєї діяльності. Такій ситуації сприяють: – звільнення нових для підприємств ніш ринку; – зменшення конкуренції; – можливості виходу на міжнародний ринок; – пільгові умови оподаткування; – надання грантів тощо.

Війна змінила життя багатьох українців. Якщо до війни вони мали постійну роботу на підприємствах, то тепер люди втратили можливість працювати і нагальною потребою для них став пошук вигідних варіантів зайнятості та заробітку. Одним із таких варіантів розв'язання питань зайнятості є створення, запуск або розширення власного бізнесу.

На нашу думку одним з перспективних варіантів розвитку власного бізнесу з врахуванням мінімізації рівня ризиків інвестування є франчайзинг. Його вже давно визнали однією з найзручніших та найефективніших моделей розвитку малого та середнього бізнесу. Покупцю франшизи не потрібно придумувати бренд з нуля і витрачати кошти на його просування, бо це вже зроблено [2].

Старт фрайчанзингової діяльності в Україні припадає на початкові роки її незалежності [3]. Станом на 24 лютого 2022 року в Україні нараховувалося 500 франчайзингових компаній, що співпрацювали з близько 30 тисячами франчайзі. За даними diia.business, в Україні активно розвиваються та користуються попитом шість ніш підприємницької діяльності [4]: 1) громадське харчування; 2) продуктовий рітейл; 3) охорона і безпека; 4) сфера послуг; 5) освіта; 6) медицина.

Варто відмітити, що підприємці, які придбали франшизу до війни не стали повертати гроші, а прийняли рішення відкласти відкриття підприємств на більш безпечні часи. При цьому компанії з активною позицією щодо розвитку розуміють, що франчайзинг – це каталізатор швидкого масштабування. І на сучасному етапі розвитку він працює як ніколи ефективно, тому що франшиза дає можливість на сприятливих умовах розвивати успішний бізнес в будь-якій країні світу. Розвитку українських франшиз за кордоном сприяють: – вже відпрацьовані і дієві бізнес-моделі; – обізнаність про високий рівень українського сервісу; – максимальна підтримка своїм франчайзі.

А наразі мотивація щодо розвитку бізнесу як етапу відбудови України дуже висока. В загальному ж розвиток та ефективність франчайзингу залежить від бізнес-моделі, команди, фінансових умов, технологічності та ключового ресурсу компанії.

Варто відмітити тенденцію, що на сьогоднішній день більшість франчайзерів бажають розширяти свій бізнес за кордоном – рис. 1.2.

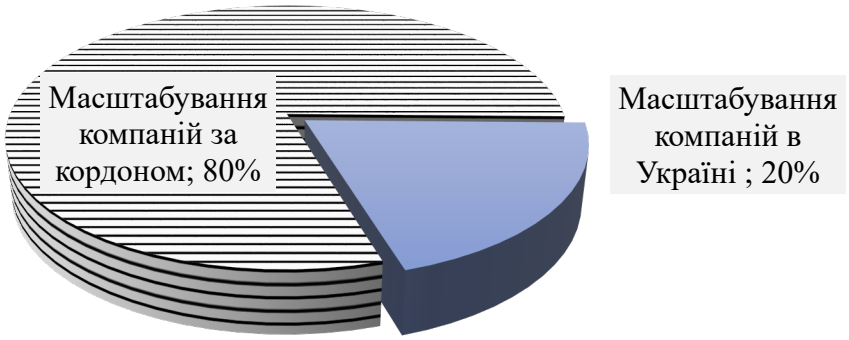


Рис. 1.2. Перспективи розвитку українських компаній [4]

За результатами досліджень, 20% франчайзерів планують розширяти бізнес тільки в межах України – в Західній Україні та в м. Києві; ще 80% компаній активно ініціюють

розвиток власного бізнесу за кордоном [1]. Країни, які представляють їх інтерес – Польща, Франція Німеччина, Італія, Литва, Чехія, Узбекистан та Казахстан.

Прикладом перспективного розвитку бізнесу за кордоном є франшиза компанії «Львівські круасани». Дана компанія за 7 років функціонування стала однією з успішних національних франчайзингових мереж із широким асортиментом великих свіжовипечених круасанів з різними начинками [5]. Візит до закладів компанії Анджеліни Джолі став гарним піаром і стимулював початок відкриття нових кав'ярень в Польщі.

В Україні відома мережа рибних магазинів Forellis. Ця мережа в Україні розвивалася в форматах суші-shop, fish-market и fish-bar. Але через війну половина з 15 закладів мережі рибних магазинів Forellis у Києві та Херсоні наразі закрита. Співвласник мережі Олександр Задерей, виїхавши з окупованого Херсону до Хорватії, побачив перспективу в ніші формату суші-барів. Це рибний фастфуд де продаються суші, бургери, супи та салати. Він вирішив зорієнтуватися на роботу з локальними постачальниками. За словами підприємця, якщо в Києві доводилося наздоганяти лідерів ринку, то в Хорватії конкуренція мінімальна. Успіх розвитку бізнесу в Хорватії надихнув і незабаром заклади такого формату запустять і в Польщі [6].

Отже, наразі в Європі спостерігається тенденція щодо створення ринку українських франшиз. Так, до консалтингової компанії Franc hise Group, яка займається просуванням франчайзингу, щодня надходять п'ять-сім запитів на запуск франшиз за кордоном. У матеріалах Forbes зазначається [6], що до війни таких запитів було два-три на тиждень. Однією з причин розвитку даної тенденції стала війна в Україні, коли багато підприємств, зокрема – магазинів, припинили функціонування, виникли суттєві перешкоди щодо поповнення асортименту новими товарами тощо. При цьому варто зазначити, що в більшості європейських країн досить суворе франчайзингове законодавство. Проте розвитку українського бізнесу за кордоном це не стає на перешкоді. Вміння в сфері організації, менеджменту та пошуку компромісу дозволяє українським підприємцям розвиватися та нарощувати масштаби,

Висновки. Війна змінила життя багатьох українців і стала серйозним викликом для бізнесу. Якщо одні вирішили перечекати, то інші взяли на себе обов'язки працювати попри воєнний стан, сплачувати податки аби підтримати економіку країни та зберегти робочі місця для українців, розширяти бізнес та виходити на європейські ринки. Франшиза – успішних приклад розвитку українського бізнесу за кордоном.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Костюченко Р. Після початку війни в Україні «закрилося» понад 20% малих та середніх підприємств – дослідження. М.: OBOZREVATEL, 2022. URL: https://news.obozrevatel.com

[2]. Кирилова С. Ринок франчайзингу: Україна, світ і сучасні виклики. М.: Стрічка, 2021. URL: https://business.rayon.in.ua

[3]. Тонюк М.О. Франчайзинг як особлива форма організації та функціонування бізнесу в Україні. *Економіка і суспільство*. 2017. Вип.№9. С. 687-689.

[4]. Франчайзинг під час війни. М.: franchising.ua, 2022. URL: https://franchising.ua

[5]. Львівські круасани : веб-сайт. URL: https://www.lviv-croissants.com/

[6]. Через війну українські бізнеси почали масово відкриватися в Європі. М.: Хмарочос, 2022. URL: https://hmarochos.kiev.ua

Challenges and trends of scaling Ukrainian business in wartime conditions

Anastasiia Morozova[1], Svitlana Marushchak[2]

[1-2] Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The state of business in Ukraine during the war and the pre-war period was considered,

problems and prospects of business development in Ukraine and abroad during the war were analyzed.
Key words: franchising, scaling, franchisee, franchisor, franchise, franchising activity, Ukrainian business

УДК 332.145

РОЗВИТОК ОТГ ЯК КЛЮЧ ДО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Клисяк М.Д.
аспіратнка кафедри економічної політики та безпеки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
mariia.klysiak@nuos.edu.ua

Анотація. Продовольча безпека, бізнес та робочі місця - важливі питання в умовах воєнного стану. Місцева економіка – це ключ до продовольчої безпеки. Окреслені основні напрями розвитку ОТГ задля розвитку економіки держави у воєнний стан.
Ключові слова: Об'єднані територіальні громади (ОТГ), економіка держави, відтік кадрів, продовольча безпека.

Ще до війни питання стратегії розвитку громад було одним із пріоритетних, але тоді акцентувалися питання про ресурси земельні, бюджетні тощо. Але в теперішніх умовах війни Російської Федерації проти України необхідно розвивати ОТГ України адже це продовольча безпека (місцева економіка – це ключ до продовольчої безпеки, а вона зараз під загрозою), бізнес (багато підприємств були вимушені зачинитися) та робочі місця (велика кількість внутрішньо переміщених осіб, а також величезна кількість людей, які покинули кордон України та залишилися в іншій країні) –це важливі питання в умовах воєнного стану. До того ж, заблоковані порти, тобто немає того потоку зовнішньої торгівлі, який був раніше. Окупанти ліквідують інфраструктуру: критичну, транспортно-логістичну, інженерну. Ще за рахунок цього відбувся відтік кадрів за кордон або на захід держави, це сотні тисячі чи більше людей, які тимчасово випали з активного економічного життя. Все це ставить під загрозу можливість надійного та довготривалого розвитку економіки України.

Як відомо, саме від ефективності діяльності територіальних громад залежить розвиток економіки держави в цілому. Так само, як і на полі бою, коли запорукою перемоги стає насамперед грамотне військове керівництво, успіхи на економічному фронті значною мірою залежать від спроможності управлінців різних рівнів сформувати адекватні стратегічні плани та забезпечити ефективність їх практичної реалізації, включаючи своєчасне виконання окреслених прикладних завдань [1]. Тому необхідно окреслити основні напрями розвитку ОТГ задля розвитку економіки держави у воєнний стан.

Великий внесок у ВВП роблять малі та середні підприємства, тому необхідно підтримувати їх, а на територія громад, які мають значну кількість внутрішньо-переселенців – відкривати нові малі та середні підприємства. Таким чином збільшиться кількість робочих місць у воєнний час, тим паче для внутрішньо переміщених осіб, які залишились без домівки та прибутку.Беручи до уваги те, що бомбардують великі склади, необхідно використовувати мобільні, інноваційні прийоми та ресурси західних країн, задля збереження палива та продовольства. Неокуповані території громад мають в наявності в достатній кількості площі для побудови та збереження невеликих складів. Таким чином ризик продовольчої безпеки зменшиться.

Тобто адміністративні ланки мають стимулювати розвиток малого та середнього бізнесу на територіях громад, заохочуючи підприємців інвестувати у стартапи та реалізацію інноваційних проєктів на територіях ОТГ. Тоді зростуть доходи у громадян, які вимушені були переїхати і залишилися без роботи, а також збільшиться рівень легального працевлаштування, який допоможе підняти економіку держави. Вирішиться продовольча безпека країни за рахунок нових інновацій на територіях ОТГ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борщевський В., Куропась І., Орест М. Економіка війни та повоєнний економічний розвиток України: проблеми, пріоритети, завдання. Громадський простір, 2022. Режим доступу: https://www.prostir.ua/?news=ekonomika-vijny-ta-povojennyj-ekonomichnyj-rozvytok-ukrajiny-problemy-priorytety-zavdannya

UTC's Development As Key To Development Of State Economy Under Martial Law

Klysiak Mariia Dmytrivna
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Food security, business and jobs are important issues under martial law. The local economy is key to food security. The main directions of the development of UTCs for the development of the economy of the state in martial law are outlined.

Key words: United territorial communities (UTCs), state economy, personnel outflow, food security.

УДК: 657

ЕЛЕКТРОННИЙ ДОКУМЕНТООБІГ – БЕЗПЕКА ДЛЯ БІЗНЕСУ У ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ

Козіцька Н.О.
кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіки, обліку та підприємництва
Первомайського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м.Первомайськ, Україна
kozitskaya_na@ukr.net

Анотація. В роботі охарактеризовано сутність ефективного функціонування електронного документування, проаналізовано нормативно-правову базу, що регулює питання його запровадження, згруповано основні вимоги до електронного документообігу, виокремлено його переваги.

Ключові слова: документування, електронний документообіг, воєнний стан.

З початком війни український бізнес зіштовхнувся з необхідністю оперативного переформатування внутрішніх процесів. Наразі для української економіки вкрай важливо, щоб бізнес продовжував роботу. Одним з найактуальніших питань, яке турбує управлінський персонал господарюючих суб'єктів, є втрата паперових документів. Адже, паперові архіви – це 100% втрата документів у разі вогненебезпеки. У мирний час робота з документами була зрозумілою, злагодженою та передбачуваною. В умовах війни, велика кількість підприємств, незалежно від їх розміру та форми власності, втратили свої приміщення, майно, а з ними і документи. Однак, швидка адаптація до нових реалій та пошук альтернативних рішень, дозволили бізнесу продовжувати роботу та забезпечувати ефективне управління своєю діяльністю завдяки електронному документообігу.

Питання електронного документообігу та його впровадження в діяльність господарюючих суб'єктів, давно стали частиною ефективної роботи вітчизняного бізнесу і набули загальнодержавного значення. Для багатьох напрямків бізнесу одним із переломних моментів для переходу на електронний документообіг став карантин, пов'язаний з пандемією Covid-19 у 2020 році. Як наслідок, за останні два роки електронний документообіг не просто набув популярності, а й удосконалився в своїй функціональності. Проте, як відбувається розвиток електронного документообігу і яке значення він має для бізнесу в умовах воєнного стану – наразі набуває особливої актуальності.

Як доводять спостереження, у перший місяць війни спостерігався природний спад активності електронного документообігу. Причиною цьому стало тимчасове зупинення роботи бізнесу та масова евакуація населення України. Згодом люди та бізнес адаптувалися до сучасних реалій та мусили повернутися до звичного життя. У такій ситуації, електронний документообіг став ледве не єдиним ефективним дієвим механізмом для комунікації між окремими бізнес-одиницями.

Нормативно-правовим підгрунттям для організації електронного документообігу в Україні є: Закон «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» [1]; Закон «Про електронні документи та електронний документообіг» [2]; Закон «Про електронні довірчі послуги» [3]; Положення про документальне забезпечення записів у бухгалтерському обліку [4]; Порядок роботи з електронними документами у діловодстві та їх підготовки до передавання на архівне зберігання [5].

Узагальнивши інформацію, викладену в вищеперерахованих нормативних документах, згрупуємо основні вимоги до електронного документообігу (рис.1).

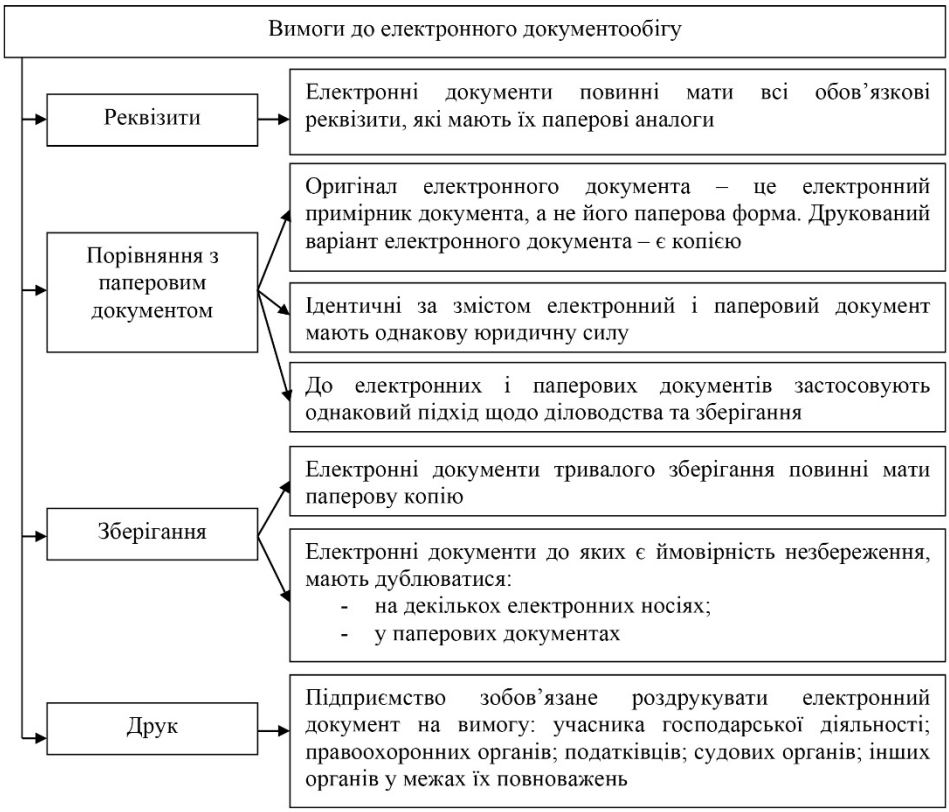


Рис. 1. Вимоги до електронного документообігу

Електронний документообіг включає зовнішні та внутрішні документи, інформація в яких зафіксована у вигляді електронних даних. Суттєвою його перевагою є можливість якісного й точного виконання безлічі завдань документообігу та опрацювання великих обсягів

документів. Очевидним є те, що електронний документообіг в порівнянні з паперовим дозволяє вивести планування діяльності господарюючого суб'єкта, облік та контроль на всіх етапах управління на новий рівень – комплексного підходу системного аналізу та прогнозування. А це, в свою чергу, підвищує фінансову стійкість підприємства в кризових умовах та знижує ризики в умовах невизначеності (табл.1).

Таблиця 1. Переваги електронного документообігу

Переваги	Обґрунтування переваг
Об'єднання зовнішніх, внутрішніх та змішаних інформаційних потоків підприємства	- можливість створення, редагування, затвердження, використання і зберігання в єдиному електронному інформаційному просторі; - регулювання кількості користувачів, шляхом надання їм доступу до системи електронного документообороту.
Оптимізація документообігу	- в процесі впровадження електронного документообігу можна переглянути необхідність низки внутрішніх документів, дозвільних підписів і скасувати зайві.
Економія часу і ресурсів	- легка інтеграція в облікову систему; - створення шаблонів документів економить час їх виконавців та знижує ризики допущення помилок; - обмін документами відбувається швидко без додаткових витрат на папір та фарбу; - автоматичний пошук прискорює роботу виконавців та підвищує їх продуктивність праці.
Можливість переїхати в іншу місцевість	- не потребує перевезення паперових справ. Актуально під час міграції бізнесу під час воєнних дій
Кращий захист документів	- електронні документи можуть зберігатися в хмарних сервісах, інформація не втрачається під час псування техніки
Спрощує процес управління	- контроль статусу виконання документів в будь-який час у будь-якому місці; - можливість налаштувань документів, відповідно до внутрішніх потреб господарюючого суб'єкта за допомогою функціональності бібліотек документів.

Отже, перехід господарюючих суб'єктів на електронний документообіг, під час дії військового стану, обумовлений рядом обґрунтованих факторів, серед яких дешевизна та зручна організація доступу до документів у визначеної кількості співробітників. Наразі держава не вимагає обов'язкового переходу до електронного документообігу, однак різними шляхами спонукає до цього.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Закон «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» від 16.07.1999 р. № 996. [2]. Закон «Про електронні документи та електронний документообіг» від 22.05.2003 р. № 851. [3]. Закон «Про електронні довірчі послуги» від 05.10.2017 р. № 2155. [4]. Положення про документальне забезпечення записів у бухгалтерському обліку, затверджене наказом Мінфіну від 24.05.1995 р. № 88. [5]. Порядок роботи з електронними документами у діловодстві та їх підготовки до передавання на архівне зберігання, затверджений наказом Мін'юсту від 11.11.2014 р. № 1886/5. [6]. Онищенко Віктор. Електронний документообіг замість паперового. *Головбух.* 2022. 25 липня. URL: https://www.golovbuh.com.ua/article/9413-

elektronniy-dokumentooborot-zamst-paperovogo (дата звернення: 20.09.2022). [7]. Плаксієнко В.Я. Черненко К.В. Електронний (безпаперовий) документообіг. Електронний цифровий підпис. *Економіка. Управління. Інновації.* 2019. Випуск№1(24).
URL: http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/bitstream/123456789/5398/1/eui_2019_1_9.pdf (дата звернення: 20.09.2022).

Electronic Document Transfer – Security For Business During Marital State

Kozitska Natalia
Pervomaisky Educational and Scientific Institute Admiral Makarov National Shipbuilding University

The paper describes the essence of the effective functioning of electronic documentation, analyzes the legal framework governing its introduction, groups the main requirements for electronic document management, and highlights its advantages.

Keywords: documentation, electronic document circulation, martial law.

УДК 336.02.

ФІНАНСОВА ГЛОБАЛІЗАЦІЯ:ЗМІСТ ТА ФОРМИ СУЧАСНОГО ПРОЯВУ

Філіпішина К. І.
студентка другого курсу магістратури
Державний податковий університет
м. Ірпінь, Україна
Коваленко Ю. М.
доктор економічних наук , професор,
професор кафедри фінансових ринків та технологій
Державний податковий університет
м. Ірпінь, Україна
kovalenko0202@ukr.net

Анотація. Розглянуто зміст та форми сучасного прояву фінансової глобалізації. Окреслено особливості глобалізаційних процесів, які стали вагомим чинником, що відображає стан міжнародних фінансових відносин та розвиток світової спільноти. З'ясовано типи глобалізації, які виділяються на основі співвідношення процесів глобалізації фінансового і реального сектора економіки.

Ключові слова: глобалізація, економіка, глобалізаційні процеси, фінансово-економічні системи, фінансова глобалізація, фінансовий капітал.

Вступна частина. Значна кількість науковців, дослідників питань, пов'язаних з фінансово-економічними системами світу, упродовж останніх років звертають все пильнішу увагу на вивчення феномена фінансової глобалізації. Так, О. А. Харун та І. А. Матюх зауважують, що «фінансова глобалізація знаменує собою зростаючу фінансову єдність та взаємозалежність фінансово-економічних систем країн світу. Більшість вітчизняних і зарубіжних фахівців вважають економічну (в тому числі фінансову) глобалізацію притаманною останній чверті XX століття. Проте чимало її ознак існувало і в попередні періоди. Так, світова валютна система на основі золотого стандарту сформувалася ще в середині XIX століття, трансформуючись у золотодевізну та девізну впродовж усього XX століття [1, с. 69].

Метою роботи є дослідження змісту та форм сучасного прояву фінансової глобалізації.

Основна частина. Автори монографічного видання «Фінансова глобалізація і євроінтеграція» звертають увагу на те, що «із початком XXI ст. світ реально увійшов у

глобальне майбутнє, але людство виявилося неготовим дати відповідь на головні питання сучасності: куди йде світ, до чого призведе глобалізація? Можливо, тому початок XXI ст. ознаменувався небаченою глобальною системною кризою, котра обіцяє стати багатоаспектною і хронічною. За останніх 40 років світ став фінансово глобалізованим. Його фінансиалізували авангардні країни – глобалізатори на чолі із США. З'явилася та стала законом розвитку експлуатація національних капіталів із боку глобального. Створено небачену в історії людства систему фінансово-економічного глобалізму. Саме ця нова система в найкоротший історичний термін, лише за 35–45 останніх років, призвела до небаченої світової кризи – першої нециклічної кризи глобального капіталізму, що неминуче стане всезагальною й матиме безперервний характер. Її наслідки незворотні, бо в ній закладено внутрішній конфлікт розвитку та механізм саморуйнування. Сутність останнього полягає в доведеній до крайньої межі системі монопольної експлуатації світу через механізми штучного попиту, роздування потреб і надспоживання матеріальних, фінансових та інтелектуальних ресурсів у вузькому колі країн-гегемонів. Ця система діє через міжнародний аутсорсинг, котрий став ефективним механізмом надспоживання. [2, с. 10-15].

У сучасних умовах поняття «глобалізація» стосується зростаючого міжнародного характеру діяльності фінансових інститутів, через що поняття «фінансова глобалізація» стало відображати процес розвитку світового фінансового сектору (рис. 1) на фоні широкомасштабної лібералізації валютних режимів, активізації операцій на світових фінансових ринках, розвитку фінансового інжинірингу, інтеграції національних ринків капіталу у єдиний світовий простір з відповідною конфігурацією фінансової архітектури [3].

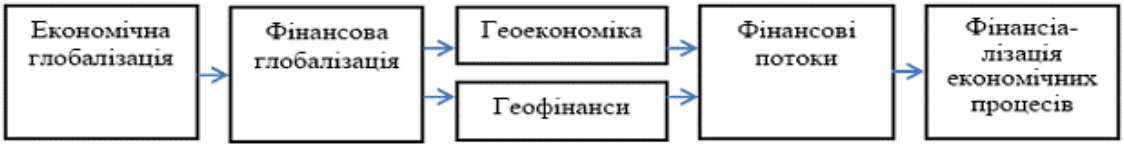


Рис. 1. Взаємозв'язок економічної глобалізації та фінансіалізації економічних процесів [3]

Натомість, як зауважує В. В. Довгалюк «характерною особливістю глобалізації фінансових ринків є те, що вони забезпечують можливість вільного руху фінансового капіталу. Оскільки капітал є одним з необхідних інструментів виробництва, кожна країна повинна бути конкурентоспроможною в його залученні. Розвиток фінансового ринку кожної країни повинен залежати і від швидкості та ефективності проведених змін на користь, в першу чергу, не держави, а кожного конкретного суб'єкта господарювання» [4]. Отже, на думку вченого, «в сучасному світі все більш актуальну роль починає набувати фінансова глобалізація, яка розповсюдилась на всіх рівнях національної та міжнародної фінансової системи. Чим вищий рівень фінансової глобалізації, тим частіше країна є учасником світових економічних процесів» [4].

Варто погодитись з думкою С. В. Онищенко, що «за рівнем глобалізації фінансова сфера нині випереджає усі сфери національної економіки. Найважливіші чинники фінансової глобалізації впливають на учасників ринку – банки, фінансові компанії, біржі, уряди, банківські установи, центральні банки, вчених, засоби масової інформації (ЗМІ), позичальників, інвесторів, а також тих, хто виробляє, продукує та обслуговує засоби інформаційних технологій. Але більш важливою і дієвою організаційною складовою фінансової глобалізації є потужні фінансові корпоративні структури: банки, страхові компанії, інвестиційні фонди, аудиторські фірми, фондові біржі, валютні біржі, світові фінансові центри та світові фінансові столиці, міста-мегаполіси. Останніми роками відбуваються суттєве зниження ролі комерційних банків і відповідне посилення ролі ринкових інститутів» [5, с. 51].

Досліджуючи питання сучасних тенденцій глобалізації фінансових ринків, Н. Г. Копитець, на основі співвідношення процесів глобалізації фінансового і реального сектора економіки, виділяє чотири типи глобалізації:

1. Повна глобалізація (реальний і фінансовий сектори економіки обох країн перебувають у тісному взаємозв'язку).

2. Глобалізація переважно фінансового сектора (оскільки мобільність фінансових активів є більшою за мобільність товарів і послуг, то в багатьох випадках розвиток глобалізації відбувається на фінансових ринках).

3. Глобалізація переважно реального сектора (у регіональних об'єднаннях країн ринки деяких видів товарів і послуг можуть бути повністю інтегровані, і виникає ситуація, за якої реальний сектор економіки переважає фінансову сферу за ступенем глобалізації).

4. Відсутність глобалізації (фінансовий та реальний сектори економіки ізольовані в межах національних кордонів) [6].

При цьому дуже важливим є підвищення регулятивного потенціалу фінансового ринку як передумови його подальшого розвитку в умовах глобалізації [7].

Висновки. Отже, підсумовуючи викладене вище можемо констатувати, що глобалізація як системне явище отримало свій прояв у багатьох сферах. Однією з найбільш охоплених глобалізацією сфер стала фінансова. Її проявом став процес створення єдиного світового фінансового простору шляхом об'єднання національних фінансових ринків і міжнародних фінансових відносин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Харун О.А., Матюх І.А. Особливості та наслідки фінансової глобалізації в сучасних умовах. *Економіка і суспільство*. 2018. Вип. 19. С. 69-73.

2. Фінансова глобалізація і євроінтеграція / за ред. О. Г. Білоруса, Т. І. Єфименко; ДННУ "Академія фінансового управління". К., 2015. 496 с.

3. Коваленко Ю.М. Фінансова глобалістика: теоретико-методичні засади. *Ефективна економіка* № 2, 2015. URL: https://cutt.ly/0Vzv6Pu

4. Довгалюк В. В. Роль фінансової глобалізації у розвитку фінансового ринку. *Ефективна економіка*. 2016. № 7. URL: https://cutt.ly/ZVzbtVq

5. Онищенко С. В. Фінансова глобалізація як чинник впливу на бюджетну безпеку держави. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2017. Вип. 12. Ч. 2. С. 50–55.

6. Копитець Н. Г. Сучасні тенденції глобалізації фінансових ринків. URL: https://cutt.ly/MVzbjqv

7. Регулятивний потенціал фінансового ринку в умовах глобальних викликів: [монографія / за заг. ред. С. В. Онишко]. Ірпінь: Вид-во НУДПСУ, 2016. 542 с.

FINANCIAL GLOBALIZATION: CONTENT AND FORMS OF MODERN MANIFESTATION

Kristina Filipishyna
second-year master's student State Tax University, Irpin, Ukraine
Yuliia Kovalenko
Professor of the Department of Financial Markets and Technologies
State Tax University, Irpin, Ukraine

Abstract. The content and forms of the modern manifestation of financial globalization are considered. The peculiarities of globalization processes, which have become an important factor reflecting the state of international financial relations and the development of the world community, are outlined. The types of globalization that are distinguished on the basis of the ratio of globalization processes of the financial and real sectors of the economy have been clarified.

Key words: globalization, economy, globalization processes, financial and economic systems, financial globalization, financial capital.

УДК 658

ОЦІНЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Прокопович Л.Б.
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри обліку і економічного аналізу
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
kalka.root@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-2561-8862

Анотація. Розглянута проблема побудови регресійної моделі оцінювання продуктивності праці на сільськогосподарських підприємствах Івано-Франківської області України. Побудовані лінійні та нелінійні регресійні моделі. Для побудови ступеневої моделі було застосовано перетворення на основі десятинного логарифму. Проведено порівняння отриманих результатів.

Ключові слова: сільськогосподарські підприємства, продуктивність, регресійна модель, перетворення, фонд оплати праці.

Вступна частина. Питанню продуктивності праці на сільськогосподарських підприємствах присвячені роботи багатьох фахівців, серед яких можна виділити роботи: Бабенко А.Г., Бондаревська К.В. [1], Дуда Г.Б. [2], Макарович В.К., Бідзіля І.І. [3], Олексенко Р.І. [4], Польова О.Л. [5]. Нажаль, незважаючи на здобутки вказаних фахівців, однією з проблем є достовірність оцінювання рівня продуктивності праці на сільськогосподарських підприємствах країни.

Мета роботи - підвищення достовірності оцінювання продуктивності праці на сільськогосподарських підприємствах Івано-Франківської області України.

Основна частина. Для проведення дослідження річної продуктивності праці одного працівника (Y) в якості початкових даних була використана інформація наведена у роботі Дуда Г.Б. [2, с. 62]. Факторами які досліджуються є: X1 - середньорічна чисельність працівників, осіб; X2 - вартість валової продукції сільського господарства в порівняльних цінах, млн. грн.; X3 - фонд оплати праці, тис. грн. З метою відбору факторів для подальших етапів дослідження була побудована кореляційна матриця (див. табл. 1).

Таблиця 1

Кореляційна матриця

	Y	X1	X2	X3
Y	1	-0,42056	0,577375	0,741327
X1	-0,42056	1	-0,02008	-0,72669
X2	0,577375	-0,02008	1	0,66157
X3	0,741327	-0,72669	0,66157	1

Так як фактор X3, за шкалою Чеддока, має сильний кореляційний зв'язок із залежною змінною (величина коефіцієнта кореляції Пірсона 0,74>0,7), то даний фактор був відібраний для побудови лінійних та нелінійних регресійних моделей (див. формули 1-9).

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \times x, \quad (1)$$

$$\hat{y} = a_1 \times x, \quad (2)$$

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \times \ln x, \quad (3)$$

$$\hat{y} = a_1 \times \ln x, \quad (4)$$

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \times x + a_2 \times x^2, \quad (5)$$

$$\hat{y} = a_1 \times x + a_2 \times x^2, \quad (6)$$

$$\hat{y} = a_0 \times x^{a_1}, \quad (7)$$

$$\hat{y} = x^{a_1}, \quad (8)$$

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \times x + a_2 \times x^2 + a_3 \times x^3, \quad (9)$$

$$\hat{y} = a_1 \times x + a_2 \times x^2 + a_3 \times x^3, \quad (10)$$

Отримані параметри побудованих моделей наведені у табл. 2. Для перевірки значимості отриманих параметрів регресійних моделей був використаний розрахунок *p*-значень (див. табл. 3).

Таблиця 2

Параметри моделей

Номер моделі	Параметри моделей			
	a_0	a_1	a_2	a_3
1	133135,128	1,177	-	-
2	-	2,237	-	-
3	-1499288,835	151937,338	-	-
4	-	23565,13	-	-
5	-182661,197	6,321	-2,00 E-05	-
6	-	3,390	-8,78 E-06	-
7	318,614	0,578	-	-
8	-	1,071	-	-
9	-6677450,115	168,310	-0,001	3,46 E-09
10	-	2,407	6,75 E-06	-5,88 E-11

Таблиця 3

Величини *p*-значень

Номер моделі	*p*-значення для параметру:			
	a_0	a_1	a_2	a_3
1	0,176590428	0,151651871	-	-
2	-	0,000144204	-	-
3	0,178291793	0,130017298	-	-
4	-	0,000118901	-	-
5	0,747734077	0,511404205	0,58406939	-
6	-	0,010754217	0,142598441	-
7	0,184045786	0,137577302	-	-
8	-	6,49092E-09	-	-
9	0,15433505	0,15231428	0,155479764	0,157675684
10	-	0,648499755	0,93286543	0,846688236

Приймаючи до уваги отримані величини *p*-значень для внутрішніх параметрів отриманих регресійних моделей від подальшого етапу дослідження були виключені моделі в яких величина *p*-значення перевищує 0,05 (параметри таких моделей ні є значимими). Параметри трьох моделей (2, 4, 8) є значимими, тому для подальшого їх порівняння у табл. 4 наведені величини коефіцієнту детермінації (R^2) та критерій Фішера (F), які були отримані для даних моделей.

Всі моделі є статистично так як розрахунковий критерій Фішера більше табличного значення (див. табл. 4). Також, величини коефіцієнту детермінації за всіма моделями перевищує 0,95, що говорить про високу точність апроксимації.

Таблиця 4

Порівняння моделей

Номер моделі	Коефіцієнт детермінації, R^2	Критерій Фішера, F	
		розрахунковий	табличний
2	0,98045447	200,650	7,709
4	0,982246549	221,308	
8	0,999868439	30400,099	

За результатами порівняння величин R^2 найліпшою регресійної моделлю для оцінювання продуктивності праці на сільськогосподарських підприємствах Івано-Франківської області України є модель 8.

Висновок. Розроблені моделі для прогнозування продуктивності праці на сільськогосподарських підприємствах Івано-Франківської області. Були запропоновані лінійні та нелінійні однофакторні регресійні моделі. В якості фактору в запропонованих моделях був обраний фонд оплати праці, тис. грн. В наслідок порівняння запропонованих моделей була відібрана найліпша – ступенева модель.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабенко А.Г., Бондаревська К.В. Трудомісткість продукції як один із найважливіших показників в галузі аграрного виробництва. *Актуальні проблеми економіки.* 2012. № 3(129). С. 208-214. URL: http://biblio.umsf.dp.ua/jspui/bitstream/123456789/2246/1/2.%20%D0%91%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%9A.%D0%92.%20%D0%A2%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97.pdf (Дата звернення: 25.09.2022).
2. Дуда Г.Б. Ефективність використання трудового потенціалу сільськогосподарських підприємств івано-франківської області. *Національна економіка*. 2017. № 1. С. 58-65. URL: http://www.intellect21.nuft.org.ua/journal/2017/2017_1/8.pdf (Дата звернення: 25.09.2022).
3. Макарович В.К., Бідзіля І.І. Продуктивність праці як квінтесенція ефективності трудової діяльності. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2014. № 2(43). С. 58-62. URL: http://www.visnyk-ekon-old.uzhnu.edu.ua/images/pubs/43/43_13.pdf (Дата звернення: 25.09.2022).
4. Олексенко Р.І. Управління продуктивністю праці на підприємствах. *Економіка АПК*. 2010. № 11. С. 46-48. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/11_2010/11.pdf (Дата звернення: 25.09.2022).
5. Польова О.Л. Методологічні підходи до оцінки продуктивності праці у сільськогосподарських підприємствах. *ЕКОНОМІКА. ФІНАНСИ. МЕНЕДЖМЕНТ: актуальні питання науки і практики*. 2016. № 3. С. 7-19. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/efmapnp_2016_3_3.pdf (Дата звернення: 25.09.2022).

Assessment of labor productivity at agricultural enterprises

Prokopovich Leonid Borisovich
PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Accounting and Economic Analysis, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The problem of construction of regression model of assessment of labor productivity at agricultural enterprises of Ivano-Frankivsk region of Ukraine is considered. Linear and nonlinear regression models were built. To build a power model, a transformation based on the tithe logarithm was applied. The results were compared.

Keywords: agricultural enterprises, productivity, regression model, transformation, wage bill.

УДК.657

ПОДАТКОВА РЕФОРМА ЯК ЧИННИК ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ДЕРЖАВИ

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 механізм зниження кількох ключових податкових ставок. Основна увага зосереджена на зменшенні надходжень до бюджету країни, що обороняється. Зроблено висновки про недоречність реформування під час військового стану.

Ключові слова: податки, реформа, інвестиції, військовий стан, податкові ставки

Бурхливий процес обговорення податкової реформи в нашій державі триває ще з минулого мирного року. На думку законотворців, зниження податкового навантаження можна було б досягнути шляхом об'єднання Єдиного соціального внеску, податку на доходи фізичних осіб та військового збору в єдину ставку ПДФО 25%. Передбачалося внесення законопроекту до Верховної ради України в кінці 2021 року, а впровадження реформи з 2023 року. В середині серпня поточного року Офіс президента анонсував проект податкової реформи, який передбачає єдину ставку податку на прибуток, доходи фізичних осіб та додану вартість на рівні 10%. Окрім цього пропонується скасувати єдиний соціальний внесок у розмірі 22% та збільшити військовий збір до 3 % з 1,5 %. Водночас передбачено скасування майже всіх пільг, посилення відповідальності за порушення податкового законодавства та доступ податківців до інформації про банківські рахунки з метою запобігання ухиленню від сплати податкових платежів[1].

На думку авторів законопроекту, реформа забезпечить конкурентність України в глобальному бізнесовому середовищі а податкове навантаження в державі залишатиметься середнім. Так, пан Длігач вважає, що сумарний ефект від зниження податкового навантаження «перекриє» негатив від відміни відшкодування, так як уникання від сплати ПДВ втратить будь який сенс[2]. Водночас, на переконання пана Арахамії провадження реформи вже з 1 січня 2023 року може спричинити недоотримання 340 млрд гривень бюджетних коштів.

Разом з тим вітчизняні економісти вже здійснили підрахунки і жваво критикують запропоновану реформацію, так як доходи державного бюджету від впровадження такої реформи, на їх погляд, можуть знизитися від 30 до 40 відсотків. Натомість автори реформи

«10-10-10» сподіваються наповнити дохідну частину Державного бюджету шляхом збільшення екологічного податку і ставок ПДВ для фармакології та пального.

Також при обговоренні пропонованої реформи постає питання наповнення Державного бюджету у найближчій перспективі, бо наразі заледве покривається 30% потреб держави. Під час війни оптимальним може бути такий рівень податків, що забезпечить фінансування оборонних програм та інших критичних видатків. При відсутності у держави доступу до зовнішніх ринків запозичень, фінансування вітчизняної оборони можливе з податків та додаткової емісії, тому стає незрозумілою логіка розробників реформи «10-10-10» [3].

Водночас зменшення ПДВ до 10% під час прискорення євроінтеграційних процесів не на користь державі, так як порушує правила ЄС, де цей податок складає 15%. А зменшення податку на прибуток до 10% є прямим порушенням консенсусного рішення G7 про мінімальний податок на прибуток у 15%, який прийнятий в межах програми боротьби з офшорними зонами. Виглядає не зовсім коректно по відношенню до країн партнерів, які надають неймовірну підтримку нашій державі в умовах війни. На прикладі європейських країн спостерігаємо значний рівень іноземних інвестицій при означеному вище податковому навантаженні, що свідчить про його некритичність при прийнятті рішення інвестування.

Зрозуміло, що ідею підтримує вітчизняний бізнес, але високі податки наразі не можна назвати основною проблемою навіть у попередньому мирному році. Рівень конкуренції, конкурентні переваги, інновації – ось що впливає на прибутковість бізнесу, на противагу рівню оподаткування.

Наразі найважливішою проблемою вітчизняного бізнесу є відсутність верховенства права та корупція і вирішити її можна спробувати шляхом реформування податкової системи, цифровізації і перетворенні її на сервісну функцію. Разом з тим для прискорення повоєнної відбудови держави необхідно буде зменшити податкове навантаження для стимулювання внутрішнього виробництва.

ЛІТЕРАТУРА.

[1]. Шурма Р. «10-10-10». У Зеленського обговорюють нову податкову модель. URL: https://biz.nv.ua/ukr/finance/v-ofisi-prezidenta-obgovoryuyut-novu-podatkovu-model-novini-ukrajini-50264035.html

[2]. Длігач А. Зниження податків під час війни - на часі. URL: https://www.epravda.com.ua/columns/2022/09/13/691421/

[3]. Фурса С. Давайте знизимо податки в Україні? Що з цього вийде. URL: https://nv.ua/ukr/opinion/podatki-v-ukrajini-fursa-rozpoviv-shcho-bude-yakshcho-zniziti-podatki-novini-ukrajini-50264746.html

Tax Reform As A Factor Of Investment Attractiveness Of The State

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)

Abstract. The mechanism for reducing several key tax rates is being investigated. The main focus is on reducing revenues to the budget of the defending country. Conclusions were made about the inappropriateness of reform during martial law.

Key words: taxes, reform, investments, martial law, tax rates

УДК 330.15.35

НАПРЯМИ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПРОДОВОЛЬЧИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Погорєлова О. В.
к.е.н., професор, завідувач кафедри бухгалтерського обліку та економічного аналізу,
Вдовиченко Л.Ю.
к.е.н., доцент кафедри економічної політики та безпеки
Баланенко О.Г.
ст. викл. кафедри бухгалтерського обліку та економічного аналізу
Національного університету кораблебудування
імені Адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна
olena.pogoryelova@nuos.edu.ua
larysa.vdovychenko@nuos.edu.ua
olena.balanenko@nuos.edu.ua

Анотація: В статті досліджено пропозиції науковців щодо модернізації продовольчих систем з метою забезпечення продовольчої безпеки та якісного харчування в умовах воєнного стану та встановлено, що думки науковців відносно напрямів трансформації продовольчої системи можна систематизувати за трьома напрямами: жорстке державне регулювання або дерегулювання продовольчої системи; виділення якось однієї підсистеми як головної для модернізації або виділення в переважній більшості підсистем окремих напрямів для трансформації; застосування переважно адміністративних або переважно ринкових економічних методів регулювання.
Ключові слова: продовольча система, продовольчий потенціал, трансформація, відкритість, стійкість.

У пошуку напрямів трансформації продовольчих систем науковці, переважно, орієнтуються на забезпеченні ефективного її функціонування. Так, при встановлені основних проблем щодо якісного рівня інституційного забезпечення ефективного функціонування продовольчої системи Коткова Н.С. [1] виділяє "відсутність комплексної, науково обґрунтованої агропродовольчої політики", яку дослідниця пов'язує з державним регу люванням аграрної галузі. Відтак, автор виділила основні етапи розвитку державного регулювання продо вольчої системи в Україні, зважаючи на економічні спади та кризи в економіці: початкове формування основ агропродовольчої державної політики (1990-2000 рр.); подолання системної кризи в агропродовольчій сфері (2001-2010 рр.) та висування агропродовольчої політики в ранг національних пріоритетів (початок 2010-х років теперішній час). Основними тезами даного дослідження є наступні позиції: по-перше, продовольча система є багатоелементною системою, яка включає, крім іншого, усі ланки продовольчого ланцюжка; по-друге, розвиток продовольчої системи тісно пов'язаний з роз витком агарного сектора; по-третє, основними факторами впливу на розвиток продовольчої системи є еко номічні цикли і продовольча політика (хоча сама автор не відділяє даний чинник, але такий висновок випливає з наведеної аргументації); по-четверте, продовольча система має бути регульованою державою, перш за все, через державне управління в аграрній сфері. З першими двома тезами ми погоджуємось, але очевидно, що не лише економічні спади та невдала аграрна реформа негативно відобразились на розвитку продовольчої системи України та, відповідно, формуванні продоволь чого потенціалу є ряд інших чинників, глобального характеру, які справили, навіть, значно більший негативний вплив на продовольчу систему [2, 3].

Дієве та ефективне здійснення комплексу заходів щодо трансформації продовольчих систем необхідно створити сприятливе середовище у плані механізмів загального керівництва та установ, які сприятимуть узгодженості роботи всіх секторів та головних зацікавлених сторін. Водночас ключем до прискорення процесів перетворень є розширення доступності технологій, даних та інноваційних рішень.

Перетворення продовольчих систем часто пов'язується головним чином з технологічними інноваціями, при цьому не береться до уваги значення соціальних і політичних умов, що забезпечують можливість здійснення цих інновацій. Важливо відзначити, що для розгортання та впровадження нових технологій та інновацій на користь системного перетворення продовольчих систем необхідний широкий спектр інституційних, стратегічних та соціально-культурних інновацій.

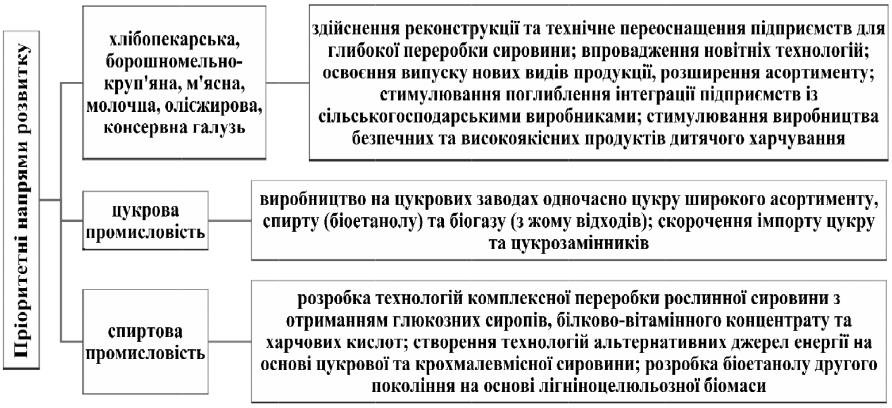


Рис. 1. Пріоритетні напрями розвитку окремих галузейхарчопереробної промисловості

Джерело: за даними Сичевського М. П., Полєщука О. Б. та Коваленка О. В. [4].

В цілому, думки науковців відносно напрямів трансформації та модернізації продовольчої системи можна систематизувати за декількома, протилежними за механізмами їх реалізації, напрямами: жорстке державне регулювання у будь-якій або переважній більшості сфер продовольчої системи або дерегулювання продовольчої системи, але за відсутності роз'яснення механізму застосування пропонованих інструментів та очікуваних результатів; виділення якось однієї підсистеми як головної для модернізації, що ставить під сумнів можливість досягнення позитивного ефекту в цілому.

По першій та четвертій позиціях окремо слід виділити неоднозначність трактування змісту та "кількості" державного втручання у визначенні напрямів трансформації продовольчих систем. Очевидними є два пояснення: по-перше, певна частина науковців дійсно вважає необхідним і правильним рішенням питання жорстке державне регулювання усіх процесів, вважаючи, що лише тотальний контроль, централізоване планування та розподіл ресурсів при використанні адміністративних інструментів впливу (квоти, дозволи, ліміти, обмеження та ін.) можуть забезпечити ефективне функціонування системи;

по-друге, певна частина науковців не зовсім вірно трактує переклад пропозицій ФАО у вирішенні цього питання, так часто слово "політика", яке вживається у звітах, українськими науковцями сприймається саме як "державна політика", яка однозначно передбачає адміністративне державне регулювання. Бокій О.В., також запропонував пріоритети розвитку стійкої продовольчої системи (позитивна динаміка промислового виробництва для досягнення рекомендованої норми споживання продовольства та зростання експорту; фізична та цінова доступність продовольства, зростання платоспроможного попиту та рівня життя населення; інвестиційно-інноваційний розвиток, забезпечення стійкої інфраструктури ринку) [5, с. 30] та заходи задля їх досягнення.

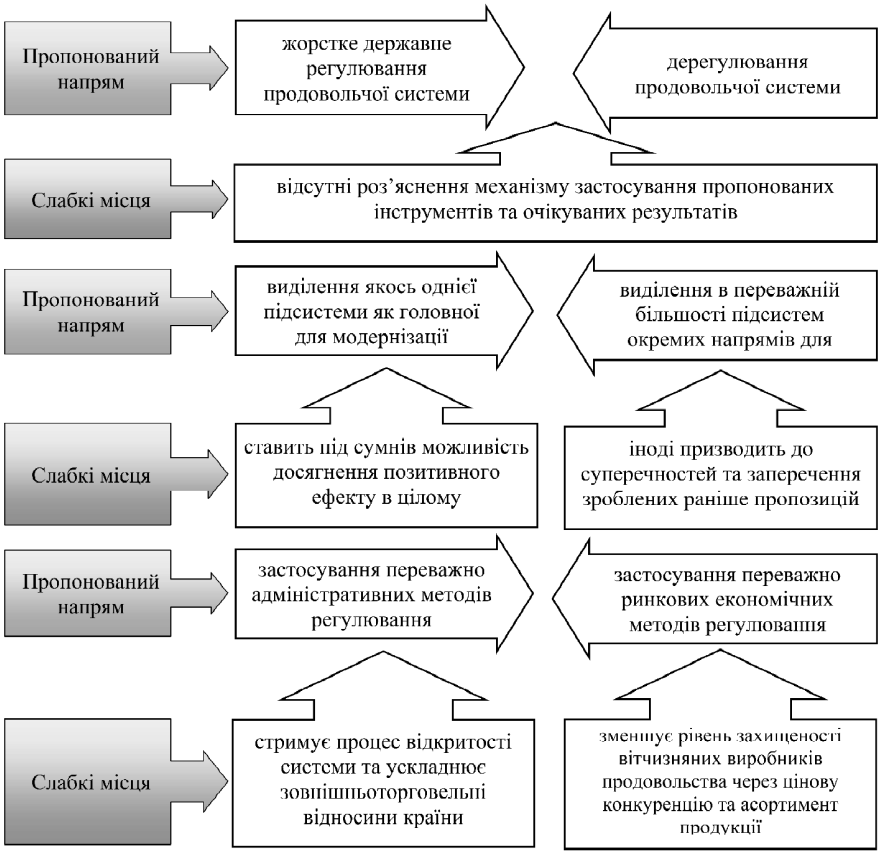


Рис. 2. Пропозиції науковців відносно напрямів трансформації продовольчих систем як складової продовольчого потенціалу

Отже, основна відмінність відкритої і закритої систем полягає у тому, що відкрита система прагне до самоорганізації, а закрита - може бути організована лише ззовні. Найбільш значимими та такими, що дозволяють реалізувати синергетичний підхід при визначенні напрямів трансформації продовольчих систем з метою забезпечення їх стійкості, на нашу думку, є висновки, зроблені Зеленською О.О.: "агропродовольча система прагне досягнення стійкого стану, що проявляється в її русі до оптимального варіанта свого розвитку (атрактора) … під впливом різноманітних факторів система продовольчого забезпечення переходить до нерівноважного стану, точки біфуркації, заякою відкриваються альтернативні варіанти її розвитку" [6, с. 124-125].

Отже, виходячи із вищеозначеного та враховуючидві головні ідеї, які, на нашу думку, є визначальними у формуванні напрямів трансформації продовольчих систем: 1) відкритість системи, що визначає спосіб функціонування системи, та 2) стійкість системи, що є бажаним результатом діяльності системи; вважаємо, що напрями трансформації продовольчої системи визначаються основними факторами внутрішнього та зовнішнього впливу на систему - визначальними детермінантами формування продовольчого потенціалу.

Продовольчі системи займають центральне місце у досягненні мети викорінення голоду та недоїдання у всіх його формах та у забезпеченні того, щоб кожен міг собі дозволити здоровий раціон харчування. Визначальні детермінанти негативно впливають на продовольчу безпеку та харчування через продовольчі системи, відтак вирішення проблеми лежить у площині перетворення продовольчих систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коткова Н. С. Індикатори розвитку продовольчоїсистеми України в умовах економічних викликів. Продовольчі ресурси. 2019. № 12. С. 229-247.

2. Куць О. І. Дерегуляція: дієвий механізм формування ефективної продовольчої системи України вумовах глобалізації. Продовольчі ресурси. 2015. № 4.С. 10-16.

3. Куць О. І. Формування ефективної продовольчоїсистеми України в умовах глобалізації. Продовольчі ресурси. 2016. № 7. С. 233-238.

4. Коваленко О. В. Інклюзивні інновації в трансформовано-монополізованій продовольчій системі України.Продовольчі ресурси. 2019. № 12. С. 210-228.

5. Бокій О. В. Стійкість функціонування продовольчої системи. Продовольчі ресурси. 2018. № 11. С. 21-32.

6. Зеленська О. О. Використання загальнонаукової методології в оцінюванні розвитку агропродовольчих систем і рівня продовольчої безпеки. Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки. 2013. № 1. С. 120-125.

Directions Of Transformation Of Food Systems Under The Conditions Of Marital State

O. Pohorielova, l. Vdovychenko, O. Balanenko
PhD in Economics, Professor, Head of the Department of Accounting and Economic Analysis; PhD in Economics of the Department of Economic Policy and Security; Lecturer of the Department of Accounting and Economic Analysis Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Summary. The article examines the proposals of scientists regarding the modernization of food systems in order to ensure food security and quality nutrition in conditions of martial law, and it is established that the opinions of scientists regarding the directions of transformation of the food system can be systematized according to three directions: strict state regulation or deregulation of the food system; selection of one subsystem as the main one for modernization or selection of separate areas for transformation in the vast majority of subsystems; application of mainly administrative or mainly market economic methods of regulation.
Key words: food system, food potential, transformation, openness, sustainability.

УДК 657

PEST–АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНОГО ПІДПРИЄМТСВА З ПЛАЗМОВОЇ ПЕРЕРОБКИ ВИСОКОЗОЛЬНОГО ВУГІЛЛЯ

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. На сьогоднішній день недостатня увага приділяється використанню методів стратегічного аналізу та планування діяльності перспективних підприємств, що впроваджують нетрадиційні технології трансформації енергії. Наведено нормалізовану матриця порівняння факторів впливу на діяльність підприємства. Розраховано значення власних векторів факторів впливу.
Ключові слова: PEST–аналіз, енергетична галузь, матриця порівняння.

Проблема управління енергетичними підприємствами та комплексами є актуальною в будь-який час. В умовах різкого погіршення обстановки безпеки із-за наявності бойових дій в центрі Європи, великої нестабільності політичної ситуації в світі, глобалізації економічних

процесів і систем, різкого підвищення цін на нафту і газ особливо важливою стає задача удосконалення існуючих методологій дослідження стратегічно важливих галузей народного господарства та діяльності виробників, в тому числі інноваційних енергетичних підприємств з переробки вугілля і виробітки електроенергії.

Метою дослідження є оцінка впливу політичних, економічних, соціальних і технологічних факторів макросередовища енергетичної галузі України на стратегічну діяльність інноваційного підприємств з плазмової переробки високозольного вугілля в умовах воєнного стану.

Сучасні умови існування і функціонування підприємства з плазмової переробки [1] високозольного вугілля обумовлені високим ступенем нестабільності і невизначеності, пов'язаних із критичною ситуацією, що пов’язана з веденням бойових дій в Україні, незбалансованістю міжнародної обстановки, а також ситуацією, що склалася під впливом пандемії COVID-19, що спричинили світову економічну кризу. В результаті, в процесі діяльності енергетичних підприємств їх власники і керівники змушені адаптуватися до причин, що визвали ці негативні явища, і вживати заходів щодо їх нейтралізації.

Одним із методичних підходів, що оцінюють вплив зовнішнього середовища на соціально-економічну систему, є Political, Economic, Sociocultural and Technological (PEST) аналіз, який є маркетинговим інструментом для управління організаціями та підприємствами, зокрема енергетичної галузі [2].

В роботі [3] було проведено PEST–аналіз тенденцій в енергетичній галузі України в довоєнні часи. Після попереднього виявлення чотирьох основних факторів: політичного, економічного, соціального і технологічного спрямування за допомогою методу аналізу ієрархій було виявлено ступінь їх впливу на стратегічні напрямки діяльності підприємств енергетичної галузі. Проте сучасна ситуація вимагає перегляду впливу кожного фактору.

Таблиця 1 показує відносну вагу факторів впливу на діяльність підприємства з плазмової переробки високозольного вугілля.

Таблиця 1.

Матриця порівняння факторів впливу

	Політичні	Економічні	Соціальні	Технологічні
Політичні	1	5	9	9
Економічні	1/5	1	2	2
Соціальні	1/9	1/2	1	1
Технологічні	1/9	1/2	1	1
Сума	1.422	7	13	13

Для того, щоб інтерпретувати і присвоїти відносні значення кожному з факторів, необхідно нормалізувати представлену вище матрицю порівняння за методикою [4]. В результаті отримуємо так звану нормалізовану матрицю (табл. 2).

Таблиця 2.

Нормалізована матриця порівняння факторів впливу

	Політичні	Економічні	Соціальні	Технологічні
Політичні	0.7031	0.7143	0.6923	0.6923
Економічні	0.1406	0.1429	0.1538	0.1538
Соціальні	0.0781	0.0714	0.0769	0.0769
Технологічні	0.0781	0.0714	0.0769	0.0769

Внесок кожного фактору визначається розрахунками, виконаними з використанням власного вектора. Власний вектор показує відносну вагу кожного фактору шляхом обчислення

середнього арифметичного за всіма факторами. Відмітимо, що сума всіх значень вектора завжди дорівнює 1 (табл. 3).

Таблиця 3.

Значення власних векторів факторів впливу

Критерії	Власний вектор
Політичні	0.7005 (70.05 %)
Економічні	0.1479 (14.79 %)
Соціальні	0.0758 (7.58 %)
Технологічні	0.0758 (7.58 %)

Згідно проведеним розрахункам політичні фактори в теперішній ситуації достатньо великої нестабільності в світі мають найбільшу вагу 70,05 % по відношенню до загального впливу на перспективи розвитку підприємства. Оцінка даного фактора приблизно в 9 разів більше, ніж оцінка за технологічним фактором (вага 7,58 %).

Проведений аналіз показав, що на сьогоднішній день енергетична промисловість України вимагає ефективного кризисного управління та проведення ряду реформ. Темпи падіння в енергетичній галузі вельми суттєві і цілий ряд факторів і умов, насамперед воєнні дії, практично зводять нанівець подальший її розвиток. Використання методів стратегічного управління певною мірою дозволить приймати ефективні рішення і оперативно вирішувати проблеми, пов'язані з негативними факторами, що різко знижують темпи розвитку підприємства енергетичної галузі в довгостроковому періоді.

ЛІТЕРАТУРА

1. I.B. Matveev, N.V. Washcilenko, S.I. Serbin, N.A. Goncharova. (2013). Integrated plasma coal gasification power plant. *EEE Trans. Plasma Sci*., vol. 41 (12), pp. 3195-3200, DOI: 10.1109/TPS.2013.2289908.

2. M. L. Vazquez; J. H. Hernandez; N.B. Hernadez; J.A.A. Saltierra; O.G. Baryolo. (2018). A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps. *Revista Espacios*, vol. 39, no. 16, 2018, 10 p.

3. Бурунсуз К.С. (2021). Особливості проведення стратегічного аналізу діяльності підприємств енергетичної галузі. *Збірник наукових праць НУК,* Вип. 1, С. 99-105.

4. T.L. Saaty.(2008). Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process. *Rev. R. Acad. Cien. Serie A. Mat.,* vol. 102 (2), pp. 251-318.

PEST–Analysis Of The Innovative Enterprise On The Plasma Processing Of Coal

Burunsuz Kateryna
Ph.D., senior lecturer of Department of Accounting and Economic Analysis
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolayiv, Ukraine

Abstract. To date, insufficient attention is paid to the use of methods of strategic analysis and planning of the activities of promising enterprises implementing non-traditional energy transformation technologies. The normalized matrix of comparison of factors affecting the enterprise's activity is provided. The values of the eigenvectors of the influence factors were calculated.

Keywords: PEST–analysis, energy industry, comparison matrix.

УДК 338.47(9с1)

ПІВНІЧНЕ ПРИЧОРНОМОР'Я В ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ ЧОРНОГО МОРЯ: КОРОТКИЙ ІСТОРИЧНИЙ ОГЛЯД

Бобіна О.В.
кандидат історичних наук, доцент, директор ННГІ НУК
e-mail: oleg.bobina@nuos.edu.ua
Ганчо Н.А.
студент бакалавріату кафедри менеджменту
e-mail: gancho0201@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв

Анотація: Логістика як наука і практика має свою історію. Північне Причорномор'я відіграє велику роль в сучасній логістиці України, Європи і світу. Автори зупиняються на основних етапах історії логістики на північних берегах Чорного моря.
Ключові слова: Історія, логістика, Північне Причорномор'я, Україна.

Північне Причорномор'я охоплює степову і лісостепову зону від чорноморського узбережжя Румунії до західної частини Північного Кавказу. Найбільша частина Північного Причорномор'я припадає на територію України з її частинами Чорного і Азовського морів, гирлами річок Дунай, Дністер, Молочна, Беруа, Кальчик, Кальміус, Дніпро-Бузького лиману, ряду заток. Складовою частиною Північного Причорномор'я є п-в Крим, який ділить Чорне море фактичного на дві частини. В геологічному відношенні Північне Причорномор'я охоплює Причорноморську низовину. За територією, українську частину Північного Причорномор'я, можна окреслити як полосу шириною в 100-150 км. на північ від таких міст як Одеса, Миколаїв, Херсон із звуженням до Маріуполя. Румунська частина охоплює райони Констанци і Тульчи до устя Дунаю. Російська частина охоплює прибережну територію російської частини Азовського моря з містами Таганріг, Азов, Єйськ, гирлом Дону до станиці Кримської і міст Новоросійськ і Анапа.

Історія логістичної системи Північного Причорномор'я підтверджує один із основних принципів логістики: «Неможливо, певний, конкретний елемент логістичної системи розглядати, а тим більше, розвивати окремо від інших складових». Історія Північного Причорномор'я це підтверджує і з погляду логістики (шляхи-товари-люди), етнології і руху народів, культури і економіки. Так з погляду історії, Північного Причорномор'я «вбудоване» в широкий суходільний степовий шлях який простягнувся від Китаю, Монголії, Західного Сибіру до Європи. По цьому шляху, протягом тисячоліть йшли кочовики, перемішуючи народи і племена. Саме тому етно-культурну ситуацію в цьому регіоні не можна розглядати як явище моноетнічне і монокультурне, з переважанням одного народу, мови, культури.

Першими народами які прийняли участь в розбудові торгівлі, обміну товарів, шляхів, будівництві міст стали греки і скіфи. Греки пройшли шлях від будівництва і функціонування сезонних торговельних факторій (емпорій) до створення мережі самоврядних міст-полісів (більше 20) і т.зв. гібридних держав. Греки відкрили для себе Чорне море в V ст. до Р.Х. Їх привабив достаток річкової риби, корабельний ліс по берегах річок і півострови («Пілея», «Борисфенда»). А згодом пшениця, ячмінь, просо, мед, сіль, залізо (із Карпат і Кавказу), бурштин з Балтики. І велика кількість рабів. Сюди везли матерію, вино, оливу, зброю, прикраси. Торгували з скіфами. А через них з іншими племенами.

Скіфи з логістичного погляду виступали постачальниками і посередниками місцевих товарів, споживачами середземноморських товарів, а також збройною силою яка виступала як загроза, або гарантія безпеки. З портів Мармурового і Егейського морів йшли великі кораблі з квадратними вітрилами. Вздовж берегів ходили менші судна, із колонії в колонію. Навігація

йшла з квітня по вересень. Далі море ставало «негостинним». По річках ходили човни-довбанки. Скіфи переправляли товар або річками або своїми широкими критими повозками.

Північне Причорномор'я, як і все Чорне море процвітало до I ст. до Р.Х. Рим почав постачати зерно з Єгипту. Держави діадохів відкрили безпечні шляхи до Індії. Скіфський світ занепадав під тиском сарматів. А згодом і інших народів які включились в чергове переселення народів. На місце греків прийшли римляни. Римляни продовжили експорт риби. Але їм більше подобався Єгипет. Для римлян Чорне море, його північні берега стали самим далеким кордоном який треба боронити, а не займатись торгівлею. Тому на римських галерах перевозились скіфські лучники-найманці.

Відродження Чорного моря припадає на VI-VII ст. і пов'язане з новою імперією – Візантійською імперією. Основну увагу Візантія приділила Херсонесу. Згодом, візантійці стали називати його Херсоном, а слов'яни – українці Корсунем. Згодом відновлено і інші порти. Час Візантії і Херсонесу. Корсуня протримався до середини XII ст. Візантія почала вивозити хутро і віск. Продовжила вивозити і інші товари в тому числі рабів.

Важливим були товари що йшли з річок Волги і Дону. Активна торгівля йшла з хозарами, русами-скандинавами і русами-слов'янами. Але все Північне Причорномор'я стало кочовим пасовиськом для нових народів Азії: аварів, укри, болгари, хозари, печенігі, половці, монголо-татари. Руські (київські) князі збагатіли на торгівлі з Візантією, яка йшла з гирла Дніпра до Босфору. Галицькі князі багатіли на торгівлі з Візантією через гирло Дністра.

В XIV ст. Чорним морем почали займатись купці з Візантії і Генуї. В цей час шляхи Північного Причорномор'я були відновлені. Генуезці тримали гирло Дунаю і Дністра, та Кафу (Крим). Венеційці – гирло Дону та Солдаю (Судак, Крим). З другої половини XIII ст., вже в умовах монгольської Золотої орди Північне Причорномор'я, яке пише один з дослідників «відігравало роль центру широкої торгової мережі, яка простягалась від шовковичних гаїв Китаю до шовкових гуртовень Марселю, від Новгородських і Київських торгових до Тебрізьких берегів. Північними річками через Польщу і Русь-Україну йшла торгівля з балтійськими країнами.

У арабських географів зустрічаємо назву «Руське море». Поляки називали море «Mare Leoinum» - «Львівське море».

В XV ст. (1453) після остаточного падіння Візантії починається турецький етап панування над морем і його берегами. Турки його закрили для всіх. Крім пшениці і солі, весь час йшла торгівля рабами. З XVI ст. море знову відчуває силу піратів -козаків.

З кінця XVII і до середини XIX ст. боротьбу за море ведуть стара Турецька імперія і нова Російська імперія. Війни які почала Російська імперія з кінця XVII ст. і в яких поступово перемагала до 1856 року потроху повертали море в європейську комерційну мережу. З початку XIX ст. центром торгівлі на північному узбережжі стає Хаджі-Бей, або по московському «Одеса». Вона замінює генеєзьку Кафу. А Російська імперія стає першою країною яка будує військово-морську базу на чорному морі, готуючись до «стрибка на протоки». Першою спробою Росії привласнити море стало Кримська або Східна війна 1853-1856р.р. Росію поставили на місце. Але ця війна знову «відкрила море», а Північне Причорномор'я стає центром торгівлі разом з Констанцою, Одесою, Миколаєвом, Херсоном, приазовськими містами. Залізниці побудовані в другій половині XIX ст. в Румунії і Росії, робило береги центрами швидкого розвитку аж до Першої світової війни.

Нові сторінки в розвитку Північного Причорномор'я принесло XX століття з новими країнами, новими війнами і відродженням моря після Другої світової війни. Але Росія, як імперія, на початку XXI ст. знову взялась за старе. Росія хоче перетворити море в своє «озеро» і захопити українське Причорномор'я. Частково їй це вдалось в 2014 році. В лютому 2022 року Російська імперія почала нову війну.

The Northern Black Sea in the logistics system of the Black Sea: a brief historical overview

Bobina O.V. candidate of historical sciences, associate professor, director of the NNGI of the National Academy of Sciences
Hancho N.A. undergraduate student of the Department of Management
Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv

Abstract: Logistics as a science and practice has its own history. The Northern Black Sea region plays a major role in the modern logistics of Ukraine, Europe and the world. The authors dwell on the main stages of the history of logistics on the northern shores of the Black Sea.

Keywords: History, logistics, Northern Black Sea, Ukraine.

УДК 005.8

ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ ТА РОЗВИТОК ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «МЕНЕДЖМЕНТ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ЛОГІСТИКА»

Запорожець І.М.
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту
e-mail: iryna.zaporozhets@nuos.edu.ua
Сіренко І. В.
кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри менеджменту
e-mail: igor.sirenko@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв

Анотація. В доповіді розкрита унікальність для Півдня України освітньо-професійної програми «Менеджмент транспортних систем і логістика», яка реалізована в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова. Дана освітня програма орієнтована на освітній рівень бакалавр, магістр та забезпечення компетентними фахівцями підприємства морегосподарського комплексу, суднобудування та судноремонту, портові системи, інфраструктурні підприємства.

Ключові слова: Логістична система, освітньо-професійна програма, морегосподарський комплекс, Південь України, бакалавр, магістр.

В Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова (НУК) наукові дослідження проблем логістичного управління реалізовані в освітньо-професійній програмі рівня бакалавр і магістр «Менеджмент транспортних систем і логістика». В НУК освітня програма «Менеджмент транспортних систем і логістика» є унікальною для Миколаївського регіону і Півдня України в цілому, де надається теоретична та практична підготовка з управління логістичними системами, зокрема для підприємств морегосподарського комплексу.

Виходячи з ситуації та викликів, які складаються в логістичній діяльності виникає необхідність аналізу навчальних планів з їх відповідності до рекомендацій стейкхолдерів та провідних фахівців академічної спільноти та потребує внесення змін, направлених на приведення їх до відповідності ліцензійним вимогам та потребам роботодавців і контингенту студентів.

Мета підготовки фахівців за освітньо-професійною програмою «Менеджмент транспортних систем і логістика» - це володіння механізмами та інструментами управління логістичними потоками в екстрених ситуаціях, здатних розв’язувати комплексні управлінські проблеми розвитку логістичної діяльності та ефективно управляти логістичними системами підприємств.

Особливості освітньої програми в забезпеченні ефективного управління підприємствами морегосподарського комплексу, суднобудування та судноремонту, портовими системами, інфраструктурними підприємствами, органами державної влади та місцевого самоврядування. Сфера логістики вимагає від керівників знань як теорії управління так і глибокого розуміння галузевої специфіки. Логістична діяльність сприяє розвитку і зростанню економіки регіону.

Нормативно-навчальні дисципліни за освітньою програмою підготовки взаємопов'язані, націлені на сходинки росту та отримання компетентностей. Компетентності, що формуються в процесі навчання *на рівні бакалавра*, відповідають викликам сучасним логістичним системам:

1. Управління закупівельною, виробничою та збутовою діяльністю бізнесу.
2. Організація транспортно-експедиційного обслуговування руху матеріальних потоків.
3. Організація прямих, інтермодальних та трансмодальних перевезень
4. Управління ефективністю функціонування логістичних систем
5. Використання сучасних інформаційних систем у сфері логістики

Компетентності, що формуються в процесі навчання, *на рівні магістра*:

1. Аналіз та синтез логістичних систем різного рівня
2. Використання математичних моделей та методів оптимізації в транспортних логістичних системах
3. Управління економічними кластерними інтеграціями з використанням механізмів логістики
4. Використання сучасних інформаційних технологій в сфері логістики
5. Управління ефективністю функціонування логістичних систем

Логістика змінює конкурентне середовище та стає однією з найважливіших сфер сучасного бізнесу. Логістика виходить за рамки організації, вибудовуючи логістичний ланцюг створення вартості (цінності). Тут вирішуються складні задачі синхронізації руху матеріалів та інформації між численними бізнес-процесами.

ЛІТЕРАТУРА

1.Проект Плану відновлення України https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/restoration-and-development-of-infrastructure.pdf
2. Закон Про вищу освіту / Відомості Верховної Ради (ВВР), № 1556-VII 2014
3. Міністерство інфраструктури України https://mtu.gov.ua/
4. Міністерство освіти і науки України https://mon.gov.ua/ua
5. Погляд вищого керівництва на нестабільність, війну, ризики та зростання глобального бізнесу https://www.management.com.ua/

УДК 005.8

ЛОГІСТИКА В УМОВАХ ТУРБУЛЕНТНОСТІ

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@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв

Метою доповіді є дослідження турбулентного стану економічних систем та його вплив на логістичні процеси бізнесу. Обґрунтовані виклики, з якими зіткнулись українські підприємства, та проблеми, які привели до переформатування логістики. Для управління логістичними потоками в екстрених ситуаціях запропоновано механізми ризик-менеджменту.
Ключові слова: Логістична система, ланцюги поставок, гнучка логістична система, виклики, адаптація, інформаційні системи.

Логістика сьогодення це адаптація до умов, що постійно змінюються і потребують швидкої реакції по їх вирішенню. Логістичні системи переживають збій глобальних ланцюгів поставок, зміну правил транспортування, обмеження у споживчому попиті, внаслідок [5]:

- Пандемії COVID19, яка є причиною розбалансування світового логістичного ринку, коли налагодженні та надійні схеми доставки товарів перестали працювати. Наприклад, Китай і сьогодні закриває морські порти, аеропорти, міста при виявлені однієї інфікованої людини. В результаті вантажі не відвантажуються вчасно, судна простоюють, зростають черги суден на розвантаження.
- Перекриття Суецького каналу через аварію судна. В результаті виникли значні проблеми на ринку морських перевезень. Транспортно-експедиторські компанії розробляли нові логістичні потоки в обхід Суецького каналу.
- Відновлення логістичного ринку у 2021р, після першої хвилі пандемії, зростання торгівлі і як слід підвищення попиту на перевезення вантажів. Найбільш затребуваний вид транспорту – автомобільний. Але новий виклик для логістів, зростання вартості палива та дефіцит водійських кадрів. Ціна на енергоресурси досягла свого максимуму за останні 12 років. Логістичні витрати збільшуються, а логістичні компанії розробляють механізми управління ланцюгом поставок та переоцінюють контракти.
- Російсько-української війни, яка спонукала трансформувати, оптимізувати бізнес-процеси та повністю переформовувати логістичні системи. У довоєнний період підприємства розглядали гнучкість виключно з точки зору споживачів, як швидку адаптацію до їх постійних змінних вимог. Сьогодні, під час війни гнучкість - це швидка адаптація бізнесу до великої кількості викликів. Реакція бізнесу внаслідок війни наступна;

■ відмова від накопичення, через механізми змін в системі управління запасами.

■ зміна складських умов, переїзд логістичних компаній та виробничих підприємств в безпечні райони.

■ складнощі із закупівлею товару, внаслідок розбалансування ланцюгів постачання, блокування портів, навантаження на залізничну інфраструктуру.

■ ускладнення логістичних операцій внаслідок воєнних дій, як слід перевезення вантажів в безпечне місце, перепланування маршрутів постачання, постійний ризик пошкодження товару.

■ зміна інформаційних систем.

Міністерство інфраструктури України пропонує створити *гнучку логістичну систему* для адаптації до зовнішніх загроз. Логістична система має швидко реагувати на зовнішні загрози та пристосовуватись до них. Життя вже ніколи не буде таким як було, тому фактор захисту життя має проникати у всі сфери нашої діяльності: побут, робота, подорожі [1].

Таким чином, логістика, як наука та діяльність продовжують рухатись вперед та розвиватись. Лідери логістичної діяльності входять в нову еру з новими технологіями, практиками та стандартами. Основні тренди логістики, які спроможні перезавантажити галузь, наступні: оптимізація портфеля замовлень, трансформація інформаційних систем з метою розвитку автоматизації внутрішніх процесів та процесів взаємодії з клієнтами, розвиток екологічно безпечних технологій в логістиці [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Міністерство інфраструктури України https://mtu.gov.ua/
2. Марченко В.М. Логістика: Підручник/ В.М. Марченко, В.В. Шутюк. – К.: Видавничий дім «Артек», 2018. — 312 с.
3. 7 трендів, які можуть назавжди змінити галузь логістики https://www.management.com.ua/
4. Логістика: навч.посіб. / Безугла Л.С., Юрченко Н.І., Ільченко Т.В., Пальчик І.М., Воловик Д.В. – Дніпро: Пороги, 2021. - 252 с.
5. Логістика під час війни: як українському бізнесу організувати транспортні потоки https://www.ukrinform.ua/

УДК 338.4

МОДЕЛЬ БЛАКИТНОЇ ЕКОНОМІКИ ЯК ІНСТРУМЕНТА ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ ПРИЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ

Жукова О.Ю.
кандидат економічних наук, доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
olena.zhukova@nuos.edu.ua
Катвалюк Є.І.
магістр економіки, економіст 1 категорії
ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект»
м. Миколаїв, Україна,
e.katvalyuk@gmail.com
Левіт О.О.
магістр економіки, менеджер з управління персоналом
ТОВ "Марін Дизайн Інжиніринг Миколаїв"
м. Миколаїв, Україна,
olesandr.levit@damen.com

Анотація. Доповідь висвітлює економічні та екологічні проблеми Чорноморського регіону та погляд авторів на перспективи вирішення проблем шляхом впровадження концепції «Блакитної економіки» у діяльність підприємств морського господарського комплексу регіону. Наведено приклад проекту реалізація якого допоможе покращити економічне та екологічне становище Чорноморського регіону.

Ключові слова: економіка, екологія, економіка моря, блакитна економіка, 4BIZ, розвиток потенціалу Чорноморського регіону.

Вступна частина. Причорномор'я завжди було одним із ключових регіонів Центральної Європи, де швидко розвивалися торговельні відносини між країнами, використовувалися корисні копалини та інші природні ресурси. Разом з тим, попри великий інтерес до регіону, турбота про екологію та збереження природного потенціалу була не в пріоритеті. З цієї причини виникла криза. На фізичному рівні її обумовили: потрапляння забруднюючих речовин у море з річковими потоками, з прилеглих територій, а також втрати стоку, порушення водного балансу моря та різке скорочення водообміну через Босфор.

Основний меседж, який надсилають автори відомих нам книг, статей, доповідей на конференціях та семінарах полягає в тому, що море забруднюється відходами води, токсичними речовинами й нафтопродуктами. Причиною занепокоєння екологів є стан біологічних ресурсів моря з екосистемою, що знаходиться під впливом діяльності людини. Незважаючи на великі розбіжності в оцінках кризи, очевидно одне: з плином часу водообмін зменшиться, створюючи реальну загрозу підняття вод, багатих сірководнем, з морських глибин і подальшого погіршення екологічного стану моря. Отже шлях вирішення проблеми забруднення Чорного моря пролягає крізь зміну парадигми щодо використання цієї екосистеми.

Основною метою, на думку авторів, має стати всеосяжне використання концепції «The blue economy» (блакитна економіка) в економічному розвитку причорноморського басейну. Додаткове зростання блакитної економіки можливе у низці сфер, зокрема: рибальство, аквакультура, марикультура, прибережний туризм, морська біотехнологія та енергія океану. Поки деякі з цих секторів потребуватимуть незначної уваги та додаткового управління, інші потребуватимуть більше та кращого планування для досягнення повного потенціалу та отримання більш стійких результатів.

Основна частина. Економіка та екологія – дві сторони однієї й той самій міждисциплінарній галузі знань. Екологія як наука з вивчення взаємодії між живими організмами та органічними та неорганічними компонентами середовища, тоді як економіка має справу з процесами контролю за такою взаємодією. Концепція блакитної економіки має стати інструментом з вирішення давно назрілих проблем екосистемі Чорного моря та причорноморського регіону. Вонапередбачаєне переробку, а генерацію.

Це економічна модель, яка не створює викидів або відходів, але створює робочі місця, соціальну згуртованість і не коштує більше. Це пошук способів перетворення відходів на сировину для інших цілей і пошук того, що доступно у великій кількості, за нижчою ціною.[3]

У старій моделі «звичайного бізнесу» країни розвивають свою океанську економіку шляхом експлуатації моря та морських ресурсів, наприклад, через судноплавство, промислове рибальство та розробку нафти, газу та корисних копалин. Часто вони не звертають належної уваги на вплив цієї діяльності на майбутнє здоров’я чи продуктивність тих самих ресурсів і океанських екосистем, у яких вони існують. Концепція «блакитної економіки» пропонує більш цілісне бачення, яке охоплює економічне зростання, коли воно є сталим і не завдає шкоди іншим секторам. Подібно до «зеленої» економіки, «блакитна» економіка гармонізує добробут людей, соціальну справедливість і екологічну стійкість.

Блакитна економіка охоплює економічні можливості. Але також захищає та розвиває більше нематеріальних «блакитних» ресурсів, таких як традиційний спосіб життя, накопичення вуглецю та стійкість узбережжя, щоб допомогти вразливим державам пом’якшити руйнівні наслідки бідності та зміни клімату.[2]

Блакитна економіка будується на 19 принципах основні драйвери яких: натхнення від природи, зміна традиційних бізнес-правил, збереження життя своєї території. Саме ця філософія у широкому сенсі та економічна модель у практичній площині у регіоні Чорного моря здатна реанімувати екологічність територій та значною мірою зменшити антропологічний вплив на екосистему.

Проект 4BIZ має на меті розробити структуру співпраці, яка об'єднає зацікавлені сторони «блакитної економіки» в ЄС і чорноморських країнах, що не входять до ЄС, для визначення та вирішення потреб у розвитку місцевого потенціалу для стимулювання інновацій, цифровізації та інвестицій у чорноморську блакитну економіку з основними фокус на рибальстві та аквакультурі, прибережному та морському туризмі та морському транспорті.

Процес цифровізації є пріоритетним для більшості країн чорноморського регіону і в кожному випадку існують стратегії і політики розробки відповідних фреймворків і підтримки впровадження цифрових технологій.4BIZ спрямовує увагу на підтримці розвитку блакитного бізнесу в Чорноморському регіоні, шляхом створення та надання доступу до цифрової платформи для послуг B2B і A2B, що надаються та адаптовані для потреб компаній з рибальства та аквакультури, прибережного і морського туризму, а також сектору морського транспорту. Цей підхід наддасть багато переваг для МСП і стартапів, зокрема можливість розширити географію надавання послуг.

Проект передбачає зміцнення інноваційної спроможності малого та середнього бізнесу та стартапів шляхом потужної співпраці з університетами для передачі знань та творчих ідей від університетів, що дозволить впроваджувати нові ланки бізнесу. У рамках проекту бере участь велика мережа університетів, що нараховує понад 120 університетів-членів, 3 університетів-партнерів проекту, 4 університетів і 2 науково-дослідних інститутів - асоційованих партнерів. Розроблено план заходів, який включає в себе хакатони, коучинг, наставництво та інші.

Основними цілями проекту є:

- покращення видимості інвестиційних можливостей у цільових секторах Чорноморського регіону та спроможності державних/приватних інвесторів виявляти малий та середній бізнес;

- зміцнення спроможності МСП і стартапів з цільових секторів для ідентифікації і зв'язку з потенційними державними/приватними інвесторами. Так проектом передбачається реалізація мінімум 15 проектів допомоги стимулювання та розвитку бізнесу.

- розвиток потенціалу Чорноморського регіону шляхом налагодження/розширення підходів до співпраці між усіма країнами регіону та створення мереж і методів для покращення бізнес-середовища.

- сприяння розвитку мережевої, багатосторонньої блакитної інвестиційної та інноваційної екосистеми Чорного моря.

Висновки. Проблеми екологічного характеру у причорноморському регіоні мають суттєвий вплив на економічний потенціал держав. З кожним роком витрати на уникнення наслідків забруднення басейну Чорного моря лише зростають. Дієвих інструментів подолання глобальної кризи поки не знайдено.

1. Вирішення проблеми оздоровлення біологічної системи регіону має бути спільним, узгодженим та послідовним разом с усіма державами, що мають вихід до Чорного моря, а також водні артерії, що витікають у Чорне море.

2. Блакитна економіка як модель побудови сучасної економічної системи є самодостатнім, цілеспрямованим, екологічним підходом до вирішення негайних потреб регіону.

3. Одним з дієвих кроків на шляху побудови блакитної економічної системі у Причорномор'ї є реалізація проекту 4BIZ, на меті якого - стимулювання «блакитної» економіки в Чорноморському регіоні шляхом ініціювання структури бізнес-співробітництва у сферах рибальства та аквакультури, прибережного та морського туризму та морського транспорту.

4. Основними цілями проекту 4BIZстворення умов для ефективного розвитку блакитної економіки у Чорноморському регіоні шляхом впровадження потужної кооперації університетів с бізнесом, сприяння розвитку цифровізації - створення ефективних цифрових

платформ, налагодження співпраці між усіма членами блакитної економіки Чорноморського регіону, покращення інвестиційної привабливості бізнесу блакитної економіки та спрощення пошуку майбутніх інвесторів.

REFERENCES

1. Котлубай В. О., Рединa Є. В. Синя економіка як новий вектор розвитку України. Правове життя сучасної України : у 3 т. : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 15 трав. 2020 р.) / відп. ред. М. Р. Аракелян. Одеса : Гельветика, 2020. Т. 1. С. 421- 424.

2. Peter J. Morgan, Michael C. Huang, Michelle Voyer, Dominique Benzaken, Atsushi Watanabe. Blue Economy and Blue Finance: Toward Sustainable Development and Ocean Governance. Tokyo, 2022. 356 p.

3. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2019. Rethinking Innovation for a Sustainable Ocean Economy. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264311053-en (дата звернення: 19.09.2022)

Model of The Blue Economy as an Instrument for Solving the Ecological Crisis of the Black Sea Region

Zhukova Olena
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Katvaliuk Yevhen
SE SPGTCE "Zorya"-"Mashproekt"
Levit Oleksandr
LCC "Marine Design Engineering Mykolaiv"

Abstract. The report covers the economic and environmental problems of the Black Sea region and the authors' views on the prospects of solving problems by introducing the concept of “Blue Economy” into the activities of the enterprises of the maritime economic complex of the region. An example of the project implementation will help to improve the economic and environmental situation of the Black Sea region.

Key words: Economy, ecology, maritime economy, blue economy, 4BIZ, growth of the potential of the Black Sea region.

Секція 9. ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИЩОЇ ШКОЛИ В УМОВАХ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ (2014-2022): ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА

УДК 304.2

FORMATION OF SOFT SKILLS IN EDUCATIONAL PROGRAMS OF TECHNICAL SPECIALTIES

Patlaichuk O. V.
Associate Professor of Social Sciences and Humanities Department
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolayiv, Ukraine
oksana.patlaichuk@nuos.edu.ua
Patlaichuk V. M.
Head of the Department of Turbines
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolayiv, Ukraine
volodymyr.patlaichuk@nuos.edu.ua

Abstract. The necessity of acquiring "soft skills" by a modern engineer in the process of studying at the university has been substantiated. The influence of humanitarian disciplines on this process is considered. The basic "soft skills" necessary for the work of an engineer are indicated and specified.
Keywords: soft skills; communication; intellectual curiosity; openness to feedback; creativity.

The humanitarian component of educational programs of technical specialties performs many functions. Traditionally, researchers, considering this issue, emphasize its role in educating spiritually rich, nationally conscious, highly moral specialists whose general education level should meet the growing demands of society. It is determined that humanitarian disciplines should attract students to the achievements of national and world culture, form in them a national outlook and corresponding moral principles and values, aesthetic tastes and preferences.

A less researched topic, but a topic that is gaining more and more popularity in recent years, is the influence of humanitarian disciplines on the formation of so-called "soft skills".

In order to have a successful career, a modern engineer needs, in addition to proper education and relevant technical experience (so-called "hard skills"), to be able to demonstrate many "soft skills" – the key skills needed for effective teamwork [1].

Why are "soft skills" so important for a modern engineer? No matter how big or small the company you work for, you will never work in a vacuum. Everything he has to do is always part of a larger system. He needs to be able to communicate and cooperate with other engineers working on different parts of the same project, as well as interact with employees of other services, departments, sectors of the enterprise [2].

Skillful use of "soft skills" by team members creates comfortable working conditions in the team. A direct consequence of this is the achievement of high efficiency of its work and the creation of an effective final product.

All "soft skills" that a modern engineer will need can be grouped into several groups [3].

The first and most important group can be characterized as **COMMUNICATION**.

As with any job, communication is the key to your success as an engineer. Hiring managers are looking for candidates who can communicate their ideas clearly and succinctly.

Not only is it important to communicate with fellow engineers, but it's also important to be

able to work with non-professionals, as there will surely be times when you need to collaborate with people from other departments, or you need to explain to the customer why something cannot be done the way they asked, and you need to be able to make it as simple as possible.

The "soft skills" related to communication include: Active listening; Public speaking and presentation; Writing skills; Verbal and non-verbal communication; Negotiation; Persuasion; Leadership; Teamwork; Empathy; Patience; Diplomacy.

The second group of engineering "soft skills" is **INTELLECTUAL CURIOSITY**.

Hiring managers are looking for people who have a habit of constant intellectual self-improvement. Technologies are constantly changing. What you learned a year ago may be outdated now. You should have an inherent desire for constant self-education and it should be a continuous process. An engineer must constantly think about what he is working on. Every employer want to see engineers asking, "Why are we doing something a certain way?", "Why are we doing it at all? In what order?" etc.

The "soft skills" related to intellectual curiosity include: Problem-solving; Creativity; Critical thinking; Innovation; Troubleshooting; Brainstorming; Research.

The third group of engineering "soft skills" is **OPENNESS TO FEEDBACK**.

In the process of work, it is important not only to accept feedback (both positive and negative), but also to apply it accordingly. Openness to feedback is an important quality that hiring managers look for when interviewing for engineering positions.

The "soft skills" associated with openness to feedback include: Adaptability; Collaboration; Self-awareness; Resilience; Cooperation; Respectfulness; Flexibility; Managing your emotions; Humility.

These are the "soft skills" that are essential for today's engineer. To a greater or lesser extent, the functions of forming such skills are performed by all humanitarian disciplines of educational programs of technical specialties. However, this does not negate the fact that the formation of "soft skills" to a certain extent should take place during training in all educational components of the educational and professional program.

REFERENCES

[1] Doyle A. Important job skills for engineers. URL: https://www.thebalancecareers.com/list-of-engineering-skills-2063751.

[2] Borselina R. All your questions about soft skills and work – Answered! URL: https://www.themuse.com/advice/soft-skills-definition-examples.

[3] Jackson-Wright O. Attention engineers: these are the soft skills hiring managers want you to have. URL: https://www.themuse.com/advice/engineers-soft-skills-hiring-managers-want.

УДК 304.2

ГОЛОВНІ ТРЕНДИ РОЗВИТКУ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ У ВИЩІЙ ОСВІТІ

Патлайчук О. В.
кандидат філософських наук,
доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oksana.patlaichuk@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуті основні тренди розвитку навчального процесу у вищій освіті. Проаналізовані такі тенденції, як впровадження системи штучного інтелекту, цифровізація, дистанційне навчання, використання смартфонів у навчальному процесі, використання медіа-середовищ, візуалізація, використання елементів едьютейнменту, імерсивне навчання.

Ключові слова: вища освіта; цифровізація; дистанційне навчання; візуалізація; медіа-середовище; едьютейнмент; імерсивне навчання.

У світовому освітньому просторі постійно відбувається переосмислення цінностей, переформатування політик та перегляд пріоритетів. Тому для того, щоб Україна змогла вільно долучитися до поточної міжнародної освітньої програми, необхідні вивчення, аналіз та впровадження прогресивного світового досвіду, трендів та цінностей [1], [2].

Розглянемо основні світові тренди розвитку навчального процесу останніх років у вищій освіті [3], [4].

1. Цифровізація як спосіб управління освітнім процесом.

Дослідники часто характеризують цей тренд як певне впровадження системи штучного інтелекту в управління освітою і відзначають дві необхідні умови цієї "діджиталізації" освітнього процесу. По-перше, заклади освіти мають бути оснащені відповідною комп'ютерною технікою та програмним забезпеченням. По-друге, для можливості застосування цієї техніки викладачі та допоміжний персонал повинні мати достатню кваліфікацію.

При обговоренні цього тренду часто звертають увагу на те, що штучний інтелект сприятиме персоналізації навчального процесу, створенню індивідуальних освітніх траєкторій, оцінюванню компетентностей здобувачів вищої освіти та навіть зможе надавати студентам рекомендації щодо подальшого навчання. Тому слід очікувати на те, що зовсім скоро поруч із "розумним будинком" та "розумним містом" з'явиться щось на кшалт "розумної вищої школи".

2. Цифровізація як спосіб подачі інформації для студентів.

Пандемія коронавірусу наочно показала, що цифровізація ("діджиталізація") з допоміжного напрямку розвитку стала основним, перетворилася на реальний засіб навчання.

Нові методи цифрової освіти диктують необхідність розробки нової дидактики, а це, в свою чергу, потребує зміни не тільки педагогічної кваліфікації, а й способу мислення викладачів. E-learning більше не e-learning, a digital learning. Цим терміном підкреслюють, що навчання не ділиться на очне і дистанційне, а використовує всі різні сучасні інструменти для досягнення навчальної мети.

3. Дистанційне навчання як норма.

Ще кілька років тому дистанційне навчання в яких-небудь онлайн− школах або на онлайн-курсах було екзотикою. Зараз цим вже нікого не здивуєш. Мільйони школярів та студентів вимушені були перейти на дистанційне навчання. За ними все швидше слідують навчальні платформи та бізнеси, які до цього працювали онлайн.

В онлайн переходять традиційні університети, класичні та альтернативні школи. Страх перед дистанційною освітою під час пандемії зник. Ми дізналися, що онлайн−освіта також може бути якісною. Хоча, звичайно, вона лише розвивається.

4. Індивідуальні освітні траєкторії.

Актуальною тенденцією є певна свобода вибору студентом навчального матеріалу. Реалізується такий підхід через формування так званої "індивідуальної освітньої треєкторії" і гнучкого навчального плану, який цій траєкторії відповідає.

Студент отримує можливість самостійно обирати навчальний предмет, який його цікавить, а також методи засвоєння нових матеріалів і розв'язання задач. Такий підхід окрім удосконалення професійних навичок також чималою мірою сприяє розвитку творчих здібностей та критичного мислення студентів.

5. Візуалізація в освітньому процесі.

Мається на увазі процес представлення даних у вигляді зображення з метою максимальної зручності їх розуміння. Візуальну інформацію мозок сприймає в 60 разів швидше, ніж текстову. Тому зображення – кращий друг викладачів і всіх, хто хоче

представити важливі дані максимально наочно і зрозуміло. Перехід на дистанційну освіту закономірним чином підвищив інтерес до візуалізації інформації в освіті: поєднання тексту та зображення стало мало не головною сполучною ланкою між студентом і новим знанням.

Візуалізувати можна певну теорію, портрет особистості, інструкцію до телевізора, авіакатастрофу, політичну ситуацію – абсолютно всі дані. Інфографіка може включати текст, символи, схеми, діаграми. Але саме зображення відіграють у ній ключову роль [5].

6. Мікронавчання.

У сучасному світі признано, що для кращого сприйняття студентами (і взагалі учнями) інформації їм доцільно подавати її не великими обсягами одразу, а через "мікронавчання".

Мікронавчання – це спосіб подачі навчального матеріалу у вигляді невеликих навчальних блоків. Кожен елемент має певний конкретний зміст, а на його вивчення відводиться мінімум часу. Мікронавчання дає викладачам значну свободу вибору, а також можливості для індивідуалізації методів та інтерактивних технік.

7. Використання смартфонів у навчальному процесі.

Спеціальні технічні засоби завжди знаходили застосування в освітньому процесі. Відеопроектори, телевізори, інше демонстраційне обладнання вже є традиційними для викладання навчального матеріалу. В теперішній час все більша увага приділяється використанню у навчальному процесі смартфонів, які фактично є потужними комп'ютерними засобами комунікації. Такі відомі виробники програмного забезпечення як Google та Microsoft створюють цілі комплекси програм для освіти (Google Workspace for Education, Microsoft 365 Education), які спеціально адаптовані для використання за допомогою смартфонів.

8. Використання медіа-середовищ.

Зараз спостерігається стрімке зростання впливу соціальних мереж та візуальних джерел інформації, таких як YouTube, Instagram, Twitter. Медіа-освіта – це процес розвитку особистості з метою формування культури спілкування, творчих, комунікативних здібностей, критичного мислення, вмінь повноцінного сприйняття, інтерпретації, аналізу та оцінки медіа-текстів, навчання різним формам самовираження за допомогою медіа-техніки. Студенти повинні вміти активно використовувати інформаційне середовище та грамотно фільтрувати інформацію, що надходить з інтернет-простору.

9. Аналіз даних при створенні нових освітніх продуктів.

Створення нових освітніх продуктів все більше буде базуватися на аналізі даних, а не на інтуїтивному баченні викладачів. Цифрові навчальні сервіси генерують велику кількість даних про поведінку слухачів та їх взаємодію з контентом, що дозволяє здійснити перехід від моделі "викладання як мистецтво" до моделі "викладання як наука".

10. Використання елементів едьютейнменту.

Едьютейнмент – це освіта у розважальному форматі. Цей тренд в теперішній час є вельми популярним для початкової і середньої шкіл. Але деякі елементи едьютейнменту знаходять місце і у вищій школі. Його важлива риса – подача матеріалу на доступній і зрозумілій мові, з інтеграцією елементів розваги і навчання.

Сучасні технічні засоби дозволяють зробити "fun" (почуття задоволення) синонімом навчання. Якість і кількість едьютейнмент-проєктів в усьому світі постійно зростає. Отримання задоволення від процесу пізнання є запорукою стійкої цікавості до навчання.

11. Імерсивне навчання.

Імерсивне навчання – це використання технологій віртуальної Virtual Reality (VR) і доповненої Augmented Reality (AR) реальностей. Імерсивний формат дозволяє:

– по-перше, створити реалістичне середовище, максимально наближене до реального життя;

– по-друге, тренуватися конкретно і цілеспрямовано. Ми нібито стираємо межу між теорією і практикою.

Як підсумок – потрібні навички засвоюються швидше і краще.

Нині ці технології дуже дорогі. Та в доступному для огляду майбутньому VR подешевшає. Будуть з'являтися педагоги, які освоїли VR як хобі і можуть робити проєкти середньої складності за доступною ціною. Окуляри і шоломи будуть все більш якісними і дешевими. Накопичиться загальний досвід створення VR-проєктів [6].

ЛІТЕРАТУРА

[1] Головні тенденції розвитку вищої освіти в європейських країнах. URL: https://bit.ly/3PWbaTg.

[2] Тенденції розвитку зарубіжної вищої освіти. URL: https://bit.ly/3KpqVB6.

[3] 11 освітніх трендів 2021 року. URL: https://bit.ly/3PRYNaP.

[4] Богосвятська А. 10 освітніх трендів на 2021-2022 н.р. URL: https://bit.ly/3e5vWD2.

[5] Круглов В. Гейміфікація, гаджети і проектне навчання. Сім сучасних трендів в освіті. URL: https://bit.ly/3RfPeDI.

[6] National Geographic Learning: Тренди освіти у 2021 році та як втілювати їх на практиці. URL: https://bit.ly/3wA8nIO.

Main trends in the development of the educational process in higher education

Patlaichuk O. V.,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The main trends in the development of the educational process in higher education are considered. Such trends as the use of artificial intelligence systems, digitalization, distance learning, the use of smartphones in the educational process, the use of media environments, visualization, the use of edutainment elements, and immersive learning are analyzed.

Keywords: higher education; digitization; distance learning; visualization; media environment; edutainment; immersive learning.

УДК 304.2

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ GOOGLE ДЛЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Патлайчук О. В.
кандидат філософських наук,
доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
oksana.patlaichuk@nuos.edu.ua

Анотація. З метою удосконалення дистанційного навчання й підвищення ефективності освітнього процесу розглянуто використання закладами вищої освіти сервісів спеціалізованого хмарного програмного забезпечення Google Workspace for Education компанії Google LLC. Проаналізовані особливості його застосування, переваги та недоліки.

Ключові слова: вища освіта; Google Workspace for Education; дистанційне навчання; корпоративні функції; мобільні пристрої.

В умовах викликів до системи освіти, які спричинені тривалою пандемією та війною, з метою розширення можливостей використання цифрових інструментів для організації дистанційного навчання й підвищення ефективності освітнього процесу все більше використання в українській вищій освіті знаходять пакети спеціалізованого хмарного програмного забезпечення, найбільш популярними серед яких є Google Workspace for Education та Microsoft 365 Education від американських компаній Google LLC та Microsoft Corp.

Розвиток хмарних технологій Google LLC почався у 2006 році з впровадження електронної пошти Gmail. У тому ж році додалися програми Google Calendar, Google Talk та Google Page Creator, які були поєднані у пакет **Google Apps for Your Domain**. Тоді ж уперше компанія дозволила навчальним закладам використовувати цей сервіс, назвавши його **Google Apps for Education**.

Подальший розвиток доповнив пакет Google Apps такими відомими в теперішній час продуктами, як Google Docs, Google Drive, Google Forms, Google Meet, Google Classroom та ін. У 2016 році пакет Google Apps був ребрендований у **G Suite**. У 2020 році внаслідок нового ребрендінгу він отримав теперішню назву **Google Workspace**.

Хоча більшість сервісів Google доступні окремо безкоштовно для споживачів, які використовують свої безкоштовні облікові записи Google (через Gmail), в Google Workspace додані платні корпоративні функції, такі як адреси електронної пошти, що настроюються в домені (наприклад, @yourcompany.com), можливість необмеженого зберігання на Диску, додаткові інструменти адміністрування та розширені налаштування, а також цілодобова підтримка телефоном та електронною поштою.

Базуючись у центрах обробки даних Google, дані та інформація зберігаються безпосередньо, а потім синхронізуються з іншими центрами обробки даних для цілей резервного копіювання. На відміну від безкоштовних служб, призначених для споживачів, платні користувачі Google Workspace не бачать реклами під час використання служб, а інформація та дані в облікових записах Google Workspace не використовуються в рекламних цілях. Крім того, адміністратори Google Workspace можуть настроювати параметри безпеки та конфіденційності.

Освітня версія пакету хмарних сервісів від компанії Google отримала назву **Google Workspace for Education**. Станом на квітень 2020 року нараховувалось 120 мільйонів її платних користувачів.

В освітньому процесі найчастіше використовуються такі сервіси Google Workspace:

Google Classroom (Google Клас) – веб-сервіс для створення, поширення і перевірки завдань безпаперовим шляхом (у тому числі в реальному часі);

Google Meet – послуга відеозв’язку між користувачами, з можливістю трансляції екрану;

Gmail – безкоштовна послуга електронної пошти;

Google Drive (Google Диск) – сховище даних, яке належить компанії Google, що дозволяє користувачам зберігати свої дані на серверах у хмарі і ділитися ними з іншими користувачами в Інтернеті;

Google Forms (Google Форми) – додаток, що дозволяє користувачам створювати та редагувати опитування в Інтернеті, співпрацюючи з іншими користувачами в режимі реального часу;

Google Calendar (Google Календар) – служба для тайм-менеджменту з можливістю управління часом і планування;

Google Docs (Google Документи) – безкоштовний хмарний офісний пакет, що включає текстовий редактор, табличний редактор і службу для створення презентацій;

Google Jamboard – цифрова інтерактивна дошка, яка забезпечує спільні зустрічі та “мозковий штурм“;

Google Keep – додаток для створення нотаток з різноманітними інструментами, які включають текст, списки, голос та зображення.

Використання сервісів Google Workspace у закладах вищої освіти має переваги: надійності (сервіси традиційно мають високу функціональність та захист даних); індивідуального доступу до ресурсів та сервісів; можливості формування груп та підрозділів користувачів; фільтрування небажаного контенту з боку системи, адміністратора, а також

самого користувача; централізованого адміністрування завдяки розширеному набору методів та засобів; значного обсягу дискового (хмарного) простору, який надається користувачеві; україномовного інтерфейсу; доступності з мобільних пристроїв, зокрема якнайкраща підтримка пристроїв; інтеграції з іншими програмними засобами освітнього закладу.

Користувачі Google Workspace мають одностайну думку про те, що його сервіси є потужними інструментами співпраці та спілкування, які здатні підвищити якість навчання (особливо дистанційного) і сприяти розвитку навичок самостійної роботи, критичного мислення, співпраці, комунікації, розвитку творчих та інноваційних навичок [1].

Доцільність впровадження окремого пакету Google Workspace for Education у навчальних закладах визначається перевагами корпоративних облікових записів, основними з яких є: централізоване створення облікових записів студентів; інтегрованість сервісів у межах одного або кількох Інтернет-доменів; розвинена підтримка спільної роботи, зокрема завдяки використанню облікових записів груп користувачів та спільних адресних книг; значна кількість налаштувань, що дає можливість пристосувати хмарні сервіси до потреб навчального закладу; можливість збереження практично необмеженого обсягу даних; відсутність реклами на веб-сторінках; обмеження доступу до небажаного контенту; можливість отримання звітів та аналітичних відомостей про використання сервісів.

Вітчизняні дослідники відзначають, що поширення використання пакету Google Workspace for Education дає можливість ефективно впроваджувати дистанційне навчання у закладах вищої освіти України [1], [2].

З метою популярізації сервісів Google Workspace в українських закладах освіти компанія Google регулярно проводить у нашій країні ознайомчі вебінари, тренінги, мастер-класи [3], [4], [5]. Так, в рамках домовленостей із Міністерством освіти і науки України щодо розширення можливостей використання цифрових інструментів для організації освітнього процесу, компанія Google 25 липня 2022 року розпочала серію безкоштовних онлайн-навчань для педагогічних, науково-педагогічних працівників закладів освіти всіх рівнів в рамках програми “Цифрові інструменти Google для освіти“, які проводитимуться протягом всього 2022/2023 навчального року [6].

Передбачено 12 навчальних сесій (кожного місяця). Тривалість однієї серії тренінгів становитиме 4 тижні – 30 годин (1 кредит ECTS). За підсумками навчання передбачений сертифікат підвищення кваліфікації відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 21.08.2019 № 800.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Микитенко П. В., Галицький О. В. Використання сучасних хмарних технологій у навчальному процесі закладу вищої освіти. Освітній дискурс: збірник наукових праць. 2021. 33(5). С. 7-16.

[2] Коноваленко С. М. Хмарні сервіси в освітньому процесі студентів технологічних коледжів. Інформаційні технології і засоби навчання. 2017. Том 58. № 2. С. 88-97.

[3] Офіційний блог – Google Україна. URL: https://bit.ly/3Avaqiv.

[4] Онлайн-семінар “Цифрові інструменти Google для вищої освіти”. URL: https://bit.ly/3pRzDP4.

[5] Ефективні рішення Google для оптимізації освітнього процесу онлайн. URL: https://bit.ly/3ASDaTF.

[6] Цифрові інструменти Google для освіти. Курс GWUA 2022-2023. URL: https://bit.ly/3ARBl9n.

Google digital tools for higher education

Patlaichuk O. V.,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. In order to improve distance learning and increase the efficiency of the educational process, the use of specialized cloud software services of Google Workspace for Education by Google LLC was considered by institutions of higher education. The features of its use, advantages and disadvantages are analyzed.
Keywords: higher education; Google Workspace for Education; distance learning; corporate functions; mobile devices.

УДК 378.1

АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ СУСПІЛЬНИХ НАУК ІНОЗЕМНОЮ МОВОЮ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кравчук О.Ю.
кандидат політичних наук,доцент кафедри соціально-гуманітарних наук
olha.kravchuk@nuos.edu.ua
Бєлоусова С.М.
старший викладач кафедри сучасних мов,доцент НУК
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
svetlana.belousova@nuos.edu.ua

Анотація. Описано мету викладання суспільних наук в закладах вищої освіти, а також особливості та складнощі. Здійснено огляд методичних досліджень з викладання предметів іноземною мовою, зроблений огляд основних методик. Представлено лінгвомовленнєву парадигму дій у процесі навчання майбутніх політологів.
Ключова слова: суспільні науки, комунікативна компетенція, професійні завдання, рівень володіння мовою.

Основна мета викладання суспільних наук іноземною мовою у ЗВО полягає у формуванні та розвитку міжкультурної професійної комунікативної компетенції. Навчальний процес організований таким чином, щоб в результаті навчання випускники дійсно володіли англійською мовою як інструментом вирішення своїх професійних завдань і як засобом розвитку своїх професійних та особистісних якостей.

Базовою метою і необхідною умовою результативності формування і розвитку міжкультурної професійної комунікативної компетенції є досягнення студентами конкретного рівня володіння англійською мовою за загальноєвропейською класифікації рівнів у взаємопов'язаному навчанні всіх видах мовленнєвої діяльності, що робить іншомовну підготовку прозорою в якісному відношенні, оскільки рівні володіння іноземною мовою є універсальними і не залежить від академічного або професійного контексту.

В умовах спонтанної комунікації вони відчували значні лінгвістичні труднощі.

Крім того, здійснений огляд методичних досліджень з викладання дисциплін у ЗВО англійською мовою виявив, що види їхньої професійної діяльності англійською мовою є вельми обмеженими в порівнянні з вимогами програм з їхньої основної спеціальності. Так, немає наукових праць, в яких майбутніх політологів навчали би спонтанної дискусії з опонентами чи прогнозуванню політичних подій іноземною мовою.

Крім того, специфічною особливістю процесуальної інтеграції є розвиток не лише навчально-професійних іншомовних умінь і іншомовних професійно-мовленнєвих умінь, але й обов'язкова їх реалізація у виробничому процесі. У цьому випадку - це виступи студентів на міжнародних студентських конференціях англійською мовою, а також у процесі моделювання й реалізації виробничих проектів,ситуацій,написання наукових робіт іноземною мовою.

Нам видається, що виконання таких складних лінгвомовленнєвих дій забезпечується на основі попереднього розвитку відповідних видів компетентностей: професійної й іншомовної мовленнєвої.

Під професійною компетентністю слід розуміти «інтегральну характеристику ділових й особистісних якостей фахівців, що відбиває рівень знань, умінь та навичок, досвіду, достатніх для здійснення певного виду діяльності, що пов'язана із прийняттям рішень».[2]

Ми в даній статті спробуємо розглянути лінгвомовленнєву парадигму дій у процесі навчання майбутніх політологів.

Професійна компетентність майбутніх політологів передбачає здатність вирішувати спеціалізовані завдання у предметній сфері політології та застосовувати ключові теорії та методи політичних досліджень й аналізу політики в експертно-аналітичній, політико-організаційній, консультативній, викладацькій та громадській сферах практичної професійної діяльності.

Її **складниками** є:

- розуміння загальної природи та значення політики як специфічного виду людської діяльності;
- базові знання нормативної та позитивної політичної теорії, політичного аналізу, порівняльної та прикладної політології;
- вільне володіння базовим категоріально-поняттєвим й аналітико-дослідницьким апаратом сучасної світової політичної науки; розуміння ключових принципів функціонування і закономірностей розвитку влади та публічної політики, політичних інститутів і процесів, політичної поведінки, політичної культури й ідеології, світової політики і політики окремих країн та регіонів;

Проте для нас важливою є реалізація всіх цих компетентностей англійською мовою в процесі виконання майбутніми політологами їхньої професійної діяльності.

Тоді, за умови успішного забезпечення зазначених компетенцій, іншомовна підготовка закладає міцний фундамент для поступової професіоналізації курсу англійської мови , а стратегічно - забезпечує професійну мобільність. Адже випускнику ЗВО реально доведеться не один раз протягом життя змінювати робоче місце, підвищувати кваліфікацію або проходити перепідготовку.

Вагома роль в сучасному освітньому просторі відводиться в наш час **диференційному підходові**. Основою його є диференціація тих, хто навчається, за критерієм успішності їх навчання [2]. А. Гоппер вважає, що основними чинниками диференційного підходу до навчання є те, що:не всі студенти оволодівають новими знаннями, формують відповідні уміння, навички в однаковому темпі і з однаковою інтенсивністю;кожен студент є індивідуальністю і має власний темп навчання [1].

Основними пріоритетами концепції такого навчання є активність студента, що базується на певному досвіді, а також формування у нього певних компетентностей замість накопичення теоретичних знань. Близькими до теорії навчання, сконцентрованого на студентові, є діяльнісний, особистісно орієнтований та індивідуальний підходи [2]. Комплексна концептуальна парадигма поетапного формування ІПК майбутніх фахівців нефілологічного профілю у ЗВО зміщує акцент з процесу викладання на процес навчання, а відповідно – з особи викладача на особу студента, з діяльності викладача на діяльність студента.

Метою навчання є системотворчий чинник концепції навчання. Так, мета концепції поетапного формування ІПК майбутніх фахівців нефілологічного профілю – формування ІПК студентів на просунутому рівні (B2) – досягається завдяки реалізації компонентів змісту навчання через засвоєння мовного і мовленнєвого матеріалу в наступній послідовності: від розвитку лінгвістичних знань та елементарних мовленнєвих навичок до формування складних інтегрованих умінь, система яких є фундаментальною базою формування і розвитку ІПК у

навчальних групах студентів з однаковим стартовим рівнем сформованості в них цієї компетентності.

Основна організаційна форма навчання у процесі іншомовної професійної підготовки майбутніх фахівців у вітчизняних ЗВО – це **практичні заняття (семінарські)**. Концепція поетапного формування ІПК майбутніх фахівців нефілологічного профілю передбачає проведення навчальних занять у гомогенних групах, сформованих за результатами розвитку ІПК студентів на початковому етапі навчання. Завдяки цьому в процесі групової навчальної діяльності виявляються переваги диференційного підходу до навчання майбутніх фахівців нефілологічного профілю іноземної мови. За навчальний рік рівень сформованості ІКК студентів повинен зрости на одну градацію. Так, якщо рівень сформованості ІКК студентів на момент їх вступу на навчання у ЗВО був рубіжним (В1), то планується, що наприкінці першого року вивчення дисципліни «Іноземна мова» рівень сформованості ІПК студентів повинен зрости до просунутого (В2). Існує можливість переходу студентів на навчання до групи з іншим рівнем сформованості ІПК за умови надто швидкого чи сповільненого розвитку в них складових ІПК. [2]

Висновок. Відтак метою вивчення іноземної мови майбутніми фахівцями нефілологічного профілю має бути не накопичення теоретичних знань, а формування у них практичних навичок усного і писемного мовлення, слухання, розуміння і читання, вміння застосовувати ці навички на практиці. Підводячи підсумок про викладання фахових дисциплін англійською мовою, зокрема для політологів, говоримо,що теоретичні засади їх підготовки до професійної діяльності англійською мовою полягають у: 1)формуванні професійно діяльнісної та іншомовної мовленнєвої компетентностей на основі процесуальної інтеграції двох різнопланових предметів: політології та англійської мови; 2) їх реалізації в інтегрованому процесі навчання, в якому предмет професійної діяльності є домінуючим, тоді як англійська мова є лише допоміжним засобом набуття професійних знань і розвитку на їх основі відповідних умінь; 3) етапами навчання такого інтегрованого процесу є: ознайомлювальний, мовний, навчально-мовленнєвий, мовленнєвий, професійний;

ЛІТЕРАТУРА

1. Загальноєвропейські Рекомендації з мовної освіти: вивчення, викладання, оцінювання / наук. ред. укр. вид. С. Ніколаєва. – К. : Ленвіт, 2013. – 273 с.
2. Концепція формування іншомовної професійної компетентності майбутніх фахівців природничих спеціальностей Микитенко Н. О., м. Львів Серія «Педагогіка, соціальна робота». Випуск 23.,2017.

Aspects Of Teaching Social Sciences in Foreign Language at Universities

Kravchuk O.Yu., Byelousova S.M.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The purpose of teaching social sciences in institutions of higher education, as well as features and difficulties, is described. A review of methodological studies on teaching subjects in a foreign language was carried out, a review of the main methods was carried out. The linguistic paradigm of actions in the process of training future political scientists is presented.

Key words: social sciences, communicative competence, professional tasks, level of language proficiency.

УДК 378.147:811.111

INCREASE OF MOTIVATION IN THE PROCESS OF STUDYING FOREIGN LANGUAGE DURING RUSSIAN AGGRESSION

Ovsyanko G. V.
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 motivation in the process of learning a foreign language under martial law using the example of Admiral Makarov National University of Shipbuilding. Emphasis is placed on the need for the teacher to understand students' motives, to be able to identify them correctly and manage them intelligently in order to intensify the educational process. Resources and examples of their use are provided to encourage students to learn a foreign language.

Key words: motivation, internal motivation, external motivation, professional competence, foreign language, educational process, increasing motivation.

Introduction. In our time of globalization of all spheres of life, the question of the quality of education and requirements for the professional competencies of graduates of higher education institutions is acute. Foreign language professional competence has become one of the main skills of a modern specialist in any field. And the main impetus to start learning a foreign language, and later the driving force to support the long and often exhausting process of learning a foreign language is motivation. Dörnyei and Ryan believe that without sufficient motivation, even the most gifted cannot achieve long-term goals, and that curriculum and quality teaching alone do not ensure student achievement. Conversely, high motivation can compensate for significant deficiencies in both language abilities and learning conditions. [4, p. 65] And with the beginning of Russian aggression and the introduction of martial law in Ukraine, the conditions of study became the main obstacle for students to receive a quality education and to maintain an appropriate level of motivation to study any subject. The experience of increasing motivation to learn a foreign language in conditions of martial law and constant stress does not exist at all. Ukrainian teachers faced the problem of not only teaching the subject in the difficult conditions of war, but also overcoming all psychological obstacles and finding new ways to increase students' motivation to study.

The goal of the work. Investigate the role of motivation in learning a foreign language under martial law and find ways to improve it using the example of the Admiral Makarov National University of shipbuilding.

Main part. Motivation plays one of the key roles in the process of learning a foreign language by students of any age and specialty. Gender features and age are of great importance in the formation of motivation. Student age coincides with the beginning of the period of early maturity. This is the age of formation of stable personality qualities, stabilization of mental processes, high abilities for creativity, intellectual activity, self-development. At this age, a foreign language is considered a discipline that is not important for professional activity. And the teacher of a foreign language faces the primary task of creating a positive emotional perception of this subject and helping students to realize the need to study it. It is necessary to constantly remind about a foreign language as a means of obtaining new information on a specialized subject. Creating a positive attitude to a foreign language increases interest in the subject, stimulates students to work independently in the future.

Taking into account the individual psychophysiological characteristics of students is important for increasing motivation to learn a language. Knowing the individual characteristics of his students, the teacher can apply special techniques to them that facilitate learning a foreign language. [1, p. 59] The teacher needs to take into account the psychological characteristics of students, the type

of nervous system, memory. By building the right tactics of surveys and incentives, it is necessary to build students' confidence in their abilities and knowledge. When working with inert and anxious students, it is not necessary to demand from them immediate inclusion in work (especially in the stressful conditions of war): their activity in performing a new type of tasks increases gradually.

Back in the 60s of the last century, researchers of motivational processes Gardner and Lambert distinguished two types of motivation for learning a foreign language: instrumental and integrative. Instrumental motivation is a reflection of external needs. The goal of language learning with such motivation is not the desire of the student, but an external need. Integrative motivation is a reflection of internal needs and manifests itself with a desire to identify with the culture of the country whose language is being studied. Language becomes a means of communication with foreigners. It is obvious that the teaching of a foreign language requires a balance of these two types of motivation. [5] For this purpose, the Admiral Makarov National University of Shipbuilding selected approaches aimed at the formation of professional competences and having not only an educational, but also a life rationale.

In the process of forming and increasing the motivation to learn a foreign language, the following educational technologies are widely used by the teachers of Admiral Makarov National University of Shipbuilding both in peacetime and during Russian aggression:

- project method;
- the method of reading and correspondence in the open information space;
- debate method;
- game technology;
- problematic discussions;
- interactive learning technology.

The mentioned educational technologies are perceived differently at different faculties. Students majoring in "Psychology" are more willing to participate in problem discussions and debates, interactive learning, game technologies. Students of the Faculty of Economics and Mechanical Engineering and the specialty "Information Technologies" are more active in the preparation of projects, reading and correspondence in the open information space, working on the Coursera platform. This tendency is often due to individual psychophysiological characteristics of students, types of nervous system, memory, and temperament. After all, it is known that students of non-humanities and technical specialties are often introverts. Therefore, the psychological characteristics of students should also be taken into account when choosing teaching methods and tools.

When working with students of various specialties, it has been noticed that the most motivated are students who perform tasks in the foreign language of their specialty. It is these tasks that are close to real situations of professional communication and the acquired knowledge can be immediately applied in practice, because many students combine work, volunteering and study in these difficult times.

Conclusions. Motivation plays an important role in life and especially in learning of any individual. The nature of the motives determines the direction and content of his activity. Therefore, today, in the difficult conditions of Russian aggression and martial law, modern Ukrainian higher education institutions face the task of significantly updating the content of teaching foreign languages and introducing new ways of forming and increasing motivation to study foreign languages among future specialists. And the wide application of the latest pedagogical, psychological, technical means and Internet technologies will provide an opportunity to create various communicative situations and will allow bringing the learning process closer to real communication.

REFERENCES

1. Lozova O. M. (2010). Psykholohichni aspekty zasvoiennia inozemnoi movy. [Psychological aspects of foreign language acquisition.] Kyiv: KNLU. [in Ukrainian].

2. Busse, V., Walter, C. (2013). Foreign language learning motivation in higher education: A longitudinal study of motivational changes and their causes. The Modern Language Journal, 97, 435–456. http://www.jstor.org/stable/43651648

3. Case, A. (2015). The ESP approach - Theory and reality of needs analysis and course design. https://www.usingenglish.com/articles/esp-approach- theory-reality-needs-analysis-course-design.html

4. Dörnyei, Z., Ryan, S. (2008). The Psychology of the Language Learner Revisited. New york: Taylor & Francis.

5. Gardner R., Lambert W. Motivational variables in second language acquisition. Canadian Journal of Psychology. 1959. N 4. P. 266–272.

УДК 811.161.2:378

УКРАЇНІЗАЦІЯ ВІЙНОЮ: ВИХОВАННЯ МОВНОЇ КУЛЬТУРИ СТУДЕНТІВ

Петрович Л.І.
старша викладачка кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
lubov.ivanivna@gmail.com

Анотація. Проаналізовано проблеми мовної культури студентів. Визначено головні шляхи формування мовної культури особистості у закладах вищої освіти.
Ключові слова: культура мовлення, мовна стійкість, українська мова, студенти.

Вступна частина. Наші студенти – це не тільки наше майбутнє, це наше сьогодення, які в умовах війни показують нескореність духу, прагнення свободи та бажання жити й навчатися на своїй землі, у своїй країні, говорити рідною мовою. Безпрецедентне єднання суспільства на тлі війни безпосередньо впливає на ставлення до мови. Сьогодні чимала кількість російсько-мовних громадян України усвідомлюють важливу роль ідентифікаційної та державотворчої функцій мови. Тому актуальним є питання збереження мовної стійкості громадян, усвідомлення кожним внутрішньої потреби грамотно спілкуватися засобами рідної мови, прагнення позбутися російсько-мовних кальок.

Метою роботи є висвітлення проблем мовної культури студентів, пошук умов та засобів забезпечення досконалого оволодіння основами культури української мови.

Основна частина. Мова – неоціненний скарб народу, який потрібно берегти й докладати чималих зусиль, щоб цим скарбом досконало оволодіти. Для піднесення мовної культури, виробленню умінь та навичок говорити літературною українською мовою важливо уникати невиправданих запозичень, росіянізмів, невдалих неологізмів, вульгаризмів тощо. Саме дотримання норм слововживання – важливий показник культури спілкування кожного мовця.

Як показує практика викладання курсу «Українська мова (за професійним спрямуванням), мовну особистість формує мовне середовище. Якщо студент у родині, з друзями спілкується російською, то він не має змоги випробувати щоденне практичне володіння мови, довести його до автоматизму, тому, переходячи на українську в аудиторії, припускається низки помилок у слововживанні: *вірна відповідь, приймати участь, на сьогоднішній день, слідуюче питання, получати стипендію, мішає працювати, любою ціною, профсоюзний білет, сімейні відносини тощо.* Такі помилки свідчать про низьку культуру мови, бідність словникового запасу.

Сьогодні, як зазначає М. Волощак, найбільшу загрозу для української мови створює калькована російська мова, так званий «суржик», спілкування яким може призвести до втрати самобутності української мови. [2, 31]. О. Сербенська вважає, що саме суржик загрожує змінити мову [1, 7]. Тому дбати про чистоту мови й уникати росіянізмів – завдання кожного з нас.

Помітною тенденцією під час усного мовлення студентів є наголошування слів за російськомовними моделями. Тобто українські слова часто помилково наголошують за нормами, характерними для російської мови: *закІнчити одИнадцять, нЕнависть, середИна, рУсло, чорнозЕм* тощо.

Велика кількість лексичних помилок, зокрема в усних відповідях, доповідях студентів, припадає також на тавтологію (поєднання однокореневих слів): *за свідченням свідків (за свідченням очевидців)* та плеоназми (надлишковість засобів): *головна суть проблеми (суть проблеми).* Причинами виникнення таких мовленнєвих вад часто є незнання значень іншомовних слів, які сполучають з власне українськими з тим самим значенням: *вільна вакансія (вакансія – це і є вільне місце), директивні вказівки (директиви – це вказівки).*

Також порушують культуру усного та писемного спілкування зловживання мовцем іншомовними словами: *фактор* замість *чинник; дистилювати* замість *очищувати; респектабельний* замість *поважний.*

Призводить до низки помилок та двозначності висловлювання невміння студентами розрізняти значення паронімів (близьких за звуковим складом слів): *дружний – дружній*; *показник –покажчик; книжний – книжковий та* семантичних синонімів: *білет – квиток*; *об'єм – обсяг; вірний – правильний* тощо.

Лексика студентів, особливо в останні роки, тяжіє до активізації англіцизмів *(селфі, гаджет, челендж, хайп, лайк, фітбек, паті*) та жаргонізмів (*вишка, ботан, студак, препод, глюки, депресняк, лаба, лажа, чувак*) тощо. Уживання таких слів засмічує мовлення, робить його невиразним та бідним.

Відчуваючи нагальну потребу пошуку умов та засобів забезпечення досконалого володіння основами культури української мови, вбачаємо за потрібне впровадження в ЗВО курсу «Культура ділового мовлення». На жаль, дисципліна «Українська мова (за професійним спрямуванням)», викладання якої передбачено на першому курсі (всього 30 аудиторних годин) не може повною мірою забезпечити володіння основами культури української мови та знання фахової мови. Тому запровадження на першому курсі «Культури ділового мовлення», а на другому чи третьому курсах – «Української мови (за професійним спрямуванням)» забезпечить повноцінне володіння засобами мовної, мовленнєвої та професійно-комунікативної компетенцій.

Отже, дбати про культуру мовлення – це кропітка щоденна праця, яка вимагає постійної уваги до мовлення, цілеспрямованого, майстерного використання мовно-виражальних засобів та комплексу державних заходів щодо забезпечення володіння українською мовою на найвищому її рівні в усіх сферах суспільного життя.

Висновок. Досконале володіння культурою мовлення є важливим компонентом підготовки майбутніх фахівців, а забезпечення мовної стійкість громадян сьогодні – це протидія мовно-культурній асиміляції, збереження вірності українській мові.

Таким чином, важливими завданнями майбутньої гуманітарної політики України, передусім мовної, має стати підвищення престижу української літературної мови, створення досконалих навчальних методик щодо її вивчення, збільшення кількості годин для вивчення української мови у ЗВО, пошук шляхів поширення української мови серед неофіційних сфер спілкування. Дуже важливо взяти із сьогодення урок та унеможливити колоніальний вплив російської мови в усіх сферах суспільного життя.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Антисуржик: Вчимося ввічливо поводитись і правильно говорити : посібник / за заг. ред. О. Сербенської. Львів : Світ, 1994. — С. 7.

[2]. Волощак М. Й. Збірник мовностилістичних порад лінгвістів, літературознавців, публіцистів / М. Й. Волощак. — К. : Марія Волощак, 2019. — 240 с.

[3]. Головащук С. І. Українське літературне слововживання : навч. посіб. / С. І. Головащук. — Київ : Вища школа, 1995. — 319 с.

[4]. Соціолінгвістичний моніторинг мовою статистики: Збірник матеріалів / За ред. А. Ю. Пономаренко. – К.: НДІУ, 2006.

[5]. Ткаченко О. Б. Українська мова і мовне життя світу / О. Б. Ткаченко; НАН України, Ін-т мовознав. ім. О. О. Потебні. – Київ: Спалах, 2004. – 271 с.

[6]. http://archive.ndiu.org.ua/fulltext.html?id=1157

Ukrinization By War: Fostering Students' Language Culture

Petrovych L.I.,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Analyzed problems of students' language culture. Found main means of formation of individual language culture in higher education institutions.

Key words: language culture, language resiliance, Ukrainian language, students.

УДК 378.147:811.161.2

ПРАКТИЧНА ВАЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ З УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ (ЗА ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ)

Гарбар І.В.
старший викладач кафедри сучасних мов
iryna.garbar@nuos.edu.ua
Гарбар А.І.
старший викладач кафедри сучасних мов
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна
andrii.garbar@nuos.edu.ua

Анотація. У дослідженні розглянуто доцільність та практичну важливість використання інтерактивних методів навчання на заняттях з української мови (за професійним спрямуванням). З'ясовано основні переваги інтерактивних методів навчання над традиційними. Проаналізовано найбільш використовувані інтерактивні методи: ділові ігри та кейс-метод.

Ключові слова: спілкування, інтерактивні методи, ділові ігри, кейс-метод, професійна підготовка.

Вступна частина. Запорукою успіху у формуванні фахівця будь-якої галузі є компетентнісний підхід, який передбачає не лише належне знання норм української мови, а й здатність креативно діяти особисто чи взаємодіяти у колективі, а набуті знання та досвід застосовувати у різних мовленнєвих ситуаціях, бути готовим до успішної професійної діяльності. На думку Н. П'яст, саме інтерактивне навчання сприяє виробленню гуманістичних установок на моральні цінності, створенню атмосфери співробітництва і сприятливого мікроклімату для розвитку самодостатньої особистості. [3, с.98] Важливим завданням

інтерактивного навчання є створення комфортних умов навчання, за яких студент відчуває свою успішність, свою інтелектуальну спроможність, що робить процес навчання більш результативним.

Мета—дати опис та з'ясувати практичну важливість ділових ігор та кейс-методу у методиці навчання студентів на заняттях з української мови (за професійним спрямуванням).

Основна частина. Інтерактивні методи навчання є важливим аспектом під час проведення практичних занять з української мови (за професійним спрямуванням), так як спонукають студентів до активного продуктивного спілкування, стимулюють до творчої діяльності, розвивають пізнавальну активність, сприяють інтелектуальному і мовленнєвому розвитку, пробуджують інтерес до майбутньої професії. О. Кравченко-Дзондза стверджує, що інтерактивні методи навчання будуються на принципах взаємодії, активності студентів, опори на груповий досвід, обов'язкового зворотного зв'язку. Створюється середовище освітнього спілкування, яке характеризується відкритістю, взаємодією учасників, рівністю їхніх аргументів, накопиченням спільного знання, можливістю взаємної оцінки і контролю [2, с. 99].

Важливим методом розвитку ефективного міжособистісного спілкування є *ділові ігри* — найактивніший інтерактивний метод навчання мови, який забезпечує розвиток українського мовлення, формує й вдосконалює уміння та навички комунікації українською мовою в різноманітних близьких до реальних ситуацій, орієнтує студентів на планування особистої мовленнєвої поведінки і прогнозування поведінки співрозмовника. Ігрові прийоми полегшують засвоєння складних граматичних конструкцій, поповнюють словниковий запас, максимально наближають освітній процес до практичної фахової діяльності. Під час засвоєння та узагальнення тем з лексики, зокрема після вивчення тем *«Паронімічний вибір слова»* чи *«Синонімічний вибір слова»* варто провести гру-розминку *«Тлумачний словник».* Група ділиться на дві команди. Кожна команда готує для суперників синонімічні та паронімічні пари, яким треба дати тлумачення та навести приклади. Гравці, які пропонують пари для тлумачення, повинні самі знати їхнє визначення. Гра проводиться без попередньої підготовки. Словниками, довідниками для пошуку слів послуговуватися не можна.

Щоб зацікавити студентів професійною діяльністю, варто провести гру ***«Моя майбутня професія».*** На початковому етапі необхідно виділити в групі журі (декілька осіб) і розділити інших студентів групи на дві команди. Кожна команда готує запитання на зразок: чи знають студенти історію та розвиток своєї майбутньої професії, сфери діяльності, у яких можуть бути задіяні фахівці їхнього профілю, чи є майбутнє обраної професії тощо. Кожна команда обирає капітана. Капітани організовують гру-змагання. По черзі капітани команд ставлять запитання. Відповіді на запитання готують учасники команд. Журі оцінює за п'ятибальною системою як питання, так і відповіді, а також підбиває підсумки. Кінцевою метою ділової гри на заняттях з української мови (за професійним спрямуванням) є відпрацювання комунікативних навичок та умінь).

Використання кейс-методу в методиці навчання української мови (за професійним спрямуванням) мотивує майбутнього фахівця студіювати інноваційні технології, вчить легко орієнтуватися в безмежному інформаційному просторі, збільшує частку самостійної дослідницької діяльності [1, с.58]. Кейс-метод особливо важливий з позицій формування особистісних якостей студентів, оскільки є не тільки навчальним, але й пізнавальним. *Під час опрацювання теми «Основи культури мовлення» доцільно використати метод кейсу.* Заздалегідь студентам повідомляється тема заняття. На початковому етапі формуються групи, учасники яких готують повідомлення про найважливіші мовленнєві функції, лексичні та граматичні елементи мови, роль словників та довідників у підвищенні фахової мовленнєвої культури тощо. На другому етапі відбувається моделювання освітньої діяльності: між студентами розподіляються обов'язки; усвідомлюються проблеми; з'ясовується ситуація, що спричинила виникнення проблеми; залучаються учасники до обговорення ситуації та вибору кращого рішення. Пропонуються питання для обговорення:

- *Які тонкощі рідної мови доречно враховувати під час спілкування?*
- *Які лексичні та граматичні анормативи впливають на культуру мовлення?*
- *Що можна порадити майбутньому фахівцю для поліпшення культури мовлення?*

Після відповідей на запитання обговорюються точки зору учасників групи. На завершальному етапі підбиваються підсумки. Із заключним словом до розмови долучається викладач.

Висновок. Застосування інтерактивних методів навчання на заняттях з української мови (за професійним спрямуванням) сприяє розвитку навичок комунікативного діалогічного спілкування студентів, забезпечує інтеграцію теорії і практики, вдосконалює навички прийняття рішень в умовах обмеженого часу, надає можливість студентам порівнювати свої комунікативні вміння з вміннями інших учасників навчального процесу, стимулює викладача до вдосконалення стилю роботи та розроблення нових завдань.

Нині використання інтерактивного навчання є невід'ємною частиною процесу професійної підготовки майбутніх фахівців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрієць О.М. Використання кейс-методу у формуванні та розвитку дискурсного мовлення старшокласників. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. Запоріжжя, 2019. № 64, Т. 1. С. 56–58.
2. Кравченко-Дзондза О. Формування комунікативної компетенції студентів у процесі вивчення дисциплін філологічного циклу. *Молодь і ринок*. Дрогобич, 2014. № 7(114). С. 98–102.
3. П'яст Н. Й. Використання інтерактивних методів на заняттях з української мови (за професійним спрямуванням). Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2010. № 1. С. 98-102.

Practical Importance Of Using The Interactive Methods During The Lessons Of Ukrainian (For Professional Course)

Garbar I.V., Garbar A. I.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. Practicability and practical importanse of using interactive methods during the lessons of Ukrainian (for professional course) have been considered. The main advantages of interactive methods instead of traditional methods have been shown. The most using interactive methods, such as business play and case-stady have been analyzed.

Key-words: communication, interactive methods, business plays, case-study, professional training.

УДК 004.853:616-036..21:355.01

ДОСВІД ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ПІД ЧАС ПАНДЕМІЇ COVID-19 ЯК ОСНОВА ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ

Давиденко О.Б.
старший викладач кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м Миколаїв, Україна
alesha020272@gmail.com

Анотація. Наведено, проаналізовано та узагальнено основні інструменти та навички, набуті викладачами та студентами закладів вищої освіти під час дистанційного навчання в

умовах пандемії. Серед них виокремлено використання індивідуального підходу викладачами, використання інноваційних технологій та засобів, а також використання асинхронного та синхронного навчання. Підкреслено необхідність використання даного досвіду під час дистанційного освітнього процесу в українських ЗВО в умовах російської агресії та воєнного стану в країні.

Ключові слова: дистанційне навчання, російська агресія, інноваційні технології, онлайн-навчання, заклади вищої освіти, воєнний стан.

Не встигли студенти, викладачі закладів вищої освіти та інші працівники сфери освіти звикнути до онлайн-навчання в умовах епідемії та пандемії COVID-19, як всіх нас спіткала нова криза педагогічного та освітнього життя – російська агресія та воєнний стан в Україні, який унеможливлює повноцінне очне навчання, а в деяких регіонах взагалі робить неможливим навчання в університеті хоча б у змішаному форматі.

Дивлячись на пандемію 2020-2022 років, ми можемо відмітити, що сьогодні всі учасники освітнього процесу опинилися б у вкрай складному положенні, розгубленості, стресі. Однак, для сучасної вищої школи онлайн-навчання не є несподіваністю або потрясінням. Пандемія COVID-19 стала джерелом безцінного досвіду для викладачів закладів вищої освіти в області дистанційного навчання. Отже, метою даної роботи є аналіз та узагальнення основних навичок, набутих викладачами та студентами закладів вищої освіти під час дистанційної форми освіти, а також доцільність їх використання під час онлайн-навчання в умовах воєнного стану в країні.

1. Індивідуальний підхід

Перш за все, варто звернути увагу на те, що, не дивлячись на велику кількість проблем, які створює «дистанційка», вона також є і потужним генератором нових можливостей і відкриттів. Так, хоча живе спілкування викладача з аудиторією здобувачів вищої освіти можливе лише за очного навчання, за онлайн-навчання можливий індивідуальний підхід до кожного студента [1, с. 1]. Це пов’язано з декількома факторами. По-перше, викладач має змогу індивідуально спілкуватися з кожним студентом, використовуючи різні мессенджери та інтернет-зв’язок, що набагато швидше та легше, ніж особисте спілкування за умов традиційного навчання. Це також дає можливість складати та впроваджувати в освітній процес більше індивідуальних завдань, що підвищує ефективність перевірки знань кожного студента. По-друге, збільшення кількості годин самостійної роботи сприяє виявленню студентами слабких сторін та проблемних питань, задати викладачеві та вирішити які набагато легше за індивідуального спілкування з викладачем в онлайн-режимі. По-третє, багатьом із сучасних студентів набагато легше відкритися викладовцю тет-а-тет, коли його не обмежують часові та просторові рамки, а не у закладі вищої освіти, коли часто може не вистачати часу, або не бути фізичної змоги зустрітись особисто. До того ж, індивідуальний підхід в онлайн-форматі набагато більш систематизований та впорядкований для самого педагога, аніж спілкування зі студентами за очного навчання.

2. Інноваційні технології

За два роки тернистого шляху пізнання інноваційних систем та технологій працівниками сфери освіти багато хто з нас, педагогів, освоїв та підкорив велику кількість різних додатків, програм, онлайн-платформ та ресурсів. Тому опинившись в умовах російської агресії, а, отже, неможливості проводити та відвідувати заняття в офлайн-режимі, організувати освітній процес вже не становить серйозної проблеми.

Використання інноваційних комп’ютерних технологій в процесі організації освітнього процесу у закладах вищої освіті є невід’ємною частиною й сучасного очного навчання. Однак саме за останні два роки вдалося максимально ефективно інтегрувати нові методики у навчання студентів. Так, наприклад, у побуті багатьох викладачів іноземних мов на гуманітарних та технічних спеціальностях з’явилася велика кількість додатків, що можуть

полегшити вивчення загальної та спеціальної професійної іноземної лексики. Під час очних занять використання таких програм не завжди є доцільним і зручним, однак під час онлайн-формату це навпаки полегшує виконання завдань.

Чисельні опитування студентів різних спеціальностей продемонструвало те, що здобувачі вищої освіти в більшій мірі задоволені дистанційним навчанням та вважають впровадження інноваційних технологій дуже корисним та просто необхідним. [2, с. 8]

3. Синхронне та асинхронне навчання

Ще одним важливим відкриттям всіх учасників навчання у закладах вищої освіти під час пандемії стало те, що дистанційна форма навчання дає можливість реорганізувати свій час та набагато ефективніше його використовувати [3, с. 10]. Таким чином, багато хто з викладачів практикував елементи асинхронного навчання, тобто розміщення на освітніх платформах (Moodle, Google Classroom тощо) загальних завдань та встановлення дедлайнів, що дає змогу здобувачам самостійно обирати зручний для виконання завдань час, а також самостійно його розподіляти [4, с. 443].

Велика кількість фахівців в області освіти вважать, що використання асинхронного формату навчання та виконання завдань під час онлайн-занять є виходом з багатьох проблемних ситуацій: втрата інтернет-зв'язку студентами або викладачем, хвороба студентів або викладачів тощо [5, с. 5]. А під час воєнних подій до цих проблемних ситуацій можна додати безпосередньо критичні ситуації, з якими можуть зіштовхнутися здобувачі та викладачі у результаті бойових дій.

Отже, виходячи з описаного вище, можна зробити висновок, що, враховуючи сьогоденне становище в Україні, використання досвіду, набутого під час дистанційного навчання за майже три роки пандемії COVID-19, є необхідним заходом у сфері освіти. Безцінні знання та навички, отримані викладачами та здобувачами вищої освіти під час численних карантинів є основою освітнього процесу у закладах вищої освіти за умов російської агресії на території нашої країни. Наведений вище аналіз необхідних інструментів для максимально ефективної організації онлайн-навчання є лише узагальненням порад та методів, які неодмінно треба розширювати, удосконалювати та поглиблювати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук Т. Дистанційне навчання у закладах вищої освіти: ризики та перспективи розвитку. *Національний університет біоресурсів і природокористування України.* Київ, 2021. URL: https://nubip.edu.ua/node/100736. (дата звернення: 17.08.2022).
2. Дистанційне навчання очима студентів: результати онлайн-опитування. *Університет КРОК.* 2020. С. 1-16. URL: https://www.krok.edu.ua/download/upravlinnya-yakistyu/rezultati-sotsiologichnogo-opituvannya-studentiv-2019-2020-2.pdf. (дата звернення: 20.08.2022).
3. Скляніченко Г. Дистанційна освіта під час пандемії. *Наукові записки. Серія: філологічні науки.* 2021. № 193. С. 439-444.
4. Перепелиця Т. «Дистанційка» та війна: як досвід пандемії допоможе українській освіті? *Фонд «Демократичні ініціативи» імені Ілька Кучеріва.* 2022. С. 1-13. URL: https://dif.org.ua/article/distance-learning. (дата звернення: 20.08.2022).
5. Махун Л.П. Чи може дистанційне навчання забезпечити повноцінну освіту? *Всеукраїнська асоціація викладачів історії та суспільних дисциплін.* 2020. С. 1-11. URL: https://www.novadoba.org.ua/pdf/20210308_065653_Кейс%20№1%20Дистанційне%20навчання.pdf. (дата звернення: 22.08.2022).

Distance Learning Experience During The Pandemic Covid-19 As The Basis Of The Educational Process In Institutions Of Higher Education In The Conditions Of Russian Aggression

Davydenko O. B.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding Heroes

Abstract. The main tools and skills acquired by teachers and students of higher education institutions during distance learning in pandemic conditions are presented, analyzed and summarized. Among them, the use of an individual approach by teachers, the use of innovative technologies and tools, as well as the use of asynchronous and synchronous studying are highlighted. The necessity of using this experience during the distance educational process in Ukrainian higher education institutions in the conditions of Russian aggression and martial law in the country is emphasized.

Keywords: distance learning, Russian aggression, innovative technologies, online education, higher education institutions, martial law.

УДК378.178:811.111

SOME ASPECTS OF TEACHING ESP DURING THE WARTIME

Шляхтіна О.С.
Старший викладач кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м.Миколаїв,Україна
helenskripak@gmail.com

Anotation. The article aims to highlight some aspects of teaching ESP to engineering students during the wartime. It discusses effective teaching strategies which can assist engineering students to improve their learning skills. The peculiarities of distance learning in higher education institutions in the conditions of military aggression have been outlined.

Key words: wartime, distance learning, English for specific purposes, higher education institutions, techniques, strategies

After the military conflict in February,24 the educational system in Ukraine faced a lot of challenges and required modernization and new educational models that could meet present needs, adapt to new conditions, suggest perspective ways of teaching.

Educators came across with additional challenges in the organization of the educational process: taking care of the safety of children, being able to recognize signs of traumatic stress, providing psychological support, developing effective strategies and techniques to help students learn most efficiently.

The objectives of the article are to anaШlyze the key difficulties of teaching and outline possible solutions to them.

During the first months of the war, English language teachers had to adjust educational process to new circumstances, enhancing distance learning and developing effective teaching strategies. Although we all had online teaching experience during the Covid-19 pandemic, teachers had to take into account the following: constant air raid sirens disturbed the online teaching, many students and teachers left their homes, technical problems and limited access to educational resources, a growing number of demotivated students due to psychological problems, displacement and so on. Without doubt, traditional evaluation do not work in emergency situations, which means that teachers have to look for alternative approaches to assessing learning outcomes. Let us consider the most effective assessment methods and strategies:

1. Take-home exam task. It can be an individual project, involving a peer and/or self-assessment in combination with a 20-minute online written test, using a Google form, and/or a 7–10-minute oral discussion on Zoom).

2. Test. It is a traditional assessment tool. In addition, when combined with technologies, it is an effective way to engage students in learning. Questions in tests can take a number of forms, such as multiple-choice or fill-in-the-blanks. One of the advantages of tests is that they are short and easy to evaluate. Another is that question order and options can be randomized, so each student's test is unique. It is also possible to embed a knowledge check test into a module or make a final assessment test at the end of the course to assess students' overall performance. To prevent copying during the test, teachers can limit the time for doing the test.

3. Online interview. During brief online interviews, students can demonstrate their proficiency in language. Sometimes it can be useful to conduct group interviews - for example, for team projects.

4. Presentations. Presentations are one of the most effective assessment methods in ESP distance learning. When making a presentation, students show knowledge that they got earlier. Presentations develop speaking and interaction skills with the audience. Moreover, a teacher has the opportunity to assess the level of professional proficiency of the student and the ability to use complicated grammatical constructions.

5. Chatting. English-language group chat with students in Viber / Telegram / WhatsApp motivates students to use spoken English, develops communication skills and allows a teacher to assess students' proficiency.

Each of these methods and strategies is essential and important in online learning, but they are more effective when they are used in an integrated way.

Thus, the introduction of online learning as the main form of educational process forces teachers to adapt to new conditions and use different approaches in ESP course in order to teach and assess students' knowledge, skills and abilities.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gaytan J. Effective online instructional and assessment strategies. / J. Gaytan, B. McEwan. // The American Journal of Distance Education. – 2007. – № 21. – pp. 117–132.
2. Genese F. Classroom-based Evaluation in Second Language Education / F. Genese, J. Upshur. – Cambridge: Cambridge University Press, 1996. – 286 p.
3. Robles M. Online assessment techniques. / M. Robles, S. Braathen. // Delta Pi Epsilon Journal. – 2002. – № 44. – pp. 39– 49.

УДК 378.6:37.01(477)

ОСОБЛИВОСТІ НАЦІОНАЛЬНО-ПАТРІОТИЧНОГО ВИХОВАННЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ ЗВО УКРАЇНИ

А.В. Міняйлова
кандидат педагогічних наук, доцент,
завідувач кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
alevtina.minyajlova@gmail.com

Анотація. Визначено основні аспекти стратегії національно-патріотичного виховання дітей та молоді України; проаналізовано навчальні плани технічних ЗВО у контексті національно-патріотичного виховання; запропоновано шляхи підсилення національно-патріотичного

виховання студентів технічних ЗВО у навчальній та позааудиторній діяльності в умовах російської агресії в бік України.

Ключові слова: національно-патріотичне виховання, навчально-виховний процес, технічні ЗВО, патріотизм, повномасштабне вторгнення росії в Україну.

В умовах російської агресії в бік України (2014–2022 р.р.) особливої значущості набуває національно-патріотичне виховання дітей та молоді на всіх ланках освіти, а особливо – у системі вищої освіти, як такої, що відповідає за виховання молоді – прошарку суспільства з дуже активною громадянською та патріотичною позицією, гнучким та креативним мисленням. Тому одним з найважливіших завдань вітчизняних закладів вищої освіти, у тому числі технічних, сьогодні є не лише підготовка висококласного фахівця своєї галузі, а, перш за все, відданого громадянина і патріота своєї країни зі стійкою національною позицією, українською свідомістю та самоідентифікацією, здатного активно відстоювати право українського народу та України в цілому на незалежність та суверенітет.

Ми ставили за *мету* проаналізувати особливості національно-патріотичного виховання студентської молоді у навчально-виховному процесі технічних ЗВО України. Відповідно до мети поставлено завдання: 1) провести аналіз навчальних планів технічних ЗВО та виявити рівень їх спрямованості на національно-патріотичне виховання студентів; 2) обґрунтувати способи підвищення ефективності національно-патріотичного виховання студентів технічних ЗВО.

Стратегія національно-патріотичного виховання, затверджена Указом Президента України від 18 травня 2019 року, визначає національно-патріотичне виховання «одним із пріоритетних напрямів діяльності держави та суспільства щодо розвитку національної свідомості на основі суспільно-державних (національних) цінностей (самобутність, воля, соборність, гідність), формування у громадян почуття патріотизму, поваги до Конституції і законів України, соціальної активності та відповідальності за доручені державні та громадські справи, готовності до виконання обов'язку із захисту незалежності та територіальної цілісності України, сповідування європейських цінностей» [1].

Реалізація цієї стратегії у різних закладах освіти зумовлена особливостями навчально-виховного процесу. Найбільш значущими для реалізації завдань національно-патріотичного виховання є дисципліни гуманітарного циклу, а саме: історія України, українська мова, українська література, історія української культури, правознавство тощо. Проте аналіз навчальних планів технічних спеціальностей закладів вищої освіти виявив недостатню кількість годин, відведених на вивчення студентами цих дисциплін, зміст яких спрямовано саме на формування національно-патріотичного світогляду. Тому, з оглядом на повномасштабне вторгнення росії в Україну 24 лютого 2022 року та активну пропагандистську діяльність російських ЗМІ, край необхідно сьогодні посилити національно-патріотичну складову у навчально-виховному процесі технічних ЗВО. Реалізацію цього завдання необхідно здійснювати як під час проведення навчальних занять, так й у позааудиторній роботі.

В умовах воєнного стану кожному викладачу будь-якої дисципліни доцільно, ми вважаємо, розпочинати заняття з «патріотичної хвилинки» – коротко обговорити зі студентами основні воєнно-політичні новини, акцентуючи на досягненнях ЗСУ, незламності та стійкості українського народу, підтримці майже всієї світової спільноти, сприяючи, таким чином, формуванню почуття національної гідності. Викладачам гуманітарних дисциплін доцільно обирати патріотично-спрямований навчально-методичний матеріал для проведення навчальних занять.

Особливої значущості в зазначених умовах набуває проведення позааудиторних заходів, спрямованих на формування національно-патріотичної свідомості студентів: кураторських тематичних годин, «круглих столів», бесід, диспутів та дискусій з обговорення

тем патріотичного характеру, перегляду документальних фільмів про війну, що зараз триває, тощо.

Таким чином, аналіз навчальних планів технічних ЗВО виявив недостатню, в умовах воєнної агресії росії проти України, спрямованість навчально-виховного процесу на національно-патріотичне виховання студентів. Проте запропоновано форми і методи підвищення ефективності національно-патріотичного виховання студентів технічних ЗВО під час проведення навчальних занять та поза ними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про Стратегію національно-патріотичного виховання : Указ Президента України від 18.05.2019 р. № 286/2019. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286/2019#n15 (дата звернення: 05.09.2022).

Peculiarities of National Patriotic Education of Students of Ukraine's Technical Higher Education Institutions

A.V. Miniailova
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Anotation. The article defines the main aspects of the strategy of national-patriotic education of children and youth in Ukraine. The curricula of technical higher education institutions have been analyzed in the context of national-patriotic education. Ways of strengthening the national-patriotic education of students of technical higher education institutions in educational and extracurricular activities hsve been proposed.

Key words: national-patriotic education, educational process, technical higher education institutions, patriotism, full-scale russian invasion of Ukraine.

УДК 321(477)

ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ УКРАЇНСЬКОГО НАРОДУ: НАУКОВЕ ОСМИСЛЕННЯ

Букіна Т.В.
Кандидат історичних наук, доцент кафедри соціальних та загальнотехнічних дисциплін Первомайського навчально – наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Первомайськ, Україна
tanyshabukina@gmail.com

Проаналізовано трактування сутності категорій «національний характер», та «національний характер українського народу». Визначено, що національний характер не є незмінною субстанцією, він змінюється під впливом екологічних, історичних, соціально-культурних, політичних факторів. Встановлено, що український національний характер визначають природно-географічні, культурно-історичні, соціально-економічні, соціально-політичні умови життя українського народу. Після повномасштабного вторгнення РФ в Україну в 2022 році, відбулося формування єдності та згуртованості українського народу у боротьбі за національну самобутність.

Ключові слова: українська нація, народ, національний характер, незламність.

Вступ. Питання формування національного характеру українського народу є важливим та актуальним, оскільки наукове осмислення такої проблеми продиктовано національними інтересами, потребами нашої країни - український національний характер є одним із важливих чинників сучасних процесів розвитку нації і державотворення в Україні.

Теорія патріотичного виховання зазнала комплексного розвитку від концепції української національної самосвідомості, її безперервної ліквідації радянською владою до української незалежності та протистояння російській агресії і повномасштабному вторгненню РФ на територію України. Завжди, коли українцям доводилося братися за зброю, щоб захистити свою державу, це набувало загального значення, тому актуальним є дослідження особливостей незламності української нації.

Мета статті. Метою роботи є дослідження особливостей незламності української нації, що може стати уроками для світу та прикладом для наслідування і запозичення в національні характери націй.

Виклад основного матеріалу. Сучасні дослідження показують, що феноменологія національного характеру охоплює різні рівні соціальної дійсності. Це проявляється: в діяльності різних соціальних суб'єктів, починаючи від великих соціальних груп (нації) і закінчуючи окремою особою, яка представляє цю націю; ставленні суспільства; системі моральних стандартів, соціальних норм, установок, основних цінностей, форм соціалізації; принципах виховання через характер взаємодії людей та вплив довкілля; різноманіття групового світогляду, форм ведення домашнього господарства, відпочинку тощо [6, с. 27–31; 14; 15, с. 256]. Дослідники визначають національний характер переважно як сукупність соціально-психологічних рис або констант, спільних для конкретної нації на певному етапі її розвитку [6, с. 27–31].

П. Гнатенко вважає, що національний характер – це сукупність «соціально-психологічних якостей (національно-психологічних напрямків, стереотипів), які є спільними для національної спільноти на певному етапі розвитку та виявляються у ціннісних ставленнях до світу, у культурі, традиціях та звичаях» [5, с. 6]. Загалом національний характер формується в межах історичного розвитку нації. Визначається як специфічна, історично сформована системна цілісність різноманітних ознак і властивостей, характерних для національної спільноти, що забезпечує цій спільноті ту якісну визначеність, що дозволяє відрізнити психологію одного народу від іншого.

Національний характер українського народу – це цінність рис української нації, які формувалася протягом усього періоду етногенезу українського народу. І це лежить в основі національно-культурної самобутності всіх представників певного етносу. Це створює у свідомості відчуття спорідненості людини з іншими представниками нації [4, с. 24].

Національний характер не є незмінною субстанцією, він змінюється під впливом екологічних, історичних, соціально-культурних, політичних факторів. Він характеризується специфікою емоцій, почуттів, настроїв, інтенсивністю реагування на події, що відбуваються. Незважаючи на мінливість соціального середовища, відносна стабільність рис національного характеру є результатом появи певної інертності внаслідок міжпоколінної передачі колективного досвіду.

Починаючи з діяльності Кирило-Мефодіївського братства, особливо М. Костомарова, концепція українського національного характеру набула статусу наукової, світоглядної проблеми. Окремі сторони українського національного характеру, пов'язані насамперед з розвитком української національної ідеї, яку досліджували найвідоміші діячі української культури, такі як В. Антонович, М. Драгоманов, О. Потебня, Т. Шевченко, І. Франко, М. Грушевський, Д. Донцов, М. Міхновський, Ю. Липа, В. Липинський, М. Хвильовий та ін. Проблему визначення та характеристики національного характеру можна знайти в працях С. Андрусіва, Т. Возняка, П. Гнатенка, В. Москальця. Більшість науковців під національним характером розуміють цілісне явище, семантичне поле якого включає такі компоненти, як: психічні, етнічні та соціальні [3].

Риси національного характеру українців формувалися протягом тисячоліть як універсали. Досліджуючи феномен української людини, варто зауважити, що поняття «українська людина» охоплює і свідомих і несвідомих українців, а також і неукраїнців, котрі

не за етнічним походженням, а за вольовим чинником стали свідомими українцями. Чинниками, що вплинули на формування душі української людини визнано расовий, географічний, історичний, соціологічний, культуроморфічний і психічний [10, с. 51; 2].

Для українського національного характеру притаманні з давніх-давен господарливість, працьовитість, гостинність і доброзичливість у стосунках як з співгромадянами, так і з чужоземцями, обережність, сентиментальність, але водночас винахідливість та хоробрість, рішучість та незламність, героїзм та самопожертва, коли необхідно взяти до рук зброю. Українець глибоко пов'язаний з рідним краєм, де народився та виріс («антеїзм»). Недостатня єдність і згуртованість українців пояснюється, перш за все, їх індивідуалізмом і перегукується з менталітетом народів Західної Європи, однак після повномасштабного військового вторгнення РФ в Україну в 2022 році – бачимо єдність та згуртованість українського народу у боротьбі за національну самобутність [1]. Місяці війни в Україні показали таку єдність серед українців, якої не спостерігали понад тридцять років [13].

У сфері соціальних відносин український національний характер поєднаний з демократизмом, толерантністю, повагою до суверенних прав особистості, але тяжіє до анархічності, протидії будь-яким формам підпорядкування, а також українці глибоко релігійні, причому дана релігійність добре осмислена [1]. Неодноразово на зламах історії людство вражали приклади незламності духу українських вояків, що не замислюючись йшли на смерть і у вічність заради процвітання своєї Батьківщини.

В національній спадщині існує явище «висотою у всю національну культуру, глибиною у всю людську душу» (І. Дейнега) [7], – це поезія, творчість і життя України Т.Г. Шевченка. Де він виступає особистістю сповненою національного і соціального значення, що єднає суспільство [8; 18]. Аналізуючи історію, встановлено, що позитивні риси українського менталітету особливо повно проявлялися на крутих поворотах його долі [16].

У 30-тих роках XX століття внаслідок численних утисків, приниження, масових репресій, русифікації-деукраїнізації і цілеспрямованого фізичного винищення українців вони опинилися в постгеноцидному стані, відбувся справжній етнічний надлом, наслідки якого ми ще і досі не до кінця подолали і вони суттєво впливають на рівень нашої самоідентифікації [11, с. 615–616].

Попереду в українського народу ще дуже важкий період. Наш єдиний спосіб – це протистояти натиску РФ, незважаючи на всі труднощі [12]. Сьогодні українці є символом непереможності та незламності, символом того, що люди в будь-якій країні можуть стати найкращими людьми на землі в будь-який момент [13]. Сьогодні український народ має право говорити про український патріотизм, який є формою реалізації вищих національних інтересів та характеризує незламність українського народу і визначає власних патріотів [2].

Таким чином, в контексті аналізу незламності української нації, досвід України може стати уроками для світу та прикладом для наслідування і запозичення в національні характери націй.

Висновки. Використання досвіду та досягнень власного народу є неоціненним для самого народу, в тому числі в організації та забезпеченні патріотичного виховання українців.

Подальше ґрунтовне дослідження і висвітлення незламності української нації може стати уроками для світу, а їх аналіз й оцінка мають стати надійним та ефективним дороговказом сучасним державам і запорукою від втрати своєї самобутності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Domanska O. Поняття «культурний час» як вимір національного культурного простору в коор-динатах українського характеру. KELM (Knowledge,Education, Law, and Management). 2015. No 3. C. 52–63.
2. Miroshnichenko V. Understanding patriotism in connection with second world war and present-day border guards' generations. Науковий огляд. 2016. No 11(32). Pp. 116–124.

3. Potapchuk T. V. National Character Of Ukrainian People As A Component Of National And Cultural Identity. Rivne State Humanitarian University. 2013. URL: http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN24/engl/41.pdf
4. Газіна І. О. Формування першооснов націо-нальної самосвідомості у дітей старшого дошкільноговіку засобами української народної музики : автореф.дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 – дошкільна педагогіка ; Ін-т проблем виховання АПН України. К., 2008. 20 с.
5. Гнатенко П. І. Український національний характер. К. : ДОК-К, 1997. 114 с.
6. Гримич М. Два виміри національного харак-теру. Наука і суспільство. 1991. No 8. С. 27–31.
7. Дейнега І. Великий син українського народу.Народна армія. 2003. Спецвипуск. No 11. С. 1–4.
8. Дічек Н. П. Шевченко Тарас Григорович.Українська педагогіка в персоналіях. К. : Либідь,2005. С. 258–275.
9. Ковтун Ю. В. Патріотичне виховання військо-вослужбовців як основа становлення української національної еліти. Вісник Житомирського держав-ного університету імені Івана Франка. Філософські науки. 2016. Вип. 1. С. 49–53.
10. Кульчицький О. Світовідчування українця.Українська душа. К., 1992. С. 48–65.
11. Мейс Д. «Ваші мертві вибрали мене...» /за заг. ред. Л. Івшиної. К. : ЗАТ «Українська прес-група», 2008. 672 с.
12. Міністерство оборони України. Month of invin-cibility – address of the Minister of Defense of Ukraine Oleksii Reznikov. 2022. URL: https://www.mil.gov.ua/en/news/2022/ 03/24/month-of-invincibility-%E2%80%93-address-of-the-minister-of-defense-of-ukraine-oleksii-reznikov/
13. Офіс Президента України. Address by the President: Ukrainians are a symbol of invincibility. 2022.URL:https://www.president.gov.ua/en/news/zvernennya-prezidenta-ukrayinci-simvol-nezlamnosti-73281
14. Пірен М. І. Основи етнопсихології. Пірен. К.,1996. 385 с.
15. Пономарьов А. Українська етнографія: курс лекцій : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К. : Либідь, 1994. 317 с.
16. Стьопін А. Менталітет українського народу як основа його національної ідентичності. Δόξα / Докса. 2017. Вип. 1(27). С. 69–81.

Bukina Tetyana Viktorivana
Pervomaysky Educational and Scientific Institute of Admiral Makarov National Shipbuilding University

The interpretation of the essence of the categories "national character" and "national character of the Ukrainian people" was analyzed. It was determined that the national character is not an unchanging substance, it changes under the influence of environmental, historical, socio-cultural, political factors. It has been established that the Ukrainian national character is determined by the natural-geographical, cultural-historical, socio-economic, and socio-political conditions of life of the Ukrainian people. After the full-scale invasion of the Russian Federation into Ukraine in 2022, the formation of unity and cohesion of the Ukrainian people in the struggle for national identity took place.

Key words: Ukrainian nation, people, national character, indomitability.

УДК 113/119: 37.06

ВІДЧУТТЯ ЧАСУ В СИСТЕМІ САМОСВІДОМОСТІ ОСОБИСТОСТІ В ОБСТАВИНАХ ВІЙНИ

Гончарова О. О.
кандидат філософських наук,
докторант Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова,
м. Київ, Україна
hamisek@ukr.net

Анотація. Тези доповіді присвячені питанню темпоральної орієнтації особистості в умовах війни. Відчуття індивідуального часу, яке не в останню чергу детермінується зовнішніми історичними подіями, зумовлює зміну не тільки повсякденних практик людей, але і їхніх базових екзистенційних установок. Автор наголошує на тому, що в умовах війни завданням номер один перед кожною особистістю постає збереження цілісності її індивідуального хронотопу, в чому не останню роль відіграє збереження повноцінного освітнього процесу.
Ключові слова: темпоральність, екзистенція, час, війна, особистість, суб'єктність.

Військові дії на території України, які розгорнулися з кінця лютого 2022 року і тривають до сьогодні, карколомно змінили відчуття часу у пересічних українців. Суб'єктивне відчуття часу часто описується терміном «темпоральність», що передбачає перетікання часу у свідомості людини чи великих мас населення у чіткій послідовності – від минулого через теперішнє до майбутнього. Це означає, що у звичайних умовах особистість спостерігає певну закономірність у плині часу і може передбачувати події у ньому, планувати віхи в своєму житті і відчувати себе суб'єктом своєї реальності. Війна ж розриває звичний хронотоп людини на частини, умовно ділить життя на «до» та «після», і з цією прірвою у свідомості буває надто складно впоратися самостійно.

Існують три базові темпоральні стратегії, яких може притримуватися людина для того, щоб пережити війну як деякий темпоральний розрив. По-перше, наявним може бути так зване «застрягання у минулому». Цей стан можна описати як відчуття ностальгії за втраченим мирним життям, туги і сорому за те, що не цінував / ла прості радощі життя і безпеку, а також може виникати марна надія на те, що війна «закінчиться за 2 – 3 тижні». Свідомість людини немов би захищається від реальності і намагається створити ілюзію, що війна – це прикра помилка, абсурд, і тому вона не може тривати довго. Війна також сприймається як щось нереальне, таке, що має бути швидко усунене, а все, що ми спостерігали до неї, просто зобов'язане повернутися на свої місця. Прихована небезпека такої темпоральної стратегії полягає в тому, що людина ставить своє реальне життя «на павзу», пропускає у ньому важливі події, не рефлексує над своїми почуттями – вона обирає жити в ілюзії, а тому ілюзорними є і її шанси впоратися з реальними загрозами та небезпеками, не пропустити ті справжні можливості, які все ж таки можуть перед нею виникати.

Наступна темпоральна стратегія для того, щоб подолати темпоральний розрив війни, проявляється у тому, що особистість намагається немов би «зависнути» в поточному моменті часу і усунути зі своєї уяви будь-які ретроспективи та перспективи. Передусім це є характерним для осіб, які пережили на власному досвіді бойові дії, стали свідками руйнування будівель та смерті людей, однак трапляються і виключення. Такі люди намагаються жити «тут і зараз» і задовольняти свої базові фізіологічні потреби, часто не вдаючись до наслідків своїх дій на довгострокові терміни часу. Прихована загроза такої стратегії полягає в тому, що люди можуть вдаватися до девіантних форм поведінки, наприклад, пиячити і вживати наркотичні речовини, вдаватися до невпорядкованих статевих відносин, нехтувати своїми прямими обов'язками по відношенню до інших тощо. Темпоральна орієнтація на поточний момент часу

може позбавляти людину відчуття відповідальності за своє життя і життя оточуючих у довгостроковій перспективі.

Існує і темпоральна стратегія «зависання у майбутньому», яка, на перший погляд, дозволяє особистості пережити війну. Вона полягає у тому, що людина настільки занурюється у власні плани і довгострокові перспективи, що ніби «не помічає» війну, не надає їй належного значення і враховує тільки власні бажання досягнути поставленої мети. Попри відчайдушний індивідуальний героїзм такої позиції, ми не можемо не вказати на її приховану загрозу ментальному здоров'ю. Вона плекає гострий невротичний стан людини: остання звинувачує себе у провалі своїх планів, навіть якщо ніяким чином вона не могла вплинути на їхню реалізацію в умовах війни. Наприклад, людина карає себе за те, що не може писати наукові статті, коли лунають повітряні тривоги і її місто бомблять; вона відчуває провину за те, що не може добудувати дім, на який поклала значну частину свого життя, тощо. Отже, нехтування умовами війни також не приводить людину до омріяного спокою у цих надзвичайно складних обставинах.

Таким чином, кожна з описаних нами стратегій подолання темпорального розриву війни у свідомості людини не може бути сприйнята як панацея і остаточна відповідь на це складне питання. Ці стратегії можуть бути використані у якості захисних механізмів психіки у важкі хвилини стресу, але жодним чином не у якості остаточного рішення. Натомість ми пропонуємо наступний вихід із ситуації.

В умовах темпорального розриву у свідомості вкрай важливо зберегти суб'єктність людини. Іншими словами, вона має обрати ту сферу своєї діяльності, яку вона ще може контролювати і яка вимагає планомірних, систематичних зусиль. Важливо, щоб людина побачила: навіть в умовах війни її зусилля планомірно конвертуються у результати, які вона може самостійно планувати. При тому важливо і закономірно вбудувати наратив війни у цю діяльність і давати собі раду, що будь-які плани можуть бути війною кориговані. У такий спосіб людина починає діяти у реальних умовах, а не у своїх ілюзіях щодо них, починає робити те, що від неї залежить у реальних обставинах, не намагаючись уникнути їх взагалі, але і не намагаючись волюнтаристськи нехтувати ними. У такий спосіб вона відновлює темпоральну цілісність у якійсь сфері своєї діяльності, знову забезпечує у своїй свідомості планомірний перехід від минулого через теперішнє у майбутнє. Це, у свою чергу, повертає їй відчуття відносної безпеки і контролю за своїм життям навіть в умовах війни, унеможливлює екзистенційне відчуття себе безвольним об'єктом війни, а це, у свою чергу, може призвести до відчуття гострої екзистенційної кризи та емоційного виснаження, депресії та нервових розладів різної інтенсивності.

Не останню роль у такому відновленні темпоральної цілісності відіграє якісне забезпечення освітнього процесу. Діяльність як вчителів та викладачів, так і учнів та студентів передбачає планомірні зусилля та темпоральну виваженість. Це процес, який не просто має початок і кінець з певним заданим результатом; він дозволяє також «звірити годинника» між усіма його учасниками, привести їх до єдиного хронотопу, до єдиної наративної бази, викликати почуття осмисленості, єднання та орієнтації на спільний плонгований результат. Тому освітній процес в умовах війни постає не лише у якості інструменту отримання нових знань учнями та студентами і не лише у якості важливого чинника соціалізації усіх його учасників. Він постає і як вагомий рекреаційний ресурс, що, за умови його гуманної організації, може зберегти ментальне здоров'я, екзистенційну цілісність та відчуття сенсу у всіх, хто є залученим до нього. Справедливо сьогодні кажуть, що в Україні є так званий «освітній фронт». Його завдання полягає не лише у боротьбі з невіглаством та у плеканні розумної, усвідомленої молоді. Його завдання полягає і у битві за самоіндентифікацію людей, які виступають вагомим інтелектуальним капіталом нашої країни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Августин Блаженный. Исповедь. М.: Издательство «Ренессанс», СП ИВО – СиД, 1991. 488 с.
2. Аксенов Г. П. *Причина времени,* Москва: Эдиториал УРСС, 2000. 243 с.
3. Бергсон А. Длительность и одновременность. Пер. с фр. Петербург: Academia, 1923. 154 с.
4. Бергсон А. Опыт о непосредственных данных сознания: в 4 т. М.: «Московский клуб», 1992. Т 1. С. 50 – 155.
5. Васильев Я. В. Футурреальная психология личности: монография. Николаев: Иллион, 2007. 518 с.
6. Гайденко П. П. Проблема времени у Исаака Ньютона. *Epistemology & Philosophy of Science.* 2005. №2. С. 137 – 149.

Sense Of Time In The System Of Personal Self-Awareness In The Circumstances Of War

Olena Honcharova
PhD in Philosophy, Doctoral Student in National Pedagogical Dragomanov University, hamisek@ukr.net

Abstract. Theses of the report are devoted to the issue of temporal orientation of the individual in the conditions of war. The sense of individual time, which is not at least determined by external historical events, causes a change not only in people's everyday practices, but also in their basic existential attitudes. The author emphasizes that in the conditions of war, the number one task before each individual is to preserve the integrity of his/her individual chronotope. And in this case the preservation of a full-fledged educational process plays not the least role.

Key words: temporality, existence, time, war, personality, subjectivity.

УДК 37.09

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ ДИЗАЙН В УМОВАХ ВІЙНИ.

Данильченко Наталя Вячеславівна,
викладач кафедри дизайну,
email: nataliia.danylchenko@nuos.edu.ua
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Проаналізовано вплив війни на освітній процес на прикладі кафедри дизайну Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Розглянуто труднощі освітнього процесу. Запропоновані шляхи їх рішення стосовно спеціальності «Дизайн».

Ключові слова*:* освітній процес, війна, дистанційне навчання, дизайн.

Програма підготовки студентів спеціальності «Дизайн», перш за все, спрямована на зв'язок теоретичної та практичної підготовки, розуміння та застосування знань професійної діяльності у практичних ситуаціях.

Спочатку пандемія, а зараз війна внесла суттєві корективи у хід освітнього процесу та забезпечення фахових компетентностей в результаті навчання. При очному навчанні викладачі мали змогу продемонструвати навички, необхідні для оволодіння спеціальністю «Дизайн» безпосередньо в аудиторії, а при необхідності повторити і індивідуально. В свою чергу, студенти мали спеціалізовані обладнані навчальні аудиторії з наочними прикладами, зразками творчих робіт.

В умовах масштабної війни дистанційне навчання стало постійним. Завданням викладачів стало, як при дистанційному навчальному процесі забезпечити його якість.

З найбільшими труднощами, мабуть, стикнулись викладачі таких дисциплін, як рисунок та живопис. Програма таких дисциплін передбачає рисування безпосередньо з натури: натюрморти, фігури людини, різні інтер'єри. Зараз такі завдання студенти виконують або з фотографій, отримують консультації за допомогою платформ дистанційного навчання, таких як Zoom, Google Meet, різних месенджерів. Навчально-методичною допомогою для студентів можуть стати короткочасні відеоролики, в яких відображено послідовність виконання роботи, правильність виконання. Також аналогічні відео щодо виконання своїх завдань можуть знімати і студенти. І у цьому є зворотна сторона медалі: викладачі долучаються до новітніх технологій, студенти можуть використовувати таки відеоролики на завданнях з комп'ютерної графіки.

Також ще одним важним морально-етичним аспектом навчання під час війни стало використання російських літературних та інтернет – джерел. Особливо важливо це в такій дисципліні, як історія мистецтва, в програмі якої було передбачено вивчення тих чи інших російських художників. В дисциплінах, що стосуються архітектури та дизайну суден також часто використовувались посилання на російськомовні джерела. Важливо, в сучасних реаліях, враховувати такі аспекти, орієнтуватись на українські та світові джерела інформації. Перевагою такої «перебудови» буде пізнання сучасного світового мистецтва, не тільки прийнятих академічних напрямів, а і сучасних його проявлень.

У цілому дистанційна освіта має стати більш інтерактивною, захопливою і такою, що спонукає до поглиблення знань [1]. При чому – як студентів, так і їх викладачів. Щоб зацікавити студентів, необхідно знаходити нові форми освітнього процесу та виховної роботи. Наприклад, завдання з графічного дизайну – розробка плакату- можна використати в умовах війни, як елемент патріотичного виховання і громадянської свідомості студентів. Завдання з дизайн проектування можуть стосуватися перебудови реальних пошкоджених приміщень. Це буде також мотивацією до осмислення користі і застосування навичок дизайнера на практиці.

Актуальною є потреба розвитку цифрових компетенцій**,** освоєння новітніх інформаційно-комунікаційних технологій для, студентів, педагогічних працівників, що сприятиме розвитку критичного мислення, здатності до самостійних аргументованих суджень, умінню навчатися впродовж життя. Використання інформаційно-комунікаційних технологій відкриває нові можливості для реалізації освітнього процесу, потребує засвоєння та розвитку цифрових компетенцій [2].

Такі нові можливості можна використати при організації творчих он-лайн виставок. В минулому, виставки творчих робіт – це постійний атрибут для майбутнього дизайнера: приклади, мотивація, пізнання. Наразі, не у кожного студента є можливість відвідувати виставки та музеї. Непоганим рішенням, в такому разі, може бути проведення он-лайн виставок та олімпіад. Варіанти проведення: на платформі Zoom, соціальні мережі Фейсбук, Інстаграм тощо, с можливостю коментарів. Також важливим моментом є залучення студентів до таких виставок і он-лайн спілкувань.

Навчальний процес в умовах війни є безперечним викликом як для викладачів, так і для студентів, Але й разом з цим, це – шлях до змін, розвиток нових технологій в навчальному процесі, пошук нових форм та методів навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Л. Білас. Навчатись завжди: як зміниться українська освіта після війни. Інтернет-видання Mind. Взято з https://mind.ua/openmind/20242872-navchatis-zavzhdi-yak-zminitsya-ukrayinska-osvita-pislya-vijni

2.А. Іщенко, М. Карпенко. Українська система вищої освіти в умовах воєнної агресії РФ: проблеми й перспективи розвитку. Національний інститут стратегічних досліджень. Взято з https://niss.gov.ua/news/statti/ukrayinska-systema-vyshchoyi-osvity-v-umovakh-voyennoyi-ahresiyi-rf-problemy-y

Features Of Providing The Educational Process With The Specialty Of Design In The Conditions Of War.

Danylchenko N.V., Instructor of the Department of Design,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv.

Abstract. The impact of the war on the educational process was analyzed using the example of the Department of Design of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding. The difficulties of the educational process are considered. Proposed ways of solving them in relation to the "Design" specialty.

Key words: educational process, war, distance learning, design.

УДК 81’373:004

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНОЇ ЛЕКСИКИ У КУРСІ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Задорожна Тетяна Павлівна
ст. викладач кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв. Україна
tetiana.zadorozhna@nuos.edu.ua

Проаналізовано особливості навчання англійської лексики для студентів спеціальності «Суднобудування». Розглянуто навчально – педагогічні властивості інноваційних ресурсів для ефективного вивчення англійської лексики. Виокремлено найефективніші інтернет ресурси та визначено їх основні призначення.

Ключові слова: інноваційні технології, професійно-орієнтована лексика, фахва термінологія, інформаційні технології.

Специфіка викладання іноземної мови на спеціальності «Суднобудування» полягає у подальшому успішному використанні професійної, лексики для працевлаштування, або обміну інформацією з іноземними спеціалістами за допомогою використання сучасних інформаційних технологій.

Робота з лексикою у курсі іноземної мови професійного спрямування на технічних спеціальностях поділяється на такі етапи:

1. Презентація лексики викладачем, що вводиться у процесі навчання.
2. Методичні дії, що забезпечують засвоєння студентами матеріалу.
3. Повторення лексики та контроль якості її засвоєння [3].

Метою дослідження є висвітлення дидактичних особливостей та основних способів використання сучасних технологій для викладання та вивчення англійської лексики на спеціальності «Суднобудування».

Сучасні технології дають змогу максимально полегшити та систематизувати роботу з іноземною лексикою. По-перше, вони дають можливість ближче познайомити студентів із практичним використанням лексичних одиниць. По-друге, такі технології дають змогу чітко

та швидко перевіряти знання здобувачів вищої освіти на предмет засвоєння певних лексичних тем. По-третє, інтернет-ресурси розпалюють інтерес сучасних студентів до вивчення іноземної мови своєю зручністю та інноваційністю.

У процесі дослідження було розглянуто такі ресурси: ED Words, ED Courses, TED.

1. ED Words - платформа призначена для вивчення англійської лексики, що розділена на групи та блоки за певною тематикою. За допомогою цієї програми викладач може створювати власні лексичні блоки, що можуть включати від 50 до 200 слів. Таким чином, загальну тему «Суднобудування» можна зручно поділити на тематичні розділи. Це може бути, наприклад, розділ «Ship Structure» («Будова судна»), де буде по алфавіту у вигляді списку наведена основна номенклатура будова корабля. Кожен студент зможе за цим блоком щоденно, систематично повторювати слова, виділяти для себе найлегше і найскладніше у запам'ятовуванні тощо. Вони зможуть самостійно опрацьовувати лексику поточної теми, заданої викладачем.

2. ED Courses Цей ресурс забезпечує вивчення специфічної лексики. Сам викладач має змогу блоками заносити потрібну лексику у вигляді списку для опрацювання студентами. Другий крок – це практичні завдання з цією лексикою для засвоєння матеріалу. На цьому етапі є можливість створювати завдання. Наприклад, викладач може створити спеціальні мовні ситуації для засвоєння лексичної теми «Types of Ships by Purpose» («Види суден за призначенням»).

3.TED – це американський приватний фонд наукових конференцій та виступів. Мова оригіналу кожного виступу зазвичай англійська. За допомогою цієї платформи професійні оратори, оратори-початківці й науковці виступають зі своїми дослідженнями. Багато викладачів англійської з усього світу рекомендують використовувати цей ресурс для практики з англійської мови. Зараз є спеціальні платформи від TED на Youtube та у вигляді програми. Це слушна нагода повторення лексики та контроль якості засвоєння, адже сприйняття окремої інформації професійного характеру на слух – важлива частина практичного застосування мови. Студентам можна дати завдання переглянути, наприклад, відео Рози Георг «Inside the Secret Shipping Industry» («Всередині секретної індустрії кораблів»). У цьому відео використано велику кількість лексики з теми «Суднобудування».

Виходячи з вищевикладеного можна зробити наступні висновки:

- Одним з найбільш ефективних шляхів роботи з лексичними одиницями текстів професійно-орієнтованої тематики є інноваційні методи, які засновані на використанні сучасних інтернет-технологій.
- Перспективами подальшої дослідницької роботи є пошук нових методів впровадження інноваційних технологій у процес навчання іноземної лексики фахового спрямування у вищих навчальних закладах, дослідження нових ресурсів, інтерактивних додатків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шевчук Л.О. Використання інноваційних технологій у процесі викладання англійської мови студентам технічних спеціальностей. Наукові записки Ніжинського державного університету ім. Миколи Гоголя. Психолого-педагогічні науки. 2013. № 2. С. 118–122.

2. Смоліна С.В. Методика формування іншомовної лексичної компетенції. Збірник курсових робіт. 2010. № 4. С. 16–23.

3. Заблоцька Л. Методичні аспекти навчання іншомовної фахової лексики студентів спеціальності «Туризм». Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Філологічні науки. Мовознавство. 2013. № 20. С. 126–130.

Features Of Teaching Terminological Vocabulary In The Course Of English Language Of Professional Orientation Using Information Technologies.

Tetiana Zadorozhna
National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

The peculiarities of learning English vocabulary for students majoring in "Shipbuilding" were analyzed. The educational and pedagogical properties of innovative resources for the effective study of English vocabulary are considered. The most effective Internet resources are singled out and their main purposes are defined.

Keywords: innovative technologies, professionally oriented vocabulary, professional terminology, information technologies.

УДК 811.111:004(076)

НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНІЙ МОВІ В ЗВО В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

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. 24 лютого 2022 року відбулася безпрецедентна і наймасштабніша після Другої світової війни агресія Росії в Україну, яка спричинила кардинальні зміни як для громадян України, так і для всього світу в цілому. У цей день президент України своїм указом оголосив воєнний стан на всій території України, який був затверджений парламентом і того ж дня набув чинності. Десятки вищих та сотні середніх навчальних закладів були зруйновані ворогом. Але і в цих складних умовах заклади вищої освіти залишились осередками науки та за допомогою різних форм навчання продовжили надавати студентам можливість отримувати знання, психологічну підтримку, відчуття згуртованості та віри у свої сили та перемогу. Навчальні програми з іноземних мов виконувались у дистанційному та змішаному форматах, у синхронному та асинхронному режимах за допомогою сучасних інформаційних технологій, інтернет-ресурсів та різноманітних платформ.

Ключові слова: іноземна мова, воєнний стан, інформаційні технології, засоби навчання.

Вступ. Збройна агресія Росії поставила перед українською освітньою системою складне завдання. Мільйони людей змушені були залишити свої домівки, рятуючись від щоденних варварських обстрілів, і стати внутрішніми переселенцями або отримати тимчасовий захист у різних країнах Європи. Частину навчальних закладів України було зруйновано частково чи повністю. У цих нових реаліях Міністерство освіти України рекомендувало продовжити освітній процес у дистанційному чи змішаному форматі в тих регіонах, де ведуться бойові дії, щоб не наражати на небезпеку студентів та викладачів, а також встановити індивідуальні графіки навчання для студентів, які перебувають в лавах ЗСУ, в підрозділах територіальної оборони або у волонтерських організаціях.

Мета роботи – проаналізувати проблему навчання іноземній мові в вищих закладах освіти в умовах воєнного стану, впровадження інформаційних технологій та інших ефективних засобів навчання.

Основна частина. Дистанційне викладання і навчання набуло популярності у світі під час пандемії COVID-19 у 2020-2021 роках, тому у 2022 році під час воєнного нападу Росії на

Україну навчальні заклади були вже повністю підготовлені до переходу від очного до дистанційного навчання, адже гнучкі навчальні програми, що призначені для викладання очно та онлайн, було вже розроблено, апробовано та імплементовано. Крім того, викладачів було залучено до курсів підвищення кваліфікації, що дало змогу за допомогою широкого спектра ІТ-пристроїв та програмного забезпечення підтримувати безперервне навчання.

Ефективна дистанційна робота студентів в закладах вищої освіти проводиться у синхронному та асинхронному режимах, може виконуватися також у зручний для студента час. За допомогою інформаційно-комунікаційних технологій MOODLE, що є найпоширенішою в Україні, а також Google Classroom, ZOOM Cloud Meetings, Telegram, Skype, Viber, ATutor, Dokeos, DingTalk, WeChat тощо та дистанційних платформ IBM (Learning Space), WebCT, Oracle (i-Learning), "Прометей" виробництва НІЦ АСКБ, e-Learning компанії "Гіперметод" відбувається зв'язок з викладачем [2, с. 176].

Під час війни знання іноземних мов стає вкрай необхідним, а необмежений доступ до Інтернет-ресурсів надає можливість навчатися з будь-якого куточку світу, в своєму темпі та в будь-який час. Нові інформаційні технології в сучасній дистанційній освіті забезпечують постійне спілкування з викладачем, індивідуальний підхід до навчання кожного студента, враховуючи його особистий рівень знань предмету та обставин через військові дії. Таким чином, кожний студент може отримати не тільки знання з іноземної мови, а й психологічну підтримку, що в стані війни та підвищеної психологічної напруги є вкрай важливою складовою.

Кожен студент може зайти на сайт та підготуватися до онлайн заняття, вивчити новий матеріал та оцінити свій рівень за допомогою смартфону, планшету або ноутбуку. Під час практичних занять викладач та студенти можуть звертатися до електронних та онлайн словників, таких як Lingvo, Multitran, McMillian On-Line Dictionary тощо, автентичних матеріалів, мультимедійних програмам, довідників та енциклопедій та працювати з автентичною науково-технічною літературою з професійних сайтів для інженерів різних галузей (engineering.com, engineersaustralia.org.au, interestingengineering.com), блогів спеціалістів інженерної галузі (The Engineer, GrabCAD, Wonderfull Engineering, All Together, Curious Cat Science and Engineering Blog) та відеоблогів (The Greek Group, EEVblog, Ed Systems, Todd Harrison, Mike's Electric Stuff, TED Talks). Аудіоподкасти з інженерної тематики Engineering Podcasts: Engines of Our Ingenuity, The Engineering Commons Podcast, The Engineering Career Coach Podcast, The Civil Engineering Podcast також сприяють розвитку лексико-граматичної компетенції та аудіювання. Широке використання відеоматеріалів з сайтів BBC, YouTube, CNN, Puzzle-English, FluentU, World News, English-films.com, ABC News підвищує мотивацію студентів, створює умови реальної комунікації, переводить навчальну діяльність студентів на значно вищий щабель якості [3, с. 18].

За допомогою електронного контролю викладач може перевірити одночасно рівень знань великої кількості студентів. Самим зручним сервісом поточної та тематичної перевірки знань є Google форми [1, с.31].

Але дистанційна освіта має свої недоліки, які викликані недостатнім досвідом серед деяких викладачів у проведенні цих заходів, і в цьому випадку онлайн навчання перетворюється в одну з форм самостійного навчання студентів. Інколи через надзвичайний стан неможливий швидкий контакт між викладачем та студентом або взагалі інтернет зв'язок зі студентом може бути відсутнім.

Отже, технічні заклади вищої освіти мають вдосконалювати навчально-виховний процес, впроваджувати нові методи й форми взаємодії викладача і студента. Вміння вчитися самостійно є однією з професійних компетенції фахівця, що обумовлює його успішність, професійний ріст та запитуваність на ринку праці. Важливими умовами успішного навчально-виховного процесу є інтелектуальна компетентність та професійність викладача, створення позитивного освітнього середовища, використання нових освітніх технологій, індивідуалізації

навчання та застосування інтерактивних форм роботи на заняттях як засобу активізації мислення, пізнавальної діяльності та самостійності студентів. Все це допомагає майбутнім фахівцям адаптуватись до сучасних реалій, коли людина, щоб бути конкурентоспроможною та сучасною, має навчатися протягом усього життя.

Висновки. В умовах воєнного стану в закладах вищої освіти відбулися зміни у специфіці освітнього процесу. Навчання іноземній мові стало можливим з залученням можливостей Інтернет: навчальних web-сайтів, мультимедійних програм, презентацій та публікацій. Науково-педагогічні працівники надають дидактичні та методичні матеріали для самостійної роботи з використанням різних засобів у зручний та можливий для студентів час, консультують в режимі онлайн, за необхідності пропонують для здобувачів освіти індивідуальні графіки навчання та контролю знань, підтримують нормальний психологічний стан студентів, що теж є відповідним внеском у перемогу України.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Кириченко, С. В. Особливості самостійної роботи студентів у ТЗВО. Перспективи розвитку сучасної науки: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 24-25 вересня 2020 року. Київ : МЦНіД, 2020. С. 30-31.

[2]. Кириченко, С. В., Овсянко, Г. В. Викладання англійської мови для студентів технічних ЗВО в умовах дистанційного навчання Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2020. № 3 (36). Ч. II. 230 с. С. 175- 180. https://doi.org/10.26661/2522-4360-2020-3-2-26

[3]. Овсянко, Г. В. Удосконалення іншомовної лексичної компетенції студентів інженерних спеціальностей. Гуманітарний вісник НУК: зб. наук. праць. Миколаїв: Ілліон, 2019. Вип. 12. С. 17-18.

Foreign Language Teaching In Higher Education Institutions Under The Conditions Of Martial Law

Kyrychenko Svitlana Volodymyrivna
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. On February 24, 2022, an unprecedented attack by the Russian Federation on Ukraine took place, which caused drastic changes both for the citizens of Ukraine and for the whole world. On this day, the President of Ukraine declared martial law on the entire territory of Ukraine, which was approved by the parliament and entered into force on the same day. In these conditions, higher education institutions became centers of science and, with the help of various forms of education, continued to provide students with the opportunity to gain knowledge, psychological support, a sense of unity and faith in their own strength and victory. Foreign languages educational programs were carried out in remote and mixed formats, in synchronous and asynchronous modes with the help of modern information technologies, Internet resources and various platforms.

Keywords: foreign language, martial law, information technologies, teaching aids.

СТРУКТУРА ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПЕДАГОГІЧНОГО ПРАЦІВНИКА

Кошкіна Г. Л.
викладач
кафедра сучасних мов
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв
Україна
ganna.koshkina@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто та теоретично обґрунтовано структуру цифрової компетентності педагогічного працівника у країнах ЄС та в Україні на основі аналізу існуючих рамкових документів. Виявлено, що структура цифрової компетентності педагогічного працівника складається з використання цифрових технологій для спілкування, співпраці та професійного розвитку; пошуку, створення і поширення цифрових ресурсів; управління та використання цифрових технологій у викладанні та навчанні; використання цифрових технологій та стратегій для удосконалення оцінювання; використання цифрових технологій для посилення інклюзії, персоналізації та активного залучення учнів; забезпечення можливостей креативного та відповідального застосування цифрових технологій для роботи з інформацією, комунікації, створення контенту, добробуту та розв'язання проблем.
Ключові слова: структура, цифрова компетентність педагогічного працівника, рамкові документи.

Згідно Наказу Міністерства освіти і науки України «Про деякі питання організації роботи закладів фахової передвищої, вищої освіти на час воєнного стану» [2] освітній процес має відбуватися у змішаній (очно-дистанційній) або дистанційній формі. Хоча дистанційна форма навчання набула значного поширення за останні роки у зв'язку з уведенням карантинних обмежень, спричинених розповсюдженням COVID-19, однак наразі ситуація ускладнюється тим, що фізично викладачі подекуди розміщені в різних містах чи за кордоном. Враховуючи вищезазначене, особливої актуальності набуває потреба у розвитку цифрової компетентності педагогічних працівників та дослідженні її структури.

Мета – дослідити та теоретично обґрунтувати структуру цифрової компетентності педагогічного працівника.

У 2017 році Об'єднаним дослідницьким центром Європейської комісії була оприлюднена Європейська Рамка цифрової компетентності для освітян (European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu) [3], яка визначає шість ключових областей у 22 складниках, де проявляється цифрова компетентність педагога:

Область 1. *Професійна залученість* (*Professional Engagement*) – використання цифрових технологій для спілкування, співпраці та професійного розвитку:

1.1. Організаційне спілкування
1.2. Професійна співпраця
1.3. Рефлексивна практика
1.4. Цифрове підвищення кваліфікації

Область 2. *Цифрові ресурси* (*Digital resources*) – пошук, створення і поширення цифрових ресурсів:

2.1. Вибір
2.2. Створення та зміна
2.3. Керування, захист, поширення

Область 3. *Викладання та навчання* (*Teaching and learning*) – управління та використання цифрових технологій у викладанні та навчанні:

3.1. Викладання
3.2. Супровід
3.3. Навчання у співпраці
3.4. Саморегульоване навчання

Область 4. *Оцінювання* (*Assessment*) – використання цифрових технологій та стратегій для удосконалення оцінювання:

4.1. Стратегії оцінювання
4.2. Аналіз свідчень
4.3. Зворотний зв'язок та планування

Область 5. *Розширення можливостей учнів* (*Empowering learners*) – використання цифрових технологій для посилення інклюзії, персоналізації та активного залучення учнів:

5.1. Диференціація та персоналізація
5.2. Доступність та інклюзія
5.3. Активне залучення учнів

Область 6. *Сприяння цифровій компетентності учнів* (*Facilitating Learners' Digital Competence*) – забезпечення можливостей креативного та відповідального застосування цифрових технологій для роботи з інформацією, комунікації, створення контенту, добробуту та розв'язання проблем:

6.1. Інформаційна та медіаграмотність
6.2. Комунікація
6.3. Створення контенту
6.4. Відповідальне користування
6.5. Розв'язання проблем

Зміст DigCompEdu визначається областями 2-5. Разом вони утворюють цифрову педагогічну компетентність. Області 1, 2 та 3 є характерними для будь-якого навчального процесу, незалежно від того, чи підтримується він технологіями. Компетентності, перелічені у цих областях, вказують, як забезпечити ефективне та інноваційне використання технологій при плануванні (область 2), реалізації (область 3) та оцінюванні (область 4) викладання та навчання. Область 5 визнає потенціал цифрових технологій для викладання та стратегій навчання, орієнтованих на учнів. Ця область є наскрізною для областей 2, 3 та 4 у тому сенсі, що вона містить перелік спрямовуючих принципів, актуальних та доповнюючих компетенції, визначені у них.

Педагогічне ядро цієї рамки доповнюється областями 1 та 6. Область 1 спрямована на ширше професійне середовище, тобто використання вчителем цифрових технологій у професійних взаємодіях з колегами, учнями, батьками та іншими зацікавленими сторонами, для власного професійного розвитку та для колективного добра організації. Область 6 визначає конкретні педагогічні компетентності, необхідні для сприяння цифровій компетентності учнів.

Європейська Рамка цифрової компетентності для освітян (DigCompEdu) була взята за основу вітчизняними науковцями для розробки у 2019 році проєкту «Опис цифрової компетентності педагогічного працівника» [1, с. 5], де цифрова компетентність розглядається за 5-ма напрямками:

1. *Вчитель у цифровому суспільстві*.

1.1. Цифрове суспільство
1.2. Електронне врядування
1.3. Електронна школа
1.4. Електронне навчання
1.5. Безпека в цифровому суспільстві

2. *Професійний розвиток* – використання цифрових сервісів для професійного спілкування, спільної роботи та професійного розвитку.

2.1. Професійна комунікація
2.2. Професійна співпраця
2.3. Рефлексія розвитку цифрової компетентності
2.4. Неперервний професійний розвиток

3. *Використання цифрових ресурсів* – створення та спільне використання цифрових ресурсів.
3.1. Добір цифрових ресурсів
3.2. Створення та модифікація цифрових освітніх ресурсів
3.3. Управління та спільне використання цифрових освітніх ресурсів
3.4. Захист цифрових ресурсів

4. *Навчання та оцінювання учнів* – управління використанням цифрових технологій у навчанні та оцінюванні учнів.
4.1. Організація та управління освітнім процесом учнів
4.2. Інтерактивне та активне навчання учнів. Організація співпраці учнів
4.3. Індивідуалізація навчання та диференціація
4.4. Інклюзивне навчання

5. *Формування цифрових компетентностей учнів* – навчання учнів творчо і відповідально використовувати цифрові технологій в галузі інформаційних даних, цифрової комунікації, створення цифрових ресурсів, і розв'язування проблем.
5.1. Інформація та медіаграмотність
5.2. Відповідальне використання цифрових технологій та сервісів
5.3. Вирішення проблем за допомогою цифрових технологій та сервісів

Отже, в сучасних умовах розвиток цифрової компетентності педагогічних працівників є надзвичайно важливим і потребує активної підтримки держави, закладів післядипломної педагогічної освіти та адміністації закладів освіти. Перспективу подальших наукових розвідок вбачаємо у розробці інструментарія для оцінювання рівня розвитку цифрової компетентності педагогів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Опис цифрової компетентності педагогічного працівника / Наталія Морзе [та ін.] Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2019. 53 с. URL: https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s39
2. Про деякі питання організації роботи закладів фахової передвищої, вищої освіти на час воєнного стану: Наказ Міністерства освіти і науки від 07.03.2022 р. № 235. URL: https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-deyaki-pitannya-organizaciyi-roboti-zakladiv-fahovoyi-peredvishoyi-vishoyi-osviti-na-chas-voyennogo-stanu-2021
3. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu / Punie Y. EUR 28775 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-73494-6, doi:10.2760/159770, JRC107466. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en

TEACHER DIGITAL COMPETENCE STRUCTURE

Koshkina Anna Leonidivna
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The structure of teacher digital competence in the EU countries and in Ukraine is considered and theoretically substantiated based on the analysis of the existing framework documents. It is inferred that the structure of teacher digital competence consists of using digital technologies for communication, collaboration and professional development; sourcing, creating and sharing digital resources; managing and orchestrating the use of digital technologies in teaching and learning; using digital technologies and strategies to enhance assessment; using digital technologies to enhance

inclusion, personalisation and learners' active engagement; enabling learners to creatively and responsibly use digital technologies for information, communication, content creation, wellbeing and problem-solving.
Key words: structure, teacher digital competence, framework documents.

УДК 008(075.8)

ЕТНОКУЛЬТУРА В КОНТЕКСТІ ПЕРІОДИЗАЦІЇ МЕТАЕТНІЧНОГО КУЛЬТУРНО-ІСТОРИЧНОГО ПРОЦЕСУ

Патлайчук О.В.
кандидат філософських наук,
доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін [1]
volnistik@gmail.com
Ступак О.П.
старший викладач кафедри соціально гуманітарних дисциплін [1]
stupako428@gmail.com
Макарчук О.М.
зав. лабораторії кафедри КТІБ [1]
tkaz.mak@gmail.com
[1] *– Національного університету кораблебудування ім. адм. Маккарова*
м. Миколаїв, Україна

В період становлення концептуально нового бачення освітнього процесу ми намагаємось підходити до аналізу принципів періодизації і побудови курсу історії української культури дотримуючись нового погляду на вітчизняну історію та об'єктивно-логічного, історико-філософського аналізу подій і явищ, що мали місце упродовж усієї історії української культури від її витоків і до сьогодення.
Ключові слова: періодизація розвитку, засадничі принципи, світова взаємодія.

Трансформація культурологічної освіти та викладання культурологічних дисциплін у вищій школі є одним з важливих напрямів модернізації освітянської справи, гуманітаризації і гуманізації освіти у відповідності з потребами формування світогляду та історичної свідомості студентів, підвищення загальної і політичної культури громадян незалежної суверенної держави. Це надважливо в умовах масштабної збройної агресії, яка має на меті знищення української нації і самої ідеї бути українцем.

У сучасних гуманітарних науках не існує усталеного єдиного підходу до історичної періодизації культури. [5]. Це й не дивно з огляду на складність визначення самого феномену культури. Та існує залежність між підходом до культури і її історичною типологією та періодизацією. Ми будемо триматися широкого світоглядного контексту культури й побудуємо відповідну типологію метаетнічного рівня розгляду культурно-історичного процесу за для ґрунтовнішого розуміння взаємозв'язку між загальним і особливим, універсальним і унікальним в етнокультурному розвитку.

Проблема співвідношення всезагальності культури і своєрідності її конкретно-історичних модифікацій є методологічним фокусом різноманітних культурологічних досліджень, навіть тих де вона безпосередньо не розглядається.

Три рівні розгляду культурно-історичного процесу: загальносвітовий (всесвітній); глобально-регіональний (європейський, у нашому випадку) й етнічно окремішній (український, відповідно) — це найзагальніші рівні розгляду культурного процесу. Але слід мати на увазі, що самі по собі всі ці рівні дають досить абстрактне уявлення, лише *у взаємодії*

(європейській чи світовій) етнічні культури мають конкретний зміст. Це особливо помітно протягом тривалого історичного часу.

Культура існує лише як послідовний історичний розвиток. Епохи народжуються і вмирають, приходять і відходять. Жодна не може повторитися знову, «ожити». Проте породжена епохою провідна організуюча ідея формує нову культурну якість – культурно-історичний тип, здатний не лише сформувати нову епоху, розгорнутися у ній, але й зберігатися у всіх наступних епохах у вигляді особливої тенденції чи аспекту, збільшуючи чи зменшуючи свій масштаб і актуальність.

Концепція науково-дослідницьких програм І. Лакатоса з її принципом «твердого ядра" може бути продуктивно застосована не лише до методології сучасної науки. Застосування концепції «твердого ядра» у культурній антропології, на нашу думку, дозволяє обґрунтувати становлення нових моделей культури. У цьому контексті, виокремлення провідної організуючої ідеї у самому світоглядному ядрі культурних епох має вирішальне значення.

Розвиток світової, регіональної чи будь-якої етнічної культури, їхні взаємні збіги, відставання чи випередження в розвитку, ритми пульсування культурно-історичних типів можуть бути осягнутими лише на стрижні цієї провідної організуючої ідеї культури, але з врахуванням своєрідності етнічних архетипів. Розмаїття всього життєвого укладу етнічної чи суперетнічної спільності не буває без якоїсь упорядкованості, але і не буває абсолютно усталених порядків. Головну вісь зміни порядків у часі й забезпечує провідна ідея культури, вона ж і «організує» в просторову єдність всі життєві вияви етносу. Як ідея вона дає можливість віднайти наскрізні сенси у всій множині мотивів, явищ, подій тощо. Така масштабна інтеграція – справа значної кількості часу, але ж і функціональна цінність її буде не тимчасовою [5].

Форми провідної ідеї залежать від типу попередньої культури, а не лише від життєвого виклику в теперішньому стані. Крім того, досить рано сам суб’єкт культури в його спільнотній формі, стає неоднорідним. Є раціональне зерно в поділі цього суб’єкта А. Тойнбі на дві сили – «творчу меншість» з її життєвим поривання, яка дає безпосередню відповідь-реакцію на історичні виклики і тягне за собою «інертну більшість», та «внутрішній пролетаріат». Провідна ідея є відгуком (вповні не усвідомлюваним) всього етносу, хоч формулює її свідомо певна частина його, або й одна людина. Все це свідчить про автономність внутрішньої логіки розвитку культури, зміну її парадигм [7].

Будь-яка культурна епоха формується на засаді провідної ідеї та розвивається через її експансію, а тому, кінцево, і розпад. Життєвий сенс, відокремлюючись в особливі ідеальні утворення-форми, концентрується, зосереджується, інтегрується в головну організуючу ідею. Тобто, різні явища підпадають під вплив цієї ідеї, насичуються нею... Спочатку – явища найбільш ідеєнасичені, а потім уже і побутово-заземлені, утилітарні. Через різні символічні, знаково-емблематичні, світо-орієнтуючі системи, мову – ідея особливим чином формує життя, стилізує його, задає правила «гри».

«Ідея» – ядерне утворення, але до її кристалізації причетні всі периферійні елементи. Поступово сама етнічна енергія організуючої ідеї розпилюється, досягає кульмінаційної точки зосередження, втілюючись у всю множину життєвих явищ, пронизуючи їх світлом ідеальних засобів: норм, цінностей, понять, образів, світоглядних почуттів, ідеалу. Емпірично-життєвий зміст поступово просочується наскрізно інтегративною цією ідеєю, підноситься до кульмінаційної напруженої вібрації і проступає крізь ідею, розпилюючи й дискредитуючи її.

Саме під тягарем життєвої перенасиченості, а також «архетипового» спротиву, культурна цілісність розпадається. Натомість актуалізується нова (або якийсь аспект старої) ідея. Після певного бродіння цінностей, світоглядної кризи під дією нового виклику знову починається нова концентрація життєвих явищ смисловою ідеєю, що й здійснює наступну епохальну інтеграцію. Хоча інерція епохи досить стійка, але варто десь «прорости» чомусь справді життєдайному, захоплюючому, як воно буде стягуватися до цього епіцентру. При

цьому найрізноманітніші елементи культури можуть стати висхідними точками культурного розвитку [6].

Провідна організуюча ідея найрельєфніше відтворює послідовність розгляду культурно-історичних типів у певній ієрархії життєвого навантаження кожного з них. На рівні загальноєвропейського і українського культурно-історичного процесу, на нашу думку, послідовно розгорталися наступні іманентні епохальні ідеї.

Провідна організуюча ідея	Загальний вираз культури	Предметне втілення	Парадигма
Ідея роду родича-першопредка, родючості природних стихій	Синкретичний анімізм обрядовість	Антропоморфізм тотем родючі стихії	Міфоспорідненість тотемно-родова етнородова природова
Ідея космосу організованого чуттєво-предметного живого світу, політеїзм	Рок калокагатія видовищність	Пластика	Логос софійність
Ідея Єдиного бога монотеїзм, ієрархія, служіння	Світлоносність словесність	Ентузіазм	Сакральне слово
Ідея гармонії світу і людини пантеїзм	Краса живописність гуманізм	Чуттєва тілесність	«тіло»
Ідея світової механіки деїзм	Раціональність природи	Емпірична ясність, мислима очевидність	«годинник»
Ідея світу як універсального організму деїзм	Загальна і суспільна раціональність	Загальна упорядкованість	організм
Ідея духовного організму людини людинобог, анархізм, нігілізм	Внутрішній світ особи персональність	Екзотика етнографічно-історична, демонічна	організм
Ідея універсального управління атеїзм, владний соціальний механізм	Сциєнтизм технократизм соціальна утилітарність	Придатність трудових мас	Позитивне знання соціомеханіка технологія

В таблиці подані лише деякі втілення провідної ідеї, зважаючи на обсяг тез, не деталізовано стиль мислення, художні системи та стилі, головні дійові особи культури, домінуючі форми комунікації [1].

Ми є свідками зародження і становлення нової провідної організуючої ідеї – ідеї тотального сервісного споживання. Для якої характерні політична і тотальна утилітарність, психосоматичний гедонізм, індивідуалізм і релятивно-альтернативний стиль мислення [3; 4].

Ідея як провідна й організуюча – це рух від абстрактного до конкретного, але особливого конкретного, яке враховує як лінійну єдність культурно-історичного процесу, так і його партикулярні особливості. Абсолют, до якого в історичному процесі прагнуть культури, виявляє себе тільки в конкретній унікальності індивідуальних форм існування народів і часів. Як наголошував С.Б. Кримський “загальнолюдське… конституюється за принципом внутрішньої

репрезентації кожним етносом чи культурою цінностей, що диктуються історичним поступом, етикою солідарності та викликом Універсуму" [2, 189].

Гостра життєвозначуща необхідність викладання історії та філософії етнокультури зумовлена складними соціально-політичними й етнокультурними процесами в сучасному глобалізованому світі, що засвідчують глибокий смисл національної культури як граничної основи буття спільнот і особистостей, їх ідентичності та єдності, і виборюванням Україною цивілізаційної суб'єктності, самоствердженням серед інших спільнот і культур світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Історія української культури: У 5-ти томах. Передмова. Історія культури давнього населення України. – К.: Наукова думка. НАН України, 2001. – Т.1. – С. 19

[2] Кримський С.Б. Запити філософських смислів [Текст] / С. Б. Кримський. – К. : Видавець ПАРАПАН, 2003. – 240 с.

[3] Лешкович, Н. (2019). Конструювання концепту «Центрально-Східна Європа» в історіографічних дискурсах XX – початку XXI ст. *Дриновський збірник*, *9*, 275-286. https://doi.org/10.7546/DS.2016.09.30

[4] Нарис історії культури України : [посібник] / М. В. Попович; Міжнар. фонд "Відродження". – Київ: АртЕк, 1998. – 727 с. : іл.

[5] Принципи періодизації історії української етнонаціональної культури: навчально-методичний посібник / П.П. Соболь, О.М. Макарчук – Миколаїв: НУК, 2016.

[6] Соболь П.П. Світовий культурно-історичний процес: до методології розгляду./ Педагогічні проблеми і технічної і гуманітарної освіти: Зб. Наук. Праць.- Миколаїв: УДМТУ, 2002.-3- С. 70 – 81

[7] Тойнбі Дж. Дослідження історії. Т. 1. – К.: Основи, 1995. – 253с.

Ethnoculture In The Context Of Periodization Of The Meta-Ethnic Cultural-Historical Process

Patlaichuk O. V**.,** Associate Professor of Social Sciences and Humanities Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Stupak O. P**.,** Senior lecturer of Social Sciences and Humanities Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Makarchuk O.M**.,** Head. laboratories of the department KTIB, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract: In the period of a conceptually new vision of the educational process, we try to approach to the analysis of the principles about periodization and construction of a course in the history of Ukrainian culture and an objective-logical, historico-philosophical analysis of events and phenomena that took place from the very beginning of Ukrainian culture, precisely, from its origin to the current days.

Keywords: periodization of development, fundamental principles, world interaction.

УДК 37.09.

МІНІМІЗАЦІЯ ПРОБЛЕМ ЯКОСТІ ОСВІТИ В ПРОЦЕСІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

Сергієнко О.М.
старший викладач кафедри дизайну.
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
lena189981@gmail.com

Анотація. Розглянуто підхід до дистанційного навчання учнів у надзвичайних ситуаціях. Форми і методи яких допоможуть швидко мінімізувати наслідки проблеми.
Ключові слова. Дистанційне навчання, самостійна робота, форми і методи, засоби комунікації, викладач, студент.

Проблема підвищення якості вищої освіти в сучасних реаліях є дуже актуальною. Завдання кожного навчального закладу вищої освіти - підготувати такого фахівця, який після закінчення навчання буде чітко розуміти суть своєї майбутньої діяльності, володіти хорошою теоретичною підготовкою, практичними навичками, а також творчою активністю і самостійністю. Але оскільки сьогоднішнє суспільство знаходиться в реаліях воєнного часу і відсутня можливість звичайної стандартної форми навчання при звичайному відвідуванні навчального закладу, вища освіта має переглянути форми і методики навчання студентів. Безперечно, в тих регіонах, куди студенти і викладачі змушені евакуюватися і, відповідно, відсутня звичайна форма навчання, слід використовувати дистанційне навчання, що в свою чергу має вплинути на зміни як навчальної програми, так і моделей навчання.

Мета. При дистанційній формі навчання відсутнє особисте спілкування і соціальна взаємодія, виховні функції не працюють, в результаті зникає емоційність і, як наслідок, знижується якість підготовки учнів. Завдання вищої освіти - мінімізувати ці недоліки.

Перехід на дистанційне навчання вимагає перегляду всіх методичних вказівок. Лекційний матеріал і навчальні посібники повинні існувати в електронному вигляді в повному обсязі, що дає можливість самостійно вивчити матеріал. А як щодо практичної роботи студентів? Тут на допомогу приходять технічні засоби, здатні вибудувати сам навчальний процес з урахуванням активного онлайн-взаємодії учня з викладачем. І головна роль повинна бути відведена викладачу. Это организация образовательного процесса, компетентность преподавателя, его желание и умение научить, передать свой опыт. Важливим моментом є те, як подається інформація в рамках вивчення конкретних дисциплін і яка роль відводиться самостійному освоєнню матеріалу студентами.

Кожен вид самостійної роботи має різну ступінь складності і внутрішнього змісту. Ініціативність і зацікавленість виконання можуть бути притиснути нецікавим завданням і відсутністю мотивації, мети цього завдання.

Дистанційна форма навчання передбачає в більшій мірі самостійне вивчення певного обсягу інформації і виконання практичної роботи. Самостійно знайти, вивчити і зрозуміти матеріал - завдання кожного учня. Але в більш детальній інформації повинен допомогти розібратися викладач. А якщо немає комунікації з викладачем, і студента не влаштовує обсяг теоретичного матеріалу, то інтерес до предмета знижується.

Якщо все-таки освоєння теоретичного мотеріала проходить успішно, то, як правило, у студентів виникають питання в процесі виконання практичної роботи, під час творчого процесу. А допомога вчителя актуальна і має цінність саме в цей момент творчості, а не за розкладом занять. І тут викладач має проявити небайдужість і співпереживання, стати співучасником стосовно до роботи студента, шанобливо ставитись до бажання

консультуватися. Звичайно, кожен викладач має право на приватне життя, але в умовах воєнного часу, як виняток, необхідно по можливості приділити увагу студенту в незапланований за розкладом час. Тим більше що це тимчасова ситуація. Також слід враховувати умови евакуації, в яких деякі учні знаходяться в країнах з різними часовими поясами і вибирати компромісний час для взаємодії та організації занять.

Важливу роль має контроль і оцінювання робіт. У творчих спеціальностях це проходить у вигляді перегляду, в якому беруть участь всі учні (по можливості не один викладач). Кожна робота обговорюється і оцінюється. Таким чином, кожен може спостерігати переваги і недоліки в інших роботах і робити власні висновки. Практика показує, якщо роботу студентів не перевіряти або чітко не вказати на позитивні і негативні сторони, спираючись на теоретичні знання, отримані в ході навчання, її якість в майбутньому буде не на висоті. А у автора твору буде неадекватне уявлення про власний творчий потенціал. Це негативно позначиться на подальшій роботі. Обговорення та оцінка робіт може здійснюватися дистанційно як в режимі відеоконференції, так і через месенджери в груповому чаті. Час виконання і перегляду робіт має бути чітко визначено викладачем і неухильно дотримано. За потребою коригувати з усією групою. Це створить додаткову мотивацію для учнів не залишати підготовку на останній момент.

Щоб оптимізувати самостійну роботу, дистанційно виконане завдання повинне відрізнятися від аудиторного і бути більш мотиваційно цікавим, зрозумілим. Може бути легшим за складністю і з широким спектром можливостей у виборі застосування інструментів і матеріалів, форматів робіт. Це продиктовано тим, що учень може перебувати в таких умовах, коли є обмежені можливості в їх виборі і відсутність організації робочого місця. Якщо студенти першого курсу засвовують застосування і навички роботи з різними інструментами і матеріалами, то на другому можна виконувати роботу в електронному варіанті. А нові технології дозволють зробити візуальну інформацію яскравою і динамічною. Але в тому й іншому випадку слід використовувати всі можливі засоби комунікації для індивідуальної роботи зі студентом.

Для забезпечення процесу дистанційного навчання повинна бути необхідна матеріально-технічна база. Це самоочевидно і не є предметом обговорення в даній статті. Цифрові технології навчання для коммуникації обирає викладач відповідно до специфіки предмета. Відповідно, тут повинні бути враховані всі вимоги до формату навчання: подача лекційного та демонстраційного матеріалу, відеоконференції, відеоуроки, заповнення спеціальних форм електронних журналів і т.д.

І ось тут-то і виникає проблема: – це недостатній рівень володіння викладачем засобами сучасних інформаціних комунікацій і, як наслідок, вірний вибір для навчання. Тому на базі кожного вищого навчального закладу повинна надаватися підтримка у вигляді організації навчальних курсів для співробітників, де можна було отримати навички використання електронних ресурсів в сучасних умовах і електронних комунікацій.

Висновок. Дистанційне навчання не виникає в звичних умовах. Це процес, який відбувається в надзвичайних умовах - будь то епідемія, коли людині загрожує небезпека здоров'ю або життю в умовах війни. Для подолання поточного кризи і пом'якшення наслідків проблеми необхідно застосовувати нові форми і методи роботи з учнями, діяти швидко з готовністю до змін в тому числі у мисленні. Що повинно бути спрямовано на підвищення мотивації студента до навчального процесу. Кожному педагогу необхідно бути готовим до термінового переходу на дистанційне навчання, в тому числі організації гнучкого розкладу занять, для розвитку комунікативних навичок між учнем і викладачем. ВНЗам організовувати курси підтримки педагогічного колективу в оволодінні навичками використання електронних комунікацій в умовах надзвичайних ситуацій. А швидка адаптація до дистанційної освіти співробітників і студентів безпосередньо залежить від здатності і готовності вузу надати необхідну підтримку..

Minimizing Educational Quality Problems In The Process Of Distance Learning In Emergency Situations

Sergienko O.M.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The approach to the form and methods of distance learning of students in emergency situations is considered. Forms and methods of which will help to quickly minimize the consequences of the problem.

Key words. Distance learning, independent work, forms and methods, methods of communication, teacher, student.

УДК 378(477)

НАВЧАННЯ В УКРАЇНСЬКИХ ВНЗ ЯК ЧИННИК НАЦІОНАЛЬНОЇ САМОІДЕНТИФІКАЦІЇ

Матвієнко Л.В.
Кандидат історичних наук
Доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна
matvienko_nyk@ukr.net
Сонечко О.С.
Викладач кафедри соціально-гуманітарних дисциплін
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна
sonechkoolga@gmail.com

Анотація. У статті проаналізовано основні тенденції змін в українській освіті ВНЗ. Особлива увага надається характеристиці чинників національної самоідентифікації молоді у контексті інтеграційних процесів України у європейський науковий простір.
Ключові слова: освіта, самоідентифікація, українські ВНЗ, інтеграція.

Незважаючи на можливість отримувати сьогодні знання та інформацію самостійно, за допомогою Інтернету, різних онлайн-курсів, тренінгів, семінарів тощо, значення вищої освіти не зменшується. У глобалізованому світі значення освіти складно применшити. Фактично, завдяки навчанню в університеті формуються сучасні спеціалісти, які володіють ґрунтовними знаннями та уміннями для ведення подальшої діяльності. Розрив ланцюжка, зв'язаного із підготовкою майбутніх кваліфікованих працівників, може призвести до кризи у відновленні пошкодженого або знищеного виробництва, закладів середньої освіти, медицини тощо. Мова йде якраз про проблеми та виклики, з якими доведеться мати справу нашій країні у найближчому майбутньому.

Цінним критерієм для визначення перспектив розвитку вищої освіти в Україні є дослідження її конкурентоспроможності. Зазначимо, що існують різні методи щодо її обрахування. Ми визначаємо, що конкурентоспроможність українських університетів окреслюється якісними та ціновими вимірами навчальних послуг і значною мірою залежать від низки факторів: фінансово-економічного, організаційно-правового, науково-технологічного, кадрового, управлінського, культурно-богословського (якщо ідеться про вищі релігійні заклади освіти), демографічного та політичного. Визначення конкурентоспроможності закладів вищої освіти можливе лише через дослідження об'єктивних

даних щодо динаміки внутрішніх процесів у навчальних закладах та максимального врахування впливу факторів зовнішнього середовища на їхню діяльність.

За своєю структурою вища школа в Україні є доволі консервативною і змінюється повільно. Після появи незалежної України основи політики у формуванні вищої школи були закладені у Законі України «Про освіту», який ухвалено ще в 1991 р. Одним з нововведень цього закону став дозвіл на формування вищих навчальних закладів недержавної форми власності – тобто таких, які засновувалися з приватної ініціативи. До того ж, до усіх університетів (приватних та державних) затверджувалися однакові вимоги щодо функціонування, отримання ліцензій, проходження акредитації спеціальностей. Вищими навчальними закладами I–II категорій (коледжі та училища) стали ті, у яких виконувалася підготовка молодших спеціалістів (частково – бакалаврів). Ступені бакалавра, спеціаліста/магістра можна було отримати у закладах вищої освіти III–IV рівнів – університетах, консерваторіях, інститутах тощо. Важливий здобуток – можливість для діяльності релігійних вищих навчальних установ, тому що раніше вивчення церковного мистецтва, іконографії тощо відбувалися лише зі світської точки зору. Можливість відкриття закладів богословської освіти значно вплинула на устрій університетської системи України на початку пострадянського періоду.

Ухвалення в 1996 р. Конституції України проголосило нові юридичні норми, які регулювали сферу освіти. Насамперед ішлося про те, що Конституція визначила принципи верховенства права, а її норми мали пряму дію. Статтею 53 затверджено право на отримання безоплатної вищої освіти – ішлося насамперед про державні заклади вищої освіти, де на конкурсній основі могли відібрати кращих студентів для безкоштовного навчання, тоді як приватні університети мали змогу на власний вибір вирішувати, кому надавати право безкоштовної освіти. Конституція України лише в 1996 р. встановила, що гарантія прав особи на отримання освіти повинно гарантуватися виключно законами України, так само, як і загальні засади освіти.

Лише у 2002 р. було підготовлено та ухвалено Закон України «Про вищу освіту», який з різними змінами та доповненнями функціонує досі. Ця редакція Закону вже чітко охарактеризувала процедури отримання ліцензій та набуття акредитації. Внаслідок цього кількість вищих навчальних закладів III–IV рівнів акредитації почала зростати, так само, як і загальна кількість студентів. Після ухвалення закону поширилися практика надання ліцензій для відкриття нових навчальних закладів та розширення старих. Внаслідок цього ще у 2013 р. склалася парадоксальна ситуація, коли університети України отримали ліцензій на підготовку понад 2 млн. українських студентів, тоді як загальна кількість випускників шкіл була у кілька разів меншою. Напевно, цей випадок надалі припинив «екстенсивний» розвиток вищої школи в Україні, і пізніше започаткував принципи розвитку, засновані на тлі конкурентоспроможності університетів.

Результати цього процесу були втілені у законодавчих рішеннях, які продовжували інтеграцію України до Болонської системи. Зокрема, було скасовано деякі формальні «пережитки» минулого (наприклад, ступінь «спеціаліста»), університети отримали значно більше автономних прав [2, с. 153].

Однак, 2014 р. став кризовим для усього українського соціуму. Анексія Криму росією, початок агресивних дій на Сході України призвели до виявлення глибоких проблем у всіх галузях суспільного життя. Однією із них стала неготовність українських університетів до викликів тоді ще напіввійськового часу. Бюджетні програми було переглянуто, затверджено формулу, відповідно до якої «кошти рухалися за абітурієнтом», тобто університети на ділі почали боротися за кращих випускників, яких можна було би зарахувати до своїх лав. Це, разом зі збільшенням окремих статей бюджетного фінансування, давало можливість суттєво посилити конкурентоспроможність вищих навчальних закладів України [2, с. 152]. На тлі розгортання військового конфлікту на Донбасі у 2014–2021 рр. успіхи системи вищої освіти

України (відповідно до рейтингувань) були скромними. Українська національна система вищої освіти чутливо реагує на зміни освітніх процесів у зв'язку з російською збройною агресією. Військові кризові потрясіння болюче вплинули на стан української освітньої системи і української духовності загалом. Нестабільність, політична і соціально-економічна доповнились духовною скрутою. Вважаємо, що українська вища освіта сьогодні має особливе завдання продемонструвати відмінність від російської в усіх проявах свого існування. Демократичність і гуманізм – основні риси української конкурентоспроможної освіти. В той час, як російська освіта побудована на принципах тоталітаризму, ксенофобії та середньовічної деспотії. Прикметно, що гуманітарії звернулися після 2014 р. до вивчення джерел української культури, богословського дослідження ікон, іконографії, церковного образотворчого мистецтва, правил іконопису тощо. Ця культурно-дослідницька спрямованість обумовила те, що українці почали відчувати тривалість існування своєї культурно-релігійної традиції. У цей час істотно змінилося світосприйняття українським народом (особливо молоддю), реалій сучасності у питаннях відносно української ментальності, нації, самоідентифікації, культури, автентичності тощо.

Отже, освіта у ВНЗ України, у новітню добу зазнала істотних змін (конкурентоспроможність українських університетів, якісні та цінові виміри навчальних послуг, можливість для діяльності релігійних вищих навчальних установ, нові юридичні норми. які регулювали сферу освіти, продовження інтеграції України до Болонської системи тощо). Але, починаючи з 2014 року на тлі розгортання військового конфлікту на Донбасі українська національна система вищої освіти чутливо реагує на зміни освітніх процесів у зв'язку з російською збройною агресією. «Новою хвилею» національної самоідентифікації стала війна росії проти України, яка посилила процес націєутворення українців. Основним завданням освіти у ВНЗ у сучасний період є активізація процесу національної самоідентифікації студентів, розуміння автентичності українського етносу у світлі європейської інтеграції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балан В., Бабенко Д. Модель управління конкурентоспроможністю дослідницьких університетів / В. Балан, Д. Бабенко // Ефективна економіка. – 2020. - № 5. doi:10.32702/2307-2105-2020.5.84
2. Пурій Г., Кузнєцова М. Конкурентоспроможність закладів вищої освіти: сутність та основні фактори її забезпечення / Г. Пурій, М. Кузнєцова //Економіка та держава. – 2020. - № 10. – С. 150-154.
3. QS higher education system strength rankings (HESS) 2018. (n.d.). Retrieved from https://www.qschina.cn/en/system-strength-rankings/2018

Stadies In Ukrainian Higher Educational Institutions As A Factor Of A National Self-Identification

Matviienko Liudmyla Sonechko Olga
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, The Institute of Humanities, social studies and humanities

Abstract. The main trends of changes in the Ukrainian higher education are analyzed in the article. Special attention is given to the characteristics of the factors of the national self-identification of the youth. It`s very important in the context of the Ukrainian integration processes in the European scientific space.

Keywords: education, self-identification, Ukrainian higher education institutions, integration.

УДК 159

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИЙОМІВ КРИЗОВОЇ ІНТЕРВЕНЦІЇ У ПРАКТИЦІ НАДАННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ДОПОМОГИ В РЕЖИМІ ТЕЛЕФОННОГО КОНСУЛЬТУВАННЯ У ВОЄННИЙ ЧАС

Чугуєва І.Є.
кандидат психологічних наук, доцент кафедри соціально-гуманітарних наук Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна inna.chuhuieva@nuos.edu.ua

Анотація. Стаття присвячена практичним прийомам кризової інтервенції, які виявилися ефективними у практиці надання психологічної допомоги в режимі телефонного консультування. Показано, що застосування прийомів кризової інтервенції має позитивні результати в роботі з клієнтами, які телефонують на «гарячу лінію» психологічної допомоги під час війни. Визначено, що дефюзинг дає позитивні зрушення у емоційному стані клієнтів, а також дає підґрунтя для покращення їхньої особистісної перспективи. Показано використання елементів кризової інтервенції з різними категоріями клієнтів телефонного консультування під час війни.
Ключові слова: психологічна допомога, кризова інтервенція, кризова ситуація, дефюзинг, емоційний стан.

На самому початку війни російської федерації проти України місто Миколаїв і Миколаївська область стали прифронтовою зоною, тому різка зміна життєвих умов і обставин населення призвели до виникнення у людей складних негативних емоційних і поведінкових реакцій на ці умови, особливо на початку війни і в перші 2 місяці. Вперше зіткнувшись з ракетними обстрілами, небезпекою і невизначеністю подальшої долі нашого міста в процесі військових дій, руйнуваннями, жертвами, повною відсутністю води люди стали потрапляти у кризові ситуації, які викликали такі емоційні стани, з якими вони не могли самостійно впоратися. Тому Асоціацією професійного розвитку психологів та психотерапевтів в Україні у місті Миколаєві було створено телефонну «гарячу лінію» психологічної допомоги майже від початку війни.

В перші дні і тижні війни звернення клієнтів були стовідсотково пов’язані з війною та більшою мірою торкалися різких змін в емоційних реакціях людей на актуальні ситуації. Клієнти скаржилися на підвищення рівня тривожності, наявність страхів (смерті, скалічення, втрати рідних, домівки тощо) та виникнення різких реакцій: тремору, сльозливості, дратівливості, підвищеної вербальної агресивності, зокрема на віддалені об’єкти (путін, росіяни, родичі що живуть в росії), емоційна нестабільність (періоди піднесення, що змінюються періодами пригнічення). Також вони відчували невпевненість у майбутньому (як у найближчому так і у подальшому), неспроможність прийняти відповідальне рішення (виїжджати чи не виїжджали в евакуацію), зміни у ставленні до оточуючих. Молоді люди вказували на занурення в думки про життя і смерть, екзистенціальний сенс того що відбувається, спроби сформулювати своє особисте ставлення до цього. Окрім цього клієнти вказували на наявність фізіологічних реакцій: розлади сну й апетиту, больові відчуття в різних ділянках тіла (живіт, зуби, спина), розлад шлунково-кишкового тракту, розлади кров’яного тиску тощо. Таким чином загальна картина скарг клієнтів охоплювала фізіологічні, емоційні, ментальні та поведінкові реакції на складні ситуації пов’язані з війною. Переважна більшість клієнтів були жінки віком від 22 до 67 років.

В роботі з клієнтами, які знаходилися в стані реакції на актуальну складну ситуацію, що має ознаки кризової, було застосовано такі елементи кризової інтервенції як нормалізація реакцій що відчуває клієнт (нормальна реакція на ненормальну ситуацію), стабілізація його

емоційного стану, психоедукація навколо ситуації, пошук кола соціальної підтримки та наявних можливостей клієнта в актуальних умовах. Також складання покрокового короткотермінового плану дій, який включає в себе конкретні дії клієнта щодо зменшення негативного впливу кризової ситуації. Наприклад багатьом клієнтам з розладами біоритмів сон-бадьорість, порушенням працездатності, емоційною лабільністю, нехтуванням власними потребами у відновленні та занедбанням власних психологічних ресурсів ефективно допомогло будування власного плану відновлення який формується навколо ключового пункту «Час для себе», який включає в себе виконання протягом дня деяких вправ, спрямованих на власні потреби у фізичному та психологічному плані: «Час на спокій» - вправа «чарівна склянка води», у якості альтернативи, можна використовувати вправу «4 стихії» (це вправи які поєднують в собі елементи дихальної практики і «заземлення»), «Час для фізичної активності» (різні види фізичної активності за вибором клієнта, які можуть змінюватись), «Час для фізичних потреб і задоволення» (приготування їжі і напоїв за принципом корисності й творчості, контрастний душ, за можливості – косметичні процедури тощо), «Час для емоційного задоволення» (послухати улюблену музику, за можливості - зайнятися творчістю (малювати, шити, в'язати тощо).

Для клієнтів що пережили обмежену у часі ситуацію, коли подія відбулася протягом останніх 8-24 годин, було застосовано елементи методу дефюзингу. Така робота проводилася з особами, які знаходилися поблизу місць, де були обстріли, або під час бомбардування були в середині будівлі, що зазнала пошкоджень. У випадку телефонного консультування І вступна фаза дефюзингу була скасована, оскільки це не запланована зустріч. Однак ІІ фаза, протягом якої клієнти розповідали про себе під час події, про свої відчуття, думки, реакції, діяльність перед подією і одразу після неї тощо, проходила дуже активною, оскільки вона була спрямована на можливість якомога повніше висловити, артикулювати, сформулювати й визначити свої стани під час події і таким чином зняти надмірну емоційну напругу. Це дозволило їм бути в контакті із собою: зрозуміти й прийняти свою реакцію, відчуття і поведінку, відчути зв'язок з власними почуттями, прийняти в систему свого власного «Я» досвід кризовій ситуації, своє ставлення до цього досвіду, спроможність визнати, а не ховати й не заперечувати свої почуття, відчути певну опору на себе. ІІІ фаза дефюзингу була скорочена, оскільки ефективні стратегії поведінки і ресурси були визначені вже на етапі обговорення.

Специфічними виявилися запити осіб, які звернулися по допомогу до психолога із безпечних місць евакуації. Це такі як: комплекс вини вцілілого, безпорадність, відчуття вимушеності, невпевненості, безцільності існування, невизначеності у перспективах, стрес невизначеності, відчуття тимчасовості життєвої ситуації. Для таких клієнтів ситуація переїзду у безпечне місце виявилася кризовою, оскільки була пов'язана з кризою втрати звичних умов, власного дому, близького оточення і в той же час вона ускладнена тривогою за близьких, які залишилися у небезпечних місцях. В цих випадках допомога психолога спрямована на нормалізацію реакцій (фізіологічних, психологічних, поведінкових) на кризову ситуацію, стабілізацію емоційного стану, створення покрокового плану подолання проблемної ситуації, пошук соціальної підтримки.

Після 3-х місяців війни у проблематиці телефонного консультування визначилися певні зміни. Значно побільшало дзвінків не пов'язаних безпосередньо з війною, а таких, що торкалися психологічних проблем, які були актуальними ще до війни: проблеми залежності (алкогольної), проблеми в сім'ях, проблеми міжособистісних стосунків. Але спостерігалася тенденція загострення протікання цих проблем, наприклад підвищення зловживання алкоголю, загострення довготривалих сімейних конфліктів, немотивовані непорозуміння у міжособистісних стосунках тощо.

Таким чином, узагальнюючи досвід консультування в телефонному форматі під час війни можна стверджувати, що запит клієнтів і проблематика звернень по допомогу в продовж

часу мають певну динаміку від гострих реакцій на війну до загострення протікання старих проблем, які мають ознаки кризи. Це свідчить що певна адаптація до умов воєнного стану не сприяє зменшенню проблемних ситуацій, а навпаки, під впливом стомлення від війни, призводить до ускладнення існуючих проблем, однак вони вже не є такими, що можуть бути вирішені в процесі короткотривалого кризового втручання в форматі телефонного консультування, а потребують більш тривалої психологічної роботи або психотерапії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Галич М. Ю. Особливості динаміки емоційних станів поліцейських-учасників операції об'єднаних сил у реабілітаційний період : дис. … канд. психол. наук : 053. Київ, 2020. С. 207 URL: http://elar.naiau.kiev.ua/jspui/handle/123456789/17885
2. Екстремальна психологія : підручник / за заг. ред. О. В. Тімченка. Київ : Август Трейд, 2007. 502 с. Violanti J. M. Police organizational stress: the impact of negative discipline. Int J Emerg Ment Health. 2011. No. 13 (1). P. 31–36. doi: 10.1093/shm/hky016.
3. Корольчук М. С., Крайнюк В. М. Соціально-психологічне забезпечення діяльності у звичайних та екстремальних умовах : навч. посіб. Київ : Ніка-Центр, 2006. 580 с.
4. Лозінська Н. Психотравма як наслідок травматичного стресу в різних напрямках сучасної психології. *Вісник Національного Університету Оборони Україн*и. 2019. № 50 (2). С. 65–73. doi: 10.33099/2617- 6858-2018-50-2-65-73.

The Peculiarities Of Application Of Crisis Intervention Methods In The Practice Of Providing Psychological Assistance Through Telephone Counseling In War Time

Inna Chugueva
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The article is devoted to practical methods of crisis intervention, which have proven to be effective in the practice of providing psychological assistance in the mode of telephone counseling. It is shown that the use of crisis intervention techniques has positive results in the process of working with clients who call the "hotline" of psychological help during war time. Defusing has been found to bring positive changes in the emotional state of clients, and also it provides a basis for improving their personal perspective. The use of elements of crisis intervention with different categories of telephone counseling clients during the war time is shown.

Key words: psychological help, crisis intervention, crisis situation, defusing, emotional state.

УДК 811.111:378.147

ДИСТАНЦІЙНІ ОСВІТНІ КУРСИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кисельова Т.В.
старший викладач кафедри сучасних мов
Фатєєва В.Г.
старший викладач кафедри сучасних мов
Смуглякова М.К.
старший викладач кафедри сучасних мов
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
місто Миколаїв, Україна
marina124553@gmail.com

Анотація. У статті розглядається алгоритм створення дистанційного освітнього курсу для закладів вищої освіти. Доведено доцільність та ефективність використання алгоритму який значно мінімізує час на його написання, що в свою чергу дозволяє викладачам створювати

якісний освітній продукт, витрачаючи менше часу, а студентам отримувати сучасний контент, тим самим збільшуючи свою конкурентоспроможність на ринку праці. Визначено структуру та зміст навчальних матеріалів, проаналізовано методику викладання дистанційних курсів та доведено підвищення ефективності навчального процесу. Особливу увагу приділено аналізу проблем та факторам ризику, які виникають на етапі створення курсу. Доведено, що алгоритм створення дистанційного курсу має чітку структуру, зручний у використанні та може бути шаблоном для створення авторських курсів для технічних дисциплін та дисциплін природничо наукового циклу.

Ключові слова: індивідуальна траєкторія, навчальний процес, навчально-методичний комплекс, інформаційні технології, електронні ресурси.

Вступна частина. Стрімкий розвиток інформаційних та комунікаційних технологій спростили доступ до віддалених освітніх ресурсів у процесі навчання. Нові можливості кардинально змінюють традиційні форми навчання, тому в сучасних реаліях дистанційна освіта стає невід'ємною, а часом і єдиною можливою формою роботи, яка активно впроваджується в освітній процес [1,с.56]. Нажаль, не всі університети були готові до змін у навчальному процесі виходячи з об'єктивно різного рівня розвиненості інформаційної інфраструктури, забезпеченості дисциплін електронними освітніми ресурсами та готовності викладачів до використання цифрових платформ та сервісів.

Мета роботи . Завданням статті є створення алгоритму, який полегшує процес написання дистанційного курсу та проаналізувати етапи створення навчально-методичного комплексу (НМК) які кастомізовани для дистанційної роботи.

Основна частина. Автори вважають, що необхідність створення навчально-методичних комплексів (НМК), орієнтованих на використання дистанційних технологій неодмінно зростатиме, приймаючи до уваги сучасні реалії і як наслідок неможливість проводити заняття у навчальних аудиторіях. Автори наголошують на нестачі навчальних матеріалів для проведення занять дистанційно. Ситуація що склалася, диктує необхідність розробки та використання НМК кастомізованих для дистанційного навчання. Тому, необхідно визначити структуру та зміст навчальних матеріалів, методику викладання, скласти дидактичні матеріали, тести для контролю рівня засвоєння навчального матеріалу, обговорити систему моніторингу якості та ефективність навчального процесу[2, с.115].

Створення НМК може здійснюватися різними способами. Автори пропонують логіко-структурний підхід, який передбачає два етапи: аналітичний та етап планування [3, с.201]. На першому етапі проводиться аналіз проблем та цілей. На другому етапі визначається логіка побудови курсу та розробляються критерії очікуваних результатів. Завдяки застосуванню логіко-структурного підходу для створення моделі дистанційної освіти авторами було розроблено алгоритм дистанційного освітнього курсу в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова.

Висновки . Наведений алгоритм створення дистанційного курсу має чітку структуру, зручний у використанні та може бути шаблоном для створення авторських курсів для технічних дисциплін та дисциплін природничо наукового циклу. Ми вважаємо алгоритм життєздатним, однак у подальшій роботі необхідно приділити більше уваги етапу контролю, оскільки він є індикатором якості виконаної роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білобровко Т. І., Кожуховська Л. П. Філософія науки й управління освітою : навч.-метод. посіб. Переяслав-Хмельницький, 2015. 166 с.

2. Cleveland-Innes M. An introduction to distance education: understanding teaching and learning in a new era. New York : Routledge, 2010. 281 p.

3. Освіта в Україні: виклики модернізації : зб. наук. пр. / редкол.: П. М. Марценюк (відп. ред.) та ін. Київ : Ін-т всесвітньої історії НАН України, 2017. 319 с.

Distance Educational Course In Higher Education Institutions

Kyselova T.V. Fatieieva V.G.
Admiral Makarov National University of shipbuilding

Abstract. The article considers the algorithm of creating a distance education course for higher education institutions. The expediency and efficiency of using an algorithm that significantly minimizes the time to write it, which in turn allows teachers to create a quality educational product, spending less time, and students receive modern content, thereby increasing their competitiveness in the labor market. The structure and content of educational materials are determined, the methods of teaching distance learning courses are analyzed and the increase of efficiency of educational process is proved.

Key words: individual path, educational process, methodical complex, information technologies, electronic resources

УДК 378.141

ПРОБЛЕМИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ІНШОМОВНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ТЕХНІЧНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

Сотер М. В.
кандидат педагогічних наук,
викладач кафедри соціальних та загально-технічних дисциплін Первомайського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Первомайськ, Україна
mariia.soter@nuos.edu.ua

У науковій розвідці наголошено на важливості цифровізації іншомовної підготовки здобувачів технічних закладів вищої освіти. Представлено деякі проблеми імплементації цифрових ресурсів у процес іншомовної підготовки здобувачів технічних закладів вищої освіти України в умовах сучасних викликів.

Ключові слова: цифровізація освіти, іншомовна підготовка, цифровізація іншомовної підготовки, цифровізація іншомовної підготовки у технічних закладах вищої освіти України.

Одним із новітніх викликів, що постали перед вищою освітою України в умовах російської агресії, пандемії, активних суспільних трансформацій, надвисоких швидкостей технологічного розвитку (high-tech), інтернаціоналізації, глобалізації та Європеїзації, є цифровізація (digitalization) освітніх процесів. Іншомовна підготовка здобувачів технічних закладів вищої освіти України є невід'ємною складовою їх підготовки до майбутньої професійної діяльності. Сучасні реалії висувають нові нагальні потреби щодо пошуку якісно нових ресурсів щодо її інтенсифікації. Цифровізація є одним з таких джерел, яке «дозволить активізувати освітній процес іншомовної підготовки, підвищити рівень і якість сприйняття, розуміння і засвоєння змісту навчального матеріалу, а також рівень мотивації» [1, с. 50], зокрема й під час імплементації змішаних форм навчання (поєднання онлайн та офлайн-навчання).

Процеси оптимізації іншомовної підготовки здобувачів технічних закладів вищої освіти через залучення цифрових ресурсів сприяють «комплексній реалізації когнітивного, комунікативного, цифрового, мотиваційного, культурного, соціокультурного, творчого,

креативно-інноваційного потенціалу особистості, що у свою чергу слугує формуванню у здобувачів вищої освіти активної життєвої позиції, забезпечує успішну соціалізацію і професіоналізацію, підвищує їх конкурентоспроможність на глобалізованому ринку праці» [1, с. 51].

Поряд з перевагами імплементації цифрових ресурсів у освітній процес іншомовної підготовки здобувачів технічних закладів вищої освіти України в умовах сучасних викликів виникає цілий ряд проблем.

По-перше, постійні ризики технічних збоїв, втрати інформаційних даних, аварій у роботі як устаткування, університетських серверів, програмного забезпечення, так і Інтернет мережі, які викликані систематичними російськими обстрілами.

По-друге, розробка й удосконалення якісного методичного забезпечення для досягнення освітніх цілей іншомовної підготовки із залученням різних цифрових технологій адаптованих до реалій різних форм навчання: як дистанційної, а також змішаної, потребує пошуку нових підходів й значних ресурсних затрат (зусилля, час, технічні ресурси тощо).

По-третє, недостатня кількість живого спілкування, що майже повністю замінене віртуальним.

По-четверте, постійна потреба у підвищенні навичок як викладачів, так і студентів у сфері здоров'язбережувального використання сучасних цифрових технологій.

Нагальною потребою стає пошук шляхів щодо вирішення проблемних питань цифровізації іншомовної підготовки у технічних закладах вищої освіти України.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Слюсаренко Н. В., Сотер М. В. Цифровізація іншомовної підготовки у закладах вищої освіти України. *Людинознавчі студії. Серія «Педагогіка»*. 2022. Випуск 14(46). С. 48-55. URL: http://pedagogy.dspu.in.ua/index.php/pedagogy/article/view/354

[2]. Сотер М. Відеоконференція як засіб іншомовної підготовки студентів. *Гірська Школа Українських Карпат,* 2020. Випуск 22. С. 135–138. URL: https://doi:10.15330/msuc.2020.22.135-138

[3]. Slyusarenko N. V., Soter M. V. Modern means of students' foreign language training of technical higher education institutions of Ukraine. *Education in the 21st Century*: International scientific-methodological review. Yerevan: YSU Press, 2020. No 1(3). Pp. 138–148.

Problems Of Digitalization Of Students' Foreign Language Training Of Technical Higher Education Institutions Of Ukraine

SOTER Mariia

Ph.D. in Pedagogical Sciences, Pervomaisk Educational and Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

The importance of digitalization of foreign language training for applicants of technical higher education institutions has been emphasized in scientific research. Some problems of the implementation of digital resources in the process of students' foreign language training of technical higher education institutions of Ukraine in modern conditions of challenges have been presented.

Key words: digitalization of education, foreign language training, digitalization of foreign language training, digitalization of foreign language training in technical higher education institutions of Ukraine.

УДК 81

COGNITIVE-BASED APPROACH TO MAKE ONLINE ACADEMIC ENGLISH CLASSES MORE EFFECTIVE

Filippova Nina
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Head of the Department of Applied Linguistics
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolayiv, Ukraine
nina.filippova@nuos.edu.ua

The paper focuses on online potentiality of restated, revised, classified questions within C1 Academic English classroom interaction, the taxonomy of questions being based on their cognitive difficulty. By being aware of the cognitive complexity of questions asked, teachers can better assess the complexity of students' challenges. The question taxonomy of 5 levels of difficulty is ordered according to increasing cognitive difficulty (initial comprehension, reorganization, inferential comprehension, evaluation, appreciation). The list of key phrases helping teachers identify the levels of students' comprehension, intensify their control and the efficiency of online teaching is offered.
Key words: cognitive approach, academic English, online teaching, taxonomy of questions, oral communication.

One important theme for the war-impacted educational environment is the importance of seeking new ideas to make our students important and secure in the learning environment, to help them understand their learning goals and to receive relevant feedback.

Generally, Academic English learning is described as a process of forming, testing and revising hypotheses: learners confronted with new information or new tasks have to change their internal representation of knowledge and accommodate new information to old. This means that the teacher has to have a clear and explicit understanding of the nature of the challenge to students internal representation of knowledge that a particular question may present. In view of that, the old technique (asking questions) has not lost its potentialities, even for advanced students.

The aim of the article is to present some modified ideas of using this traditional question-answer technique by applying cognitive strategies in Academic English class to meet students' goals and students' needs.

In the paper we would like to focus on this traditional, but sometimes neglected technique, dealing with teachers' ability to have a clear and explicit understanding of the nature of the challenge to students' representation of knowledge that a particular question can represent. It is especially valid for Academic English class because an English teacher is not competent in all spheres of science and technology his/her students are specialized in.

Let's start with mentioning the needs the technique could meet.

The need to feel secure and important. Starting from Maslow's well-known hierarchy of needs, before people can achieve certain levels of growth and creativity, they must feel secure in their surroundings. Language students are no different: they are more likely to take risks and explore in the new language if they feel comfortable and have support. One practical way of fostering secure environment is to make an Academic English class student-centred not teacher-centered. During some recent decades, research into the nature of learning has emphasized the active role learners play in the learning process. Starting from the early seventies of the last century, the first major statements of the learner-centered view were presented by F. Smith who described learning as a process of forming, testing and revising hypotheses [1], or Zamel [2] who described classroom interaction as a circular loop of information and feedback. It meant that learners confronted with new information or new tasks had to change their internal representation of knowledge, to adapt new information to old.

In this view, classroom communication depends upon a constant flow of information in which teachers' questions play a crucial role.

The need to understand the learning goals. Though Academic English students are motivated, they do not always know or understand clearly the defined aims of B2 or C1 Level requirements for Academic English contexts.

The need to receive feedback. About 25 years ago Martens, Hiralall and Bradley wrote: "Feedback relates closely to goal setting. Goals serve as targets for learners. When learners understand how they are attaining those goals, they can adjust their behavior to learn more effectively" [3]. The experience shows that feedback has to be immediate (if a teacher has something meaningful to say), frequent (given regularly), specific (instead of "do more", "try harder"), realistic (related to something really performed or observed in class), appropriate (not to overwhelm the learner), even private (offered one-on-one).

Having all the above in mind, let's arrange the questions in the order of cognitive difficulty and complexity and offer a list of key phrases to signal the level of their cognitive difficulty:

Level 1. Initial comprehension. Questions which require to concentrate on the explicit (factual) information to identify: *What is it about? What information can be elicited from the headline? Who is the author? Where? When? How many?* Generally, these are simple questions for advanced students which may be expressed in relatively simple grammatical structures but as a starter they are very important because they may better engage students in communicating and informing: *Find the part of the text/the line/the word...; Tell us...; Identify...* .

Level 2. Questions which require the student to organize/reorganize, elicit, analyse, summarize, classify, outline, compare which, in its turn, needs paraphrasing and conclusion-making skills: *Paraphrase...; Compare ...; Sum up...; List...* .

Level 3. Questions which require the student to process the information obtained in accordance with their personal knowledge, experience to form hypothetical assumptions predicting what might be or what is supposed to be (consequences): *What/When/Where/How many... would ...; What would be the reasons/results of...; What could you assume...; What is supposed to be...; What are the implications of...*

Level 4. This level of cognitive difficulty questions require a student to compare two, three, four ideas, approaches, techniques, technologies, materials to explain adequacy, appropriateness, usability, acceptability or potentiality expressing agreement, disagreement, determining importance, results*: Is it valid/appropriate...; What is your opinion...* .

Level 5. This level of cognitive difficulty requires a student to express his personal attitude to the information discussed based on professional standards: *What are your associations...; Why do you think these facts/theories/techniques/methods are interesting/appealing to you...; What is the main challenge for you?*

Let's show the technique in action, exemplifying it with reading activities. In our case these are the articles "Seafarers and ships: enhancing onboard cabin comfort with connectivity" [4] and "COVID-19 brings flexibility of cruise ship designs to the spotlight" [5]. Pre-reading question session can be concentrated on assuming what potential reasons for changing cruise ship designs could be. Level 1 questions can involve the discussion of the subsections: *Three drivers of change; All newbuilding options may not be taken up; Consumer-related changes more critical; Open questions, changing landscapes*. Post-reading question session can involve the discussion which require students' justified opinions based on their specific knowledge*: What are your comments of the following paragraphs? Are you satisfied with the author's conclusions? Why yes or why not? What are your questions to the author as an electrical engineer, a naval architect, an environmentalist?*

Conclusion. The awareness of the classified cognitive complexity of questions as one of the major techniques the teacher uses in ESP or Academic English class enables to make this class more effective because it presents a potential assessing instrument for determining how students meet the

challenges. Moreover, the technique also enables to make class more time-consuming which is rather crucial in the conditions of online educating process.

REFERENCES

1. Smith F. Comprehension and learning. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1975.

2. Zamel V. Cybernetics: a model for feedback in the ESL classroom // TESOL Quarterly, 15, pp. 139 - 150.

3. Martens B. K., Hiralall A. S., Bradley T.A. A note to teacher: improving student behavior through goal-setting and feedback // School Psychology Quarterly, 12/1, 1997. pp. 33 - 41.

4. Seafarers and ships: enhancing onboard cabin comfort with connectivity // The Naval Architect, February 2021. pp. 24.

5. COVID-19 brings flexibility of cruise ship designs to the spotlight // The Naval Architect, January 2021. pp. 20 - 21.

Секція 10. ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ НА ЗАХИСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

УДК 342.001

АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В КОНТЕКСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ДЕРЖАВИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

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
Князєв В. С.
доктор юридичних наук, доцент,
професор кафедри адміністративного та конституційного права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
notarius_kn@ukr.net

Анотація. Розглянуто деякі аспекти адміністративно-правового забезпечення інноваційної діяльності в контексті підвищення економічного потенціалу держави в сучасних умовах. З'ясовано характерні ознаки інновацій. Підкреслено вагомість створення ефективного та дієвого механізму інноваційного розвитку, складовою якого стане адміністративно-правовий механізм забезпечення інноваційної діяльності.
Ключові слова: інновації, інноваційна діяльність, інноваційний продукт, інноваційна продукція, адміністративно-правові норми, адміністративно-правовий механізм.

Вступна частина. Нині надзвичайно вагомого значення для нашої держави набуло питання відновлення економіки, повернення її до рівня довоєнного часу, а також подальший розвиток економічного потенціалу. У цьому контексті, Україні, як державі, що отримала статус кандидата в члени ЄС досить важливо звернути увагу на явні переваги розвитку соціально-економічних систем промислово розвинених країн, що забезпечені за рахунок переходу до інтенсивного типу розширеного виробництва на основі науково-технічного прогресу та активного процесу запровадження інновацій як основоположних чинників економічного зростання.

Мета роботи. Розглянути деякі аспекти правового забезпечення інноваційної діяльності як вагомого чинника підвищення економічного потенціалу держави в сучасних умовах.

Основна частина. Передусім варто наголосити на тому, що найвагомішою умовою створення високоефективної економіки на сучасній технологічній базі у передових державах світу стають інноваційні процеси. Сьогодні ми спостерігаємо таку загальну тенденцію, притаманну сучасному світовому розвитку, яка полягає у тому, що знання стають основною умовою досягнення запланованого кінцевого результату в будь-якій сфері діяльності. Одержання нових знань і технологій, особливо їх практичне використання, визначають роль і місце країни у світовому співтоваристві, рівень життя населення і гарантування національної безпеки. У світі затверджується економіка, заснована на знаннях [1, с. 3].

На думку Л. Й. Аведян, «конкурентною силою є форсоване збільшення інноваційного потенціалу відповідно до нової ролі людського фактора, співвідношення науки та виробництва» [2, с. 2].

У статті 1 Закону України «Про інноваційну діяльність» міститься визначення інновації, під яким законодавець пропонує розуміти «новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери» [3]. Натомість, мовлячи про інноваційну діяльність з позиції права, варто зауважити, що об'єктом цієї діяльності виступають такі збірні категорії як «інноваційний продукт» та «інноваційна продукція».

Дослідниця питання адміністративно-правового регулювання інноваційної діяльності в умовах трансформації економіки України, М. Я. Іванець, зауважує, що інновації «у підприємництві в державах з розвиненою економікою розглядаються як обов'язкова умова ефективного економічного розвитку» [4, с. 25]. При цьому вчена виокремлює сім ознак, що притаманні інноваціям, а саме: «1. Новизна, тобто сукупність властивостей, які свідчать про кардинальні зміни об'єкта, в наслідок яких задовольняється нова потреба або задовольняється по-новому традиційна потреба, знижуються витрати, використовуються нові матеріали тощо. 2. Спрямованість на конкретне перетворення, тобто мається на увазі не різноманітні не пов'язані між собою нововведення, що виникають миттєво під впливом будь-яких подій і тут же йдуть в небуття, а тільки ті, які мають на меті конкретне перетворення. 3. Зв'язок з інтелектуальною діяльністю, тобто інновації є результатом науково-дослідної, дослідно-конструкторської та іншої інтелектуальної діяльності. 4. Виробнича застосовність, тобто можливість і здатність застосування інновації в тій чи іншій галузі і отримання на її основі нового або вдосконаленого продукту. 5. Комерційна реалізація, тобто задоволення споживчого попиту, наявного на ринку, інакше кажучи, важливою ознакою інновацій є можливість комерціалізації інноваційного продукту, його залучення в економічний обіг з метою отримання прибутку. 6. Отримання економічної вигоди або створення умов для її отримання, в тому числі за рахунок зменшення витрат на етапі виробництва. 7. Ефективність, тобто спрямованість на вдосконалення процесу виробництва. Як правило, виділяють три базові групи інноваційних процесів: нові ідеї; нові рішення; новий продукт» [4, с. 25].

Цитований нами О. В. Голяшкін, правову модель інноваційного процесу подає у певних взаємопов'язаних юридичних нормах, які, на думку автора, розраховані на правове регулювання інноваційної діяльності. Такими нормами, як вважає вчений, є: 1) норми, що регулюють організаційні, майнові й інші відносини у процесі отримання і створення інновації (інноваційного продукту); 2) норми, що регулюють відносини з передачі прав на інновацію (інноваційний продукт); 3) норми, що регулюють відносини при реалізації інновації (інноваційного продукту) [1, с. 27].

Водночас, як зауважує Л. Й. Аведян, «зарубіжній досвід свідчить про використання різних прямих та непрямих методів державної підтримки створення та функціонування технопарків та інших інноваційних структур. Це програми фінансового стимулювання, пряме інвестування акціонерного капіталу та державних кредитів, різні форми податкових та митних пільг» [2, с. 4]. При цьому вчена наголошує про існування близько 300-т різних форм та методів стимулювання інноваційної діяльності, а також звертає увагу на досвід низки розвинутих країн, які для здійснення структурних перетворень і технологічної модернізації економіки переходять від принципів ринкового прагматизму до використання моделі регульованої ринкової економіки з високою часткою прямого й непрямого державного впливу, а це включає в себе розробку ефективної інвестиційно-інноваційної політики, суть якої полягає у виробленні і реалізації системи пріоритетів, створення механізмів і окремих заходів, що забезпечують формування національної інноваційної системи [2, с. 4].

Висновки. Отже, підсумовуючи викладене вище може констатувати вагому роль норм адміністративного права у забезпечення інноваційної діяльності в Україні, яка нині виступає одним з визначних чинників зростання економіки держави. Вочевидь, така ситуація потребує створення ефективного та дієвого механізму інноваційного розвитку, складовою якого стане адміністративно-правовий механізм забезпечення інноваційної діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голяшкін О. В. Адміністративно-правове регулювання інноваційної діяльності в Україні: дис.. канд.. юрид. наук: спец. 12.00.07 – адміністративне право і процес; фінансове право; інформаційне право. Київ, 2011. 220 с.

2. Аведян Л. Й. Інновації та інвестиції як фактор забезпечення конкурентоспроможності національної економіки та трансформації економічних відносин. *Актуальні проблеми державного управління*. 2016. Вип. 2(50). С. 1–6.

3. Про інноваційну діяльність: закон України від 4 липня 2002 року № 40-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2002., № 36. Ст. 266.

4. Іванець М. Я. Адміністративно-правове регулювання інноваційної діяльності в умовах трансформації економіки України: дис. канд. юрид. наук: спец. 12.00.07 – адміністративне право і процес; фінансове право; інформаційне право. ПВНЗ «Львівський університет бізнесу та права». Львів, 2019. 198 с.

Administrative And Legal Provision Of Innovative Activities In The Context Of Increase Of The Economic Potential Of The State In Modern Conditions

Oleg Yuriyovych Dubinskiy Vsevolod Serhiyovych Kniaziev
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Abstract. Some aspects of administrative and legal provision of innovative activity in the context of increasing the economic potential of the state in modern conditions are considered. Characteristic features of innovations are clarified. The importance of creating an effective and efficient mechanism for innovative development, which will be a component of the administrative and legal mechanism for ensuring innovative activity, is emphasized.

Key words: innovations, innovative activity, innovative product, innovative products, administrative and legal norms, administrative and legal mechanism.

УДК 343.22

КРИМІНАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ПОРУШЕННЯ ПРАВИЛ КОРАБЛЕВОДІННЯ

Бараненко Д.В.
доктор юридичних наук, професор кафедри Теорії та історії держави і права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна,
dmytro.baranenko@nuos.edu.ua

Проаналізовано склад кримінального правопорушення в ст. 417 КК України «Порушення правил кораблеводіння». Зазначено, що вказана кримінально-правова норма потребує змін шляхом включення кваліфікуючої ознаки про умови воєнного стану та диференціації покарання. Це сприятиме справедливому правосуддю, досягненню мети покарання.

Ключові слова: воєнний стан, кваліфікуюча ознака, спеціальний суб'єкт, військовослужбовець, військовий моряк.

Законодавство України за часів незалежності в своєму розвитку зазнало концептуальних змін. Україна поступово рухається шляхом удосконалення своєї правової системи і наблизилась до розвинутих правових держав, в тому числі, за критерієм наявності справедливого правосуддя в сфері кримінальної відповідальності. Прийнятий в 2001 році Кримінальний кодекс України (далі – КК) постійно зазнає змін, які відображають прагнення суспільства до диференціації і гуманізації кримінальної відповідальності.

Вплив кримінального права спрямований на поведінку людини. Здійснюється цей вплив шляхом правового регулювання поведінки, що має певні особливості. [1, с. 20] Зміст такої «особливої» поведінки складають діяння, які спричиняють шкоду суспільним інтересам, благам та цінностям або створюють реальну загрозу спричинення такої шкоди.

Часи змінюють вимоги до ролі права в державі. Сьогодні набула особливого значення кримінально-правова охорона тих суспільних відносин від нормального розвитку яких може залежати перемога над агресором. Це знайшло свій вираз в змінах КК в частині охорони суспільних відносин в сфері національної безпеки (криміналізовані колаборційна діяльність, несанкціоноване розповсюдження інформації про Збройні сили України, пособництво державі-агресору, в багатьох випадках посилена відповідальність).

Однак, не можна посилаючись на важкі часи, схилятись до хибної думки, що посилення відповідальності та суворості покарання самі по собі здатні здолати злочинність. Багато разів історія доводила зовсім інше. Тут складність завдання обумовлена тим, щоб знайти спосіб врахувати і необхідність посилення кримінальної відповідальності (в певних випадках саме у зв'язку з воєнним станом) і, одночасно, не вдатися до несправедливих інквізиційних методів правосуддя, що швидко принесе державі більше шкоди ніж користі.

Є кримінальні правопорушення, які не потребують посилення покарання за їх вчинення, але вимагають врахування того складного становища в якому опинилася наша держава та диференціації відповідальності. Це можливо шляхом включення до відповідних статей певних кваліфікуючих та особливо кваліфікуючих кримінальну відповідальність обставин, саме які і будуть враховувати воєнний стан.

Потребує включення кваліфікуючої обставини склад кримінального правопорушення в ст. 417 КК «Порушення правил кораблеводіння». [2]

Порушення правил кораблеводіння відноситься до військових кримінальних правопорушень.

Відповідно до ч. 1 ст. 401 КК України військовими кримінальними правопорушеннями визнаються передбачені Розділом XIX КК України кримінальні правопорушення проти встановленого законодавством порядку несення або проходження військової служби, вчинені військовослужбовцями, а також військовозобов'язаними та резервістами під час проходження зборів. [2]

Суб'єктом кримінального правопорушення в ст. 417 КК є військовий моряк, на якого покладені обов'язки по водінню корабля (командир, помічник командира, штурман, вахтовий офіцер, командир з'єднання кораблів тощо).

Тобто, суб'єкт кримінального правопорушення в ст. 417 КК є спеціальним за ознакою несення особою військової служби. В умовах воєнного стану справедлива диференціація відповідальності військовослужбовців має велике значення. Наприклад, вже кілька років точиться дискусія про можливість відновлення військових судів та укомплектування їх компетентними суддями, які знають військову специфіку. [3]

Виступаючи у правовідносинах носієм загальної або спеціальної правосуб'єктності, у кримінальному праві суб'єкт вважається спеціальним, якщо його здатність бути учасником кримінальних правовідносин пов'язана з його певними особливостями. Причому, дані особливості становлять собою ознаки, які передбачені у диспозиціях Особливої частини КК як криміноутворюючі, що доповнюють загальні ознаки суб'єкта кримінального правопорушення, наділяючи його властивостями, характерними для конкретних складів

кримінального правопорушення. Саме завдяки вказаним ознакам особа здатна нести кримінальну відповідальність. [4, с. 6]

Об'єктом цього кримінального правопорушення є встановлений порядок водіння військових кораблів, що визначений правилами кораблеводіння, які передбачають обов'язкові вказівки, додержання яких забезпечує точне і безпечне водіння (плавання) кораблів оптимально вибраними курсами, визначення їх місця в морі (океані), маневрування та ін. Кораблеводіння включає в себе безпосереднє управління кораблем у плаванні, визначення курсу і швидкості корабля, глибини занурення підводного човна, встановлення місцезнаходження корабля, здійснення маневру, буксирування корабля, вживання заходів попередження зіткнення суден у морі, заходів безпеки на випадок шторму і зміни погоди тощо. [5, с. 716]

Правила водіння поширюються на всі види військових плаваючих засобів, а також на гідроаероплани, що маневрують на воді. Ці правила містять як норми, що регулюють загальний порядок кораблеводіння, так і порядок, якого мають дотримуватись тільки військові кораблі. [6]

Об'єктивна сторона цього кримінального правопорушення полягає в порушенні цих правил та, що є обов'язковим, передбачає настання наслідків – загибель людей, корабля або інші тяжкі наслідки, які перебувають у причинному зв'язку з їх порушенням. Іншими тяжкими наслідками тут є: заподіяння кораблю серйозних ушкоджень (спричинення кораблю поломок, які потребують капітального ремонту або великих матеріальних витрат на його відновлення); інші наслідки, наприклад, спричинення тяжких або середньої тяжкості тілесних ушкоджень особам, які перебували на борту, зрив виконання важливого військового завдання, втрата цінного вантажу тощо.

Без настання визначених наслідків або без причинного зв'язку між порушенням правил кораблеводіння та настанням наслідків складу кримінального правопорушення не буде.

Суб'єктивна сторона тут характеризується умислом або необережністю щодо порушення правил, а щодо наслідків – лише необережністю.

Стаття містить тільки одну частину з відносно визначеною санкцією, яка встановлює межі одного виду покарання – позбавлення волі на певний строк, в досить широкій амплітуді: від п'яти до п'ятнадцяти років. В чинній редакції склад цього кримінального правопорушення не є диференційованим. В статті відсутні кваліфікуючі ознаки, які б дозволяли розмежувати ступінь вини та, відповідно, більш справедливо визначати тягар кримінальної відповідальності винної особи.

Проблема призначення покарання у вигляді позбавлення волі на певний строк нами досліджувалась. Зверталась увага, що закріплена в КК України система покарань не дозволяє суду в певних випадках призначити покарання, яке за своєю суворістю або м'якістю буде справедливим і буде досягати такої мети покарання, як виправлення особи. [7, с. 141-148]

Широка амплітуда призначення розміру покарання – в межах 10 років позбавлення волі, за вчинення кримінального правопорушення з необережною формою вини, створює для суду ризики прийняття рішення про розмір покарання під впливом зовнішніх факторів, які не включені в алгоритм правосуддя (наприклад, агресивного тиску з боку засобів масової інформації), формування упередженого ставлення та суб'єктивної оцінки фактичних обставин вчиненого.

Так, наприклад, загибель однієї людини не виключає можливість призначення за цією статтею покарання у вигляді позбавлення волі на 15 років. Однак, при вчиненні такого кримінального правопорушення як вбивство через необережність двох або більше осіб (ч. 2 ст. 119 КК) покарання у вигляді позбавлення волі передбачене на строк не більше 8 років. [2]

Очевидно, буде правильним диференціювати кримінальнику відповідальність в ст. 417 КК шляхом включення в неї частини другої, розмежування суворості покарання залежно від наявності кваліфікуючих обставин та викласти її в такій редакції:

«Стаття 417. Порушення правил кораблеводіння.

1. Порушення правил кораблеводіння, що спричинило загибель людей, загибель корабля або інші тяжкі наслідки, -

карається позбавленням волі на строк від п’яти до восьми років.

2. Ті самі діяння, вчинені в умовах воєнного стану, -

карається позбавленням волі на строк від восьми до п’ятнадцяти років.»

Така диференціація більшою мірою відповідає змісту кримінальної відповідальності, буде сприяти призначенню справедливого покарання та досягненню його мети – виправлення засудженого.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кримінальне право України. Загальна частина : підручник: Т. І. Загальні засади / П.С. Берзін. – Київ : ВД «Дакор», 2019. – 562 с.

2. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14

3. https://www.depo.ua/ukr/war/nazad-v-srsr-chi-spravedlivist-chomu-armiya-hoche-viyskovi-sudi-20180118710784

4. Спеціальний суб’єкт злочину: кримінально-правовий аналіз / автореферат / Д.В. Бараненко: 12.00.08; Академія адвокатури України. – Київ, 2009. – 19 с.

5. Кримінальне право України: Особлива частина: підручник / В.Я. Тацій, В.І. Борисов, В.І. Тютюгін та ін. – Харків : Право, 2020 – 768 с.

6. https://ips.ligazakon.net/document/view/KK004940

7. Бараненко Д.В. Проблемні питання призначення покарання у вигляді позбавлення волі на певний строк і довічного позбавлення волі. Право і суспільство. 2020. № 5.

Criminal Liability For Violation Of Maritime Navigation Rules

Dmytro Baranenko

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The elements of a crime in the article 417 of Constitution of Ukraine «Violation of maritime navigation rules» were analyzed. It is stated that the above-mentioned legal norm should be modified by adding a qualifying factor about war-time conditions and differentiation of punishment. It would be beneficial for fair trial and meeting the objective of punishment.

Key words: war-time conditions, qualifying factor, special perpetrator, member of the military, naval mariner.

УДК 342.022.(477)

РОЛЬ АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

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. Досліджено роль адміністративно-правового регулювання економіки України в умовах євроінтеграції. З’ясовано чинники, які зумовлюють необхідність формування цілісної, логічно несуперечливої, що спирається на нові досягнення адміністративно-правової науки, концепції адміністративно-правового регулювання у сфері економіки як значимої з погляду юридичної теорії та практики наукової проблеми. Вказано на важливість адміністративно-правових норм, що регулюють окремі види економічної діяльності, зокрема, таких ключових

видів як інноваційна та інвестиційна, що мають позитивний вплив на розвиток економіки держави.

Ключові слова: адміністративно-правові норми, адміністративно-правове регулювання, економіка, інвестиційна діяльність, інноваційна діяльність, економічна безпека, державно-приватне партнерство.

Вступна частина. Упродовж років незалежності України в царині її економіки відбувались різні процеси, які не завжди позитивно впливали на добробут наших громадян, а також доволі часто зумовлювали негативні прояви щодо дотримання дисципліни та законності у сфері публічного управління. З огляду на це, вагоме значення для запобігання різноманітних негативних наслідків в економіці держави відведено адміністративно-правовому регулюванню як одному з дієвих правових інструментів.

Вочевидь, що саме адміністративно-правове регулювання економіки, метою якого є легалізація найперспективніших форм і методів правового впливу на діяльність у досліджуваній сфері (зокрема таких перспективних видів діяльності як інноваційна та інвестиційна), покликане визначати такі напрями розвитку економічних відносин.

Мета роботи. З'ясування ролі адміністративно-правового регулювання економіки України в умовах євроінтеграційних процесів.

Основна частина. Необхідність концептуального та теоретико-методологічного вивчення форм та методів участі держави в економіці країни, створення ефективно функціонуючих правових механізмів, спрямованих на захист вітчизняного товаровиробника, фінансового та споживчого ринків, забезпечення економічної безпеки тощо викликає потребу в розробці адміністративно-правових норм, що регулюють сферу економіки.

Науковий інтерес до проблематики адміністративно-правового регулювання економічних відносин у сучасний період, коли Україна здійснює реальні кроки до повноправного вступу в європейську спільноту, є об'єктивним й обумовлений логічним взаємозв'язком адміністративного права та економіки, необхідністю давати кожному новому етапу соціально-економічного розвитку держави відповідну правову оцінку, а також визначає роль цієї галузі права в економічній царині.

Мовлячи про адміністративно-правове регулювання економічної сфери варто звернути увагу на те, що сьогодні прийнято низку законодавчих і підзаконних нормативно-правових актів, що регламентують окремі аспекти економічної діяльності. До прикладу, інноваційну діяльність та інвестиційну діяльність [1–2] тощо. У цій площині держава, проявляючи турботу про залучення інвестицій, приймає заходи для створення найбільш сприятливих умов для інвесторів та тих, хто розвиває виробництво на інноваційній основі.

Вагоме місце також належить і тим нормам адміністративного права, за допомогою яких здійснюється запобігання та протидія правопорушенням, що вчиняються у сфері економіки, забезпечується економічна безпека.

Досліджуючи питання забезпечення економічної безпеки як однієї із функцій держави, Н. Ю. Кантор, висловлює думку про доцільність створення спеціального центрального органу виконавчої влади у сфері забезпечення економічної безпеки для контролю та координації діяльності інших суб'єктів, розробки стратегічних орієнтирів економічної безпеки на тривалий період та планів їх поетапної реалізації [3, с. 66].

Водночас, у контексті питань, що досліджуються, необхідно звернути увагу на важливість удосконалення інституту державно-приватного партнерства як нової форми взаємодії держави та приватних суб'єктів господарювання, а також на значимість оптимізації алгоритмів вирішення економічних конфліктів та розробки адміністративних заходів регулюючого (стимулюючого) та охоронного характеру, спрямованих на забезпечення законності, правопорядку та економічної стабільності.

На думку А. М. Апарова та А. В. Яценко, «доволі нове правове явище – державно-приватне партнерство (ДПП) – є важливим інструментом на шляху відновлення та модернізації національної економіки, розв'язання важливих соціально-економічних проблем шляхом об'єднання і застосування ресурсів державного й приватного секторів» [4, с. 27].

Висновки. Отже, підсумовуючи викладене вище можемо констатувати, що сучасна вітчизняна економіка, характеризується складним характером, який дозволяє пояснити складний і об'ємний характер її адміністративно-правового регулювання.

Розвиток адміністративно-правового регулювання відбувається паралельно з розвитком господарських відносин; збільшенням кількості суб'єктів господарських відносин; диверсифікацією економіки; виникненням нових галузей господарської діяльності; лібералізацією і внутрішнього товарно-грошового обміну та виробництва, і зовнішньоекономічної діяльності. Варто зауважити, що такі феномени характерні більшості сучасних держав і пояснюються закономірностями їх історичного розвитку, соціально-політичного устрою, а також процесами глобалізації та євроінтеграції. У цьому контексті особлива роль, відведена публічно-правовому регулюванню економіки, є об'єктивно необхідною і з погляду забезпечення державних, і з погляду забезпечення приватних інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про інноваційну діяльність: закон України від 4 липня 2002 року № 40-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2002., № 36. Ст. 266.

2. Про інвестиційну діяльність: закон України від 18 вересня 1991 року № 1560-XII. *Відомості Верховної Ради України.* 1991. № 47. Ст. 646.

3. Кантор Н. Ю. Забезпечення економічної безпеки як основна функція української держави. *Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції*. 2018. № 6. Том 2. С. 64–67.

4. Апаров А. М., Яценко А. В. Державно-приватне партнерство як особлива правова форма співпраці держави з приватним бізнесом. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. Науковий журнал*. Серія: Юридичні науки. 2015. № 4 (81). С. 27–35

The Role Of Administrative And Legal Regulation Economy Of Ukraine In The Conditions Of European Integration

Olena Anatolyivna Lomakina
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

Abstract. The role of administrative and legal regulation of the economy of Ukraine in the conditions of European integration is studied. The factors that determine the need for the formation of a coherent, logically consistent, concept of administrative-legal regulation in the field of economics, based on the new achievements of administrative-legal science, as a significant scientific problem from the point of view of legal theory and practice, have been clarified. The importance of administrative and legal norms regulating certain types of economic activity, in particular, such key types as innovation and investment, which have a positive impact on the development of the state's economy, is indicated.

Key words: administrative and legal norms, administrative and legal regulation, economy, investment activity, innovative activity, public-private partnership.

УДК 343.341

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЗОРОСТІ ТА ДОБРОЧЕСНОСТІ ВСТУПНОЇ КАМПАНІЇ 2022 ЯК СКЛАДОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Ломжець Юлія Вікторівна,
кандидат політичних наук, доцент
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв
ylomzhets@gmail.com

Автор аналізує організаційні та правові зміни проведення вступної кампанії до закладів освіти у 2022 році. На основі вказаного аналізу викладені основні корупційні ризики вступної кампанії та запропоновані заходи їх мінімізації.
Ключові слова: корупційні ризики, доброчесність, заклад освіти, вступна кампанія, приймальна комісія.

Забезпечення прозорості вступної кампанії та боротьба з будь-якими з проявами корупції на всіх її етапах покликані гарантувати, з одного боку, прийом на навчання найкращих випускників українських шкіл для посилення економічного, виробничого, наукового потенціалу країни. З іншого боку, прозорий та доброчесний вступ підвищує авторитет і престиж української вищої освіти ти запобігає відтоку молоді закордон.

У 2021-2022 році Громадська організація «Асоціація юридичних клінік України» за експертної підтримки Національного агентства з питань запобігання корупції провела дослідження корупційних ризиків вищої освіти України, результатом якого стало оприлюднення Розширеного реєстру корупційних ризиків [5] та публікація видання «Стратегічний аналіз: ТОП 25 корупційних ризиків у вищий освіті» [2]. Автори дослідження дійшли висновки, що, завдяки запровадженню в Україні зовнішнього незалежного оцінювання, процеси вступу до закладів освіти майже не містять корупційних ризиків. Певні питання періодично виникали до процесів організації внутрішніх вступних випробувань в ЗВО (фахових іспитів, творчих конкурсів, складання спортивних нормативів), проте з залучення зовнішніх стейкхолдерів та автоматизація вступу допомагали зробити й ці процеси максимально прозорими.

Повномасштабна агресія Російської Федерації та запровадження на васій території України воєнного стану змусили Верховну Раду України та Міністерство освіти і науки України трансформувати процеси випуску із закладів загальної середньої освіти та вступу до закладів вищої та фахової передвищої освіти, тимчасово скасувавши зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО) та запропонувавши альтернативні форми проведення вступної кампанії, зокрема проведення національного мультипредметного тесту. Разом з тим відповідно до Порядків вступу до закладів фахової передвищої [3] та вищої освіти [4] 2022 року оновлені процедури, з одного боку, створили безпечні умови для абітурієнтів при вступі, а з іншого – містили прогалини, що можуть сприяти порушенню їх прав у доступі до освітніх послуг, особливо у випадку порушення принципів доброчесності окремими посадовими особами закладу освіти.

З метою виявлення можливих ризиків порушення прав абітурієнтів під час трансформованої вступної кампанії Асоціація юридичних клінік України та Національне агентство з питань запобігання корупції провели аналіз оновлених процедур та визначили перелік корупційних вступної кампанії 2022 року [1].

Виявлені ризики, в першу чергу, пов’язані із широкою автономією та дискрецією, яку надають закладам освіти оновлені процедури вступної кампанії, що запроваджені у зв’язку з

російською збройною агресією проти України. Визначені ризики об'єднані у три категорії за такими процесами вступної кампанії:

- організація вступної кампанії;
- проведення вступних випробувань;
- вступ до закладів вищої освіти із специфічними умовами навчання.

До першої групи підносяться наступні корупційні ризики

1. Неправомірний вплив третіх осіб на адміністрацію закладу освіти.
2. Неправомірний вплив адміністрації закладу освіти на роботу приймальної комісії .
3. Неправомірний вплив на роботу приймальної комісії при переведенні вступників на вакантні місця державного замовлення

До другої групи відноситься всі корупційні ризики, пов’язані з організацією та проведенням внутрішніх вступних випробувань у закладі освіти:

1. Фальсифікація результатів оцінювання знань та вмінь абітурієнтів під час творчих конкурсів, здачі спортивних нормативів та фахових іспитів.
2. Фальсифікація результатів оцінювання знань та вмінь абітурієнтів за результатами розгляду мотиваційних листів.
3. Написання мотиваційних листів співробітниками, членами комісій закладів освіти замість абітурієнтів.
4. Неправомірне спонукання абітурієнтів до «придбання послуг» приватних центрів із написання мотиваційних листів.
5. Порушення принципів академічної доброчесності та використання абітурієнтами чужих мотиваційних листів (плагіат, компіляція) .
6. Штучність процесу проведення вступної співбесіди у закладах фахової передвищої освіти з метою збільшення контингенту здобувачів освіти.
7. Фальсифікація результатів закінчення підготовчих курсів закладу вищої освіти з метою отримання неправомірної вигоди.

До закладів освіти зі специфічними умовами навчання відносяться ЗВО системи Міністерства оборони України, Служби безпеки України та Міністерства внутрішніх справ. Особливістю організації навчального процесу в таких закладах є особливості правового регулювання: поряд з законодавством про освіти, в них застосовуються спеціальні нормативні акти відповідних міністерств та відомств. Відповідно під час вступу до закладів освіти зі специфічними умовами навчання можуть виникати додаткові корупційні ризики:

1. Зловживання під час визначення обсягів державного замовлення ЗВО зі специфічними умовами навчання, вищих військових навчальних закладів.
2. Зловживання під час надання направлення на здобуття освіти за державним замовленням до ЗВО зі специфічними умовами навчання.

Виникнення та потенційна реалізація корупційних ризиків під час організації та проведення вступної кампанії пов’язана з наступними чинниками:

— дискреція повноважень адміністрації у прийнятті правил прийому закладу освіти;

— широка дискреція керівника закладу освіти через розширення його повноважень за рахунок його головування у приймальній комісії;

— організаційна і фінансова залежність закладів освіти від партнерів (органи місцевого самоврядування, представники бізнесу, інші види партнерств);

— персональна недоброчесність членів приймальної комісії та/або адміністрації закладу освіти, які бажають отримати неправомірну вигоду або сприяти у переведенні на бюджет близьких осіб, а також самих абітурієнтів;

— велика кількість бажаючих вступити до закладу освіти без складення мультипредметного тесту, а виключно за результатами внутрішніх вступних випробувань;

— зменшення кількості бюджетних місць у закладах освіти та зниження платоспроможності абітурієнтів для навчання за кошти фізичних осіб (за контрактом);

— відсутність чітких критеріїв проведення, змісту та оцінки внутрішніх вступних випробувань (особливо під час проведення творчих конкурсів) для абітурієнтів;

— несвоєчасне оприлюднення програми внутрішніх вступних випробувань на вебсайті закладу освіти, що унеможливлює належну підготовку абітурієнтів до здачі цих випробувань;

— недостатній контроль за абітурієнтами під час проведення внутрішніх вступних випробувань через формальність процедури та/або недобросовісність членів предметних екзаменаційних комісій;

— відсутність розроблених Міністерством освіти і науки України рекомендацій (стандартів) щодо написання та оцінювання мотиваційних листів;

— відсутність можливості в автоматичному режимі відстежити рух та авторство мотиваційного листа;

— відсутність усталеної практики написання та оцінювання мотиваційних листів;

— недоброчесність абітурієнтів, які бажають спростити вступ до закладу освіти шляхом «підкупу» членів приймальної комісії;

— недоброчесність та суб'єктивізм при оцінюванні знань та вмінь абітурієнтів членами приймальної комісії під час внутрішніх вступних випробувань;

— Бажання закладів освіти здійснити набір здобувачів у складних умовах та збільшити обсяг абітурієнтів, які вступатимуть за контрактною формою навчання, що сприятиме лояльному ставленню до оцінювання знань вступників.

Для мінімізації ймовірності настання та реалізації корупційних ризиків авторами дослідження запропоновані наступні заходи впливу:

Для забезпечення прозорості проведення вступних випробувань:

1. Розробка прозорих і зрозумілих критеріїв оцінювання внутрішніх вступних випробувань, індивідуальної усної співбесіди, мотиваційних листів у закладі освіти, їх завчасне оприлюднення на офіційному вебсайті закладу освіти з метою попередньої підготовки до їх складення.
2. Забезпечення громадського контролю за роботою приймальної комісії: залучення представників громадських організацій, ЗМІ
3. Забезпечення зовнішнього контролю за проведенням та оцінюванням результатів вступних випробувань представниками офісу освітнього омбудсмена, Міністерства освіти і науки України.
4. Включення до складу приймальної комісії представників органів студентського самоврядування.
5. Візування уповноваженим порядку проведення, вимог та критеріїв оцінювання вступних випробувань, мотиваційних листів, індивідуальної усної співбесіди.
6. Візування уповноваженим відповідних наказів керівника закладу освіти, прийнятих на підставі рішення приймальної комісії.
7. Проведення інструктажу з доброчесності з членами комісії для проведення внутрішніх вступних випробувань (предметно-екзаменаційні комісії).
8. У разі виявлення порушень уповноважений має право вживати заходів реагування з метою їх усунення та встановлення причин і умов, що їм сприяли.

Для мінімізації корупційних ризиків під час проведення внутрішніх вступних випробувань, творчих конкурсів та спортивних нормативів:

1. Перевірка письмових робіт (творчих конкурсів) на плагіат.
2. Оприлюднення на офіційному вебсайті закладу освіти творчих робіт вступників.
3. Залучення до роботи комісій з оцінки творчих конкурсів зовнішніх експертів (стейкхолдерів освітніх програм)
4. Забезпечення фото- та/або відеофіксації процедури здачі спортивних нормативів абітурієнтами.
5. Завчасне оприлюднення списків учасників та результатів здачі спортивних нормативів на вебсайті закладу освіти.
6. Моніторинг проведення іспиту уповноваженою особою, аналіз результатів проходження іспиту та оцінок кандидата за напрямом фізичної підготовки закладу середньої освіти.
7. Запровадити рандомний порядок розподілу членів комісії серед груп абітурієнтів, які здають спортивні нормативи

Рекомендації щодо процесу оцінювання мотиваційних листів:

1. Забезпечення анонімності подання (шифрування) мотиваційних листів, письмових робіт внутрішніх вступних випробувань з метою неможливості підміни роботи та/або мотиваційного листа чи результатів оцінки конкретної особи під час оцінювання.
2. Впровадження дворівневого механізму перевірки та внесення результатів оцінювання в ЄДЕБО з метою попередження підміни результатів оцінювання або мотиваційних листів працівниками, які робили написання на замовлення.
3. Моніторинг інформації з відкритих джерел про організації, які пропонують послуги з написання мотиваційних листів. Перевірка інформації щодо таких організацій, їх засновників та їх зв’язків із закладом освіти, працівниками.
4. Залучення до проведення вступних випробувань та/або оцінювання або до здійснення моніторингу діяльності приймальної комісії уповноваженого з питань запобігання та виявлення корупції закладу освіти:

- моніторинг (вибіркова перевірка) уповноваженим письмових робіт, мотиваційних листів абітурієнтів з метою аналізу об’єктивності оцінювання відповідно до критеріїв закладу освіти;
- моніторинг (вибіркова перевірка) уповноваженим матеріалів засідань комісії із проведення творчих конкурсів/фахових іспитів;
- залучення уповноваженого до засідань комісії під час проведення творчих конкурсів/фахових іспитів як спостерігача.

Організація усної співбесіди:

1. Розробка та затвердження процедури проведення усної співбесіди, переліку запитань, які мають бути встановлені під час усної співбесіди, критеріїв оцінювання відповідей абітурієнта.
2. Оприлюднення розширеного переліку запитань, які можуть задавати на співбесіді.
3. Рандомний вибір запитань при проведенні співбесіди.
4. “Знеособлення абітурієнта” - абітурієнта ідентифікує відповідальна особа (не член комісії, яка проводить співбесіду) та надає йому шифр. Відповідно комісія знає лише шифр абітурієнта під час оцінювання співбесіди
5. Відеофіксація проведення індивідуальних усних співбесід.
6. Забезпечення громадського контролю під час проведення співбесіди.
7. Забезпечення можливості присутності уповноваженого під час проведення співбесіди.
8. Можливість перегляду уповноваженим протоколів та інших матеріалів проведення співбесіди.

Як показали перші підсумки вступної кампанії 2022 року [6], українським закладам освіти вдалося уникнути більшості з перелічених вище ризиків шляхом запровадження нових інструментів їх мінімізації. Це стало свідченням сталості процесів реформування та

трансформації вищої освіти в Україні відповідно до сучасних загальносвітових та європейських вимог.

ЛІТЕРАТУРА

1. Корупційні ризики вступної кампанії 2022. Стратегічний аналіз корупційних ризиків. Київ: Національне агентство з питань запобігання корупції, Асоціація юридичних клінік України, 2022 – 37 с. URL: https://nazk.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/Ryzyky-vstupnoi-kampanii-.pdf
2. Корупційні ризики у вищій освіті. ТОП 25: Стратегічний аналіз корупційних ризиків, авторський колектив, відповідальна експертка Марія Цип'ящук. - Київ: Національне агентство з питань запобігання корупції, Асоціація юридичних клінік України, 2022 - 106 с. URL: https://nazk.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/TOP_25_koruptsiy-ni_ryzyky_u_vyshhiy-_osviti.pdf
3. Наказ Міністерства освіти і науки України від 27 квітня 2022 р. № 392 «Про затвердження Порядку прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2022 році». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0487-22#Text
4. Наказ Міністерства освіти і науки України від 20 квітня 2022 р. № 364 «Про затвердження Порядку прийому на навчання до закладів фахової передвищої освіти в 2022 році». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0486-22#Text
5. Реєстр корупційних ризиків у вищій освіті України. - Київ: Національне агентство з питань запобігання корупції, Асоціація юридичних клінік України, 2022 - 35 с. URL: https://nazk.gov.ua/wp-content/uploads/2022/05/Reyestr_koruptsiy-nyh_ryzykiv_u_vyshhiy-_osviti_Ukrai-ny-1.pdf
6. Чи вдалося зменшити ризик зловживань під час вступної кампанії: підсумки конференції про вступну кампанію 2022. URL: https://antycorportal.nazk.gov.ua/news/ci-vdalosa-zmensiti-rizik-zlovzivan-pid-cas-vstupnoi-kampanii-pidsumki-konferencii-pro-vstupnu-kampaniu-2022/?fbclid=IwAR0B6vjwkldf0SsiQrq5_aUfnzuyefb09f_jgwCAQ-YH3XimVNgCUrmlcWI

Establishment Transparency And Integrity Of The 2022 Admission Campaign As A Component Of The National Security Of Ukraine

Lomzhets Yuliia,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

The author analyzes the organizational and legal changes in conducting the admission campaign to educational institutions in 2022. On the basis of this analysis, the main corruption risks of the introductory campaign and proposed measures to minimize them are outlined.

Keywords: corruption risks, integrity, educational institution, admissions campaign, admissions committee.

УДК 342.93

ШЛЯХИ ТА ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ 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: найгостріші проблеми земельної реформи пов ’язані з недосконалістю державного управління земельними відносинами. Проблемою є підготовка землевпорядної документації та недостатність нормативно-правового забезпечення. Необхідно терміново прийняти нові нормативно-правові акти з метою удосконалення адміністративно-правового забезпечення та покращення контрольно-наглядової функції держави у сфері земельних відносин.
Ключові слова: земельна реформа, охорона земель, контрольно - наглядова діяльність, державне управління.

За тривалий час проведення земельної реформи в Україні накопичилася значна кількість проблем. Серед найгостріших проблем у даній сфері наразі залишаються : недосконалість державного управління земельними відносинами, у тому числі й стосовно контролю за раціональним використанням і охороною земель, нерозвиненість автоматизованої системи ведення Державного кадастру, брак дієвого механізму економічного стимулювання використання й охорони земель. [1]

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 у даній сфері.

Головні проблеми у сфері контролю за раціональним використанням і охороною земель значною мірою зумовлені незавершеністю процесу інвентаризації і автоматизації системи ведення державного земельного кадастру ,недосконалістю землевпорядної документації та недостатністю нормативно-правового забезпечення, майже повною відсутністю освітньої та просвітницької роботи на усіх рівнях.[2]

До основних чинників, що суттєво гальмують розвиток правового регулювання контрольно-наглядової діяльності у даній галузі, слід віднести відсутність належного законодавчого визначення правового статусу органів влади і, як наслідок, відсутність належного законодавчого розмежування повноважень центральних і місцевих органів державної влади щодо здійснення контрольно-наглядової діяльності у сфері земельних відносин, дублювання функцій органів виконавчої влади щодо здійснення контрольно-наглядової діяльності у сфері земельних відносин що призводить до численних порушень земельного законодавства, зокрема до необґрунтованої зміни цільового призначення земель сільськогосподарського призначення, масової забудови родючих земель без врахування вимог планування територій та законодавчого принципу пріоритетності використання таких земель для сільськогосподарського використання, а також до низького рівня ефективності використання таких земель.

У сучасній юридичній літературі є декілька підходів до визначення та виміру рівня ефективності контрольно-наглядової діяльності. Найбільш поширеним слід визнати підхід ,який виходячи з визначення ефективності як певного уявлення про дієвість, результативність,

здатність забезпечити досягнення відповідної соціальної мети, вимірює її рівень за допомогою визначення ступеню збігу фактичного результату з ідеальним, тобто досягнення мети в оптимальні строки, з найменшими витратами часу, матеріальних коштів та сил.

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.[3

Таким чином, на сучасному етапі розвитку земельного законодавства передбачено адміністративну ,цивільну або кримінальну відповідальність за цілу низку порушень у сфері земельних відносин.[4] 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 адміністративна відповідальність.[5] 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 та запровадження ефективних механізмів запобігання зловживанням при приватизації земельних ділянок, укладення правочинів що в сукупності з іншими заходами безумовно приведе до посилення контрольно-наглядової діяльності у сфері земельних відносин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України : від 28.06.1996 р.,№254к/96-ВР//ВВР України. -1996. - №30.- 1, ст.13-16,41-42.
2. Пахомов В.В. Монографія. Адміністративно-правове забезпечення діяльності у сфері земельних відносин. Суми / Сумський державний університет //.2016. 2, с. 545.
3. Оверковська Т.К. Моніторинг земель України : правові аспекти / Т.К. Оверковська // Юридичний вісник . - 2015.-№1 (15).- 3, с.125-129.
4. Пахомов В.В. Класифікація видів контрольно-наглядової діяльності у сфері земельних відносин / В.В. Пахомов// Публічне право.-К.,2011.-№3.- 4, с.101 -107.
5. Земельний Кодекс України.- Верховна рада України. Офіційний веб-портал. - //https/ iportal.rada.gov.ua/ - 5, ст.153-158.

Ways And Problems Of Improving Administrative - Legal Security And Control - Supervisory Activities In The Sphere Of Land Relations In Ukraine

Andriy Leonidovych Borko
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.

УДК 342.922

ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЯК ЗАСОБУ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ

Бортник Н. П.
доктор юридичних наук, професор,професор
кафедри адміністративного та конституційного права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
bnp1969n@gmail.com
Нестеренко А. О.
доктор філософії з галузі Право, в. о. доцента кафедри права
Львівського національного університету природокористування
м. Львів, Україна
annach0584@gmail.com

Анотація. Розглянуто питання ролі інвестицій у розвитку держави загалом та її важливої галузі – економіки. Звернуто увагу на законодавче забезпечення інвестиційної діяльності, можливість та необхідність удосконалення правової основи, яка регламентує цю діяльність. З'ясовано місце інновацій в інвестиційній площині.
Ключові слова: інвестиції, інвестиційна діяльність, інвестиційний клімат, інновації, законодавче регулювання інвестиційної діяльності.

Вступна частина. Інвестиції відіграють надзвичайно велику роль в економіці будь-якої держави. Надходження інвестиційних ресурсів є тим джерелом, що забезпечує суспільне відтворення в значних масштабах. Натомість, якісною складовою інвестицій слугують інновації, які визначають можливі напрями вкладення коштів у нові технології, продукти, послуги тощо. Все це уможливлює вихід економічної системи на якісно вищий рівень розвитку. Окрім того, в сучасних умовах інвестиції є тим вагомим засобом, який має забезпечити для України умови реального економічного зростання, створити відповідні структурні зрушення у тих сферах, що впроваджують інновації. При цьому варто зауважити, що основою переходу до інноваційної стадії розвитку має бути інвестиційно-інноваційна діяльність на всіх рівнях економічної системи, а її вагомим підґрунтям, – належне законодавче забезпечення.

Мета роботи. Дослідити правове забезпечення інвестиційної діяльності як дієвого засобу економічного розвитку держави.

Основна частина. Необхідно наголосити, що науково-технічний прогрес надзвичайно сильно впливає на економічне зростання та підвищення добробуту населення. Ключовим чинником покращення якості продукції та послуг, економії трудових і матеріальних витрат, зростання продуктивності праці, удосконалення організації виробництва та підвищення його ефективності виступають досягнення науки та техніки. При цьому якісне економічне зростання характеризується підвищенням частки інвестицій та інновацій у структурі чинників економічного зростання та збільшенням потенційного випуску.

У цьому контексті варто зауважити, що інвестиційний процес може мати фрагментарний характер, позначаючись лише на розвитку окремих галузей чи регіонів. При такому вигляді інвестиційного процесу можлива лише часткова модернізація, не здатна зробити серйозний вплив на економічну систему загалом, відсутня комплексність і з точки зору макрорівня такі інвестиції мають низький рівень ефективності. У цьому випадку економічне зростання можливе за умови, коли ситуація в інших галузях чи регіонах не буде настільки негативною, щоб перекрити позитивний ефект таких інвестицій.

Натомість, інвестиції можуть здійснюватися комплексно та сприяти реалізації масштабних проєктів. У певних випадках інвестиції можуть стати основним чинником розвитку. Масштабні інвестиції здатні запустити ефект мультиплікатора, що викликає зростання не тільки в тій частині економічної системи, куди були спрямовані початкові інвестиції, але й у суміжних виробництвах і галузях.

Залежно від конкретних напрямів вкладення інвестицій визначається характер відтворювального процесу. Такими напрямами можуть виступати вкладення в технології, що застосовуються в державі, імітацію відомих на світовому ринку технологій, які є новими для аналізованої економічної системи, чи створення інновацій.

Розглядаючи правову природу інвестиційної діяльності в контексті адміністративно-правового дослідження, М. М. Бліхар, зауважує, що адміністративно-правове регулювання інвестиційної діяльності «повинно враховувати не лише демократичні, узгоджені з економікою ринку діючі законодавчі норми інвестиційної діяльності, а й результати наукових досліджень категорії «інвестиції», а також таких не менш важливих категорій економічної, управлінської, правничої та інших наук, як інвестиційний процес, інвестиційна діяльності, інвестиційний клімат тощо [1, с. 106].

Так, зокрема закон України «Про інвестиційну діяльність» від 18 вересня 1991 року № 1560-XII містить положення про те, що «інвестиційна діяльність забезпечується шляхом реалізації інвестиційних проектів і проведення операцій з корпоративними правами та іншими видами майнових та інтелектуальних цінностей» [2].

Водночас, погоджуємось з тезою висловленою М. М. Чернухою, з приводу того, що «у сучасній ринковій економіці інвестиційна діяльність є найбільш регульованою з боку держави – одна з найважливіших сфер державної опіки й активного втручання. Однією з найбільш важливих складових теорії і практики регулювання інвестиційної діяльності у ринковій економіці є визначення раціональних меж цього процесу. В науковій літературі ця проблема нерідко визначається як пошук оптимального співвідношення і забезпечення на практиці ринкових і державних механізмів, ринку і держави» [3, с. 291].

Висновки. Отже, підсумовуючи викладене вище можемо констатувати, що для переходу економічної системи на якісно вищий рівень економічного розвитку необхідні реальні прямі інвестиції в інновації за наявності адекватних вимогам економічної системи інститутів, що змінюються. Необхідно підкреслити, що інвестиції запускають механізм економічного зростання і тому є первинним чинником економічного зростання. Натомість для залучення реальних інвестицій держава повинна сприяти створенню відповідної правової основи, що міститиме вагомі важелі для створення належного інвестиційного клімату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бліхар М. М. Правова природа інвестиційної діяльності: адміністративно-правове дослідження. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2015. Серія: Право. Вип. 31. Т. 2. С. 105–109.

2. Про інвестиційну діяльність: закон України від 18 вересня 1991 року № 1560-XII. *Відомості Верховної Ради України.* 1991. № 47. Ст. 646.

3. Чернуха М. М. Державне регулювання інвестиційної діяльності в Україні. *Держава і право*. 2011. Вип. 51. С. 290–296.

Legal Providing Of Investment Activities As A Means Of Economic Development Of The State

Nadiia Petrivna Bortnyk
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Anna Oleksandrivna Nesterenko
Lviv National Environmental University

Abstract. The question of the role of investments in the development of the state in general and its important branch – the economy – was considered. Attention is drawn to the legal support of investment activity, the possibility and necessity of improving the legal framework that regulates this activity. The place of innovations in the investment plane has been clarified.
Key words: investment, investment activity, investment climate, innovations, legal regulation of investment activity.

УДК 347.440

ДОГОВІР ОХОРОНИ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ

Достдар Р. М.
кандидат юридичних наук, доцент,
доцент кафедри морського та господарського права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
dostdar.r@gmail.com

Тези присвячені дослідженню місця договору охорони, взагалі, і договору охорони фізичної особи, зокрема, в системі договорів національного цивільного законодавства. Проаналізовано правову природу договору охорони і відмінність його від договору зберігання. Визначено сутність договору охорони фізичної особи.
Ключові слова: договір, договір охорони фізичної особи, договір зберігання, послуги охорони.

Вступна частина. Збільшення загрози вчинення терористичних актів, протиправних посягань на життя, здоров'я громадян, а також на майно фізичних та юридичних осіб обумовлює потребу додаткового захисту майнових і немайнових прав та інтересів суб'єктів цивільних правовідносин, який можна вирішити шляхом укладання договору охорони.

Правовідносини охорони були предметом наукових досліджень А.В. Басової, Д.В. Козиря, Ю.О. Заіки, Г.Б. Яновицької та ін.

Мета роботи. Головна мета даних тез – визначити місце договору охорони фізичної особи в системі цивільно-правових зобов'язань.

Основна частина. Охорона особи на сьогодні закріплена як на міжнародному, так і на державному рівнях. Згідно ст. 3 Конституції України людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю. Розділ ІІ Конституції України визначає перелік прав, свобод та обов'язків людини і громадянина, що захищаються законом.

Міжнародні гарантії прав людини також діють на території нашої держави. До них зокрема належать: Загальна декларація прав людини, прийнята резолюцією Генеральної Асамблеї ООН 10 грудня 1948 року, Міжнародні пакти про громадянські і політичні права та про економічні, соціальні і культурні права, прийняті резолюціями Генеральної Асамблеї ООН 16 грудня 1966 року, Конвенція про захист прав і основних свобод людини 1950 року тощо. Однак дані акти визначають тільки нормативний захист прав та свобод особи, а не визначають охорону фізичної особи вцілому.

Одним з ефективних засобів підвищення поваги до особистого життя та захисту фізичної особи від посягань є договір охорони фізичної особи. Саме явище цивільно-правової послуги охорони життя та здоров'я фізичної особи є унікальним, адже в межах правового регулювання займає окреме місце між загальною охороною норм права та захистом як фактичних дій з припинення порушень цивільних прав і, крім того, включає можливість

включення засобів захисту до свого змісту. В такому сенсі можна казати про існування спеціальної охорони, яка має фактичний характер, спрямована на забезпечення недоторканості немайнових благ фізичної особи і виникає на підставі цивільно-правого договору.

Договір охорони як окремий вид договірного зобов'язання з'являється у ЦК України 2003 р. До цього він не виділявся в окремий вид договорів, хоча на практиці відносини з надання послуг охорони життя та здоров'я фізичної особи дістали широкого поширення ще до прийняття ЦК України. Регламентація даних відносин у договірному праві здійснюється виходячи із загальних положень зобов'язального права та підзаконних нормативних актів.

У 2012 році був прийнятий Закон України «Про охоронну діяльність», який теж закріплює охорону фізичної особи та договір охорони фізичної особи. Згідно з ч.1 ст.1 даного закону охорона фізичної особи – це діяльність з організації та практичного здійснення заходів охорони, спрямованих на забезпечення особистої безпеки, життя та здоров'я індивідуально визначеної фізичної особи (групи осіб) шляхом запобігання або недопущення негативного безпосереднього впливу факторів (діяльності або бездіяльності) протиправного характеру.

З огляду на поширеність цього виду договору законодавець намагається регламентувати надання охоронних послуг у зв'язку з чим і був прийнятий Закон «Про надання охоронних послуг», який в системі договорів охорони виокремив за об'єктом охорони три різновиди договору: 1) охорони майна громадян; 2) охорони майна юридичних осіб; 3) охорони фізичних осіб, який, по суті, продублював основні різновиди договорів з надання охоронних послуг, які укладала державна служба охорони (охорони об'єктів, охорони житлових приміщень і охорони фізичних осіб). Як випливає із змісту Закону, його дія поширюється на суб'єкти господарювання будь-якої форми власності, створені та зареєстровані на території України, що здійснюють охоронну діяльність [1, с.134-135].

Закон України «Про охоронну діяльність», як і ст. 978 Цивільного кодексу України визначають тільки загальні положення договору. Договір охорони є різновидом договору на надання послуг. Укладення договорів про надання послуг підпадає під дію правових норм, які визначають порядок укладення цивільних договорів з урахуванням спеціального законодавства [2, с.245]. Тому можна говорити про те, що його недостатнє цивільно-правове регулювання призупиняє його застосування.

Основною відмінністю договору охорони фізичної особи від договору зберігання є те, що об'єкт приймається під охорону в місці розташування фізичної особи. За договором зберігання ж майно передається у володіння зберігача. Відповідно до ч.2 ст. 936 ЦК України за договором зберігання встановлюється обов'язок зберігача зберігати річ, яка буде передана йому у майбутньому.

Таким чином ми бачимо, що обставини виконання встановленого зобов'язання різняться, так як місце його належного виконання, виходячи з суті договору є різним. Отже, в даному випадку ми можемо говорити про те, що договір охорони фізичної особи потрібно не тільки удосконалювати, а й навіть виокремити в окрему главу, адже одна з його істотних умов не відповідає загальним положенням про договір зобов'язання. Та й за своєю сутністю договір охорони фізичної особи виключається із передбаченого ЦК України переліку спеціальних видів зберігання, так як в даному договорі присутній специфічний об'єкт зберігання – людина.

Висновки. Отже, залишається сподіватись на те, що в у мовах євроінтеграції законодавець буде удосконалювати наше цивільно-правове законодавство, наближати його до норм європейських країн. Та особливу увагу приділить договору охорони фізичної особи, зокрема виокремить дану норму в окремий інститут цивільного права. Адже в таких країнах як Бельгія, Великобританія, Німеччина та Фінляндія даний інститут вже давно існує та удосконалюється, а норми цих країн щодо охорони фізичних осіб необхідно запозичити в наше цивільно-правове законодавство.

Специфіка договору охорони дає підстави вважати його не різновидом договору зберігання, а самостійним цивільно-правовим договором, який має посісти належне йому

місце в системі цивільно-правових договорів. Договір охорони має регулюватися окремою главою Цивільного кодексу України.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Заіка Ю. О. Договір охорони в системі цивільних договорів. *Приватне право і підприємництво*. 2018. Вип. 18. С. 134-138.
[2]. Договірне регулювання приватноправових відносин в умовах євроінтеграційних процесів в Україні: монографія. За заг. ред. акад. НАПрН України О. Д. Крупчана; наук. ред. А. Б. Гриняк. К., 2017. 334 с.
[3]. Яновицька Г. Б. Фізична особа як споживач за договором особистої охорони. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право.* 2018. Вип. 49(1). С. 169-171.
[4]. Басова А. В. Поняття договору з охорони фізичних осіб. *Форум права.* 2013. № 2. С. 25-29.

Contract For Security Guarding Of Natural Person

Dostdar Ruslana M.
The Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUS)

The article deals with the legal nature of security agreement, in general, and the protection contract for security guarding of natural person, in particular, in the system of contracts of national civil legislation. The legal nature of the contract for security guarding of natural person and its difference from the contract for storage are analyzed. The essence of the contract for security guarding of natural person has been determined.

Keywords: contract, contract for security guarding of natural person, contract for storage, bodyguard.

УДК 342.92

АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ СФЕРИ НАДАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПОСЛУГ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПУБЛІЧНОГО УРЯДУВАННЯ

Дубова К. О.
доцент кафедри морського та господарського права
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
kateryna.dubova@nuos.edu.ua

Анотація. Досліджено питання адміністративно-правового регулювання сфери надання електронних послуг як чинника підвищення ефективності публічного урядування. Звернуто увагу на те, що залучення інформаційних технологій у сферу надання адміністративних послуг в електронній формі характеризується високим ступенем інноваційності. Вказано основні напрями публічно-управлінської діяльності у сфері надання адміністративних послуг в електронній формі, на які спрямовано дію адміністративно-правових норм.

Ключові слова: адміністративно-правові норми, адміністративно-правове регулювання, адміністративні послуги, електронні послуги, публічне урядування, інноваційність.

Вступна частина. Вагомим чинником реалізації сучасних соціальних проєктів стало формування та розвиток інформаційного суспільства, а безпосереднє запровадження інформаційних технологій у діяльність органів державної влади та органів місцевого самоврядування є важливою передумовою і потужним ресурсом підвищення ефективності

сфери публічного управління. Використання інформаційних технологій у сфері публічного управління дозволяє забезпечити високий рівень оперативності та ефективності діяльності органів публічної влади, її прозорість, а також підвищення якості та доступності адміністративних послуг. Вочевидь, особливого значення у цьому процесі набуває адміністративне право, яке нині охоплює сферу використання інформаційних технологій у діяльності органів публічної влади.

Мета роботи. Дослідити адміністративно-правове регулювання сфери надання електронних послуг як чинника підвищення ефективності публічного урядування.

Основна частина. Стрімкий розвиток та запровадження інформаційних технологій значно випереджає наукове осмислення цього процесу, передусім у сфері адміністративного права. У цьому контексті вагоме місце посідає вивчення правової природи та можливостей адміністративно-правового регулювання відносин, що виникають у сфері надання адміністративних послуг в електронному форматі.

Варто погодитись з М. О. Репецькою, яка зауважує той факт, що нині «… можемо все частіше спостерігати активне використання інформаційно-комунікаційних технологій у практиці діяльності органів публічної адміністрації, й тому числі й для надання адміністративних послуг. Ці можливості передбачені в нормативно-правових актах, які регулюють таку діяльність» [1, с. 18].

З огляду на висловлене вище, необхідно вказати на те, що адміністративно-правові норми створили вагоме підґрунтя для ефективного функціонування сфери електронних адміністративних послуг, зокрема у таких площинах як: формування понятійного апарату та чіткого розмежування на законодавчому рівні різних за своєю правовою природою повноважень органів публічної влади, які надають такі послуги; узгодження законодавчих та прийнятих на їх основі підзаконних нормативно-правових актів, які регламентують функціонування інформаційних систем, задіяних у процесі надання електронних послуг; прийняття законодавчих актів, які визначають зміст електронних документів тощо.

З-поміж вагомих нормативно-правових актів, якими регулюється сфера надання адміністративних послуг загалом та тих, що надаються в електронній формі варто назвати такі Закони України: «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки» від 9 січня 2007 р.; «Про Національну програму інформатизації» від 04.02.1998 р.; «Про електронний цифровий підпис» від 22.05.2003 р.; «Про електронні документи та електронний документообіг» від 22.05.2003 р.; «Про адміністративні послуги» від 06.09.2012 р.; Розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції розвитку електронного урядування в Україні» від 13 грудня 2010 р. № 2250; Постанова КМУ «Про заходи щодо створення електронної інформаційної системи «Електронний Уряд» від 24.02.2003 р. [2–8] та низка інших.

Згадувана нами, М. О. Репецька, підкреслює, що «застосування інформаційних технологій здатне піднести на новий, якісно кращий рівень надання органами публічної адміністрації адміністративних послуг. Використання зазначених технологій для отримання адміністративних послуг дозволить досягти їх високої якості. Перевагами адміністративних послуг в електронній формі є можливість забезпечення доступу до актуальної інформації про адміністративні послуги, швидкість та зручність для суб'єктів звернення, відсутністю необхідності спілкування особи, яка звертається за адміністративною послугою з представником публічної адміністрації, що дозволить знизити численні корупційні ризики [9, с. 559].

Аналіз законодавства, яке регламентує досліджувану сферу дозволяє стверджувати, що вона будується на низці основоположних принципів, з-поміж яких важливе місце посідають такі як: оперативність надання адміністративних послуг; регламентування процедур надання адміністративних послуг; забезпечення якісного рівня надання адміністративних послуг; принцип рівного доступу для отримання послуг; принцип стандартизації адміністративних

послуг; забезпечення безпеки інформації, що оброблюється в державних інформаційних системах та ресурсах, зокрема персональних даних одержувачів адміністративних послуг, службової інформації.

Висновки. Отже, підсумовуючи викладене вище можемо констатувати, що протягом останніх років, в Україні надзвичайно активізувалась робота щодо запровадження електронних адміністративних послуг. Однак, суттєвою перешкодою на цьому шляху є недостатній рівень залучення інформаційних технологій у діяльність органів публічної адміністрації, особливо на місцевому рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Репецька М. О. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для покращення якості надання адміністративних послуг у сфері державної реєстрації прав на нерухоме майно в Україні. *Науковий вісник Ужгородського державного університету*. Серія «Право». 2015. Вип. 31. Т. 3. С. 18–22.

2. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки: закон України від 9 січня 2007 року. *Відомості Верховної Ради України*. 2007. № 12. Ст. 102.

3. Про Національну програму інформатизації: закон України від 04.02.1998 року. *Відомості Верховної Ради України*. 1998. № 27–28. Ст. 181.

4. Про електронний цифровий підпис: закон України від 22.05.2003 року. *Відомості Верховної Ради України*. 2003. № 36. Ст. 276.

5. Про електронні документи та електронний документообіг: закон України від 22.05.2003 року. *Відомості Верховної Ради України*. 2003. № 36. Ст. 275.

6. Про адміністративні послуги: закон України від 06.09.2012 року. *Офіційний вісник України*. 2012. № 76. Ст. 44.

7. Про схвалення Концепції розвитку електронного урядування в Україні: розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 грудня 2010 р. № 2250. *Офіційний вісник України*. 2010. № 97. Ст. 3443.

8. Про заходи щодо створення електронної інформаційної системи «Електронний Уряд»: постанова Кабінету Міністрів України від 24.02.2003 року. Офіційний вісник України. 2003. № 9. Ст. 112.

9. Репецька М. О. Правове забезпечення надання адміністративних послуг в електронній формі: проблемні аспекти. *Молодий вчений*. 2017. Вип. 43. Ч. IV. С. 559–562.

Administrative And Legal Regulation Of The Provision Of Electronic Services As A Factor Of Increasing The Efficiency Of Public Government

Kateryna Oleksandrivna Dubova
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The issue of administrative and legal regulation of the provision of electronic services as a factor in increasing the efficiency of public governance has been studied. Attention was drawn to the fact that the involvement of information technologies in the field of providing administrative services in electronic form is characterized by a high degree of innovation. The main areas of public management activity in the field of providing administrative services in electronic form, which are targeted by administrative and legal norms, are indicated.

Key words: administrative and legal norms, administrative and legal regulation, administrative services, electronic services, public governance, innovativeness.

ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ВЛАДИ – НОВАЦІЯ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ СЬОГОДЕННЯ

Хачатуров Е.Б.,
док. юр. наук, директор «Технопарку науково виробничих інновацій у море-господарському комплексі України»
НУК ім. адм. Макарова м. Миколаїв, Україна eduard.khachaturov@nuos.edu.ua

Анотація: Впровадження реформи місцевого самоврядування – одна із найважливіших подій, які повинна здійснити Україна для закріплення суверенітету держави, покращення життя населення та стійкого економічного розвитку в умовах глобалізації. Здійснення цієї реформи забезпечить необхідний соціально-економічний стан суб'єктів територіальних громад.
Ключові слова: місцеве самоврядування, територіальні громади, децентралізація влади, виконавча влада, адміністративні послуги.

Мета: Основна мета реформи місцевого самоврядування – зробити громади спроможними. Тобто, в результаті добровільного об'єднання створити такі територіальні громади сіл та селищ, які здатні забезпечити належний рівень надання послуг у сфері освіти, культури, охорони здоров'я, соціального захисту, житлово-комунального господарства

Зміст: Перші кроки до самостійності громад влада уже зробила, наділивши їх більшими фінансовими ресурсами. Зокрема, до їхніх бюджетів буде зараховано 60% податку на доходи громадян, вони матимуть власний земельний податок, яким обкладатимуть землі у тому числі і за межами населених пунктів, самостійно встановлюючи його ставки на своїй території. Також запроваджується обов'язковий, зі спроможним місцевим самоврядуванням, місцевий податок на нерухоме майно. Рішення про його запровадження та тариф кожна Місцева Рада теж приймає самостійно [1].

Втім, на даний момент стан реалізації зазначених проектів залишається не повністю реалізованим: передачу адміністративних послуг від органів виконавчої влади не забезпечено вчасно та в повному обсязі. Спектр послуг органів виконавчої влади, які наразі надаються у міських територіальних громадах неоднаковий, що, зокрема, не дозволяє забезпечити рівні умови отримання найбільш затребуваних громадянами послуг органів виконавчої влади для всіх споживачів цих послуг [2].

Тому, створення зручних і доступних умов для отримання адміністративних послуг є однією з головних задач децентралізації влади, що має вирішуватися органами державної влади та місцевого самоврядування. Адже, саме за якістю послуг кожен громадянин оцінює турботу влади про нього. Реалізація цієї задачі особливо актуальна для нашої держави, де система надання адміністративних послуг часто є непрозорою, нераціональною та такою, що не завжди враховує інтереси громадян.

Важливим є те, що багато новацій щодо покращення якості надання адміністративних послуг можуть впроваджуватися за власною ініціативою міських голів та інших керівників органів публічної адміністрації і не потребують зміни законодавства чи особливої підтримки центральної влади. Така думка підтверджена досвідом існування центрів надання адміністративних послуг, котрі стають об'єктами уваги всієї активної частини місцевого самоврядування України та вищих органів державної влади [3].

Останні кілька десятиріч поняття децентралізації в Європі, стало об'єднуючим щодо економічного розвитку регіонів у цій частині світу. Децентралізація, як концепція, набуває на сьогодні багатьох форм, зважаючи на історію країн, рівні розвитку, культури й підходи до державного управління в умовах глобалізації.

Тому, одним із заходів оптимізації державного управління, для нашої країни, є децентралізація – передача певної частини повноважень органам, які не є підпорядкованими центральній владі, а обираються чи створюються територіальною громадою. Процес

децентралізації, наприклад, у Франції та Німеччині відбувається і дотепер – час від часу ще робляться деякі вдосконалення і корегування.

Проблема децентралізації влади в Україні є новою і актуальною, оскільки за існуючої системи державотворення – управління занадто сконцентроване в центрі, не вистачає ресурсів і, відповідно, функціонування виконавчої влади на місцях є не досить динамічним, спостерігаються суперечності між місцевими органами влади, і, як результат – відчуженість людей від неї. З огляду на це потребує вдосконалення та приведення у відповідність з Конституцією України правове регулювання цих проблем. Насамперед, це стосується розвитку місцевого самоврядування, стратегічного планування, і особливо бюджетної політики держави. Для ефективного розв'язання питань місцевого значення потрібна модель, яка б забезпечувала необхідну єдність державної влади з одночасною самостійністю територіальних громад. У суспільстві мають бути визначені не максимальні, а граничні можливості самоврядування з метою розвитку демократії, забезпечення суверенітету народу та оптимальне співвідношення державного управління і самоврядування, їх співвідношення на місцевому рівні. В умовах сучасного реформування українського суспільства вирішення цієї проблеми є надзвичайно важливим [3].

Висновок. Таким чином, в умовах глибокої політичної, економічної та соціальної кризи децентралізація влади є дуже важливою. В цьому плані слід забезпечити послідовність у здійсненні цього процесу. Зокрема, органи влади зобов'язані забезпечити спроможність участі народу в управлінні суспільно-політичними та суспільно-економічними процесами в державі. Держава має посприяти зміцненню інститутів місцевого самоврядування, ефективності їх діяльності з метою забезпечення здійснення ними самоврядних функцій на рівні району та регіону. Забезпечити: ефективність системи служби в органах місцевого самоврядування; підвищення рівня оплати праці службовців місцевого самоврядування, їх освітнього та компетентного рівня; здійснення ефективної політики, спрямованої на подолання диспропорцій в економічній та інших сферах розвитку територій; збільшення обсягу бюджетного фінансування та вдосконалення механізму трансфертів фінансових ресурсів держави на рівень територіальних громад, ліквідації диспропорцій у розвитку економічної та правової основ у здійсненні децентралізації та ін. Іншого шляху у нас немає. Децентралізація влади – це запорука ефективного територіального розвитку, шлях до демократизації, дійсного народовладдя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Негода В. Децентралізація влади: основні засади реформування місцевого самоврядування та території організації влади. Інтернет ресурс: https://yandex.ua/images/seach?pos.

2. Державна політика, законодавчі напрацювання, проміжні результати першого етапу децентралізації влади в Україні. Інтернет ресурс: https://decentralization.gov.ua/about...

3. Новые возможности децентрализации: пять примеров. Интернет ресурс: bitnovosti.com.>2015/12/07/decentralization-5-ways/

Decentralization Of Power Is The Innovation Of State Administration Today.

E. B. Khachaturov, National University of Shipbuilding name adm. Makarov

Abstract: The implementation of the local self-government reform is one of the most important events that Ukraine must carry out in order to consolidate the sovereignty of the state, improve the life of the population and sustainable economic development in the conditions of globalization. The implementation of this reform will ensure the necessary socio-economic status of subjects of territorial communities.

Key words: local self-government, territorial communities, decentralization of power, executive power, administrative services.

Секція 11. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

УДК 005.8: 338.28

ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ СУДНОБУДІВНОГО КЛАСТЕРУ

Слободян С.О.
кандидат технічних наук, професор
проректор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
slo71nuos@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. На основі виконаних досліджень процесів розвитку суднобудівних виробництв в різних країнах світу показано, що перспективи розвитку даної галузі економіки пов'язуються з впровадженням основних елементів технологічної платформи Shipbuilding 4.0. Розроблено структурну схему, а також основні складові інформаційної моделі суднобудівного кластера. Методологічною основою розроблених інформаційних моделей послужили основи системного аналізу, теорії управління проектами та інформаційних технологій.
Ключові слова: суднобудування; технологічна платформа Shipbuilding 4.0; цифровий двійник; інформаційна модель, кластер суднобудування.

Актуальною проблемою розвитку морської інфраструктури України є проблема реформування її суднобудівної галузі [1]. Існуюча проблема пов’язана з тим, що основні елементи суднобудівної галузі держави не задовольняють існуючи в світовій практиці вимоги щодо організаційного та техніко-технологічного забезпечення процесів суднобудування.

Ефективний розвиток суднобудівної галузі України являє собою важливу науково-прикладну проблему, вирішення якої має загальнодержавне значення .

Досвід передових суднобудівних країн світу довів, що перехід підприємств та організацій суднобудівного кластеру на нові принципи створення життєвого циклу судна (технологічна платформа Shipbuilding 4.0.) дозволяє суттєво підвищити їх конкурентоздатність та гарантувати їх присутність на світових ринках суднобудування та судноремонту.

Ключовим елементом технологічної платформи Shipbuilding 4.0. слід вважати ідеєю цифровізації всіх елементів життєвого циклу судна, тобто створення його цифрового двійника [2…4].

За умов наявного організаційного та технологічного стану суднобудівного кластеру (СК) України, відсутності необхідної нормативно-законодавчої бази, обмежених ресурсів та таке інше актуальним завданням стає розробка відповідної інформаційної моделі розвитку суднобудівної галузі держави.

Метою дослідження є створення інформаційної моделі суднобудівного кластеру.

Об’єкт дослідження – процеси управління проєктами розвитку підприємств та організацій суднобудівного кластеру.

Предмет дослідження – методи, моделі та механізми управління проєктами

Розвитку підприємств та організацій суднобудівного кластеру за умов цифровізації.

На підставі виконаних досліджень суднобудівний кластер України можливо представити у вигляді сукупності підприємств та організацій, що забезпечують реалізацію завдань всіх етапів життєвого циклу судна – створення цифрового двійника.

Розробку інформаційної моделі СК виконано на підставі існуючих інформаційних технологій та системного підходу [5…7], що забезпечує адекватну постановку досліджень та генерацію ефективної стратегії вирішення завдання. Інформаційна модель розглядається у взаємозв'язку з існуючою інфраструктурою галузі, планами розвитку підприємств та організацій кластеру, їх основними техніко-технологічними показниками, тощо (рис.1).

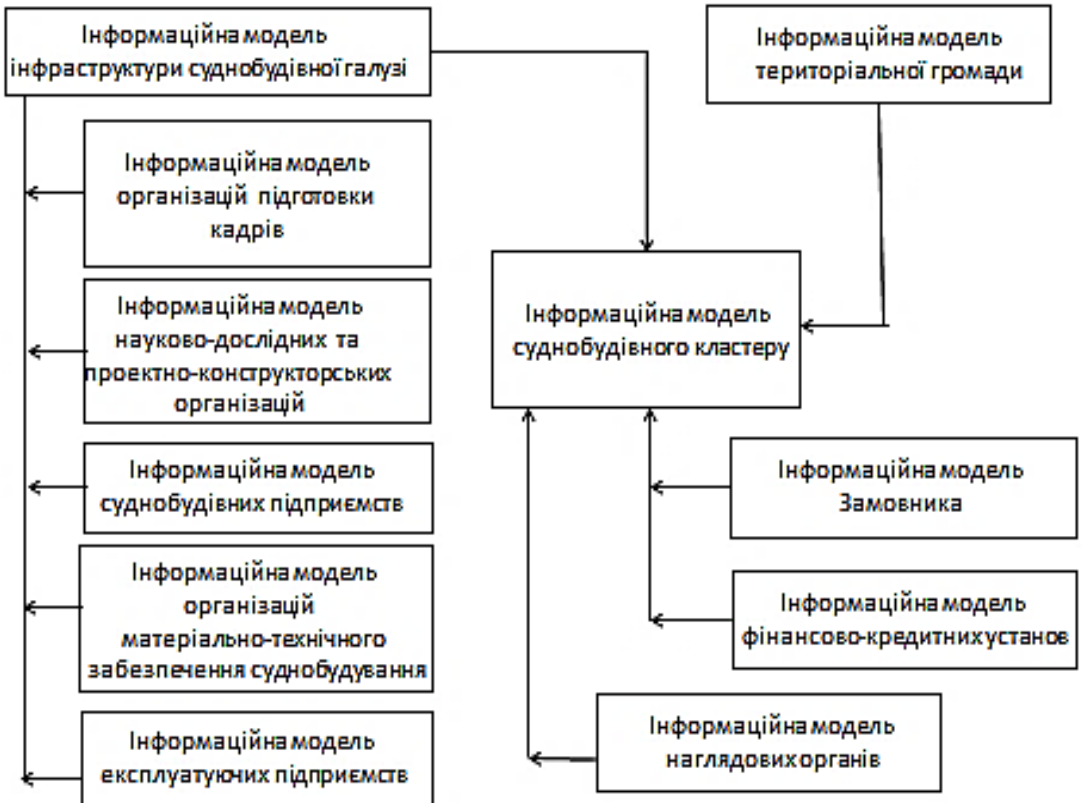


Рис.1 – Основні складові інформаційної моделі суднобудівного кластеру

Кожна із складових інформаційної моделі СК базується на експертному визначені інформаційних потреб учасників проектів [8] та програм розвитку суднобудування. Розроблені інформаційні моделі основних складових інформаційної моделі СК наводяться частково. Наприклад, інформаційна модель «Організації підготовки кадрів» забезпечується множиною інформаційних масивів, які дають уявлення про організації, сегментовані за ринками надання освітніх послуг, та їх інтегральних показниках:

$$I_2^{j,TOO} = (\{2\mathrm{OR}_{\mathrm{Oi}}\}, i \in 2ORIS) \cup (\{2\mathrm{OS}_{\mathrm{Oi}}\}, i \in 2ORSS) \cup (\{\mathrm{ОИ2S}_{\mathrm{Oi}}\}, i \in 2ORIST) \cup (\{\mathrm{OS2S}_{\mathrm{Oi}}\}, i \in 2ORSSS) \cup (\{2M_{Oi}\}, i \in 2MO));$$

$$I_2^{j,ТИИ} = (\{2\mathrm{DRM}_{\mathrm{ИИi}}\}, i \in 2MRD) \cup (\{2\mathrm{DRS}_{\mathrm{ИИi}}\}, i \in 2SRD) \cup (\{2\mathrm{DRVS}_{\mathrm{ИИi}}\}, i \in 2SVRD) \cup (\{2M_{ИИi}\}, i \in 2МИИ)),$$

де $2ORIS, 2ORSS$ – множини організацій сегментованих ринків освітніх послуг: базові навчальні заклади та організації з підвищення кваліфікації і перепідготовки; $2ORIST$

, $2ORSSS$ – множини структурно-параметричних показників організацій сегментованих ринків освітніх послуг, планів їх перспективного розвитку відповідно; $2MO$ – множина моделей, які забезпечують визначення показників та характеристик організацій, зайнятих в сфері надання освітніх послуг; $2MRD$, $2SRD$, $2SVRD$ – множини даних результатів аналізу перспектив розвитку складових елементів СК, які висвітлюють його функціонування в розрізі техніко-технологічного забезпечення, структурно-параметричних показників, фінансування, відповідно; $2MИИ$ – множина моделей, які забезпечують визначення прогнозних показників та характеристик розвитку організацій, зайнятих в сфері надання освітніх послуг.

За аналогічною схемою будується інформаційна модель стосовно науково дослідних і проектно-конструкторських організацій, при тому, додатково висвітлюються питання кадрового складу, структурно-параметричних характеристик відповідних дослідницьких лабораторій та стендів, використовуваних ІТ– технологій та програмного забезпечення, тощо.

За результатами досліджень наводяться розроблені відповідні інформаційні моделі суднобудівного кластеру.

ЛІТЕРАТУРА

1. Lisenko, S. (2015). Vessel life of Ukraine: problems and directly revival. Economic Bulletin of NTUU " KPI", volume 12, pp. 139-145.
2. A vision for the European industry until 2030 / Final report of the Industry 2030 high level industrial roundtable (2019). Publications Office of the EU. URL: http://op.europa. eu /en/publication-detail/-/publication/339d0a1b-bcab-11e9-9d01-01aa75ed71a1.
3. Torres A. Identifying Challenges and success factors towards Implementing Industry 4.0 technologies in the Shipbuilding Industry. Delft University of Technology, 2018. – 156 p.
4. 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.
5. PMBOK-6th-Edition. URL: https://biconsult.ru/ files/datavault/PMBOK-6th-Edition-Ru.pdf.
6. Bekh V. P., Tulenkov M. V. Teoriia system i systemnyi analiz v upravlinni: pidruchnyk. – Kyiv:Interservis, 2021. – 679 p.
7. Intelligent information technologies – theory and methodology for building information systems [Text]: [monograph] / E. Yu. Vinogradova; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Ural. State economy un-t. – Yekaterinburg: Ural Publishing House. state economy un-ta, 2011. – 263 p.
8. Kharytonov, Yu. N. (2013). Informacionnoe obespechenie uchastnikov proektov rekonstrukcii sistem teplosnabzhenija. Visnyk inzhenernoi' akademii' Ukrai'ny, 1, pp. 305–309.

Information Model Of The Shipbuilding Cluster

Slobodian Serhii Kharytonov Yuriy
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Based on completed studies of global shipbuilding industry development processes it is shown that the prospects for the development of this branch of the economy relate to introduction of the main elements of the technological platform Shipbuilding 4.0. The technological platform is based on the digitalization of all stages of the ship's life cycle. It was established that the processes of project formation require formalization information model of the shipbuilding cluster. Structural scheme of the information model of the shipbuilding cluster, as well as its main components, were developed. Methodological basis developed information models were the basis of management theory projects, system analysis and information technologies.

Key words: shipbuilding, technological platform Shipbuilding 4.0, digital twin, information model, shipbuilding cluster.

УДК 621.396.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБОЇВ У РОБОТІ ТЕХНОЛОГІЇ AIS

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
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
Малахова Н.Г.,
магістрантка кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
nadiamalahova@gmail.com

Анотація. На основі аналізу повідомлень, отриманих станціями AIS № 4757 та № 5064, виявлено три типи збоїв у роботі технології AIS: збої бортового обладнання GPS, скачки координат судна через передачу VTS некоректних поправок псевдодальності, помилкові повідомлення AIS, викликані випадковим збігом коду CRC. Надані рекомендації щодо усунення виявлених несправностей та підвищення безпеки судноплавства. Також розглядаються випадки наддалекого прийому сигналів AIS.
Ключові слова. Automatic Identification System (AIS), Vessel Traffic Service (VTS), відмова бортового GPS, помилка коду CRC, безпека судноплавства.

Вступна частина. Як зазначалося в [1, 2] на кафедрі програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій НУК у наукових та навчальних цілях ведуться дослідження сигналів морських та річкових суден у технології AIS (Automatic Identification System). В даний час на кафедрі практично в безперервному режимі функціонують дві станції прийому AIS-сигналів, надані MarineTraffic: №4757 (Миколаїв) та №5064 Очаків.

Мета роботи. Дослідження відхилень та збоїв у роботі технології AIS на основі отриманих даних з використанням спеціально розробленого програмного забезпечення, а також встановлення максимальної дальності прийому AIS-сигналів на вказаних станціях.

Основна частина. Як показала отримана статистика, найчастіше трапляються випадки відмови бортової апаратури GPS, які у повідомленнях відповідно до протоколу AIS фіксуються значеннями широти та довготи 91 та 181 градусів відповідно. Як правило, разом із недоступністю географічних координат повідомляється про недоступність швидкості та курсу щодо Землі. Відмова GPS на судні може мати одиночний характер, коли позначається на єдиному повідомленні, позначитися на невеликій кількості повідомлень, мати тривалий характер або навіть фіксуватися на всьому інтервалі часу, що спостерігається. Безумовно, відсутність координат судна тривалий час підвищує загальну аварійність у зоні перебування такого судна. З заходів, спрямованих на усунення таких ситуацій, необхідно відзначити своєчасну реакцію екіпажу та автоматичне резервування апаратури GPS. При подальшому аналізі повідомлень такі збої були виключені із критеріїв автоматичного пошуку.

Поряд із відмовою апаратури GPS, яка детектується на самому судні, досить часто трапляються помилки у визначенні географічних координат. Їх легко помітити на карті, коли судно виявляється на суші.

Причиною в стрибках координат суден є базова станція VTS 2723683 на Руській косі. Плавність зміни координат усіх судів за 26 травня 2021 року не досліджувалась (загалом за цю добу отримано повідомлення від 72 судів). Стрибки координат виявлено у 8 суден, але є судна, координати яких змінювалися плавно, або вони стояли. Можливо, ці судна не користувалися 17-ми повідомленнями з 6-м рівнем достовірності, або зовсім не користувалися інформацією VTS на Руській косі.

Можливості прийому сигналів інших VTS суднами в районі 26 травня були обмежені. Наступна базова станція, яка віддалена від розглянутого району, VTS № 2723666 розташована на березі Бузького лиману на відстані 38 км від миколаївської станції №4757. Вона передавала лише повідомлення № 4 (4742 за добу). Від Очаківської VTS на станції № 4757, № 5064 повідомлення взагалі не приймалися.

Висновки. На базі кафедральних станцій прийому AIS-сигналів у Миколаєві та Очакові проаналізовано збої в роботі технології AIS. Виявлені типи збоїв розділені на три категорії:

1. Випадки відмови бортової апаратури GPS, які детектуються на самому судні та відповідно до протоколу AIS передаються у повідомленнях значеннями широти та довготи 91 та 181 градусів. Безумовно, відсутність координат судна тривалий час підвищує загальну аварійність у зоні перебування такого судна. З заходів, спрямованих на усунення таких ситуацій, необхідно відзначити своєчасну реакцію екіпажу та автоматичне резервування апаратури GPS. На перспективу можна рекомендувати генерацію базовими станціями VTS спеціальних повідомлень із зазначенням районів знаходження суден, координати яких перестали надходити.

2. Різкі зміни координат судна, як правило, до кількох десятків кілометрів, що найчастіше викликаються некоректною роботою найближчої VTS при передачі поправок до супутникових даних. Такі збої найбільш небезпечні для судноплавства у зв'язку з великою кількістю кораблів, які одночасно передають неправильні координати. Найлегше, мабуть, змінити налаштування бортової AIS апаратури на використання повідомлень VTS № 17 з рівнем достовірності вище 6. Необхідно в автоматичному режимі стежити за якістю інформації всіх VTS і гладкістю траєкторій руху суден з попередженням, хоча б в нереальному часі, власників не коректно працюючих VTS.

3. Збійні повідомлення, що формуються внаслідок випадкового збігу коду CRC. Частота таких збоїв на AIS станціях оцінена інтервалом від однієї за кілька діб до десятка на добу в залежності від кількості прийнятих повідомлень. Ретельне оброблення таких повідомлень дозволить уникнути помилок у програмах статистичної обробки.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Рябенький В.М., Ихсанов Ш.М., Дьяконов А.С. Стужук И.И. Совершенствование алгоритма выделения сигналов морских судов в техно-логии AIS в условиях плотного потока сообщений : — К.: Вчені запи-ски ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, том 31 (70) Ч. 1 № 1, 2020. — с. 42-50.

[2]. Ихсанов Ш. М., Рябенький В. М., Дьяконов О. С. Исследование сигналов реальных информационных систем с использованием приемников RTL-SDR. / Ш. М. Ихсанов, В. М. Рябе-нький, О. С. Дьяконов. — LAP LAMBERT Academic Publishing Riga, Latvia, 2020. — 317 с. ISBN: 978-620-0-09264-9. — [Електронний ре-сурс]. URL: https://www.amazon.com/Исследование-сигналов-реальных-информационных-истем/dp/6200092648

[3]. Green D.; Tunaley J. K. E.; Fowler C.; Power D. VHF Propagation Study : — Defence Research and Development Canada and London Research and Development Corporation, 2011. — 62 p. — [Електронний ресурс]. URL: http://www.london-research-and-development.com/VHF-Propagation-Study.pdf
[4]. US Coast Guard Navigation Center. [Електронний ресурс]. — URL: https://www.navcen.uscg.gov/?Do=gpsreportstatus
[5]. RECOMMENDATION ITU-R M.823-3* Technical characteristics of dif-ferential transmissions for global navigation satellite systems from mari-time radio beacons. — 1992-1995-1997-2006. — 20 p.

Investigation Of Failures In The Operation Of Ais Technology

Shamil Ikhsanov, Oleksii Diakonov, Nadiia Malakhova,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, NUOS,

Abstract: Based on the analysis of messages received by AIS stations No. 4757 and No. 5064, three types of failures in AIS technology were identified: failures of onboard GPS equipment, jumps in vessel coordinates due to the transmission of incorrect pseudo range corrections by VTS, faulty AIS messages caused by a random match of the CRC code. Recommendations are given to eliminate the identified failures and improve the safety of navigation. Cases of super-long-range reception of AIS signals are also considered.

Keywords: Automatic Identification System (AIS), Vessel Traffic Service (VTS), onboard GPS failure, CRC code errors, navigation safety.

УДК 629.5.01:658:338

РОЗРАХУНОК НЕЗАТОПЛЮВАННОСТІ ШВИДКІСНОГО СУДНА

Казарєзов А. Я.
доктор технічних наук,
професор Навчально-наукового центру морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
KazariezovAnatoli1950@gmail.com

Анотація: Розглянуто особливості розрахунку незатоплюваності швидкісних суден. Порівняні характеристики варіантів розташування обладнання в машинному відділенні швидкісного судна. Запропоновано рекомендації з оцінки незатоплюваності швидкісних суден при пошкодженні машинного відділення.

Ключові слова: судно швидкісне; незатоплюваність; розрахунок коефіцієнта проникності; машинне відділення; оцінка похибки метода

Вступна частина. Незатоплюваність суден є важливою морехідною характеристикою, що віддзеркалює безпеку особового складу та пасажирів. Розрахунок незатоплюваності виконується на етапі проектування судна та має дещо умовний характер. При розрахунку непотоплюваності судна враховується вода, що потрапляє в відсік при пошкодженні останнього. При розв'язанні задач незатоплюваності використовуються два методи: метод прийому вантажу та метод постійної водотоннажності, які дають однакові числові результати.

Кількість води, що потрапляє у відсік в наслідок пошкодження корабля, в розрахунках незатоплюваності обчислюється за допомогою коефіцієнта проникності. Коефіцієнт

проникності обчислюється як відношення об'єму порожнин відсіку до теоретичного об'єму відсіку. Довідники рекомендують приймати коефіцієнт проникнення машинного відділення на рівні 0,75 [1, стор. 210], [2, стор. 125], [3, стор. 212], [4, стор. 309], [5, стор. 111].

Зазвичай в розрахунках незатоплюваності кораблів використовуються два припущення: перше – коефіцієнт проникності відсіку визначається на підставі рекомендацій та друге – центр ваги прийнятої у відсік води співпадає з центром ваги теоретичного об'єму порожнього відсіку. Нерозв'язаною частиною проблеми є відсутність оцінки впливу умовностей розрахунку на характеристики незатоплюваності суден та кораблів.

Мета роботи – навести рекомендації по використанню методики розрахунку незатоплюваності малих високошвидкісних суден та кораблів при затопленні машинного відділення.

Основна частина. «Міжнародний Кодекс» в п.2.6.2 наголошує: «Для розрахунку остійності судна в пошкодженому стані проникнення об'ємів, зайнятих механізмами, повинне прийматись рівним 0,85, а у наступному п.2.6.3 «Міжнародний Кодекс» вимагає: «Незалежно від положень п.2.6.2, повинна використовуватись проникність, яка визначена прямими розрахунками, якщо вона тягне більш тяжкі наслідки для судна, та вона може використовуватись, якщо тягне менш важкі наслідки, у порівнянні з результатами розрахунків, отриманими при використанні п.2.6.2» [6, Глава 2, Частина A, п.2.6]. Таким чином «Міжнародний Кодекс» фактично зобов'язує конструктора високошвидкісного судна здійснювати прямий розрахунок значення коефіцієнту проникнення машинного відділення.

Регістр судноплавства України при розрахунку незатоплюваності високошвидкісного судна коефіцієнт проникності відсіку для приміщень, зайнятих механізмами, вимагає приймати 0,86 [7, Частина V, стор. 248, 249].

Ці рекомендації можна тлумачити як тенденцію до зменшення відносної насиченості механізмами машинних відділень сучасних високошвидкісних суден у порівнянні з такими судами в минулому, що протилежне напрямку розвитку морської техніки. Однак сучасні машини та механізми більш автоматизовані, надійні, відносно компактні, потребують меншого нагляду в експлуатації та меншого обсягу обслуговування в порівнянні з машинами та механізмами минулих років.

В більшості випадків високошвидкісні судна мають корпуси глісуючого типу [8, стор. 136]. Машинні відділення високошвидкісних кораблів, що виконують патрульні, десантні, митні, прикордонні функції мають здебільше кормове розташування, наявність транцевої корми та велику повноту кормової кінцівки судна. В першому наближенні можна вважати, що форма машинного відділення наближається до призматичної [9, стор. 348, 349].

Для дослідження прийнято: довжина кормового машинного відділення сягає 0,25 - 0,3 від довжини судна, центр ваги судна розташований на відстані 0,022 довжини судна від міделя в корму, коефіцієнт проникнення машинного відділення 0,75. Наповненість об'єму машинного відділення машинами та механізмами складає 0,25, а об'єм води, що заповнює машинне відділення в наслідок повного затоплення складає 0,75 об'єму.

Розглянуті три граничні варіанти розташування машин та механізмів у машинному відділенні: перший – рівномірний розподілу об'ємів обладнання по довжині відділення; другий – машини та механізми займають чверть довжини від носової перебірки відділення; третій – машини та механізми займають чверть довжини відділення від транця. Всі запропоновані варіанти розташування машин та механізмів у машинному відділенні не відповідають реальності, однак є певним наближенням до граничних варіантів, які можливо реалізувати при конструюванні швидкісного судна.

Диферентуючий момент від прийому води в наслідок пошкодження машинного відділення буде складати добуток ваги води на відстань центру тяжіння прийнятої води до центру тяжіння судна. Розраховані диферентуючі моменти від прийому води для другого та третього варіантів відрізняється від моменту для першого варіанту на 15% в бік зменшення та

збільшення відповідно при довжині машинного відділення 0,3 довжини судна, та на 11% при довжині машинного відділення 0,25 довжини судна.

Таким чином розташування машин та механізмів у машинному відділення значно впливає на диферент судна при затопленні машинного відділення.

Висновки . При дослідженні незатоплюваності високошвидкісних суден та кораблів коефіцієнт проникнення машинного відділення рекомендується знаходити розрахунковим методом. На стадії проектування малих високошвидкісних суден та кораблів слід прагнути до мінімально можливих значень коефіцієнта проникнення машинного відділення.

Розташування машин та механізмів у машинному відділенні значно впливає на диферент судна при затопленні машинного відділення, тому діюча методика оцінки незатоплюваності високошвидкісних суден та кораблів потребує уточнення.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Благовещенский С.Н. Справочник по теории корабля. Статика корабля. Качка корабля. Л.: Судпромгиз, 1950. – 568 с.

[2]. Войткунский Я.И. (Ред.) Справочник по теории корабля: В трех томах. Том 2. Статика судов. Качка судов. Л: Судостроение, 1985. – 440 с.

[3]. Благовещенский С.Н., Холодилин А.Н. Справочник по статике и динамике корабля. В двух томах. Изд. 2-е, перераб. И доп. Том 1. Статика корабля. Л., «Судостроение», 1975. – 336 с.

[4]. Семенов-Тян-Шанский В. В. Статика и динамика корабля. Учебник для вузов. Л., «Судостроение», 1973. – 608 с.

[5]. Муру Н.П. (Ред.) Справочник специалиста аварийно-спасательной службы ВМФ. В четырех частях. Часть 2. Расчеты аварийно-спасательных и судоподъемных работ. М., Военное издательство Министерства обороны СССР, 1971. – 674 с.

[6]. Международный Кодекс безопасности высокоскоростных судов 2000 года. Принят Резолюцией MSC.97 (73) 5декабря 2000 года (с изменениями на 24 мая 2018 года). – АО "Кодекс", – 2021. – 164 с.

[7]. «Правила класифікації та побудови високошвидкісних суден» Регістра судноплавства України 2018 року». К., Регістр судноплавства України, 2018. – 402 с.

[8]. Кротов А.І. Голіков В.І., Єганов О.Ю., Бондаренко О.В. Проектування малотоннажних суден: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, – 2003. – 192 с.

[9]. Гилмер Т. К. Проектирование современного корабля: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1984. – 376 с.

Calculation to not sink a high-speed vessel

Kazariezov A. J.

National university of shipbuilding Name of admiral Makarova

The summary: Features of calculation to not sink high-speed vessel are considered. Comparison of characteristics of variants of a placement of the equipment in an engine room of a high-speed vessel is given. Recommendations for an estimation to not sink high-speed vessel are offered at damage of an engine room.

Key words: a vessel high-speed; to not sink; calculation of factor of penetration; an engine room; an estimation of a mistake of a method

УДК 629.12.011.001.24

«ДУЕЛЬ» ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ У ХОДІ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ПРОЕКТУВАННЯ БОЙОВОГО КОРАБЛЯ. ОДНОКРИТЕРІАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

Аннотація. Розглянута побудова критерію оптимізації у однокритеріальній математичній моделі корабля з метою визначення його тактичних елементів із взяттям до уваги інформаційного впливу – ММК (ТаЕ-ІВ). Введено поняття коефіцієнту викривлення інформації, що передається супротивникові у ході рефлексивного керування. Розглянуті критерії якості рефлексивного керування для однокритеріальної задачі.
Ключові слова: дослідницьке проектування, рефлексивне керування супротивником, інформаційний вплив

Вступна частина. У попередній роботі автора [1] містилася постановка задачі удосконалення математичної моделі корабля з метою визначення його тактичних елементів за рахунок взяття до уваги інформаційного впливу на супротивника. В цій роботі надається опис відповідної моделі для однокритеріального випадку.

Мета роботи. Метою роботи є знаходження засобу взяття до уваги інформаційного впливу у однокритеріальній математичній моделі корабля з метою визначення його тактичних елементів.

Основна частина. Розглянемо змістовний (функціональний) опис математичної моделі корабля з метою визначення його тактичних елементів із взяттям до уваги інформаційного впливу – ММК (ТаЕ-ІВ). у однокритеріальному випадку. Нехай $\overline{X}_+$ - допустимий вектор ТаЕ нашого корабля, а $\overline{X}_-$ - допустимый вектор ТаЕ того корабля супротивника, створенням якого він відповідає на створення нашого корабля. Нехай, далі, F_+ - критерій оптимизації, яким керуємося на стадії розробки оперативно-тактичного завдання (ОТЗ) ми, а F_- - такий самий критерій, яким керується супротивник. Тогда в ММК (ТаЕ-ІВ) маємо $F_+ = F_+(\overline{X}_+, \overline{X}_-)$, [1], та, відповідно, $F_- = F_-(\overline{X}_+, \overline{X}_-)$. Зауважимо, що, якщо супротивник відсутній, то вектор $\overline{X}_-$ не вводиться, критерій $F_- = F_-(\overline{X}_+, \overline{X}_-)$ також не вводиться, і відповідно маємо $F_+ = F_+(\overline{X}_+) \neq F_+(\overline{X}_-)$. В цьому випадку приходимо до звичайної однокритеріальної задачі оптимізації тактико-технічних характеристик корабля. А якщо $F_+(\overline{X}_+, \overline{X}_-) = -F_-(\overline{X}_+, \overline{X}_-)$ то приходимо до парної антагоністичної гри. Особливість такої гри полягає в тому, що втрати однієї з сторін слід розуміти як чистий виграш іншої сторони. Інформаційний вплив в обох випадках не розглядається.

Але в дійсності виграш кожної зі сторін визначається тим, в якій мірі досягнуті її цілі. Втрати ж, що нанесені супротивнику, є тільки засобом досягнення цілі, що поставлена, або й взагалі є проміжним результатом., [2]. На стадії проектування наша ціль полягає в тому, аби змусити супротивника витратити матеріальні ресурси та час на створення такого корабля, который буде гірше за корабель аналогічного призначення, створений нами. Досягнення цієї мети в умовах військового часу та бойових зіткнень підготує нашу перемогу. За рахунок інформації, що ми передаємо, ми як би заохочуємо створення супротивником ОТЗ на його корабель. Але ж ми можемо передавати інформацію такти чином, аби корабель супротивника

став би не кращім, а гіршим. Тому в цьому випадку слід застосовувати апарат ігор із допоміжним критерієм ефективності [3]. Такий критерій передається супротивнику з метою спровокувати його на вигідні для нас, але невигідні для нього самого дії. Таким чином, реалізується рефлексивне керування супротивником, власно гра стає рефлексивною грою, а задача, що розглядається, відноситься до класу задач «загроза - контрзагроза», [4].

Вважатимемо далі, що критерії F_+ та F_- мають вигляд

$$F_+(\overline{X}_+,\overline{X}_-)=\frac{Э_+(\overline{X}_+,\overline{X}_-)}{S_+(\overline{X}_+)};\ F_-(\overline{X}_+,\overline{X}_-)=\frac{Э_-(\overline{X}_+,\overline{X}_-)}{S_-(X_-)},$$

де $Э_+$, $Э_-$ - показники ефективності за нас та за супротивника и S_+, S_- - ресурсні показники за нас та за супротивника.

Нехай застосовується найпростіша лінійно-експоненціальна математична модель корабля. Тоді маємо:

$$S_+=\alpha_+x_+ +\beta_+;\ \ S_-=\alpha_-x_- +\beta_-;\ (1а)$$

$$Э_+=1-\exp[-\gamma_+(x_+,x_-)x_+];\ Э_-=1-\exp[-\gamma_-(x_+,x_-)x_-],\ (1б)$$

где α_+, β_+, γ_+, α_-, β_- и γ_- - статистические коэффициенты.

Єдина змінна- - x_+ в нас та x_-, у супротивника – є певна узагальнена характеристика вартісних показників корабля та його его ефективності. У найпростішому випадку це водотоннажність корабля.Хоча коефициєнти α_+ та β_+ можуть бути відомі супротивникові не повно та не точно, однак, передача неправдивої інформації по цих коефіцієнтах супротивнику навряд чи нам щось дасть. Тому далі ми зосередимося на співвідношеннях (1б). Тоді питомий потенциал - коэффициент γ_+ для нас и γ_- для противника - є перехідним коефіцієнтом від бойового потенціалу того чи іншого вигляду до абсолютних розиірів корабля. А задача рефлексивного керування супротивником для «дуелі» ОТЗ в однокритеріальній постановці при використанні найпростішої лінійно-експоненціальної моделі може бути сформульована так.

Відмітимо верхнім значком «~» значення викривлених величин, що передаються супротивнику. Коли у відповідь на створення нашого корабля супротивником створюється також одиничний корабель того ж класу, необхідно передати супротивнику неправдиві дані по коефіцієнту $\gamma_+=\widetilde{\gamma}_+$ із таким розрахунком, аби викликати у супротивника найбільш вигідні для нас зміни коефіцієнта $\gamma_-\to\widetilde{\gamma}_+$. Та ж ситуація зберігається при створенні нами та супротивником однорідних тактичних груп кораблів.

Відмінність між коефіцієнтами $\gamma_+=\gamma_+(x_+,x_-)$ та $\widetilde{\gamma}_+=\widetilde{\gamma}_+(x_+,x_-)$ - це найпростіший випадок відмінностей між моделями ${}^{BA}_{A}M^*$ и ${}^{BA}_{A}M^{Ц^*}$ та моделями ${}^{BA}_{A}\widetilde{M}^*$ и ${}^{BA}_{A}\widetilde{M}^{Ц^*}$ у визначеннях роботи [1].

Якщо викривлення інформації, що передається супротивнику, немає, і якщо виконується наближене співвідношення $1-\exp(-\gamma_+)\approx\gamma_+$,, справедливими є такі залежності:

$$\mathrm{K}_{И}=\mathrm{K}_{И}(\overline{X}_+,\overline{X}_-)=\frac{\widetilde{F}_+(\overline{X}_+,\overline{X}_-)}{F_+(\overline{X}_+,\overline{X}_-)}=\frac{\widetilde{Э}_+(\overline{X}_+,\overline{X}_-)}{Э_+(\overline{X}_+,\overline{X}_-)}\approx\frac{\widetilde{\gamma}_+(\overline{X}_+,\overline{X}_-)}{\gamma_+(\overline{X}_+,\overline{X}_-)}.$$

Тут $\mathrm{K}_{И}$ є вперше введене значення коефіцієнту викривлення інформації, що передається супротивникові в умовах рефлексивного керування. Аби дати цьому коефіцієнту аналитичну трактовку, приймемо за основу метод визначення показника ефективності на підставі коефіцієнтів використання, запропонований у 1999 р. Л.Ю. Худяковым, [6], та пізніше розвинений автором, [7].Тоді в загальному випадку можна прийняти, що

$$K_{И}(\overline{X}_{+},\overline{X}_{-}) = \prod_{n=1}^{N}\frac{\widetilde{\eta}_n(\overline{X}_{+},\overline{X}_{-})}{\eta_n(\overline{X}_{+},\overline{X}_{-})}\prod_{m=1}^{M}\frac{\eta_m(\overline{X}_{+},\overline{X}_{-})}{\widetilde{\eta}_m(\overline{X}_{+},\overline{X}_{-})},$$

де $\widetilde{\eta}_n$, η_n, N - коефіцієнти використання, зростання яких веде до збільшення показника ефективності, та розрахункова кількість цих коефіцієнтів;

$\widetilde{\eta}_m$, η_m, M - коефіцієнти використання, зростання яких веде до зменшення показника ефективності, та розрахункова кількість цих коефіцієнтів.

Висновок. Фізичний зміст коефіцієнтів використання визначається специфікою конкретної задачі рефлексивного керування, та може у загальному випадку від того змісту, яке закладалося у ці коефіцієнти у роботах [6,7] при вирішенні тієї чи іншої проектної задачі. У загальному випадку $[K_{И}] \le K_{И} \le 1$. де $[K_{И}]$ є мінімально реально досяжне значення коефіцієнту викривлення. Критерієм успіху рефлексивного керування слугує, таким чином, відношення $\widetilde{K}_{И} = \dfrac{K_{И}}{[K_{И}]} \ge 1$. Подальшій хід рішення цієї задачи відповідає теории ігор із непротилежними інтересами з фіксованим порядком ходів і з допоміжніми критеріями ефективності, [3].

ЛІТЕРАТУРА

1.Соломенцев О.И. Исследовательское проектирование боевых кораблей и рефлексивное управление противником. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв, НУК.- 2021.-с. 624-627

2.Суздаль В.Г. Теория игр для флота М.: Воениздат, 1976. - 317 с.

3.Гермейер Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами. М.: Наука, 1976.- 328 с.

4.Васильев Г.А., Казаков В.Г., Кирюшин А.Н. Математическое моделирование рефлексивного управления противником: основные проблемы и подходы к их реализации. Военная мысль, 2022.- № 9.- с. 59-65

5.Захаров И.Г. Теория компромиссных решений при проектировании корабля - Л.: Судостроение, 1987.-136 с.

6.Худяков Л.Ю. "Virginia"- вместо или вместе с "Seawolf"?. Судостроение, 1999, № 5, с.25-32

7.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

"Duel" of the concepts of operations in the warship conceptual design. Mono-criteria mathematic model

Solomentsev Oleg Ivanovich
National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Criteria of optimization for the mono-criteria mathematical model for the tactical elements determining of warship, connected with the information influence, was learned. Was proposed mono-criteria distortion coefficient for the information, referred to the enemy. Quality of the reflexive enemy control with the help of mono-criteria model was also learned.

Key words: concept design of warships, reflexive enemy control, information influence

УДК 629.12.011.001.24

«ДУЕЛЬ» ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ У ХОДІ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ПРОЕКТУВАННЯ БОЙОВОГО КОРАБЛЯ. БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

Аннотація. Розглянута побудова критерію оптимізації у однокритеріальній математичній моделі корабля з метою визначення його тактичних елементів із взяттям до уваги інформаційного впливу – ММК (ТаЕ-ІВ). Введено поняття коефіцієнту викривлення інформації, що передається супротивникові у ході рефлексивного керування. Розглянуті критерії якості рефлексивного керування для багатокритеріальної задачі.
Ключові слова: дослідницьке проектування, рефлексивне керування супротивником, інформаційний вплив

Вступна частина. У попередній роботі автора [1] містився опис математичній моделі корабля з метою визначення його тактичних елементів із взяттям до уваги інформаційного впливу для однокритеріального випадку. В цій роботі ми розглянемо багатокритеріальний випадок.

Мета роботи. Метою роботи є знаходження засобу взяття до уваги інформаційного впливу у багатокритеріальній математичній моделі корабля з метою визначення його тактичних елементів.

Основна частина. Розглянемо змістовний (функціональний) опис математичної моделі корабля з метою визначення його тактичних елементів із взяттям до уваги інформаційного впливу – ММК (ТаЕ-ІВ). у багатокритеріальній постановці. У даному випадку, критерії типу «ефективність-вартість» використовуються іже як часткові критерії Тож маємо векторні критерії за нас $\overline{F}_+$ та супротивника $\overline{F}_-$, $\{\overline{F}_+\} = f_{i+}$, $\{\overline{F}_-\} = f_{i-}$, $\forall i \in I_F$, де I_F, - кількість часткових критеріїв, яка вважається однаковою як для нас, так і для супротивника. При цьому маємо $\overline{F}_+ = \overline{F}_+(\overline{X}_+, \overline{X}_-)$ та відповідно $\overline{F}_- = \overline{F}_-(\overline{X}_+, \overline{X}_-)$, де $\overline{X}_+$, $\overline{X}_-$ -допустимі вектори тактичних елементів (ТаЕ) для нас та для супротивника. Якщо інформаційний вплив відсутній, то $\overline{F}_+ = \overline{F}_+(\overline{X}_+) \neq \overline{F}_+(\overline{X}_-)$, вектор $\overline{F}_-$ не вводиться взагалі, та приходимо до багатокритериальної задачі оптимізації ТаЕ надводного корабля. У той же час умова, що має вигляд $\overline{F}_+(\overline{X}_+, \overline{X}_-) = -\overline{F}_-(\overline{X}_+, \overline{X}_-)$, якій у однокритериальній задачі [1] відповідав перехід до антагонистичної гри двох партнерів, у даному випадку внаслідок векторного характеру критеріїв $\overline{F}_+$ та $\overline{F}_-$ втрачає реальний сенс.

Як і у однокритеріальній задачі [1], «дуедь» ОТЗ моделюється неантагонистичечною парною грою. Але, на відміну від однокритріальної задачі [1], це буде лексикографічна гра [2], яка передбачає послідовний аналіз часткових критеріїв. Нехай часткові критерії, що використовуються нами (стороною А), під час розробки ОТЗ, вектор допустимих значень тактичних елементов $\overline{X}_+$, упорядковані згідно зі ступенем важливості у порядку Π_+ як $f_{1+}, f_{2+}, \ldots f_{i+}, \ldots f_{I_{F+}}$, $\forall f_i \in \{\overline{F}_+\}$, , $\forall i \in I_{F+}$. Ця впорядкованість (лексикографічне відношення порядку) визначається розрахунковим сценарієм бойового використання, [3]. Коли супротивник (сторонв В) розробляє ОТЗ конкуруючого корабля, то часткові критерії, що використовуються під час розробки ОТЗ, упорядковані згідно зі ступенем важливості у

порядку Π_- як $f_{1-}, f_{2-}, ... f_{i-}, ... f_{I_{F-}}, \forall f_{i-} = \{\overline{F}_-\},\ \forall i \in I_{F-}$. Вважатимемо також, що усі часткові критерії f_{i+} и f_{i-} максимізуються. При використанні найпростішої лінійно-експоненциальної моделі маємо:

$$f_{i+} = \frac{Э_{i+}(x_+, x_-)}{S_{i+}(x_+)};\ f_{i-} = \frac{Э_{i-}(x_+, x_-)}{S_{i-}(x_-)};\ S_{i+} = \alpha_{i+} x_+ + \beta_{i+};\ S_{i-} = \alpha_{i-} x_- + \beta_{i-};$$

$$Э_{i+} = 1 - \exp[-\gamma_{i+}(x_+, x_-)x_+];\ Э_{i-} = 1 - \exp[-\gamma_{i-}(x_+, x_-)x_-],\ \forall i \in I_F.$$

Тут, як і у доповіді [1], α_{i+}, β_{i+}, γ_+, α_{i-}, β_{i-} та γ_{i-} - статистичні коефіцієнти, але сенс їх буде вже дещо іншим. Тут, на відміну від однокритеріальної задачі, супротивнику передається вже не один вид неправдивої інформації, а два. В першому випадку ми прагнемо спровокувати супротивника на прийняття вигідного на упорядкування критеріїв, яке згодом буде формалізоване у вигляді вагових коефіцієнтів. Іншими словами, ми провокуємо супротивника на створення незбалансованого корабля задля вірогідного протистояння із нами. А другий випадок співпадає з тим, що було в однокритериальній задачі [1], коли ми прагнемо передати супротивнику неправдиві дані по коефіцієнтах γ_+ з тим, аби викликати вигідні для нас зміни коефіцієнтів γ_{i-}, $\forall i \in I_F$. У роботі [4] були введені модель уявлень сторони А (тобто нас) про свої цілі ${}^{A}_{A}M^{Ц^*}$, модель уявлень сторони А про свої можливості ${}^{A}_{A}M^*$ та модель уявлень ${}^{B}_{A}M^*$ сторони А стосовно можливостей сторони В, тобто супротивника. Тоді маємо співвідношення вигляду ${}^{A}_{A}M^{Ц^*} = {}^{A}_{A}M^{Ц^*}(\overline{F}_+, \Pi_+, I_{F+})$, а також ${}^{A}_{A}\hat{M}^{Ц^*} = {}^{A}_{A}\hat{M}^{Ц^*}(\overline{F}_+, \Pi_+, I_{F+}, \overline{F}_-, \Pi_-, I_{F-})$, де визначення відповідають роботі [4].

Для чисельної оцінки результатів рефлексивного керування слід перейти від послідовного аналіза часткових критеріїв до паралельного їхнього аналізу. Тому лексикографічне відношення порядку, що відповідає послідовному аналізу часткових критеріїв, задається у вигляді лінійної згортки часткових критеріїв, що відповідає паралельному аналізу. При цьому фактичний вектор вагових коефіцієнтів $\overline{\Lambda}_+$, $\{\overline{\Lambda}_+\} = \lambda_{i+}$ визначається згідно із роботою [5].

Векторный критерій $\overline{\widetilde{F}}_+$, що передається супротивнику, при значенні фактичного нашого векторного критерію $\{\overline{F}_+\} = f_{i+},\ \forall i \in I_F$ визначиться як $\{\overline{\widetilde{F}}_+\} = \kappa_{Иi} f_{i+},\ \forall i \in I_F$, де $\kappa_{Иi}$ - часткові коефіцієнти викривлення, що є компонентами вектора $\overline{\mathrm{K}}_И$. Вони визначаються на підставі співвідношення (2) з роботи [1], із тією, однак, різницею, що коефіцієнти використання, що входять у цей вираз, стосуються тільки *i*-ого часткового критерія. Кожному частковому коефіцієнту викривлення $\kappa_{Иi} \in \overline{\mathrm{K}}_И$ можна поставити у відповідність його мінімальне значення $\kappa_{Иi} = [\kappa_{Иi}]$ та ввести вектор безрозмірних коефіцієнтів викривлення $\overline{\widetilde{\mathrm{K}}}_И$, $\{\overline{\widetilde{\mathrm{K}}}\} = \widetilde{\kappa}_{Иi}$, $\widetilde{\kappa}_{Иi} = \frac{\kappa_{Иi}}{[\kappa_{Иi}]}$, $\forall i \in I_F$. Водночас замість фактичного вектору наших вагових коефіцієнтів $\overline{\Lambda}_+$, $\{\overline{\Lambda}_+\} = \lambda_{i+}$ супротивнику передається викривлений вектор вагових коефіцієнтів $\overline{\widetilde{\Lambda}}_+$, $\{\overline{\widetilde{\Lambda}}_+\} = \widetilde{\lambda}_{i+}$. А в якості критерія успішності рефлексивного керування у лексикографічній грі можно прийняти величину модуля вектора зважених безрозмірних коефіцієнтів викривлення у вигляді $\left|\overline{\widetilde{\mathrm{K}}}_И\right| = \sqrt{\sum_{ш=1}^{I_F} (\widetilde{\lambda}^*_{i+} \widetilde{\kappa}_{Иi})^2}$, де для нормованих вагових

коефіцієнтів $\widetilde{\lambda}^{*}_{i+i} = \dfrac{\widetilde{\widetilde{\lambda}}_{i+}}{\sum\limits_{i=1}^{I_F}\lambda_{i+}}$, $\forall i \in I_F$., що ми їх передаємо супротивнику, виконується умова $\sum\limits_{i=1}^{I_F}\widetilde{\lambda}^{*}_{i+} = 1$.

Висновок. Якщо $\forall i \in I_F:\ \kappa_{Ии} = [\kappa_{Ии}]$ відповідно для усіх i маємо $\widetilde{\kappa}_{Ии} = 1$, то, в силу того, що $\sum\limits_{i=1}^{I_F}\widetilde{\lambda}_i = 1$, маємо $\left|\widetilde{\widetilde{\mathrm{K}}}_{И}\right| = 1$. В цьому випадку, як і у однокритеріальній задачі, рефлексивне керування є повністю успішним. .Якщо ж $\left|\widetilde{\widetilde{\mathrm{K}}}_{И}\right| = \left|\widetilde{\widetilde{\mathrm{K}}}_{И0}\right| = \sqrt{\sum\limits_{ш=1}^{I_F}\left(\dfrac{\widetilde{\lambda}^{*}_{i+}}{[\kappa_{Ии}]}\right)^2}$, то рефлексивне керування не дало жодного результату,оскільки супротивник не сприйняв запропонованого нами викривлення по жодному з часткових критеріїв. При $1 < \left|\widetilde{\widetilde{\mathrm{K}}}_{И}\right| < \left|\widetilde{\widetilde{\mathrm{K}}}_{И0}\right|$ рефлексивне керування є частково успішним. Відмітимо, що, якщо існують значення $i = i_0 \in I_F$, при яких $\widetilde{\kappa}_{Ии_0} > 1$, , то це, на відміну від однокритріальної задачі, [1], ще не свідчить про катастрофічну невдачу рефлексивного керування, коли ми фактично надаємо супротивнику корисну для нього пораду.Справа в тому, що корисна порада щодо часткового критерию пыд номером $i = i_0$ може бути теоретично скомпенсована шкідливими порадами супротивнику по часткових критеріях, номера яких є $i \neq i_0,\ \forall i \in I_F$. А катастрофічна невдача рефлексивного керування у багатокритеріальній постановці відповідає співвідношенню $\left|\widetilde{\widetilde{\mathrm{K}}}_{И}\right| > \left|\widetilde{\widetilde{\mathrm{K}}}_{И0}\right|$.

Подальше рішення цієї задачі ґрунтується на теорії лексикографічних ігор, [2].

ЛИТЕРАТУРА

1.Соломенцев О.І. «Дуель» оперативно-тактичних завдань у ході дослідницького проектування бойового корабля. Однокритеріальна постановка задачі. Див. текст доповіді у цьому збірнику

2.Краснощёков, П.С., Морозов, В.В., Фёдоров В.В. Проектирование технических систем многоцелевого назначении. Известия Академии Наук СССР - Серия «Техническая кибернетика» - М.: Наука, 1979, № 4, с.7-20

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.Соломенцев О.И. Исследовательское проектирование боевых кораблей и рефлексивное управление противником. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв, НУК.- 2021.-с. 624-627

5.Подиновский В.В., Гаврилов В.М. Оптимизация по последовательно применяемым критериям М.: ЛЕНАНД, 2016, 194 с.

“Duel” of the concepts of operations in the warship conceptual design. Poly-criteria mathematic model

Solomentsev Oleg Ivanovich
National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Criteria of optimization for the poly-criteria mathematical model for the tactical elements determining of warship, connected with the information influence, was learned. Was proposed distortion poly-criteria coefficient for the information, referred to the enemy. Quality of the reflexive enemy control was also learned.

Key words: concept design of warships, reflexive enemy control, information influence

УДК 629.12.011.001.24

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФОРМИ НОСОВИХ ОБВОДІВ БАГАТОЦІЛЬОВОГО НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ НА ЗАБРИЗКУВАННЯ В УМОВАХ ЗУСТРІЧНОГО ХВИЛЮВАННЯ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

АннотацІя. Розглянуто вплив форми носових обводів багатоцільового корабля на забризкування. Взято до уваги як формування бризок, так і можливість відкидання бризок від корабля Розглянута еволюція форм носових обводів багатоцільових кораблів за останні 50-70 років

Ключові слова: багатоцільові кораблі; форма шпангоутів; забризкування

Вступна частина. Бризкоутворення в умовах хвилювання є, з одного боку, складним процесом, а з другого боку - важливою проблемою, що може ускладнювати застосування зброї з надводного корабля. Інтенсивність бризкоутворення суттєво залежить від форми носових шпангоутів.

Мета роботи. Метою роботи є аналіз впливу форми носових шпангоутів багатоцільових кораблів на бризко утворення та аналіз практичних тенденцій у цьому питанні.

Основна частина.Під час розгляду впливу форми носових шпангоутів на забризкуваність необхідно брати до уваги вплив форми шпангоутів на формування бризок та вплив форми шпангоутів на напрям розльоту бризок, що сформувалися.

Розглянемо критерій формування бризок. На межі 1960-х-1970-х р.р. було встановлено, що при зануренні в рідину шпангоутного контуру зустрічний рух рідини виникає тільки за умови, що число Фруда по швидкості вертикального потоку рідини Fr_S, яке пов’язане із відносними переміщеннями в умовах поздовжньої хитавиці, перевищує певну величину Fr_S^*. Величина ж Fr_S^* залежить тільки від геометричних характеристик i – го шпангоутного контура, що занурюється – кута килеватости на рівні КВЛ γ_i та коефієциенту повноти зануреної площі β_i, [1], мал. 1. На нерегулярному хвилюванні Fr_S є нормально розподілена центрована випадкова величина із дисперсією D_{FS}. Якщо ж $Fr_S < Fr_S^*$, то внаслідок дії сил важкості зустрічного руху не виникає. Пізніше пропонувалося вважати, що зустрічний потік формує бризковий струмінь, а за його відсутності нема й забризкування, [2,3]. Як розрахунковий переріз зазвичай приймається перший теоретичний шпангоут. Тоді критерій бризкоутворення

може бути прийнятий при використанні U-образних або V- образних обводів у такій формі, [1-3]:

$$Fr_S \geq Fr_S^* . \quad (1)$$

Задля того, аби снизити частоту забризкування, слід так змінити форму корпуса, щоб збільшити порогове число Фруда Fr_S^*, а також знизити дисперсію D_{FS}.Задля цього потрібно знизити і пов'язану із дисперсією D_{FS} дисперсію відносних переміщень від поздовжньої хитавиці у розрахунковому перерізі $D_{\zeta\hat{i}}$. Теоретично збільшити Fr_S^* можна, зменшуючи коефіцієнт β_1 та збільшуючи кут γ_1, [1]. Зростання кута γ_1 означає перехід від V-образних обводів до U-образних обводів та зниження коефіцієнту повноти КВЛ α, [4]. У той же час дисперсія $D_{\zeta\hat{i}}$ пов'язана з коефіцієнтом α приблизно як $\sqrt{D_{\zeta\hat{i}}} \sim 2{,}4 - 1{,}75\alpha$, [5].

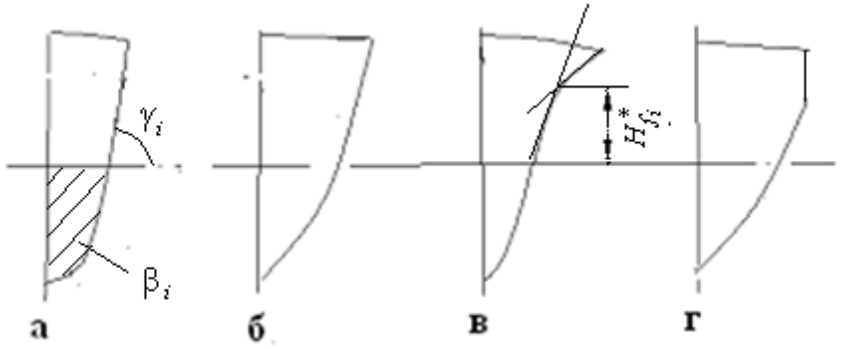


Рис. 1. Варианти форми обводу теоретичного шпангоуту в носі:
а- U - образніц, б -V - образні, в -Y - образні г - зі зламом

Таким чином, перехід до V-образних обводів веде до певного зниження дисперсії відносних переміщень $D_{\zeta 1}$, та, відповідно, соответственно, дисперсії

D_{FS} .. У той же час, якщо переходити від V- образних обводів до U-образних обводів, то виявляється, що значна частина бризок впаде не в воду, а на корабель, [6]. Якщо експлуатація корабля відбувається у відносно м'яких погодних умовах, та вхід палуби у воду не є занадто частим явищем, то виходом може бути перехід до Y- образних обводів, верхня частина яких працює як бризковідбійник. [7].

Розглянемо далі якісний спів ставний аналіз забризкування тих варіантів носових обводів, що показані на мал.. 1а-1в. Варіант мал. 1а може бути схарактеризований як такий, що має невеликий ступень забризкуваності. У цьому випадку величина Fr_S^* відносно значна, і тому виконання умови (1) стає мало ймовірним. У кораблів, для яких характерними є V-образні обводи в носі, мал. 1б, величина Fr_S^* знижується, так що забризкуваність буде вище. З другого боку, відносні переміщення від продольної хитавиці для цього варианту носових обводів будут менше внаслідок зростання площі ватерлінії та демпфування хитавиці. Відповідно менше для цього варіанту буде і заривання (тобто залиття хвилею, що не розпалася на бризкові струмені). У варіанті ж із Y-образними обводами, який зображено на мал. 1в, та частина обводу шпангоуту, що прилягає до верхньої палуби, фактично працює як бризковідбійник, [8]. Якщо відносні переміщення для *i*-го теоретичного шпангоуту не перевищують рівня H^*_{fi} (цей рівень визначається як показано на мал. 1в), то тоді характеристики забризкуваності цього варіанту будуть відмінними, та кращими, ніж у того варіанту, що наведений на мал..1а. Але, якщо погодні умови погіршаться, та випадки занурення носу за рівень $z > H^*_{fi}$ стануть частішими, то показники забризкування миттєво можуть стати незадовільніми, та набагато гіршими, ніж у варианту, що наведений на мал.. 1а.

Це пояснюється тим, что під час занурення у воду частина корпуса, що є вищою за рівень $z = H_{fi}^{*}$, вже не відбиває бризки. а сама їх інтенсивно продукує, Цікаво, що схожий висновок був зроблений С.Й. Макаровим ще у 1894 г. Він писав: «Развалистая форма носа (тобто така, що відповідає наведеній на мал.. 1в - О.С.) хороша, пока корабль не начнет брать носом воду, после чего развалистая форма носа становится вредной», [9,с. 21].

Ще однією досить розповсюдженою модифікацією Y - образних обводів (мал. 1г) є варіант зі зламом. Якщо порівняти бризкоутворення в умовах чисто Y - образних обводів та в умовах обводів зі зламом при однієї і тій же загальній (тобто. до верхньої палуби, а не до точки зламу) висоті надводного борту в носі, то ступень забризкування при наявності зламу буде помітно більше, хоча заривання може бути меньшим.

Анализуючи еволюцію форм обводів надводних кораблів у різних країнах на протязі XX ст., відмітимо наступне. У перші два десятиріччя XX ст. більшисть кораблів в усіх крїнах мали U-образні обводи вищеза ватерлінію. З початку 1930-х р.р. переважно в тих країнах, кораблі яких не планувалося використовувати для операцій в океанах із суворими погодними умовами (Італія), почали набувати V-образну форму выще КВЛ із збереженням U-образної форми нижче КВЛ – тобто те, що ми выще назвали Y-образною формою. В країнах, де використання флоту від початку було зорієнтовано на океани (США, Японія), ступень Y-образності обводів виглядав значно слабшим. Післявоєнний час як у колишньому СРСР, так і в країнах НАТО може бути схарактеризований поступовим переходом від Y-образних обводів (тобто U- образних нижче за КВЛ та реіко V-образних вище за КВЛ) до V-образних обводів як нижче, так и выще за КВЛ.

Висновок. Загалом еволюцію обводів носових шпангоутів есминців, фрегатів та корветів на протязі XX ст. можна виразити співвідношенням «$U \rightarrow Y \rightarrow V$»- від U-образних обводів до Y- образних і від них до суто V- образних. При переході до V- образних обводів береться до уваги зростання демпфування поздовжньої хитавиці із зростанням коефіцієнту повноти КВЛ. Це відбилося і в тій зміні носових обводів, яка мала місце у ВМС США під час переходу від есминців типу DD-963 “Spruance” до есминців типу DDG-51 “A.Burke” , [10].

ЛИТЕРАТУРА

1.Осипов О.А. Приближённое решение задачи о погружении контура в весомую жидкость. Труды ЦНИИ морского флота. - Л.: Транспорт, 1972.- Вып.140. -. с. 57-72

2.Липис В.Б. Гидродинамика гребного винта при качке судна. Л.: Судостроение, 1975.- 264 с.

3.Соломенцев О.И. Экспериментальная проверка условий брызгообразования при продольной качке катамарана. Гидродинамика корабля: Сборник научных трудов НКИ. - Николаев: НКИ, 1992, с. 97-103

4.Ашик В.В. Проектирование судов Л.: Судостроение, 1975.-352 с.

5.Бойцов Г.В., Палий О.М. Прочность и конструкция корпуса судов новых типов. Л.: Судостроение, 1979, 360 с

6.Pham X.P. Green Water and Loading on High Speed Containership. PhD Thesis. - Glasgow University. - Glasgow, 2008.- 486 p.

7. Sapone D.T. A Sensitivity Study of Bow Variants on the Distribution of Sea Spray on Regular Head Seas. Master of Science Dissertation. - Cambridge (Boston). Massachusetts Institute of Technology, 1990.- 110 p.

8.Соломенцев О.И. Определение потребных размеров щита - брызгоотбойника на проектируемом судне. Вісник НУК. - Миколаїв: НУК, 2011.- Вип. 5

9. Макаров С.О. Разбор элементов, составляющих боевую силу судов В книге: С.О. Макаров. Рассуждения по вопросам морской тактики. - М.: Военмориздат, 1943.- с. 12-112

10.Соломенцев О.И. Анализ методов улучшения мореходности многоцелевых кораблей, принятых в ВМС США. Выбор и обоснование формы носовых шпангоутов. См. текст доклада в настоящем сборнике

Analysis Of The Bow Shape Influence On Spraying Of Multipurpose Combatants

Solomentsev Oleg Ivanovich
National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. The analysis of the influence of bow shape of multipurpose combatants on spraying in head seas was done. Part of the water, connected with bow shape, is taken away from hull in time of spraying. was also done analysis of the bow shapes of the multipurpose combatants during last 50-70 years

Key words: multipurpose combatants; bow shape; shipping of water

УДК 629.12.011.001.24

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОЛІПШЕННЯ МОРЕХІДНОСТІ БАГАТОЦІЛЬОВИХ КОРАБЛІВ, ЩО ПРИЙНЯТІ У ВМС США. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМИ НОСОВИХ ШПАНГОУТІВ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

Аннотація. Розглянуто аналіз тенденцій змін форми носових шпангоутів багатоцільових кораблів ВМС США, що був виконаний російськими експертами. Виправлені виявлені помилки. Розглянутий вплив форми носових шпангоутів багатоцільового корабля на його залиття.

Ключові слова: багатоцільові кораблі; форма шпангоутів; залиття

Вступна частина. У нашій попередній роботі [1] ми дійшли того висновку, що еволюцію обводів носових шпангоутів есмінців, фрегатів та корветів на протязі XX ст. можна виразити співвідношенням «U → Y → V»- від U-образних обводів до Y- образних і від них до суто V- образних. В цій роботі ми розглянемо два останніх етапи цієї еволюції більш детально на прикладі двох останніх за часом проектів есмінців ВМС США.

Метою роботи є порівняння форми носових шпангоутів есмінців ВМС США двох останніх за часом проектів та визначення відповідних тенденцій.

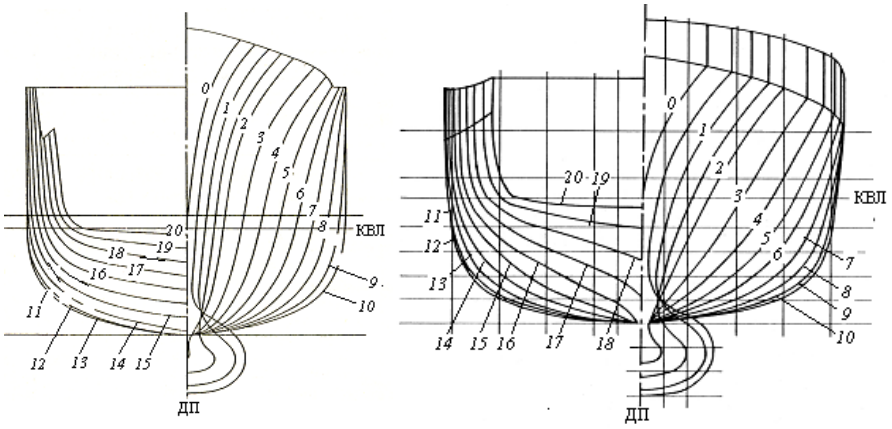
Основна частина. Анализуючи форму носових шпангоутів американських есмінців DDG-51 типу “A.Burke” , автори роботи [2] відмічають, що «…корпус имеет полные обводы в носовой части и малый развал носовых шпангоутов, чем заметно отличается от своего предшественника- проекта эсминцев класса “Spruance”. Как считают разработчики “Arleigh Burke”, несмотря на некоторый рост сопротивления воды, эта форма корпуса имеет лучшие мореходные качества…. Корпус эсминца … имеет сравнительно малый развал шпангоутов в носовой части и относительно широкую среднюю часть, что улучшает остойчивость и снижает качку», [2,с.71].

Далі деякі висновки работи [2] будуть доповнені та уточнені. Форма обводів у підводній частині кораблів типів “Ticonderoga” , “Spruance” и “A. Burke” с точки зору морехідности вибиралася на підставі специального показника (Seakeeping Rank Estimation) *R*, що був запропонований у 1981 р. Н. Бейлсом, [3] и доповнений у 1983 р. Д. Вальденом, [4]:

$$R = 8{,}42 + 45{,}1\alpha_H + 10{,}1\alpha_K - 378\frac{T}{L} + 1{,}27\frac{L_0}{L} - 23{,}5\chi_H - 15{,}9\chi_K + \Delta R; \quad (1)$$

де L, T - довжина по КВЛ та осадка корабля, α_H, χ_H - коефіцієнти повноти площі КВЛ та вертикальної повноти для носової половини корабля, α_K, χ_K - теж саме для кормової половини корабля, L_0 - довжина прямолінійного відрізку кильової лінії на діаметральному батоксі, $\Delta R = \frac{12{,}9(D-4300)}{4300}$ - введена Д. Вальденом [4] поправка, що бере до уваги відмінність фактичної водотоннажності D корабля від 4300 т.

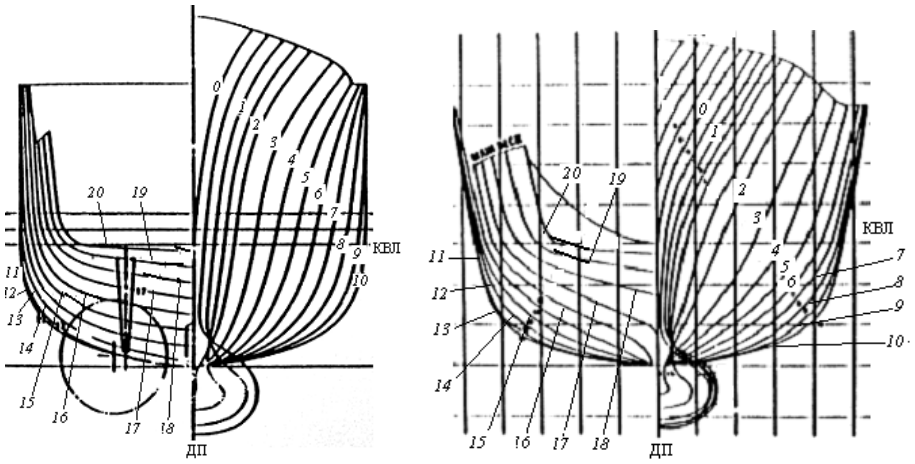
При цьому реально маємо діапазон $2 < R < 10$, и значення $R = 8-10$ відповідають відмінній морехідності на зустрічному хвилюванні. На мал.1 наведені теоретичні корпуси есмінців DD-963 типу "Spruance" до модифікації у відповідності із співвідношенням (1) і після цієї модифікації, [5], а на мал. 2 наведены аналогічні дані також і для есмінців DDG-51 типу "A. Burke", [6]. Виявляється, що «полные обводы в носовой части» эсминцев DDG- 51 типа "A. Burke", про які згадується у роботі [2,с. 71], стосуються до обводів нижче КВЛ та пов'язані із доцільністю збільшення коефіцієнту повноти площі носової половини КВЛ, Дійсно, як випливає з співвідношення (1), маємо $\frac{\partial R}{\partial \alpha_H} = 45{,}1$ та $\frac{\partial R}{\partial \alpha_K} = 10{,}1$. Тобто, коефіцієнт повноти КВЛ с точки зору поліпшення морехідності доцільно збільшувати, але в першу чергу це слід робити для носової, а не для кормової половини корабля. Водночас коефіцієнт загальної повноти при постійному коефіцієнті повноти КВЛ доцільно зменшувати, роблячи це у першу чергу знов-таки для носової половини корабля. Так, при постійних коефіцієнтах повноти площі КВЛ для носової та кормової половин корабля α_H и α_K у відповідності із співвідношенням (1) маємо $\frac{\partial R}{\partial \chi_H} = \alpha_H \frac{\partial R}{\partial \delta_H} = -23{,}5$ и $\frac{\partial R}{\partial \chi_K} = \alpha_K \frac{\partial R}{\partial \delta_K} = -15{,}9$, де δ_H, δ_K - коефіцієнти загальної повноти носової та кормової половин корабля, $\chi_H = \frac{\delta_H}{\alpha_H}$ и $\chi_K = \frac{\delta_K}{\alpha_K}$.



а б

Рис. 1. Варіанти вихідних та модифікованих проекцій «Корпус» теоретичного креслення (далі - просто теоретичних корпусів) американських есмінців DD-963 типу "Spruance", [5]:

а - вихідний теоретичний корпус, R =2,5; б – модифікований з урахуванням вимог морехідности теоретичний корпус, R =8,4



а б

Рис. 2. Варіанти вихідних та модифікованих теоретичних корпусів американських есмінців DDG-51 “A. Burke”, [6]:

а - вихідний теоретичний корпус; б – модифікований з урахуванням вимог морехідности теоретичний корпус

Співвідношення ж між коефіцієнтами загальної повноти та повноти КВЛ і визначає ступень V- образності носових шпангоутів, [7]. В цьому відношенні якоїсь принципової різниці між есмінцями типу "Spruance” и типу “A. Burke” немає, мал. 1-2.

Тому в обох випадках у модифікованого варіанта (мал. 1б і мал. 2б) в порівнянні із вихідним варіантом (мал. 1а і мал. 2а) був збільшений ступень V-образності носових шпангоутів у носі та у кормі в підводній частині у відповідності із співвідношенням (1).Завдяки цьому вихідний варіант американського есмінця DD-963 типу "Spruance" (мал. 1а) мав $R = 2{,}5$, а варіант, скорегований з урахуванням вимог морехідности на зустрічному хвилюванні (мал. 1б) мав $R = 8{,}4$, [5]. Схожа у якісному відношенні картина має місце також і для есмінців DDG- 51 типу “A. Burke”, див. мал. 2. У той же час ступень V- образності носових шпангоутів нижче КВЛ у цих кораблів все ждещо нижчий, що відповідає і дещо нижчому значенню визначенного по співвідношенню (1) показника *R*. Принципової ж різниці між формою носових шпангоутів у підводній частині корпуса у цих кораблів все ж нема.

А от обводами носових шпангоутів вище КВЛ проектанти цих кораблів розпорядилися по-різному. Обидва вихідних исходных варианта (мал.1а и мал. 2а) мають Y- образні обводи вище КВЛ. Так, якщо $y(z)$ є рівняння теоретичного шпангоута у розрахунковому перерізі, початок координат на основній площині і в ДП, то для V- образних обводів вище КВЛ маємо $\left.\frac{dy(z)}{dz}\right|_{z=T} \approx \left.\frac{dy(z)}{dz}\right|_{z=T+H_{fx}}$, тоді як для Y- образних обводів вище КВЛ буде $\left.\frac{dy(z)}{dz}\right|_{z=T} < \left.\frac{dy(z)}{dz}\right|_{z=T+H_{fx}}$, тут H_{fx} є висота надводного борту у розрахунковому перерізі.

Висновок. При проектування есмінців DD-963 типу "Spruance” після модифікації подводних обводі згідно із зазначеною вище схемою вище КВЛ був збережений Y- образний характер обводів. и добавлено злам контура шпангоуту вище КВЛ, мал. 1б. А під час проектування есминців DDG- 51 типу “A. Burke” проектанти, замість Y- образних обводів вище КВЛ, як это мало місце у вихідного варианту, мал. 2а, застосували вище КВЛ вже V-образні обводи. Отже, еволюція форми носових обводів, наведена на мал. 1б-2б, як раз і ілюструє процес «Y → V», [1].

ЛИТЕРАТУРА

1.Соломенцев, О.І. Аналіз впливу форми носових обводів багатоцільового корабля на забризкування в умовах зустрічного хвилювання. Див. текст доповіді у цьому збірнику

2.Колесниченко, В.И., Голубчиков С.В. Корабли ВМС США, оснащённые системой ПРО морского базирования Aegis. Морской сборник, 2021, № 6, с. 64-73

3.Bales, N.K. Optimizing the Seakeeping Performance of Destroyer Type Hulls. Proceedings of the 13th Symposium on Naval Hydrodynamics. Tokyo, 1981, p. 479-504

4.Walden, D.A. Extension of the Bales Seakeeping Rank Factor Concept. NSRDC Report. DNTSRDC - 83/085.-1983, Bethesda, 18 p.

5.Keane, R.G., Sandberg Ц.С. Naval Architecture for Combatants: a Technology Survey. Naval Engineers Journal, 1984.- Vol. 96.- Issue 5. – p. 47-64

6.Modern Naval Vessel Design Evaluation Tool. Электронный ресурс. Режим доступа www.mnvdet.com/sitemap.htm

7.Ашик, В.В. Проектирование судов Л.: Судостроение, 1975.- 320 с.

Analysis Of The Seakeeping Improve Methods Of The Multipurpose Combatants In The Us Navy. Bow Shape

Solomentsev Oleg Ivanovich
National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract Russian naval experts learned bow shape for the multipurpose combatants in the US Navy. We found some mistakes in the analysis of the bow shapes of DD-963 and DDG-51 class destroyers. Then, was learned using of the seakeeping rank estimation by Bales on the bow shape for the combatants of the US Navy

Key words: multipurpose combatants, bow shape, green water

УДК 629.12.011.001.24

ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ БОЙОВОЇ СТІЙКОСТІ НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені. адмірала Макарова
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

Аннотація. У доповіді наведені уточнені залежності для для коефіцієнту бойової стійкості корабля для того випадку, коли його показник бойової ефективності визначається згідно із методом коефіцієнтів використання. Використана структурна схема визначення ймовірності загибелі корабля на підставі ланцюга Маркова із дискретними станами та із дискретним часом.
Ключевые слова: показник ефективності; коефіцієнти впливу; коефіцієнт бойової стійкості

Вступна частина. Одним з ефективних методів визначення показника ефективності надводного корабля є метод коефіцієнтів використання, запропонований у 1999 р. Л.Ю. Худяковим для підводних човнів, [1], та узагальнений у 2019 р. автором для надводних кораблів, [2].В цьому випадку показник ефективності боевого корабля Э визначається у вигляді:

$$Э = \eta_{\Sigma} Э_{\max}, \quad \eta_{\Sigma} = \eta_{КОИ}\eta_{Б}\eta_{Ф},$$

де $Э_{max}$ - теоретичне максимально можливе значення корисного ефекту, η_{Σ} - інтегральний коефіцієнт використання корисного ефекту, $\eta_{КОИ}$ - коефіцієнт оперативного застосування і $\eta_{Б}, \eta_{Ф}$ - коефіцієнти бойової та функціональної стійкості відповідно.

Такий підхід має ту перевагу, що дозволяє розділити вплив на ефективність власно засобів ураження та засобів захисту, що розміщені на кораблі (величина $Э_{max}$) та вплив платформи (корпус, енергетична установка – цей вплив віддзеркалюється коефіцієнтом η_{Σ}). Якщо $\overline{X}_1$, $\overline{X}_2$ - вектори тактичних елементів та техничних елементів корабля відповідно, то $Э_{max} \approx Э_{max}(\overline{X}_1), \eta_{КОИ} = \eta_{КОИ}(\overline{X}_1, \overline{X}_2), \eta_{Б} \approx \eta_{Б}(\overline{X}_2)$ и $\eta_{Ф} \approx \eta_{Ф}(\overline{X}_2)$.

У доповіді [2] коефіцієнт бойової стійкості $\eta_{Б}$ був визначений в такому вигляді:

$$\eta_{Б} = \eta_{Б}(N_O, Q_{БП}) = \frac{n_O(N_O, Q_{БП})}{N_O} = \frac{1 - Q_{БП}}{Q_{БП} N_O}\left[1 - (1 - Q_{БП})^{N_O}\right], \quad (1)$$

де $Q_{БП}$ - ймовірність пошкодження, що веде до загибелі корабля, та N_O - кількість нанесених по кораблю ударів.

Тоді. якщо $N_O = 1$, тобто. корабель один раз був підданий вогневому впливу супротивника, то тоді коефіцієнт бойової стійкості буде рівним ймовірності збереження корабля внаслідок цього впливу, тобто в цьому $\eta_{Б}(1, Q_{БП}) = \eta_{Б}^{(0)}(Q_{БП}) = 1 - Q_{БП}$. Якщо $Q_{БП}$=1, то $\forall N_O : \eta_{БП}(N_O, 1) = 0$, що випливає із співвідношення (1). Якщо ж $Q_{БП}$=0, то повинно бути $\forall N_O : \eta_{БП}(N_O, 0) = 1$, [2].

Мета роботи. Метою даної роботи є уточнення співвідношення (1) шляхом розгляду структурної схеми ймовірності $Q_{БП}$.

Основна частина. Розглянемо структурну схему ймовірності $Q_{БП}$ та знайдемо коефіцієнт бойової стійкості $\eta_{Б}$ з урахуванням цієї схеми, мал. 1. Ймовірність $Q_{БП}$ у загальному випадку визначається наступним чином:

$$Q_{БП} = \varphi_{QББ}(Q_{БП}^{(i)}), \ \forall i \in I_{БП}, I_{БП} = 6, \quad (2)$$

где $Q_{БП}^{(1)}$ - ймовірність знайдення корабля супротивником;

$Q_{БП}^{(2)}$ - умовна ймовірність класифікації знайденого із ймовірністю $Q_{БП}^{(1)}$ корабля як ворожого та безпомилкового визначення параметрів його руху (координати, курс, швидкість);

$Q_{БП}^{(3)}$ - умовна ймовірність використання супротивником по знайденому з ймовірністю $Q_{БП}^{(1)}$ та класифікованому як супротивник з ймовірністю $Q_{БП}^{(2)}$ кораблю завданої кількості бойових снарядів завданої номенклатури;

$Q_{БП}^{(4)}$ - умовна ймовірність влучання в корабель внаслідок однократного удару по ньому деякої частини вистрілених супротивником з ймовірністю $Q_{БП}^{(3)}$ бойових снарядів;

$Q_{БП}^{(5)}$ - умовна ймовірність отримання кораблём тих чи інших ушкоджень, за умови, що з ймовірністю $Q_{БП}^{(4)}$ він отримав влучання;

$Q_{БП}^{(6)}$ - умовна ймовірність загибелі корабля внаслідок отриманих з ймовірністю $Q_{БП}^{(4)}$ пошкоджень.

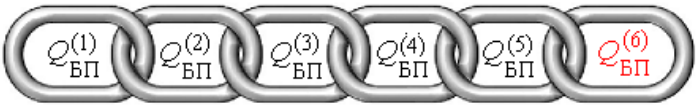


Рис.1. Ланцюг Маркова при визначенні коефіцієнту бойооі стійкості

Якщо усі випадкові події, ймовірності яких є $Q_{БП}^{(i)}$, незалежні, то оператор $\varphi_{QБП}(Q_{БП}^{(i)})$ отримує наступний вигляд:

$$\varphi_{QББ}(Q_{БП}^{(i)}) = \prod_{i=1}^{I_{БП}} Q_{БП}^{(i)}, \ \forall i \in I_{БП}, I_{БП} = 6.$$

Орієнтовні практичні дані щодо величин складових ймовірності $Q_{БП}$, що використовуються у Південній Кореї для планування втрат в ході бойових дій на морі, є наступними, [3].Ймовірності знайдення за допомогою РЛС: великого корабля-1,0, корабля середніх размеров-0,82, и малого корабля-0,57. Ймовірність застосування крилатих ракет-0,75, артилерії – 0,75, торпед-0,39. Ймовірність загибели при одноразовому влучанні крилатої ракети: для великого корабля - 0,14, для корабля середніх розмірів-0,31, для малого корабля та для підводного човна - 0,90.Ймовірність загибелі при влучанні торпеди: : для великого корабля - 0,38, для корабля середніх размеров-0,71, для малого корабля-1,0 и для підводного човна також 1,0.

Якщо ймовірності $Q_{БП}^{(i)}$ відомі, то розрахункова залежність для коефіцієнту бойової стійкості з роботи [2] може бути уточнена. З цією метою пов'яжемо коефіцієнт бойової стійкості з ймовірностями $Q_{БП}^{(i)}$. Внаслідок одноразового удару корабель може опинитися у одному з наступних трьох станів:

- стан 1- корабель із ймовірністю q_1 не отримав пощкоджень;
- стан 2 - корабель із ймовірністю q_2 отримав пошкодження;
- стан 3 – корабель, що отримав ушкодження, з ймовірністю q_3 загинув.

Тоді у раніше прийнятих визначеннях

$$q_1 = 1 - Q_{БП}^{(4)}; \ q_2 = Q_{БП}^{(5)}; \ q_3 = Q_{БП}^{(6)}.$$

Коефіцієнт бойової стійкості після одного удару в цьому випадку, якщо корабель знаходиться під безперервним вогневим впливом супротивника, має визначатися як $\eta_{Б}^{(0)} = \eta_{Б1}^{(0)} = \min(1 - C_q q_2, \ 1 - q_3)$, де коефіцієнт C_q являє собою відношення залишку показника ефективності пошкодженого корабля до показника ефективності непошкодженого корабля.

Процес нанесення по нашому кораблю N_O незалежних ударів може бути представлений у вигляді дискретного ланцюга Маркова с невідновлюваною шкодою та однорідною матрицею переходу, [4]. В цій матриці через p_{ii} визначається ймовірність для корабля, що знаходиться у i-ому стані, залишитися після нанесення по ньому удару у тим же (i-ому) стані, а через p_{ij} ймовірність такої випадкової події, коли корабель, який знаходиться у i-ому стані, переходить після нанесения по нему удару в j-й стан. Після нанесення одного удару ця матриця $\overline{\overline{\Pi}}_y(1)$ має вигляд, [4]:

$$\{\overline{\overline{\Pi}}_y(1)\} = \begin{Vmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ 0 & p_{22} & p_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} q_1 & q_2 & 1-q_1-q_2 \\ 0 & q_3 & 1-q_3 \\ 0 & 0 & 1 \end{Vmatrix}.$$

Компоненти матриці $\overline{\overline{\Pi}}_y(1)$ надають повну інформацію про стан корабля після одного удару. Після нанесення N_O ударів перехідна матриця $\overline{\overline{\Pi}}_y(n_y)$ має вигляд $\overline{\overline{\Pi}}_y(N_O) = \overline{\overline{\Pi}}^{N_O}(1)$. Виконавши операцію возведення цієї матриці в ступень N_O, знаходимо, [4]:

$$\{\overline{\overline{\Pi}}_y(N_O)\} = \begin{Vmatrix} q_1^{N_O} & q_2\dfrac{q_1^{N_O}-q_3^{N_O}}{q_1-q_3} & 1-q_1^{N_O}-q_2\dfrac{q_1^{N_O}-q_3^{N_O}}{q_1-q_3} \\ 0 & q_3^{N_O} & 1-q_3^{o\,N} \\ 0 & 0 & 1 \end{Vmatrix}.$$

Компоненти матриці $\overline{\overline{\Pi}}(N_O)$ надають повну інформацію щодо вірогідностей тих чи інших станів корабля після N_O вогневих впливів воздействий на нього. А коефіцієнт бойової стійкості після N_O впливів

$$\eta_Б = \min\left(1-C_q q_2\frac{q_1^{N_O}-q_3^{N_O}}{q_1-q_3};\quad 1-q_3^{N_O}\right).$$

Висновок. Розрахункова залежність для коефіцієнту бойової стійкості надводного корабля може бути уточнена за рахунок взяття до уваги структури ймовірність пошкодження, що веде до загибелі корабля. Відповідні залежності були наведені вище.

ЛИТЕРАТУРА

1.Худяков Л.Ю. "Virginia"- вместо или вместе с "Seawolf"?. Судостроение, 1999, № 5, с. 25-32

2.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

3..Kyoung-Chan Ok, Dong-Soon Yim, Bong-Wan Choi A Case Study of Implementation of Methodology for Wartime Warships Damage Rate Estimation. Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, 2017.- Vol. 20.- № 1.- p. 137-147

4.Волгин, Н.С. , Махров Н.В., Юровский В.А. Прикладные задачи исследования операций,1976. Часть 1. - Л.: ВМА, - 232 с. Часть 2. Л.: ВМА,-480 с

To Determining Of The Warfare Staying Coefficient For The Naval Combatants

Solomentsev Oleg Ivanovich
National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Were learned the structural parts of the probability of kill of the warship because of enemy's blows. If this structural parts are known, it's become possible to find more precision formulas for the warfare staying coefficient. Markov chain with discrete time was used.

Key words: measure of efficiency; influence coefficients; warfare staying coefficient

УДК 629.12.011.001.24

ВПЛИВ ВІТРУ ТА ХВИЛЬ НА ЗЛІТ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З НАДВОДНОГО КОРАБЛЯ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Національний університет кораблебудування імені. адмірала Макарова
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

Анотація. Розглянутий вплив хитавиці на катапультний зліт безпілотного літального апарату (БЛА) літакового типу. Доведено, що такий зліт, попри хитавицю, відбувається практично у статиці**.** Розглянута можливість заливання хвилею БЛА, що злетів в умовах попутного вітру.
Ключові слова: безпілотний літальний апарат (БЛА); катапультний зліт; хитавиця корабля

Вступна частина. Протягом останніх років важливим елементом озброєння надводних кораблів стали безпілотні літальні апарати (БЛА). Застосування БЛА з корабля в умовах тихої води нічім не відрізняється від його ж застосування з Землі. У той же час корабель в морі знаходиться під впливом вітру і хвиль. Вплив хвиль веде до хитавиці корабля, а вітер для БЛА літакової схеми впливає на величину підйомної сили на крилах.

Мета роботи. Метою роботи є визначення деяких закономірностей, пов'язаних із злітом БЛА з надводного корабля в умовах вітру та хвиль, та отримання відповідних рекомендацій для виконання розрахунків.

Основна частина. Попередньо розглянемо вибір траєкторії БЛА літакової схеми під час зліту на тихій воді (або, що те ж саме, з поверхні Землі). [1]. БЛА, що злітає під кутом $\Theta_{БЛА}$ до поверхні води зі швидкістю $v_{БЛА}$, на відстані $L_{БЛА}$ від точки зліту, має отримати таку траєторію польоту, яка буде паралельною поверхні води. Далі БЛА має летіти на своїй крейсерській висоті $H_{БЛА}$. При цьому величини $v_{БЛА}$ та $L_{БЛА}$ є паспортними характеристиками того чи иншого БЛА та можуть розглядатися як вихідні дані в цій задачі. На мал. 1 наведено приклад сукупності траєкторій зліту БЛА, що отримані на підставі вирішення класичної варіаційної задачі (задачі Ейлера), [1]. Червоним кольором визначена оптимальна траєкторія, що відповідає найменший довжині участку зліта. Ця траєкторія відповідає деякій, вже цілком визначеній оптимальній величині кута $\Theta_{БЛА}$. У той же час можливі відхилення кута $\Theta_{БЛА}$ від його оптимального значення не пов'язані із значним зростанням довжини траєкторії. У чисельному прикладі, що розглянутий у роботі [1] при зміні кута $\Theta_{БЛА}$ у вельми широкому діапазоні (від 0 до 35^0) довжина траєкторії змінилася усього лише на кілька відсотків.

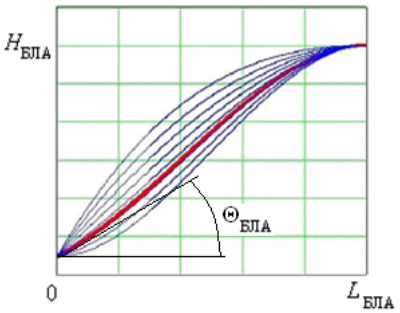


Рис. 1.Сукупність можливих траєкторій зліту БЛА літакового типу и оптимальная траєкторія, [1]:
- сукупність можливих траєкторій;
-оптимальна траектория, которой отвечает оптимальный угол $\Theta_{БЛА}$

Далі, час перебування БЛА на катапульті з момента старту до момента зходу БЛА з катапульти будь-якого відомого типу, вимірюється кількома десятими долями секунди - 0,4-0,5 с.,[2,3]. Це на порядок менше за періоди усіх видів хитавиці. Тому старт БЛА з катапульти може вважатися таким, що відбувається у статиці.

Вплив хитавиці може призвести до відхилення кута $\Theta_{БЛА}$ від його оптимального значення, що відповідає тихій воді. Однак кожний надводний корабель оснащений гировертикаллю, Тоді запуск БЛА слід виконувати у той момент, коли, по даним вимірювань за допомогою гировертикалі ординати визначального при даному курсовому куті виду хитавиці проходять через нульове значення. Близькі до 0 значення ординат хитавиці в момент старту БЛА збережуться і в момент зходу БЛА з катапульти. Якщо корабель здійснює кілька видів хитавиці водночас, то сумарна ордината може бути і трохи відмінною від 0. Однак не дуже великі відхилення кута $\Theta_{БЛА}$ від його оптимального значення мало впливають на процес старту БЛА. мал. 1.

Коли ординати бортової хитавиці проходять через 0,, ординати кутових швидкостей проходять через амплітудні значення, Нехай в момент зходу з катапульти БЛА мав би за відсутності хитавиці вектор лінійної швидкості $\vec{v}_{БЛА}$. Тоді внаслідок хитавиці БЛА отримає додатковий вектор лінійної швидкості $\Delta\vec{v}_{БЛА}$, перпендикулярний за напрямком до вектору $\vec{v}_{БЛА}$.Модуль додаткової лінійної швидкості $\left|\Delta\vec{v}_{БЛА}\right|$, беручі до уваги тільки бортову хитавицю, визначиться як $\left|\Delta\vec{v}_{БЛА}\right| = R_{ЛА}\dot{\theta}_0$, де $R_{БЛА}$ - відстань між центром ваги корабля та кінцем катапульти, з якої злітає БЛА, а θ_0 - амплітуда кутової швидкості бортової хитавиці. Це призведе до зміни кута $\Theta_{БЛА}$ на величину $\Delta\Theta_{БЛА}$ таку, що $tg\Delta\Theta_{БЛА} = \frac{\left|\Delta v_{БЛА}\right|}{\left|v_{БЛА}\right|}$, [4]. Однак, оскільки $\left|\Delta v_{БЛА}\right| << \left|v_{БЛА}\right|$, то й $\Delta\Theta_{БЛА} << \Theta_{БЛА}$, тобто відхилення кута $\Theta_{БЛА}$ від оптимального значення і в цьому випадку буде невеликим. У той же час хитавиця може заважати переміщенню катапульти вздовж палуби та розміщенню БЛА на катапульті. Узяти це до уваги можливо за рахунок показника MII (Motion Induced Interruptions), у відповідності із стандартом НАТО [5], як і у випадку обслуговування корабельного гелікоптера, [6].

Розглянемо вплив вітру на процес старту, [7,8].Підйомна сила на крилах БЛА літакового типу пропорційна квадрату відносної лінійної швидкості БЛА у повітряному потоці. Внаслідок наявності вітру ця швидкість може відрізнятися від швидкості БЛА у нерухомій системі координат, особливо, коли вітер попутний. Тоді підйомна сила на крилах БЛА відразу після його зходу з катапульти може виявитися недостатньою задля компенсації ваги БЛА, і тоді БЛА може впасти в воду. Тому розглянемо приклад залежності траєкторії $f_{БЛА}$ малого БЛА літакового типу “Ariel” від часу t при попутному вітрі. [7,8]. Відразу після зходу з катапульти протягом приблизно 0,5 с БЛА рухається догори під дією сил інерції. Далі сили інерції поглинаються опором повітря, і подальший рух вгору можливий тільки за рахунок підйомної сили на крилах. Попутний вітер заважає розвитку цієї сили. Тому в умовах сильного попутного вітру (швидкість 16 м/с) БЛА «провалюється» приблизно на 4 м і лише потім вирівнюється та продовжує рух догори, [7]. Тоді після розрахунку у відповідності із роботами [7,8] траєкторії $f_{БЛА}(t,\overline{u}_{B0})$, де $\overline{u}_{B0}$ є розрахункова середня швидкість попутного вітру, при якій корабель повинен мати можливість виконати запуск БЛА, слід знайти величину $f_{БЛА}^{(\min)}(\overline{u}_{B0}) = \min_t f_{БЛА}(t,\overline{u}_{B0}),\ 0 < t < t_P(\overline{u}_{B0})$, та зажадати виконання обмеження виду

$$f_{БЛА}^{(\min)}(\overline{u}_{B0}) \le \frac{h_P(\overline{u}_{B0})}{2},\ h_P(\overline{u}_{B0}) = 2k_h\sqrt{D_r(\overline{u}_{B0})}, \qquad (1)$$

де $t_P(\overline{u}_{B0})$ - час, до закінчення якого БЛА буде гарантовано тільки набирати висоту, в роботі [7] прийнято t_P=5 с для усіх швидкостей вітру, $h_P(\overline{u}_{B0})$ - розрахункова висота хвилі, $D_r(\overline{u}_{B0})$ - дисперсія хвильових ординат, що відповідає тієї інтенсивності хвилювання, при якій має бути забезпечений запуск БЛА, попри попутний вітер, середня швидкість якого $\overline{u}_{B0}$ є , k_h - коефіцієнт, що залежить від розрахункової забезпеченості величини $h_P(\overline{u}_{B0})$.

У роботі [7] приймається $k_h \approx 2{,}55$, що є близьким до висоти хвилі 3%-забезпеченості, якій відповідає значення $k_h \approx 2{,}65$.

Висновки.1. Запуск БЛА в умовах хитавиці слід виконувати в момент проходження ординат відповідного виду хитавиці через 0.

2.Вплив попутнього вітру, що заважає створенню підйомної сили на крилах БЛА літакового типу, за певних умов може призвести до падіння БЛА у воду. Алгоритм відповідної перевірки був наведений вище.

ЛИТЕРАТУРА

1.Моисеев В.С. Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов. Казань. - Редакционно-издательский центр «Школа», 2015.- 444 с.

2.Siddiqui, B.A., Rehman, H., C. Kumar C. Computer Aided Modeling and Simulation of Pneumatic UAV Catapult Mechanism. Proceedings of Seventh International Mechanical Engineering Conference (SIMEC-2017) -Karachi, 2017,7 p.

3.Novakovic Z., Medar,N., Mitrovic L. Increasing Launch Capability of a UAV Bunge Catapult. Scientific Technical Review, 2014. - Vol. 14.- Issue 4.-10 p.

4. Венкстерн, С.А. Стрельба на море М.-Л.: Военмориздат, 1940.- 280 с.

5.STANAG 4154. General Criteria and Common Procedures for Seakeeping Performance Assessment. North Atlantic Treaty Organization-Military Agency for Standardization: Brussels, 2000

6. Baitis,A.E., Applebee T.R., McNamara T.M. Human Factors Considerations Applied to Operations of the FFG-8 and LAMPS Mk III. Naval Engineers Journal, 1984. -Vol. 96. - Issue 3.- p.191-199

7.Crump, M.R., Riseborough P., Bil C. An Autonomous Control Technique for Launching of Ship Based Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in Extreme Conditions Proceedings of the 22th Congress of International Counsil of the Aeronautical Sciences (ICAS-2000).- Harrogate, 2000.- 10 p.

8.Crump, M.R., Bil C. An Autonomous Control Technique for Launching of Ship Based Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in Extreme Conditions. Proceedings of the 23th Congress of International Counsil of the Aeronautical Sciences (ICAS-2002).- Toronto, 2002.- 10 p.

About Influence Of Wind And Waves On The Launch Of The Unmanned Aerial Vehicle From The Ship

Solomentsev Oleg Ivanovich
National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Influence of wind and waves on the UAV catapult launch was learned. Such a launch is done in static conditions. Also was learned possibility of sunk of the UAV in the conditions of strong following wind

Key words: unmanned aerial vehicle (UAV); catapult launch; ship's motions

УДК 629.12.011.001.24

ВПЛИВ ХВИЛЮВАННЯ НА ПОСАДКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА НАДВОДНИЙ КОРАБЕЛЬ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені. адмірала Макарова
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

Анотація. Розглянутий вплив хвилювання та хитавиці на посадку безпілотного літального апарату на корабель. Застосовано короткострокове прогнозування ординат нерегулярної хитавиці. Проаналізовані можливі шляхи поліпшення умов посадки
Ключові слова: безпілотний літальний апарат (БЛА); нерегулярне хвилювання; посадка в умовах хвилювання

Вступна частина. На сучасному етапі безпілотні літальні апарати (БЛА) є важливою складовою частиною озброєння надводних кораблів. Умови зльоту БЛА з корабля та його посадки на корабель пов'язані із хитавицею корабля. Одним з можливих методів посадки є приводнення БЛА біля корабля за допомогою парашута із подальшим підйомом його на корабель. Прикладом цього є малий БЛА літакового типу . F2M, що застосовується на українських катерах пр. 58155.[1]

Але, з іншого боку, приводнення БЛА може вести до його пошкоджень - як унаслідок корозії, так і внаслідок ударів о воду під час посадки, [1]. Тому більш доцільнім є хоч і передбачити під час проектування такий режим посадки, але при цьому розглядати його як позаштатний чи аварійний режим. А як звичайний режим посадки («сухої» посадки) слід розглядати посадку БЛА на винесену за контур палуби кран-балку, яка має спеціальний посадочний пристрій. За певних умов, які розглянуті у роботі [1], спрацювання такого пристрою стає неможливим, і заради запобігання втрати БЛА оператор приймає рішення про посадку БЛА у позаштатному режимі шляхом приводнення.

Розглянемо аналітичну реалізацію зазначених умов.

У роботах [1,2] реалізація будь-якого виду хитавиці на реальному хвилюванні $\Omega = \Omega(t)$ завдана у наступному вигляді:

$$\Omega(t) = \Omega_P(t) + \Omega_{HP}(t) = \Omega_0 \cos(\omega_\Omega t + \varphi_\Omega) + \Omega_{HP}(t). \qquad (1)$$

Тож ця реалізація виглядає як сума регулярної складової $\Omega_P(t) = \Omega_0 \cos(\omega t + \varphi_\Omega)$, де Ω_0 та φ_Ω - амплітуда та фаза цієї складової, та нерегулярної надбавки $\Omega_{HP}(t)$. Автори роботи [2], пояснюючи використання співвідношення (1), пишуть, що «…для расчётов качки судов применяются типовые обобщённые спектры… Такое описание используется для оценки запаса остойчивости или вероятности механического повреждения судна и непригодно для текущего описания колебаний судна», [2, с.39-40].

Однак ця теза є, на думку автора, помилковою. Справа у тому, що саме на підставі спектральної теорії нерегулярного хвилювання розроблені методи короткострокового прогнозування ординат хитавиці корабля. Це методи лінійної екстраполюючої функції, [3,4], методи Колмогорова - Вінера та Калмана, [5], а також авторегресійні методи, [6]. Таке короткострокове прогнозування і являє собою біжучий опис коливань корабля.

[1] Український мілітарний портал, 11.07. 2019. Электронный ресурс, режим доступа https://mil.in.ua/uk

Метою роботи є отримання умов посадки БЛА на кран-балку в умовах хвилювання на підставі короткострокового прогнозу ординат нерегулярної хитавиці корабля.

Основна частина. У співвідношенні (1) ми далі вважатимемо, що $\Omega(t) = \Omega_{HP}(t)$. Тоді умова можливості «сухої» посадки буде такою:

$$D_{\delta\Omega_i}(\overline{X},\ ,\overline{B},\ \Delta\tau_{БЛА}^{(i)}) \le [\delta\Omega_i]^2, \qquad (2)$$

де індекс «*i*», введений при Ω_i. характеризує вид коливань, $D_{\delta\Omega_i}$ - дисперсія похибки корокострокового прогнозу для хитавиці, вид якої є Ω_i, на интервалі $\Delta\tau_{БЛА}^{(i)}$, $\overline{X}$ - вектор тактико-технічних характеристик (ТТХ) корабля, , $\overline{B}$ - вектор характеристик хвилювання та/або хитавиці корабля (у частковому випадку -скалярна величина), та $[\delta\Omega_i]$ - допустимі середньоквадратичні похибки по по *i*-му виду коливань, при яких «суха» посадка БЛА ще є можливою, ця величина пов\язана із характеристиками посадочного пристрою.

Величини $[\delta\Omega_i]$ можуть розглядатися як паспортні характеристики посадкового пристрою та вважатися відомими. Іноді задається не середньоквадратичне, а максимальне значення вказаної похибки $[\Delta\Omega_i]$. На практиці значення $[\delta\Omega_i]$ та $[\Delta\Omega_i]$ пов'язані між собою т.зв. «правилом трьох сігм», тож для усіх *i* маємо $[\delta\Omega_i] \approx \dfrac{[\Delta\Omega_i]}{3}$. Приклади максимальних значень похибки $[\Delta\Omega_i]$ містяться у роботах [1,2].

Введемо наступні визначення:

$x_{БЛА}$ - вимірена у поздовжньо-горизонтальному напрямку відстань між центром ваги корабля G та точкою прицілювання під час посадки БЛА;

$y_{БЛА}$ - вимірена у поперечно-горизонтальному напрямку відстань між центром ваги корабля G (або ДП корабля) та точкою прицілювання при посадці БЛА;

$z_{БЛА}$ - Вимірена у вертикальному напрямку відстань між центром ваги корабля G та точкою прицілювання при посадці БЛА.

Далі, у співвідношенні (2) у відповідності із дослідженнями [1,2], слід розглянути наступні види коливань:

i=1- лінійні коливання точки зачеплення у поперечно-горизонтальному напрямку:

$$\Omega_1(t) \approx z_{БЛА}\theta(t) + x_{БЛА}\varphi(t) + y(t);$$

i=2- лінійні коливання точки зачеплення у вертикальному напрямку:

$$\Omega_2(t) \approx y_{БЛА}\theta(t) - x_{БЛА}\psi(t) + z(t);$$

i=3-кутові бортові коливання точки зачепления $\Omega_3(t) = \theta(t)$;

i=4-кутові кильові коливання точки зачепления $\Omega_4(t) = \psi(t)$.

В цих формулах $y(t)$, $z(t)$, $\theta(t)$, $\psi(t)$ та $\varphi(t)$ є ординати поперечно-горизонтальної хитавиці, вертикальної хитавиці, бортової хитавиці, кильової хитавиці та рискання відповідно. Приймемо, що кореляційна функція R_{Ω_i} для *i*-го виду коливань задається в залежності від часового проміжку $\Delta\tau$ співвідношеннями наступного вигляду, [3]:

$$R_{\Omega_i}(\Delta\tau) \approx D_{\Omega_i}\exp\left(-\alpha_{\Omega_i}|\Delta\tau|\right)\left(\cos\beta_{\Omega_i}\Delta\tau + \frac{\alpha_{\Omega_i}}{\beta_{\Omega_i}}\sin\beta_{\Omega_i}|\Delta\tau|\right); \quad D_{\Omega_i} = R_{\Omega_i}(0);$$

$$\alpha_{\Omega_i} = \frac{D_{\Omega_i}}{\pi S^*_{\Omega_i\,\max}};\ \beta_{\Omega_i} \approx \omega_{\Omega_i\,\max};\ S^*_{\Omega_i\,\max} = S^*_{\Omega_i}(\omega_{\Omega_i\,\max}) = \max_{\omega} S^*_{\Omega_i}(\omega),$$

де $R_{\Omega_i}(0)$ - кореляційна функція для *i*-го виду коливань, обчислена при нульовому часовому проміжку, коли $\Delta\tau = 0$, яка дорівнює дисперсії відповідного виду коливань D_{Ω_i}, и $\omega_{\Omega_i \max}$ - частота, що відповідає максимальній ординаті псевдоспектру *i*-го виду коливань $S^*_{\Omega_i}(\omega)$.

Дисперсія похибки прогнозу $D_{\delta\Omega_i}$, що входить у співвідношення (2), при певних додаткових припущеннях може бути визначена за методом лінійної екстраполюючої функції у такому вигляді, [3,4]:

$$D_{\Delta\Omega}(\Delta\tau) = D_{\Omega} \times$$

$$\times\left[1-\exp(-2\alpha_{в\Omega}\cdot\Delta\tau)\left(1+2\frac{\alpha_{в\Omega}}{\beta_{в\Omega}}\sin(\beta_{в\Omega}\cdot\Delta\tau)\cos(\beta_{в\Omega}\cdot\Delta\tau)+2\frac{\alpha_{в\Omega}^2}{\beta_{в\Omega}^2}\sin^2(\beta_{в\Omega}\cdot\Delta\tau\right)\right].$$

А якщо застосовується метод Колмогорова - Вінера, то тоді маємо, [5]:

$$D_{\Delta\Omega}(\Delta\tau) = D_{\Omega}\left(\left[1-\exp(-2\alpha_{\Omega}\cdot\Delta\tau)-\exp(-2\alpha_{\Omega}\Delta\tau)\frac{\alpha_{\Omega}}{\beta_{\Omega}}\left(\frac{2\alpha_{\Omega}}{\beta_{\Omega}}\sin^2\beta_{\Omega}\Delta\tau+\sin 2\beta_{\Omega}\Delta\tau\right)\right]\right).$$

В цих залежностях часовий проміжок $\Delta\tau^{(i)}_{БЛА}$ є проміжок між останнім показом ординати відповідного виду хитавиці, знятого з гіровертикалі, та моментом, коли БЛА торкається посадкового пристрою.

Висновки. 1.Для виявлення можливості посадки БЛА на кран-балку в умовах хвилювання (співвідношення (2)) доцільно використовувати теорію короткострокового прогнозування ординат хитавиці на нерегулярному хвилюванні.

2.Задля задоволення співвідношення (2) можна як поліпшувати стосовно різних видів хитавиці вектор ТТХ $\overline{X}$ та знижати розрахункову інтенсивність хвилювання, так і знижувати потрібний часовий проміжок прогнозування $\tau^{(i)}_{БЛА}$. На практиці зниження $\tau^{(i)}_{БЛА}$ зменшує дисперсію похибки прогнозу у суттєво більшій мірі, ніж інші два фактори, що були названі..

ЛИТЕРАТУРА

1.Шаров С.Н. Система поддержки принятия решения при посадке беспилотного летательного аппарата на движущееся судно. Морской вестник, 2014.- № 4. - с. 60-64

2.Подоплёкин Ю.Ф., Шаров С.Н. Совместное управление движением судна и беспилотного летательного аппарата при посадке. Информационно-управляющие системы, 2014.- № 6. - с. 36-44

3.Бородай И.К., Нецветаев Ю.А.Качка судов на морском волнении: Л.: Судостроение, 1969.- 432 с.

4.Бородай И.К. Краткосрочное прогнозирование процессов качки корабля с учётом ошибок измерений. Труды Крыловского государственного научного центра, 2017.- Том 2.- № 380- с. 9-16

5.Ривкин С.С. Стабилизация измерительных устройств на качающемся основании. М.: Наука, 1978.- 320 с.

6.Ковтун, С.А. , Ткаченко О.И. Применение прогноза колебаний палубы для разработки закона стабилизации оптической системы посадки самолётов корабельного базирования**.** Труды Крыловского государственного научного центра, 2019.- Том 4. - № 390.- с. 125-136

About The Influence Of Waves On The Recovery Of The Unmanned Aerial Vehicle On The Ship

Solomentsev Oleg Ivanovich
National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Motion influence on the UAV recovery was learned. Short term motion prediction methods are used. Were also proposed possible ways for UAV recovery improving.
Key words: unmanned aerial vehicle (UAV); ship's motions; UAV's recovery in confused seas

УДК 629.12.011.001.24

ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ПЕРЕКИДАННЯ КОРАБЛЯ ЗА УМОВИ ОБМЕЖЕНОСТІ МАКСИМАЛЬНИХ АМПЛІТУД ТА МАКСИМАЛЬНИХ КУТОВИХ ШВИДКОСТЕЙ БОРТОВОЇ ХИТАВИЦІ

Соломенцев О. І.
доктор технічних наук, професор НУК
Национальний університет кораблебудування імені. адмірала Макарова
Україна, м.Миколаїв
solomen@mksat.net

Анотація. Розглянуте визначення ймовірності перекидання корабля за енергетичним критерієм. Вважається, що амплітуди кутів та кутових швидкостей бортової хитавиці обмежені. Використано розподіл Пірсона типу I,
Ключові слова: остійність корабля, ймовірність перекидання,, реальне морське хвилювання

Вступна частина. В задачах морехідности корабля для закону розподілу хвильових ординат $r(t)$ зазвичай застосовується нормальний розподіл. Але тут є недолік, який полягає в тому, що дуже великі та фізично нереальні ординати та амплітуди хвиль та хитавиці виявляються можливими хоча і з дуже малою ймовірністю. Одним з можливих шляхів подолання цього недоліку є перехід від нормального розподілу до розподілу Пірсона типу I, [1,2].

Метою роботи є аналітичне визначення ймовірності перекидання корабля за енергетичним критерієм з урахуванням фактичної обмеженості амплітуд хвиль та хитавиці на підставі розподілу Пірсона типу I.

Основна частина. Розглянемо розрахунок ймовірності перекидання корабля для цього випадку, прийнявши за основу змінні $\theta - K$, де θ, K - ординати кутів бортової хитавиці та кінетичної енергії корабля, що здійснює бортову хитавицю, $K = C_K \dot{\theta}^2$, де C_K - невипадковий множинник, $C_K = \dfrac{J_X + \lambda_\theta}{2}$, J_X, λ_θ- власний та приєднаний моменти інерції мас корабля, та $\dot{\theta}$ - ордината кутової швидкості бортової хитавиці. Далі перейдемо до відносних величин $\overline{\theta} = \dfrac{\theta}{\theta_3}$, $\overline{K} = \dfrac{K}{K_{\max}}$, $K_{\max} = \dfrac{J_X + \lambda_\theta}{2}\dot{\theta}^2_{0\max}$, де θ_3 - кут закату діаграми статичної остійності та $\dot{\theta}_{0\max}$ - максимально можлива амплітуда кутової швидкості бортової хитавиці. Відповідні області змін є $-1 \le \overline{\theta} \le 1$ и $0 < \overline{K} \le 1$.

Якщо $\overline{\theta} = 1$, то це відповідає динамічному нахилу корабля на такий кут, при перевищенні якого запас динамічної остійності вичерпується. А у випадку $\overline{K} = 1$ маємо максимально можливий хвильовий вплив на корабель з урахуванням обмеженості фактичної інтенсивності хвилювання.

Ймовірність перекидання P_O для стаціонарного вітрохвильового режиму у цьому випадку згідно із енергетичним критерієм визначиться як

$$P_O = \int_{-1}^{1}\int_{\overline{\Pi}(\overline{\theta})}^{1} \varphi_{\overline{\theta K}}(\overline{\theta},\overline{K})d\overline{K}d\overline{\theta}; \qquad (1)$$

$$\overline{\Pi}(\overline{\theta}) = \frac{\Pi(\overline{\theta})}{K_{\max}};\ \Pi(\theta) = D[d_\theta(1) - d_\theta(\overline{\theta})] - \Delta\Pi_1 - \Delta\Pi_2(\theta),$$

де $\Pi(\theta)$ - миттєва потенціальна енергія корабля, що хитається, D - вагова водотоннажність корабля, $d_\theta(x)$ - плечо динамічної остійності корабля при куті нахилу x, $\Delta\Pi_1$, $\Delta\Pi_2(\overline{\theta})$ - поправки до потенційної енергії, обумовлені впливом статично та динамічно прикладеного вітрового навантаження відповідно, і, нарешті, $\varphi_{\overline{\theta K}}(\overline{\theta},\overline{K})$ є сумісна щільність ймовірності відносних ординат бортової хитавиці та відносної кінетичної енергії..

Після деяких перетворень сумісна щільність ймовірності ординат кутів нахилу оумісна щільність ймовірності відносних ординат кутів нахилу та відносної кінетичної енергії у відповідності із розподілом Пірсона типу I для ординат кутів нахилу та ординат кутової швидкості приймає вигляд:

$$\varphi_{\overline{\theta K}}(\overline{\theta},\overline{K}) = \varphi_{\overline{\theta}}(\overline{\theta})\varphi_{\overline{K}}(\overline{K}) = \frac{\Gamma(q_\theta+1)\Gamma(q_K+1)}{\pi\cdot\Gamma(q_\theta+1{,}5)\cdot\Gamma(q_K+1{,}5)}(1-\overline{\theta}^2)^{q_\theta}\cdot\frac{(1-\overline{K})^{q_K}}{\sqrt{\overline{K}}}; \quad (2)$$

$$q_\theta = \frac{5K_\theta - 9}{2(3-K_\theta)};\ K_\theta = \frac{3}{1+\frac{1}{u_\theta^2}};\ u_\theta = \frac{\theta_3}{\sqrt{2D_\theta}};$$

$$q_K = \frac{5K_K - 9}{2(3-K_K)};\quad K_K = \frac{3}{1+\frac{1}{u_K}};\ u_K = \frac{K_{\max}}{2K_C};\ K_C = \frac{J_X+\lambda_\theta}{2}D_{\dot\theta},$$

де $D_\theta, D_{\dot\theta}$ - дисперсії кутів нахилу та кутових швидкостей при бортовій хитавиці;

K_C - середнє значення кінетичної енергії.

Граничний перехід $\theta_3 \to \infty$ відповідає $\frac{1}{u_\theta^2} \to 0$ и $K_\theta \to 3$. В цьому випадку розподіл Пірсона типу 1 переходить у нормальний розподіл. А ймовірність перекидання P_O з урахуванням співвідношень (1)-(2) приймає такий вигляд:

$$P_O = \frac{\Gamma(q_\theta+1)\Gamma(q_K+1)}{\pi\cdot K_{\max}\cdot\Gamma(q_\theta+1{,}5)\Gamma(q_K+1{,}5)}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{\Pi(\theta)}^{\infty}[1-C_\theta(\theta)]^{q_\theta}\cdot\frac{[1-C_x(x)]^{q_K}}{\sqrt{C_x(x)}}dxd\theta; \qquad (3)$$

$$C_\theta(\theta) = \left(\frac{\theta}{\theta_3}\right)^2,\ |\theta| \le \theta_3; C_\theta(\theta) = 0,\ |\theta| \ge \theta_3;\ C_x(x) = \frac{x}{K_{\max}},\ x \le K_{\max};\ C_x(x) = 0,\ x > K_{\max}.$$

Для величины амплітуди максимальної кутової швидкості бортової хитавиці $\dot\theta_{0\max}$ у загальному випадку маємо $\dot\theta_{0\max} = (\widetilde{\omega}_{\theta p}\theta_p)_{\max}$, де $\widetilde{\omega}_{\theta p}, \theta_p$ - розрахункова частота та розрахункова амплітуда бортової хитавиці. Величини $\widetilde{\omega}_{\theta p}$ и θ_p обираються із таким розрахунком, щоби добуток цих величин був би максимальним. Величина θ_p для квадратичного закону демпфування може бути знайдена згідно із роботою [3], виходячи з того, що кут хвильового схилу приймається рівним свому максимально можливому з умови руйнування хвилі значенню (0,44 рад). Ця ж величина для лінійно-квадратичного демпфування може бути знайдена на підставі перетворення співвідношення з роботи [3] із

взяттям до уваги роботи [4]. А для розрахункової частоти маємо $\widetilde{\omega}_{\theta p} = \max(\widetilde{\omega}_{\theta 1}, \widetilde{\omega}_{\theta 2}, n_\theta)$, $\widetilde{\omega}_{\theta 1} = \frac{1}{D_\theta}\int_0^\infty |\Phi_\theta(\omega)|^2 S_r(\omega)\omega d\omega$, $\widetilde{\omega}_{\theta 2} = \sqrt{\frac{1}{D_\theta}|\Phi_\theta(\omega)|^2 S_r(\omega)\omega^2 d\omega}$, де ω - частота елементарної гармоники нерегулярного хвилювання, $|\Phi_\theta(\omega)|$ - модуль передаточної функції бортової хитавиці, $S_r(\omega)$ - спектральна щільність хвильових волновых ординат та n_θ - частота власних бортових коливань.

Також відмітимо наступне.Нехай $P_{O1} = P_{O1}$ є ймовірність перекидання, підрахована згідно із співвідношеннями з роботи [5],коли обмеженість кутів та кутових швидкостей бортової хитавиці не бралася до уваги, а $P_{O1} = P_{O2}$ є такаж сама ймовірність, але підрахована згідно із співвідношенням (3). Тоді є справедливим співвідношення

$$P_{O1} = \lim_{r_{0\max}\to\infty} P_{O2}(\dot{\theta}_{0\max}). \qquad (4)$$

Тут ймовірність P_{O2} залежить від максимальної амплітуди кутової швидкості $\dot{\theta}_{0\max}$, тоді як ймовірність P_{O1} від цієї амплітуди не залежить. Якщо не брати до уваги обмеженість кутів та кутових швидкостей бортової хитавиці,змін кінетичної енергії $0 < K < +\infty$. Тоді є справедливим наступний граничний перехід::

$$\lim_{\substack{K\to\infty \\ \theta_{00}\to\infty}} P_{O1}(\theta_0,\ K) = 1.$$

Граничний перехід для ймовірності перекидання P_{O2}, що знайдена за формулою (3), буде:

$$\lim_{\substack{K\to K_{\max} \\ \theta_{00}\to\dot{\theta}_{\max}}} P_{O2}(\theta_0,\ K) = P_{O2\max} < 1.$$

Оскільки випадкові ординати та амплітуди хвилювання не можуть призвести до появи кутових швидкостей, більших за $\dot{\theta}_{0\max}$, то існує певна гранично можлива для данного корабля ймовірність перекидання $P_{O2\max} < 1$.

Висновок. 1.В умовах інтенсивного хвилювання перехід від нормального розподілу до розподілу Пірсона типу I, коли беруться до уваги граничні амплітуди кутів та кутових швидкостей бортової хитавиці, дозволяє більш точно визначити ймовірність перекидання.

2. Раніш отримані автором залежності для ймовірності перекидання за енергетичним критерієм із застосуванням нормального розподілу для ординат кутів нахилу та кутових швидкостей бортової хитавиці є частковим випадком більш загальних залежностей, що отримані вище, за умови відповідного граничного переходу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёшин И.К. Влияние ограниченности реальных случайных процессов волнения и ветра на вероятностные характеристики качки и устойчивости судов в условиях шторма Малотоннажное судостроение: Сборник научных трудов НКИ. - Николаев: НКИ, 1988,.80-89

2.Некрасов В.А.Устойчивость нелинейной бортовой качки судна на регулярном и нерегулярном волнении. Гидродинамика корабля: Сборник научных трудов НКИ. - Николаев: НКИ, 1989.- с.24-37

3.Бородай И.К. Оценка наибольших высот волн и амплитуд качки в условиях нерегулярного волнения. Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. - Л.: Судостроение, 1970.- Вып. 259.- с.74-84

4.Соломенцев, О.И. Передаточная функция бортовой качки судна при линейно-квадратичном демпфировании. Материалы IX Международной научно-технической

конференции “Інновації в суднобудуванні та океанотехніці”. – Николаев: НУК, 2018.-с. 311-314

5.Соломенцев О.И., Нгуен Вьет Хоан, Ли Тхань Бин. Вероятность отказа и функция риска в задаче технико-экономического обоснования уровня остойчивости судна. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці**.** Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК.- 2013.-с. 108-110

Determining Of The Probability Of Ship Capsizing According To Energy Criteria Connected With Maximal Possible Amplitudes Of Roll Angles And Roll Rates

Solomentsev Oleg Ivanovich
National University of Shipbuilding named after admiral Makarov, Ukraine, Nikolayev

Abstract. Probability of ship capsizing was determined. Also was taken into account, that roll angles and roll rates cannot be more then physically possible characteristics. Pierson’s type I distribution was used

Key words: ship stability, probability of capsizing, real seas

УДК 621.396

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ПАСИВНОЇ ЛОКАЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ УПРАВЛІННЯ СУПРОВОДЖЕННЯМ СУДЕН

Анастасенко С.М.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування Первомайського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Первомайськ, Україна
serhii.anastasenko@nuos.edu.ua
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

Анотація. Розглядається система пасивної локації, що складається з кількох пеленгаторів, в якій реалізовано тріангуляційний метод визначення координат та супроводу суден. Проводиться постановка задачі вибору пеленгаторів для супроводу суден, аналізуються відомі методи її вирішення. Пропонується критерій оптимальності та методи вирішення задачі, в основі яких лежить забезпечення максимальної інформативності системи.

Ключові слова: управління, тріангуляція, пасивна локація, пеленгатор, інформаційність системи, критерій оптимальності.

Вступна частина. Розглядається система пасивної локації тріангуляційного типу, що включає до свого складу n рознесених на місцевості пеленгаторів і пункт обробки інформації (ПОІ).

Кожен пеленгатор вирішує такі завдання:

- виявлення суден по випромінюванню їх суднових радіоелектронних засобів (СРЕМ);
- вимірювання пеленгів (напрямків) на судно та супровід пеленгових траєкторій;
- вимірювання частотно-часових параметрів випромінювань, визначення виду випромінювання, розпізнавання типу СРЕМ;

- видача координатної та ознакової інформації на ПОІ.
- На ПОІ вирішуються такі завдання:
- ототожнення (об'єднання) даних від окремих пеленгаторів за належністю до судна;
- визначення координат суден тріангуляційним методом та їх супровід;
- управління збором та обробкою інформації в системі та супроводом суден.

Під завданнями управління супроводом суден в системі розумітимемо:

управління призначенням пеленгаторів на супровід пеленгових траєкторій виявлених об'єктів;

управління призначенням двійок або трійок пеленгаторів на супровід об'єктів тріангуляційним методом (супровід тріангуляційних траєкторій).

Завдання, що розглядаються, повинні вирішуватися як єдине завдання, хоча через їх складність слід розглянути варіант послідовного вирішення двох завдань. При цьому доцільно як критерій оптимальності їх вирішення вибрати критерій максимуму інформативності системи.

Мета. Оптимізація розв'язання задачі управління супроводом суден у системі пасивної локації тріангуляційного типу для забезпечення її максимальної інформативності.

Основна частина. Під інформативністю системи розумітимемо кількість інформації про судна, яка може бути отримана в процесі функціонування. Якщо у зоні інформації **Ω** системи знаходиться N об'єктів та координати кожного з них визначаються з помилками, що характеризуються коваріаційною матрицею помилок $К_{п\ j}$ (j=1,…N), то отриману кількість інформації можна визначити через кількість знятої ентропії (невизначеності) [2]:

$$I = \sum_{j=1}^{N}(V_{\Omega} - V_{nj}) = N \times V_{\Omega} - \sum_{j=1}^{N} V_{nj} \quad ,$$

де V_{Ω} - об’єм (або площа) зони інформації системи;

V_{nj} - об’єм (площа) еліпсоїда (еліпса) помилок визначення координат об'єктів.

Якщо j-е судно не супроводжується (його координати не визначаються), то $V_{nj} = V_{\Omega}$. Таким чином, критерій максимуму інформації може бути зведений до критерію мінімуму сумарних помилок визначення координат судна - $\min \sum_{j=1}^{N} П_{nj}$.

Для формалізації аналізованого завдання введемо параметри управління:

a) ознака виявлення (спостереження) j-го судна i-м пеленгатором:

$$П_{ij}^{o} = \begin{cases} 1 - \textit{якщо } j - \textit{е судно виявлено } i - \textit{м пеленгатором}; \\ 0 - \textit{в іншому випадку}. \end{cases}$$

b) ознака супроводження j-го судна i-м пеленгатором

$$П_{ij}^{c} = \begin{cases} 1 - \textit{якщо } j - \textit{е судно супроводжкється } i - \textit{м пеленгатором}; \\ 0 - \textit{в іншому випадку}. \end{cases}$$

Звичайно, що $П_{ij}^{c} = 1$ тільки за умови $П_{ij}^{o} = 1$.

Введемо показник якості управління (ПЯУ) для завдання призначення пелнгаторів на супровід пленгових траєкторій. Очевидно, що для забезпечення максимуму інформативності системи слід забезпечити максимум кількості пеленгаторів, які супроводжують судно максимумом, тобто відповідний ПЯУ можна подати у вигляді:

$$\max . N_c = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{N} П_{ij}^{o} П_{ij}^{c}$$

при обмеженнях:

$$N_i^c = \sum_{j=1}^{N} П_{ij}^c \le N_{np},\ i = 1,2.....n,$$

де N_i^c - кількість суден, що супроводжуються і-м пеленгатором.

ПЯУ у вигляді максимуму інформативності системи представимо у такому вигляді:

$$\max I = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{N} П_{ij}^o П_{ij}^c (V_\Omega - V_{nij}),$$

де V_Ω - розмір зони інформації (при вимірюванні азимута град.);

V_{nij} - розмір зони помилок (в даному випадку $V_{nij} = 6\sigma_\beta$; тут σ_β - СКВ вимірювання азимуту).

Таким чином, завдання управління призначенням пеленгаторів на супровід пеленгових траєкторій суден формалізується як завдання лінійного програмування при обмеженнях на ресурси. Її рішення може бути проведене як оптимальним, так і спрощеними методами.

Введемо ПЯУ для завдання управління призначенням двійок пеленгаторів для тріангуляційного супроводу об'єктів, за умови, що завдання призначення пеленгаторів на супровід пеленгових траєкторій вже вирішено і кожен із пеленгаторів супроводжує певну кількість пеленгів. У цьому випадку завдання оптимального вибору двійок пеленгаторів для тріангуляційного супроводу сукупності ВО можна звести до незалежного вирішення задачі вибору двійок для кожного j-го ВО.

Введемо такі параметри:

$i_j^1 = 1,.....N_j^c$ - номер першого пеленгатора двійки, призначеної для тріангуляційного супроводу j-го судна;

$i_j^2 = 1,.....N_j^c$ - номер другого пеленгатора двійки, призначеної для тріангуляційного супроводження j-го.

Тоді ПЯУ для j-го судна можна подати у такому вигляді:

$$\min V_{nj} = \sum_{i_j^1=1}^{N_j^c}\sum_{i_j^2=1}^{N_j^c} V_{n i_j^1, i_j^2, j}$$

$$i_j^1, i_j^2$$

$$i_j^1 > i_j^2$$

де $V_{n\, i_j^1, i_j^2, j}$ - об’єм (площа) еліпса помилок визначення координат j-го судна двійкою пеленгаторів з номерами i_j^1 і i_j^2.

Ця задача може бути вирішена прямим перебором, при цьому обсяг (площа) еліпсоїда помилок визначення координат об'єкта тріангуляційним методом доцільно розраховувати шляхом визначення потенційних точностей з використанням інформаційної матриці Фішера [3,4].

Висновки. Пропоновані методи вирішення завдань управління супроводом об'єктів у тріангуляційній системі пасивної локації можуть бути реалізовані на сучасних обчислювальних засобах та забезпечити необхідну інформативність системи у реальних умовах спостереження суден за їх радіоелектронними засобами.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Шилейко А.В., Кочнев В.Ф., Химушкин Ф.Ф. Введение в информационную теорию систем. М.: Радио и связью, 1985 – 272 с.

[2]. Рао С.Р. Линейные статистические методы и их применение. М.: Наука, 1968. – 548 с.

[3]. Кульбак С. Теория информации и статистика. М.: Наука, 1967 – 408 с.

Information Technologies Of Innovation Design

Anastasenko S. N. Shvets I.A.
Pervomaisk Educational Scientific Institute of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Pervomaisk.

Abstract. A passive location system consisting of several direction finders is considered, in which the triangulation method of determining coordinates and tracking ships is implemented. The problem of choosing direction finders for accompanying vessels is posed, known methods of solving it are analyzed. The criterion of optimality and methods of solving the problem are proposed, which are based on ensuring the maximum informativeness of the system.

Key words: management, triangulation, passive location, direction finder, information system, optimality criterion.

УДК 62-519

АНАЛІЗ АВТОНОМНИХ НАДВОДНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ГІДРОГРАФІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Єрмоленко Б.О.
аспірант кафедри Програмованої електроніки електротехніки та телекомунікацій.
Національний університет кораблебудування ім. Адмірала Макарова, Миколаїв, Україна
bohdan.errmolenko@nuos.edu.ua

Анотація. Автономні надводні судна (АНС) пройшли великий шлях розвитку за останні роки. Сфера їх застосування охоплює багато різних галузей науки, техніки, військову та охоронну справу. Автономний надводний апарат - це апарат, що може рухатися поверхнею води без присутності екіпажу на борту. Наявні характеристики дозволяють використовувати АНС у вирішенні задач з моніторингу водних ресурсів, аналізі екологічного стану. У тезах було розглянуто поняття АНС, досліджено головні етапи розвитку та основні характеристики. Попередні дослідження демонструють широку зацікавленість багатьох розробників у створенні АНС.

Ключові слова: Автономні надводні судна, гідрографія, дистанційне керування, електродвигун, навігація, модуль зв'язку.

Вступ. Розвиваються усі сфери науки та техніки. Оптимізація ефективності виконування певних задач має велику актуальність у наш час. Автоматизація процесів виробництва, впровадження роботизованих систем у багатьох сферах виробництва, техніки та науки набирає стрімких обертів. Гідрографія не стала виключенням, де застосування новітніх методів під час проведення досліджень має велике значення. Гідрографія характеризується як галузь науки яка пов'язана з вимірюванням та описом фізичних елементів і процесів океанів, морів, річок, берегових зон та озер. Для підтримання безпеки та ефективності навігації суден гідрографія є основою будь-якої іншої діяльності пов'язаної з морем [1]. З розвитком техніки, новітні методи та засоби проведення досліджень приходять на заміну більш застарілим та дорогим інструментам, такими як надводні та підводні безпілотні апарати. Безпілотний надводний апарат - це апарат, що може рухатися поверхнею води без наявності екіпажу на борту, та можуть застосовуватись у різних сферах та можуть бути оснащені різними видами корисного навантаження і обладнання.

Мета даної роботи полягає у аналізі автономних надводних засобах, етапів їх створення, та аналізувати основні особливості їх конструкції. Виявити основні переваги та перспективи їх застосування під час гідрографічних досліджень.

Автономні надводні апарати. Автономний або безпілотний надводний апарат – це роботизована система яка рухається водною поверхнею без присутності екіпажу на борту. З появи перших дослідних зразків почався стрімкий розвиток цієї галузі та було розроблено багато рішень які відрізняються призначенням, розмірами корпусу та системами керування. Історія створення зразків починається з 1993 році коли було розроблено перше АНС, яке було виготовлене у Массачусетському Технологічному Інституті та мало назву Artemis. Це судно є копією рибальського траулера в масштабі 1/17, був обладнаний електродвигуном серводвигуном, для функцій навігації також встановили мікропроцесор і цифровий компас. Напрацювання отримані під час його розробки дали змогу створити наступне Автономне надводне судно ACES [2]. Розроблене у 2004 році автономне надводне судно SCOUT. Корпус у вигляді байдарки і вироблений із поліетилену великої щільності, керування відбувалось завдяки вбудованому бортовому комп'ютеру та системам Wi-Fi та радіомодемного зв'язку. Рух здійснювався завдяки електродвигуну та серводвигуну для зміни напрямку руху. [3]. З 1998 року у Німеччині почався проект Measuring Dolphin. Прототип мав вигляд катамарану, гібридну систему живлення з акумуляторів та двигуна внутрішнього згорання для зарядки, та автопілот. Для отримання даних про використовувався супутниковий навігаційний передавач DGPS та встановлені гідро-акустичні глибинні сенсори [4]. Іншою важливою розробкою можна вважати проект ASIMOV. Головною ідеєю цього проекту було поєднання Автономного надводного комплексу з Автономним підводним судном для збору та передачі даних [5].

У військовій галузі також проявляли інтерес до автономних надводних апаратів. Лабораторія протимінної оборони ВМС США створила у 1954 році проект протимінного катеру. До 1960х років ВМС застосовувала катери-мішені на базі "авіаційно-рятувальних" човнів. Сьогодні ВМС США використовують ряд АНС такі як безпілотники-мішені, включаючи Mobile Ship Target, а також High Speed Maneuverable Seaborne Target [6]. Наразі АНС широко використовуються також для охорони та патрулюванні портів та кордонів. Автономні надводні засоби невеликого розміру набирають популярності серед розробників та користувачів та є новим етапом розвитку АНС.

Аналіз історії розробок автономних надводних суден висвітлює особливості які притаманні всім АНС. Основні характеристики які притаманні АНС складаються з:

1. Корпус. Існують безліч варіанти корпусів: жорсткі надувні корпуси, каяки (однокорпусні), катамарани (подвійні корпуси) і тримарани.
2. Енергетична система та система управління.
3. Системи зв'язку. Системи дистанційного обміну інформацією зі станцією керування, та системи зв'язку в середині самого судна.
4. Системи GNC. Бортовий комп'ютер завдяки якого відбувається керування [7].

Серед загальних переваг необхідно виділити такі: відносно невелика розмірність у порівнянні з звичайними судами, можливість орієнтування у просторі завдяки системам навігації, більшість АНС мають автопілот та рухаються у автоматичному режимі, передаючі дані на пункт управління. Важливими проблемами слід вважати: час на розгортання, ціна, безпечність під час місії, навички необхідні для управління. Дослідження у галузі автономних надводних суден продовжуються і надалі, все більше науковців і виробників роблять свій внесок, з додаванням новітніх технологій у передачі даних, навігації та супутниковому зв'язку, додаванні сонячних панелей для покращення запасу ходу та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Застосування у гідрографічних цілях. Гідрографія та дослідження у цьому напрямі впливають на розвиток багатьох сфер. Данні які отримують під час проведення гідрографічних досліджень використовуються для оцінки стану екології, аналізу акваторій, складання карт для судноплавства та ін. Важливість проведення аналізу водних ресурсів таких як океани, моря, річки дає змогу прогнозувати зміни у ситуації і реагувати на них. Проведений аналіз

демонструє широку зацікавленість у застосуванні АНС у багатьох галузях, таких як: забезпечення навігації, картографування, гідрографії, океанографії, забезпечення військових потреб, екологічний моніторинг, дистанційного зондування. Найбільшого застосування АНС наразі мають у галузях гідрографічних досліджень. Фінансові питання під час проведення дослідницьких місій набуває актуальності, через що застосування АНС дозволяє зменшити витрати на проведення досліджень. Автономний рух по заданому маршруту дозволяє більш ефективно виконувати поставленні завдання, а швидка передача сигналу дозволяє отримувати данні у реальному часі.

Висновок. У даній роботі був проведений огляд поняття автономних надводних суден, розглянуто головні етапів розвитку, виявлені головні характеристики та актуальність використання у гідрографічних дослідженнях. Результати демонструють потенціальні можливості які несуть в собі автономні надводні апарати. Детальна зйомка рельєфу і точні гідрографічні дані, отримані від таких комплексів, впливають не тільки на гідрографію, а й на всі галузі які пов'язані з водним середовищем. Проведення подальших досліджень у цьому напрямі мають важливе значення.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. International Hydrographic Organization URL: https://iho.int/en/importance-of-hydrography
[2]. Mahley J., Development of the autonomous surface craft "ACES". Massachusetts Institute of Technology, Department of Ocean Engineering Sea Grant College Program Cambridge, с. 827
[3]. Curcio, Joseph & Leonard, John & Patrikalakis, Andrew. (2005). SCOUT — A Low Cost Autonomous Surface Platform for Research in Cooperative Autonomy. 1. с. 725 - 729 Vol. 1.
[4]. Majohr J., Buch T., Korte C., Navigation and Automatic Control of the Measuring Dolphin (Messin™), IFAC Proceedings Volumes, Volume 33, Issue 21, 2000, с. 399-404.
[5]. A. Pascoal et al., "Robotic ocean vehicles for marine science applications: the European ASIMOV project," OCEANS 2000 MTS/IEEE Conference and Exhibition. Conference Proceedings (Cat. No.00CH37158), 2000, pp. 409-415 vol.1.
[6]. Bertram V., Unmanned Surface Vehicles – A Survey. ENSIETA, 2 rue François Verny, Brest, France, с. 2-4.
[7]. Zhixiang Liu, Youmin Zhang, Xiang Yu, Chi Yuan, Unmanned surface vehicles: An overview of developments and challenges, Annual Reviews in Control, Volume 41, 2016, с. 71-93.

Analysis Of Autonomous Surface Venicles For Solving Hydrographic Monitoring Tasks.

Yermolenko Bohdan Oleksiyovich
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Autonomous surface vessels (ASV) have come a long way in recent years. The scope of their application covers many different fields of science, technology, military and security affairs. An autonomous surface vehicle is a device that can move on the water surface without the presence of a crew on board. The available characteristics allow the use of ASV in solving tasks related to monitoring water resources and analyzing the ecological state. In theses, the concept of ASV was considered, the main stages of development and main characteristics were investigated. Previous studies show a wide interest of many developers in creating ASV.

Key words: Autonomous surface vehicles, hydrography, remote control, electric motor, navigation, communication module.

УДК 621.431.14

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ У СУДНОВІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

Кузнецов Г.В.
аспірант Навчально-наукового центру морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
kuznetsov.heorhiy@gmail.com

Анотація. З метою підвищення ефективності суднових енергетичних установок запропоновано використання теплоакумулюючих систем на основі теплових акумуляторів з фазовим переходом. Розглянуто існуючі конструктивні рішення теплових акумуляторів, теплоакумулюючі матеріали та результати досліджень по впровадженню акумуляторів на судна портофлоту та апаратів підводного плавання. Визначено задачі для подальших досліджень для впровадження телоакумулюючих систем у судновій енергетиці.
Ключові слова: суднова енергетична установка, фазовий перехід, теплоакумулюючий матеріал.

Основна частина. Проблеми енергозбереження та раціонального використання викопних паливно-енергетичних ресурсів є актуальними для більшості країн світу. У морських портах світу на даний час експлуатується значна кількість торгових суден та суден портового флоту, які забезпечують вирішення різноманітних цільових завдань. Енергетичні потреби сучасних суден задовольняються з допомогою суднових енергетичних установок (СЕУ). Проте більшість суднових енергетичних установок за своїми техніко-економічними показниками не відповідають сучасним вимогам з паливної економічності та показникам ІМО на даний час. Ця обставина робить проблему підвищення ефективності суднових енергетичних установок дуже актуальною. Один з перспективних напрямків модернізації установок суден є впровадження сучасних технологій теплового акумулювання в їх конструкцію з метою збільшення продуктивності праці та адаптації до сучасних умов експлуатації.

Для вирішення даної проблеми застосовують теплові акумулятори (ТА), тобто пристрої або їх сукупність, що дозволяють накопичувати теплоту, зберігати її певний проміжок часу та потім віддавати споживачу за потребою.

Для створення системи акумулювання для суден, одним з конструктивних рішень, є ТА, які засновані на фазових переходах. В них накопичення енергії відбувається в результаті плавлення та затвердіння, випаровування та конденсації теплоакумулюючого матеріалу (ТАМ), що супроводжуються поглинанням та виділенням прихованої теплоти. Порівняно з акумуляторами явної енергії, фазові акумулятори мають менші обсяги [1]. Основні типи акумуляторів з фазовим переходом, що зараз активно використовуються наведені на рис. 1.

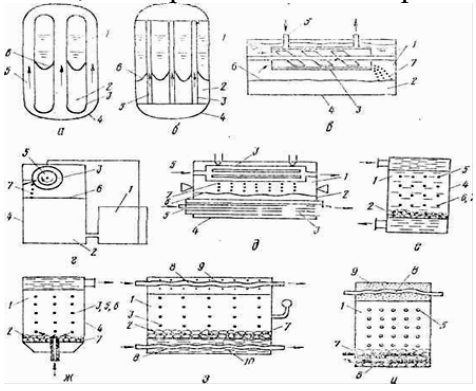


Рис. 1 Основні типи теплових акумуляторів фазового переходу [2]

При розробці теплового акумулятора з використанням теплоти фазового переходу слід враховувати теплові, фізичні, кінетичні, хімічні та економічні критерії вибору ТАМ. Основними з даних критеріїв, які враховують при підборі ТАМ є питома теплота фазового переходу, робочий діапазон температур, теплопровідність і теплоємність, стабільність, безпечність в роботі та вартість.

На сьогодні відомий досить широкий спектр речовин, які забезпечують температуру акумулювання від 0 до 1400°. Класифікують їх в залежності від хімічного складу на неорганічні, органічні сполуки та евтектичні суміші. В межах кожного класу матеріали поводяться подібно. Органічні сполуки включають парафіни, жирні кислоти, спирти, та ін. До класу неорганічних сполук входять солі металів, гідрати солей та метали. Евтектичні суміші – композиції органічних і неорганічних сполук, що підбираються для досягнення потрібної температури плавлення [2]. Проаналізувавши переваги і недоліки кожного класу матеріалів, можна зробити висновок про приблизно однакову їх придатність для систем акумулювання теплової енергії.

На рисунку 2 [3] наведені загальні класи матеріалів, в залежності від їхньої температури та теплоти плавлення.

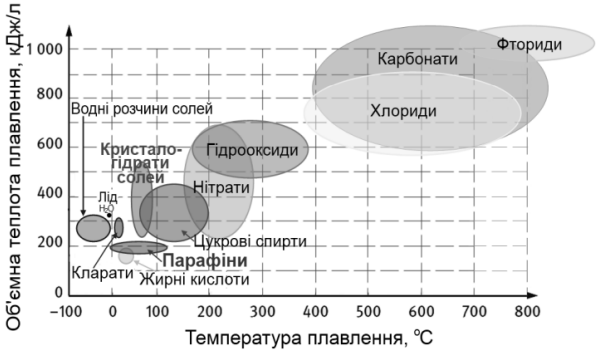


Рис. 2 Класи теплоакумулюючих матеріалів з фазовим переходом та їхні температура та теплота плавлення

На теперішній час у Національному університеті кораблебудування були проведені дослідження по впровадженню теплоакумулюючих систем на основі акумуляторів фазового переходу при їх використанні у системах аварійного теплового захисту акванавтів та у вигляді теплоакумулюючих капсул для обігріву підводних апаратів. Ці дослідження показали, що використання енергетичних установок з тепловими акумуляторами дозволяє знизити їх масогабаритні показники, у системах аварійного забезпечення буде більш тривале перебування дослідників під водою та забезпечить підвищення безпеки акванавтів при аваріях.

Також були проведені дослідження по впровадженню на судна портофлоту теплоакумулюючих систем за рахунок застосування системи комбінованого прогріву з використанням теплового акумулятору. У результаті проведених експериментальних досліджень було продемонстровано можливість модернізації системи охолодження суднового двигуна MAN D2876 LE301 портового буксиру за рахунок встановлення ТАФП до системи охолодження, який буде заряджатися від відпрацьованих газів двигуна під час його роботи. А в проміжках часу стоянки судна в порту або на рейді, використовується накопичена теплова енергія ТА для підтримання системи охолодження в заданих температурних межах без використання стандартних способів підігріву СДВЗ. Також доведено можливість використання технології теплової підготовки суднового двигуна буксира портового флоту, для зменшення часу для запуску двигуна та зменшення витрати палива, так як СДВЗ під час стоянки в порту не працює а судно живиться електроенергією від берегової електромережі [4].

Проте на теперішній час було проведено мало досліджень по впровадженню теплоакумулюючих систем на основі теплових акумуляторів з фазовим переходом у енергетичні установки торгових суден. Тому даний напрямок є дуже актуальним на сьогодні.

Невирішеними науково-технічними завданнями для впровадження в СЕУ теплоакумулюючих систем на основі теплового акумулятора с фазовим переходом є:

– розробка методики вибору параметрів теплоакумулюючих матеріалів з фазовим переходом для систем акумулювання енергетичних установок;

– розробка функціональних схем систем акумулювання з фазовим переходом енергетичних установок;

– розробка конструктивних рішень елементів систем акумулювання з фазовим переходом енергетичних установок;

– розробка методики розрахунку основних елементів систем акумулювання з фазовим переходом енергетичних установок.

Вищезазначені науково-технічні завдання роблять даний напрям актуальним та перспективним для подальших досліджень.

Висновки:

1. Технології акумулювання теплоти надають можливість підвищення енергоефективності енергетичних установок, у тому числі, зниження їх шкідливого впливу на навколишнє середовище та дозволяють інтегрувати поновлювальні джерела енергії до існуючих систем споживання енергетичних ресурсів.

2. Розглянуті виконані дослідження по впровадженню систем теплоакумулювання на основі теплових акумуляторів з фазовим переходом та визначені напрямки для подальших досліджень по впровадженню теплоакумулюючих систем с фазовим переходом у судновій енергетиці.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Аккумуляторы теплоты фазовых переходов: веб – сайт. URL: https://studref.com/607101/tehnika/akkumulyatory_teploty_fazovyh_perehodov (дата звернення 22.09.2022).

[2]. «Фізико-хімічні закономірності отримання теплоакумулюючого матеріалу з фазовим переходом». URL: https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/teploakumulyuyuchyj-material.pdf (дата звернення 22.09.2022).

[3]. Hasnain S.M. Review on sustainable thermal energy storage technologies, Part I: heat storage materials and techniques. Energy Conversion and Management. 1998. Vol. 39, No. 11. P. 1127–1138. DOI: 10.1016/S0196-8904(98)00025-9.

[4]. Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Худяков І.В., Білай А.В. Теплова підготовка суднового двигуна за допомогою теплового акумулятора фазового переходу. *Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування сеуттоо-2021*: матеріали 12-ї Міжнародної науково-практичної конференції. С. 128-131.

Use Of The Thermal Accumulators In Ship Power Engineering

Kuznetsov H.V.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. In order to increase the efficiency of the marine power plants, the use of heat storage systems based on thermal accumulators with phase transition is proposed. Existing constructive solutions of heat accumulators, heat accumulating materials and the results of researches on the introduction of accumulators on ships of the port fleet and underwater vehicles are considered. The tasks for further research for the implementation of thermal storage systems in ship power engineering are defined.

Key words: marine power plant, phase change, heat-storing material.

УДК 621.565.958

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ГІБРИДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕРМОХІМІЧНИХ СИСТЕМ АКУМУЛЮВАННЯ

Голеншин Є. В.
аспірант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
golenshin97@gmail.com

Анотація. Визначена можливість підвищення ефективності суднових гібридних енергетичних установок малотоннажних суден застосуванням систем акумулювання теплової енергії. Виконано порівняння різних типів систем. Проаналізовані параметри термохімічних систем акумулювання, вимоги до них та обґрунтована необхідність дослідження даних систем для впровадження на суднах.
Ключові слова: малотоннажний флот; економія палива; теплоакумулююча система; термохімічне акумулювання.

Вступна частина. Посилення екологічних вимог до енергетичних установок (ЕУ) морських і річкових суден, суттєве здороження викопного палива та створення сучасних електричних акумуляторних батарей зробило доцільним застосування на деяких типах малотоннажного флоту гібридних суднових енергетичних установок (СЕУ). Судна з такими ЕУ досить успішно зараз експлуатуються у морських акваторіях з теплими кліматичними умовами. Однак при експлуатації в холодних кліматичних умовах енергетична ефективність гібридних ЕУ значно зменшується внаслідок значного зростання суднових потреб у тепловій енергії. Підвищити ефективність гібридних ЕУ, у таких умовах, можливо застосуванням у їх складі систем акумулювання теплової енергії (САТЕ), яка буде утилізувати і накопичувати скидну теплову енергію при роботі ДВЗ гібридних ЕУ та віддавати її за потребою.

Різні типи САТЕ досить суттєво конструктивно відрізняються між собою, а їх енергетичні показники залежать від експлуатаційних вимог і обмежень. Термохімічні системи акумулювання мають високі теоретичні показники акумулювання теплової енергії, тому вони можуть бути розглянуті для застосування в гібридних ЕУ суден та зіставлені з іншими типами САТЕ.

Метою роботи є зіставлення енергетичних показників різних типів САТЕ, застосування яких можливе в умовах гібридних ЕУ суден, та визначення переваг та недоліків термохімічних систем акумулювання.

Основна частина.

Гібридні ЕУ, в основному, застосовуються на суднах у яких досить часто протягом доби змінюються режими роботи. При цьому потужність роботи ЕУ змінюється у широкому діапазоні, від мінімального навантаження на деяких режимах, до практично максимального на інших. Такі режими роботи найбільш характерні для портових буксирів та поромів на коротких лініях. Застосування гібридної ЕУ у таких умовах дозволяє, на режимах роботи ДВЗ з високим навантаженням та ККД, акумулювати електричну енергію, а потім використовувати її для руху судна або у режимі очікування, коли навантаження на ЕУ низьке, при цьому усувається робота ДВЗ з низьким ККД.

При експлуатації таких суден в холодних кліматичних умовах досить значна кількість теплової енергії витрачається на суднові потреби. Якщо буксир обладнаний гібридною ЕУ, то на режимах, коли не працюють ДВЗ, теплова енергія може бути отримана або спалюванням палива у допоміжній котельній установці, або витрачанням електроенергії, що акумульована. Це значно зменшує переваги гібридної ЕУ над традиційною. Вирішення цієї проблеми

можливо застосуванням САТЕ, яка буде утилізувати і накопичувати скидну теплову енергію при роботі ДВЗ гібридних ЕУ та віддавати її за потребою, коли ДВЗ не працюють.

Подібні проблеми з тепловою енергією в холодних кліматичних умовах є також у електричних автомобілів. Необхідність витрачання акумульованої електроенергії для покриття теплових потреб значно зменшує дистанцію пробігу автомобіля між заряджанням електроакумуляторів. Для вирішення цієї проблеми деякі дослідники також розглядали застосування САТЕ, заряджання яких здійснювалось спільно з заряджанням електричних акумуляторних батарей. Порівняння різних типів теплових акумуляторів (ТА), що розглядалися для застосування у електромобілях, представлено у таблиці 1 [1].

Згідно з даними таблиці 1 найбільші питомі показники накопичення теплової енергії мають теплові акумулятори з фазовим переходом (ТАФП) з високотемпературним капсульованим теплоакумулюючим матеріалом (ТАМ) та ТАФП з високотемпературним металевим ТАМ. Однак в умовах СЕУ заряджання таких акумуляторів можливо тільки від електричної енергії, що є менш ефективним ніж використання скидної теплової енергії при роботі ДВЗ.

Табл. 1. Характеристики акумуляторів теплової енергії для електромобілів [1]

Тип акумулятора	Максимальна робоча температура, °С	Енерго-ємність акумулятора, кВт·год	Маса, кг	Об'єм, $см^3$	Питома масова енерго-ємність, Вт·год/кг	Питома об'ємна енерго-ємність, $Вт·год/см^3$
Теплоємкісний ТА	80	1,375	30	30	45,8	45,8
	80	2,93	80	80	36,6	36,6
Середньо- та низько-температурний ТАФП	120	3,39	30	31	113	109,4
	70	0,76	–	–	30	–
	160	2,8	33	36	84,8	77,8
	110	2,25	–	26,6	–	84,5
Високотемпера-турний ТАФП з капсульованим ТАМ	600	2,5	17,5	13,4	142,5	187
Високо-температурний ТАФП з металевим ТАМ	600	8,9	35	25	222	311
	600	13,2	50	36	227	325
Сорбційний ТА	–	2,5	–	30	–	83,3
	–	2	19,975	12,658	100,125	158

Відома також САТЕ яку компанія Kotug International BV встановила на одному зі своїх буксирів [2]. Система виконана зі застосуванням ТАФП та утилізує теплову енергію від системи охолодження двигунів. Температура плавлення ТАМ – 85 °С, питома об'ємна енергоємність – 73 $кВт·год/м^3$, об'єм ТА з ТАМ ~2 $м^3$. Заявлено, що ця система дозволяє скоротити споживання енергії у режимі очікування на 50%, приблизно на 50000 кВт·год за рік [2].

В публікації [3] для утилізації теплової енергії з системи охолодження ДВЗ (температури до 100 °С) розглядається процес сорбції-десорбції хлориду кальцію. Відносно активної маси поглинача питома енергетична щільність для розробленої конструкції при температурах випробування 20 °С та –12 °С становить 210 та 170 кДж/кг відповідно.

Ця ж термохімічна реакція досліджувалась для систем теплопостачання будинків у проекті «LOCIE» [4]. Питома енергоємність прототипу установки склала 116 $кВт·год/м^3$. У цьому проекті температура розряджання становила 21 °С при потужності тепловіддавання 560 Вт та енергоємності 15 кВт·год.

В публікації [5] представлена термохімічна система утилізації теплової енергії відхідних газів ДВЗ зі застосуванням реакції гідратації-дегідратації оксиду магнію. Ця реакція має хорошу оборотність при атмосферному тиску і теоретичну питому енергоємність 380 кВт·год/м^3. В публікації [6] також розглядалося застосування даної реакції для САТЕ. Для різних конструкцій та експлуатаційних умов були отримані питомі енергоємності ТА з використанням цієї реакції у діапазоні 70…130 кВт·год/м^3.

Результати опублікованих досліджень свідчать, що теоретична перевага термохімічних систем акумулювання над іншими системами у питомій енергоємності практично нівелюється коли порівнюються експериментальні установки. Однак ці дослідні установки мають низьку енергоємність, що призводить до суттєвого зменшення питомих енергетичних показників, та вони не проектувалися під умови експлуатації в СЕУ. Для висновку, щодо доцільності застосування термохімічних САТЕ в СЕУ, вони повинні бути спроектовані для умов експлуатації у складі СЕУ та досліджені.

Висновки. 1. Системи акумулювання теплової енергії з використанням термохімічних реакцій мають високі теоретичні питомі показники енергоємності у порівнянні з іншими типами систем акумулювання теплової енергії, тому розробка та дослідження таких систем для застосування в гібридних СЕУ є доцільною.

2. Створення термохімічних систем акумулювання теплової енергії для гібридних СЕУ потребує дослідження впливу експлуатаційних параметрів судна на динамічні та масагабаритні показники таких систем.

ЛІТЕРАТУРА

[1]. Xie, Peng & Jin, Lu & Qiao, Geng & Lin, Cheng & Barreneche, Camila & Ding, Yulong. (2022). Thermal energy storage for electric vehicles at low temperatures: Concepts, systems, devices and materials. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 160. 112263. 10.1016/j.rser.2022.112263.

[2]. Puretemp. PCM heat-recycling system keeps tugboats ready for action. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.puretemp.com/pcmatters/pcm-heat-recycling-system-keeps-tugboats-ready-for-action.

[3]. M. Jakobi and P. Hofmann, “Residual Heat Utilisation in Vehicles by Thermochemical Energy Storage,” Motortechnische Zeitschrift (MTZ), no. 77, 2016, pp. 44–49.

[4]. A. Fopah Lele, A Thermochemical Heat Storage System for Households, Springer Theses, 2016, https://doi.org/10.1007/978-3-319-41228-3_2.

[5]. Kato, Yukitaka & Takahashi, Fuuta & Watanabe, Akihiko & Yoshizawa, Yoshio. (2001). Thermal analysis of a magnesium oxide/water chemical heat pump for cogeneration. Applied Thermal Engineering. 21. 1067-1081. 10.1016/S1359-4311(00)00103-4.

[6]. Zamengo, Massimiliano & Kato, Yukitaka. (2017). Comparison of magnesium hydroxide/expanded Graphite composites for thermal energy storage in cogeneration nuclear power plants. Energy Procedia. 131. 119-126. 10.1016/j.egypro.2017.09.463.

Increasing The Efficiency Of Ship Hybrid Energy Plant Using Thermochemical Storage Systems

Holenshyn Yevhenii, postgraduate

Annotation. The possibility of increasing the efficiency of ship hybrid power plants of small-tonnage ships using thermal energy storage systems has been determined. A comparison of different types of systems was made. The parameters of thermochemical storage systems are analyzed and the need to study these systems for implementation on ships is substantiated.

Keywords: small-tonnage fleet; fuel saving; heat storage system; thermochemical heat storage.

УДК 330.131

ОЦІНКА СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НЕНАСЕЛЕНИХ ПІДВІДНИХ АПАРАТІВ

Надточій Ірина Ігорівна
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Херсон, Україна
nira101001@gmail.com
Огорь Ганна Миколаївна
викладач кафедри економіки Херсонського навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Херсон, Україна
anna.ogor@gmail.com

Розглядаються підходи до оцінки економічної ефективності ненаселених підводних апаратів (НПА) як елемента інновацій виробничої діяльності суб'єкта господарювання в галузі підводного суднобудування.
Ключові слова: ненаселений підводний апарат, інтегральний ефект; індекс рентабельності; норма рентабельності; період окупності.

Ненаселені підводні апарати цивільного застосування враховуючи досвід застосування подібної техніки за кордоном, можливо віднести до продукції виробничо-технічного призначення. Для суб'єкта господарювання – власника, НПА виступає в якості елемента основних виробничих фондів, аналогічно транспортному засобу. Основним критерієм економічної ефективності НПА, таким чином, можливо вважати максимізацію прибутку підприємства пов'язану з експлуатацією апарату.

Розгляд НПА як інструменту виконання робіт, до якого застосовні оцінки економічної ефективності, ускладнюється декількома факторами.

По перше, морська діяльність України під водою вкрай обмежена і зводилася до самого останнього часу тільки до оборонної або пошукової. Створені зразки НПА ставилися до військової техніки та по своїй ефективності з суто економічної точки зору всебічному обґрунтуванню не підлягали.

По-друге, розвиток підводний техніки не пов'язаний цілком з механізацією та автоматизацією праці водолазів, як це відбувалося в звичайному будівництві. Тому провести порівняльну оцінку водолазного та робототехнічного методу виконання конкретної роботи в подібних умовах не представляється можливим. Телекеровані апарати робочого класу (ТПА) існують та застосовуються досить широко остільки вони незамінні при облаштуванні й експлуатації родовищ на глибинах більше 200-400 м, де водолази не виконують роботи.

Метод обчислення прибутковості інновацій, заснований на зіставленні результатів їх освоєння з витратами, дозволяє приймати рішення про доцільності використання нових розробок. Для оцінки загальної економічною ефективності інновацій може використовуватися система показників: інтегральний ефект; індекс рентабельності; норма рентабельності; період окупності.

Інтегральний ефект представляє собою величину різниць результатів та інноваційних витрат за розрахунковий період, наведених по одному, зазвичай початковому року (тобто з обліком дисконтування результатів та витрат).

Інтегральний ефект має також інші назви, а саме: чистий дисконтований дохід, чиста наведена або чиста сучасна вартість, чистий наведений ефект.

Метод дисконтування - метод порівняння різночасних витрат та доходів, допомагає вибрати напрямки вкладення коштів в інновації, коли цих коштів особливо мало. Даний метод корисний для підприємств (установ, організацій), які є неприбутковими та мають жорстко визначений бюджет, де сумарна величина можливих інвестицій в інновації визначено однозначно.

У таких ситуаціях рекомендується проводити ранжування всіх наявних варіантів інновацій у порядку зниження рентабельності.

У якості показника рентабельності можливо використовувати індекс рентабельності. Інші назви: індекс прибутковості, індекс прибутковості. Індекс рентабельності представляє собою співвідношення наведених доходів до наведених на цю ж дату інноваційних витрат. Наведені доходи відображаються в чисельнику величиною доходів, наведених до моменту початку реалізації інновацій, а величина інвестиційних витрат, продисконтованих до моменту початку процесу інвестування вносяться у знаменник.

Інакше можливо сказати, що порівнюються дві частини потоку платежів: прибуткова і інвестиційна.

Індекс рентабельності тісно пов'язаний з інтегральним ефектом, якщо інтегральний ефект позитивний, то індекс рентабельності дорівнює одиниці. При рентабельності більше одиниці, інноваційний проект вважається економічно ефективним, якщо менше одиниці - неефективний.

Перевага в умовах жорсткого дефіциту коштів повинна віддаватися тим інноваційним рішенням, які мають найвищий індекс рентабельності.

Норма рентабельності представляє собою ту норму дисконту, при якій величина дисконтованих доходів за певне число років стає рівною інноваційним вкладенням. У цьому випадку доходи і витрати інноваційного проекту визначаються шляхом приведення до розрахункового моменту часу. Даний показник інакше характеризує рівень прибутковості конкретного інноваційного рішення, виражається дисконтною ставкою, по якій майбутня вартість грошового потоку від інновацій співвідноситься до справжньою вартості інвестиційних коштів.

Показник норми рентабельності має інші назви: внутрішня норма прибутковості, внутрішня норма прибутку, норма повернення інвестицій.

За кордоном розрахунок норми рентабельності часто застосовують в якості першого кроку кількісного аналізу інвестицій. Для подальшого аналізу відбирають ті інноваційні проекти, внутрішня норма прибутковості яких оцінюється величиною не нижче 15-20%.

Норма рентабельності визначається аналітично, як таке порогове значення рентабельності, яке забезпечує рівність нулю інтегрального ефекту, розрахованого за економічний термін життя інновацій.

Отримувану розрахункову величину норми рентабельності порівнюють з закладеною інвестором нормою рентабельності. Питання про прийняття інноваційного рішення може розглядатися, якщо значення норми рентабельності не менше встановленої інвестором величини.

Якщо інноваційний проект повністю фінансується за рахунок позики банку, то значення норми рентабельності вказує верхню межу допустимого рівня банківської відсоткової ставки, перевищення якого робить даний проект економічно неефективним.

У випадку, коли має місце фінансування з інших джерел, то нижня межа значення норми рентабельності відповідає ціні авансованого капіталу, яка може бути розрахована як середня арифметична зважена величина плат за користування авансованим капіталом.

Інвестування в умовах ринку пов'язано зі значним ризиком і цей ризик тим більше, чим довше термін окупності вкладень. Дуже суттєво за цей час можуть змінитися і кон'юнктура ринку, і ціни. Цей підхід незмінно актуальний і для галузей, де найбільш високі темпи науково-

технічного прогресу і де поява нових технологій або виробів може швидко знецінити колишні інвестиції.

Орієнтація на показник «період окупності» часто обирається в тих випадках, коли нема впевненості в тому, що інноваційне захід буде реалізовано і тому власник коштів не ризикує довірити інвестиції на тривалий термін.

Як вже зазначалося типовим споживачем (власником) НПА є суб'єкт господарювання, який використовує апарат як засіб отримання прибутку та експлуатує його при виконанні підрядних робіт. Необхідною умовою для виконання економічних розрахунків є наявність максимально точної інформації про технічніні та експлуатаційні показники техніки, що впливають на вартісну оцінку результатів й витрат від її застосування в заданих умовах. Основними експлуатаційними показниками для ТПА робочого класу є

1. Маса апарату (мобілізаційна маса комплексу).
2. Габаритні розміри та площа, займана на робочій палубі.
3. Робоча глибина.
4. Упор (тягове зусилля) та (або) швидкість переміщення.
5. Величина робочої зони підводного апарату (ПА).
6. Маса корисного навантаження.
7. Кількість ступенів свободи, вантажопідйомність, величина робочої зони маніпуляторів.
8. Кількість штатного персоналу.
9. Енергоспоживання.

Автономні НПА не виконують операцій з об'єктами, тому замість п.п. 4, 5, 6, 7 важливими стають показники якості та продуктивності зйомки, повністю залежні від властивостей засобів вимірювання (зйомки), а також пов'язані з цим показники руху та навігаційного забезпечення ПА. Енергоспоживання також перетворюється у показниках автономності на одній зарядці акумулятора та параметрів його заряджання.

10. Продуктивність зйомки (у сукупності зі швидкістю та характеристиками руху).
11. Точність підводної навігації
12. Автономність, час перезарядки (зміна акумулятора).

Проте документально підтверджені значення вищевказаних показників для конкретних комплексів НПА отримати важко. Можливо, з часом виробники та постачальники НПА випустять технічні умови або оприлюднять акти експлуатаційних випробувань, які дозволять провести економічні розрахунки та продовжити предметне вивчення даного питання.

Assessment Of Consumer Properties And Economic Efficiency Of Unmanned Underwater Vehicles

Nadtochii I. I. Doctor of Economics, Associated Professor, Professor of the Department of Economics, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Ogor A. Assistant of the Department of Economic Sciences, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Approaches to assessing the economic efficiency of uninhabited underwater vehicles (UUV) as an element of innovation in the production activity of an enterprise in the field of underwater shipbuilding are considered.

Key words: uninhabited underwater vehicle, integral effect; profitability index; rate of return; payback period

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Єгоров О. Г. Глибока модернізація та конверсія суден як можливість збереження вітчизняних вантажоперевезень 3

Нєкрасов В.О. Задачі оптимізації складу і поповнення службово-допоміжного та технічного флоту 4

Коробко В.В. Суднова енергетика, сучасний стан та можливі напрями розвитку 8

Король Ю.М., Дєдов С.М., Корнелюк О.М. Використання сучасних методів в розрахунках ходовості баржо буксирних составів 11

Слободян С.О., Харитонов Ю.М. Технологічна платформа SHIPBUILDING 4.0: виклики до суднобудівної освіти 14

Жук О.К., Дзисюк Я.В. Принципи побудови і управління енергоефективної безконтактної зарядної системи малого електричного судна 16

Секція 1. ПРОЕКТУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ СУДНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ОКЕАНОТЕХНІКИ

Бабкін Г.В. Основні шляхи розвитку науково-технічного напрямку «Морська робототехніка» в Україні 29

Kyrychenko K.V. Solving problems of seaworthiness of the vessel using computer technologies and systems 31

Kyrychenko K.V. Creating a virtual model of the vessel in four-dimensional space 34

Трунін К. С. Забезпечення безпеки акваторій портів України за допомогою морських прив'язних систем 36

Тимошенко В. Ф. Розрахунки опору судна X-BOW типу в OPENFOAM 39

Тимошенко В. Ф. Порівняльні розрахунки опору моделі судна X-BOW типу в openfoam та FREE!SHIP PLUS 44

Бокій О.О., Коростильов Л.І., Лабарткава А.В.,Матвієнко М.В. Визначення коефіцієнтів концентрації напружень в таврових зварних з'єднаннях конструктивних вузлів корпусу судна 48

Бурдун Є. Т., Гейко С. П., Петрюк О. В. Оптимізація параметрів модулів плавучості кубічної форми з використанням сферичних оболонок із кераміки 51

Казимиренко Ю. О., Дрозд О. В., Савочкіна В. В., Морозова Г. С. Конструкторські та технологічні передумови модернізації плавучих споруд для збирання небезпечних предметів з річкових акваторій 54

Король Ю.М., Романенко Д.В. Визначення гідродинамічних характеристик системи корпус-рулі для судна з X-BOW носовими обводами 57

Морозов К.А., Слободян С. О. Метод розрахунку повного опору судна з аутригерами: формування цифрового двійника на базі платформи SHIPBUILDING 4.0 60

Морозов О.О., Слободян С. О. Особливості визначення типу пасажирського судна прибережного району плавання 64

Поліщук В. А., Корулик С. О., Попенко В. В. Забезпечення показників жорсткості та вібростійкості конструкцій універсально-складаних пристосувань для механічної обробки деталей 70

Сірівчук А. С., Клочков О. П. Розробка ієрархічної структури системи інформаційного обміну підводного апарата 72

Sokov V.M. Cyclic elastic-plastic deformation in the stress raiser of the beam-web with bend of edges 75

Соценко В.В. Бондаренко О.В., Вяткін В.В., Фурсенко Г.Г. Сучасний стан та основні тенденції розвитку світових земснарядів 78

Шарун Г. В. Розрахункові моделі для перевірки міцності корпусів накатних суден 80

Щедролосєв О. В., Коновалова Г. В., Бондарчук О. В. Врахування економічних факторів при оцінюванні поздовжньої міцності корпусу судна 83

Щедролосєв О. В., Коновалова Г. В., Курилко І. О. Дослідження технологічних деформацій пластин із круглими вирізами для металевих башт плавучого доку 90

Коновалова Г. В. Щедролосєв О. Розрахунок параметрів остійності одноярусного контейнерного хаусботу 96

Лисих А.Ю. Експериментальне дослідження впливу інтенсивності охолодження і режимів різання на стійкість інструменту 100

Yang Zhang, Xiaofei Cheng, Wenjin Zhu Hydrodynamic performance of a periodic array of wave energy converters integrated into a breakwater 102

Блінцов В. С., Тарчук А. А. Сучасні задачі створення і застосування засобів морської робототехніки в інтересах України 108

Гейко С.П., Копійка С.В., Чікал М. А. Оптимізація параметрів сполучника для виробництва композитної щогли 111

Соломонюк Н. С., Юреско Т.А., Васильєва А. В. Склад епоксидного сполучника для виготовлення суднового трапу 114

Дядюра Є. Ю., Коростильов Л. І. Особливості розподілу максимальних дотичних напружень в пластинчатих елементах суднових конструкцій 117

Секція 2. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ, ЯК СКЛАДОВА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОБОРОНОЗДАТНОСТІ УКРАЇНИ

Дубовий О. М., Макруха Т. О. Перспективи застосування деформованих матеріалів з підвищеними фізико–механічними властивостями 120

Kostin O., Yaros Yu., Martynenko V. Laboratory complex UPE-500 for determining welding and technological characteristics of coated electrodes 123

Лебедєва Н.Ю., Казимиренко Ю. О. Вплив електроімпульсного спікання на структуру і властивості Ti-Al порошкового матеріалу 126

Лебедєв В.О., Лой С.А. Плазмове напилення з алгоритмами функціонування які змінюються 129

Лебедєв В.О., Спіхтаренко В.В., Лой С.А., Єрмолаєв Г.В. Особливості плазмового напилення поверхонь ковзання 132

Лебедєв В.О., Лой С.А., Матвієнко М.В. Деякі особливості плазмового напилення вузлів газотурбінних установок 135

Матвієнко М.В., Квасницький В.В., Єрмолаєв Г.В. Методика та перевірка адекватності комп'ютерного моделювання напружено-деформованого стану вузлів 138

Честних М.В. Результати моделювання розподілу електричного поля в металевому розплаві методом розбиття провідника на елементарні комірки..... 141

Боду С.Ж. Використання серпентинів Дашуківського родовища в якості геомодифікуючих добавок..... 143

Карпеченко А. А., Бобров М. М., Дубовий О. М., Савенков О. І., Кондратьева А. А. Використання червоного шламу при формуванні композиційних електродугових покриттів 146

Карпеченко А. А., Бобров М. М., Лабарткава О. В., Лабарткава А. В., Токарева О.В., Данько С.В. Фізико-механічні властивості електродугових композиційних покриттів після передрекристалізаційної термічної обробки..... 149

Секція 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

Чередніченко О. К., Горбов В. М. Аналіз шляхів забезпечення експлуатаційної працездатності енергетичних установок плавучих об'єктів офшорної інфраструктури 153

Serbin S., Cherednichenko O., Chen D., Zongming Y. Novel thermochemical system for marine power plant 157

Долганов Ю.А. Аналіз можливостей створення цифрового двійника прототипу термосифонного теплообмінного апарату 160

Варбанець Р. А., Мальчевський В. П., Мінчев Д. С., Заложс В. І., Кирнац В. І., Александровська Н. І., Воловик К. В. Технологія діагностики сучасних двотактних двигунів та компресорів..... 162

Patlaichuk V. M. Borschov O. M. Thermal calculation of gas turbine unit with ejection over-expansion of gas..... 167

Патлайчук В. М., Борщов О. М. Вплив перерозширення газу в турбіні газотурбінного агрегату на його ефективність..... 169

Tymoshevskyy B., Tkach M. Efficiency of the floating electricity power generation with dual fuel low-speed engines 172

Доценко С. М., Грабовенко О. І. Перспективи та проблеми використання біопалива в дизельних двигунах..... 175

Кісєтов Ю. В. Практика впровадження методів проблемного навчання інженерів-механіків..... 178

Митрофанов О. С., Проскурін А. Ю., Познанський А. С. Аналіз механічних втрат роторно-поршневого двигуна 12РПД 4,4/1,75..... 180

Семенов М.М., Шаповалов Ю.О., Гавриш В.І. Комплексне виробництво альтернативних палив для покращення енергетичної безпеки України 183

Ткач М. Р., Золотий Ю. Г., Галинкін Ю. М. Теоретичне та експериментальне визначення форм і частот власних коливань поршнів теплових машин..... 185

Кузнецов В.В. Обгрунтування профілю поверхонь теплопередачі компактних теплообмінних апаратів с заданими масогабаритними показниками у складі енергетичних установок..... 189

Кузнецов Г.В. Шляхи вдосконалення корабельних енергетичних установок..... 193

Кузнецова С.А., Волошин А.Ю. Визначення раціональних значень конструктивних елементів газоповітряних охолоджувачів відпрацьованих газів суднових енергетичних установок 197

Пирисунько М.А., Шалапко Д.О. Перспективи використання методу озонування для зменшення шкідливих викидів суднового двигуна 199

Пирисунько М.А., Шалапко Д.О. Аналіз впливу присадки водневмісного газу на шкідливі викиди в відпрацьованих газах суднового дизеля 202

Пирисунько М.А., Шалапко Д.О,. Шалапко Г.Г. Перспективи використання теплоти рециркуляційних газів абсорбційною холодильною машиною для зменшення шкідливих викидів суднового двигуна 205

Підвисоцький М.В., Бондаренко М.С., Єлеонська О.С. Модернізація допоміжної котельної установки танкера YEVGENIY TITOV 208

Підвисоцький М.В., Бондаренко М.С., Гоцуляк М.О. Удосконалення системи теплопостачання танкера проекта 15966 212

Авдюнін Р.Ю., Хоменко В.С., Челпанов А.О. Дослідження впливу обробки імпульсним магнітним полем на характеристики матеріалів суднового машинобудування 216

Кузнецов В.В., Чурсін Д.І., Шевцов А.П. Визначення умов комплексної технічної ефективності теплообмінних апаратів енергетичних установок 218

Наливайко В.С., Авдюнін Р.Ю., Челпанов А.О. Аналіз екологічних проблем в суднобудуванні 220

Філіпщук О. М. Застосування кавітаційних режимів у комплексній системі підготовки водопаливної емульсії 224

Філіпщук О. М., Буренко О.В., Кручених Г.О. Енергетична ефективність застосування кавітації при електродіалізі 227

Bidnichenko O.G. Improvement of flow parts of gas turbine installations with methods in applied geometry 230

Пилипчак В. І., Єпіфанов О. А. Термостатичний конденсатовідвідник з ефектом термомеханічної пам'яті форми 232

Секція 4. ХОЛОД В ЕНЕРГЕТИЦІ, ПРОМИСЛОВОСТІ ТА НА ТРАНСПОРТІ, ЯК ПЕРЕДУМОВА ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ КРАЇНИ

Lytosh Olena V. Development of a methodology for calculating the characteristics of hermetic compressor units in transient modes 235

Lytosh Olena V. Electrical losses of hermetic compressor units for marine air conditioning 238

Ошовський В.Я. Ефективність і проблеми практичного застосування ресорбційних термотрансформаторів 241

Кобалава Г. О. Вдосконалення систем контактного охолодження повітря суднових ДВЗ 244

Шевченко Е.В., Кулеш Г.О., Сорокін Р.Р., Хлієва О.Я. Аналіз можливості підвищення енергоефективності суднової холодильної техніки при заміні термостатичного розширювального вентиля на електронний 247

Секція 5. ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА І ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Трохименко Г.Г., Недорода В.М. Ефективність використання мікроорганізмів Bacillus у комбінації з фульвокислотами для покращення процесів мікробіологічної деструкції нафтопродуктів 250

Літвак С.М., Літвак О. А. Природоохоронні аспекти впровадження системи обробки баластних вод на борту судна 253

Кісєтов Ю. В. Зменшення ризиків негативного впливу на довкілля промислових підприємств 256

Kapitonov P.P., Leybovych L.I., Patsurkovskyi P.A. The carbon dioxide problem in internal combustion engines 258

Ремешевська І. В. , Гурець Н. В., Мурлян А. А. Аналіз можливості використання водню в якості енергоносія в сучасному виробництві та приватному секторі 261

Ремешевська І. В. , Гурець Н. В., Воробйова М. Аналіз можливих впливів будівництва та експлуатації вітрових електростанцій на довкілля 264

Мельничук С. С. Созологічні аспекти рослинного покриву національного природного парку «Білобережжя Святослава» 267

Магась Н. І., Соченінова І. О. Аналіз рівня забруднення атмосферного повітря Миколаївської області за допомогою інформаційних ресурсів 270

Тарасов І.В. Екологічні наслідки військових дій в Україні 273

Тимченко І.В., Грубий М. В. Екологічний моніторинг морських та лиманних акваторій північного Причорномор'я в межах Миколаївської області 276

Маркіна Л. М., Жолобенко Н. Ю., Ушкац С. Ю. Аналіз рідкого палива отриманого з полімерних відходів методом піролізу 279

Маринець О.М. Азбест: заборона використання, моніторинг ситуації забезпечення відновілення пошкоджених будівель 281

Trokhymenko G.G., Grushyna O.G. Analysis of the consequences of the negative impact of pesticides in biocenoses 285

Секція 6. ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Гайдай Г.Ю., Грєшнов А.Ю. Автоматизована комп'ютерна система для проведення експериментальних досліджень у дистанційному форматі 288

Ushkarenko O.O. Representation of semiconductor power converters elements in the form of functional structures 290

Войтасик А. М. Проблеми енергоефективності електропривода індивідуального моно- транспорту 294

Zhukov Yu.D., Zivenko O.V. Versatile level sensor for marine alternative fuels and cargo 296

Верещаго Є.М., Костюченко В.І. Аналіз перетворювача постійного струму, що працює на плазмову дугу 299

Грудініна Г.С. Розробка регулятору стабілізації упору рушійно-кермового пристрою автономного ненаселеного підводного апарату 302

Жук О.К., Рябенький В.М. , Тубальцев А.М. Енергоефективні системи берегової зарядки для акумуляторних суден 305

Касьянов Ю.І. Щодо забезпечення якості зображення в підводних системах відеоспостереження 309

Обрубов А.В. Динамічна модель резонансного інвертору класу Е 312

Ольшевський С.І., Савченко О.В., Петров В.В. Використання таблиць стану при побудові системи керування електроприводом з RISC мікроконтролером 317

Павлов Г.В, Обрубов А.В., Вінниченко І.Л. Характеристики резонансного інвертора з автогенерацією для індуктивної зарядки 320

Роботько С.П. Інформаційний коплекс технічного зору з багаторівневою передачою данних на базі одноплатного комп'ютера 324

Топалов А.М., Халапсіс Д.О. Аналіз автомобільних сенсорних технологій в інформаційній системі руху міського транспорту 326

Чекунов В.К. Моделювання роботи суднових споживачів при живленні від джерела струму 329

Шарейко Д. Ю., Шурмін Є.А., Дікал Е.М. Лабораторний стенд з дослідження електроприводів 333

Шарейко Д. Ю., Фоменко Л.А. Системи з лінійним і нелінійним коригувальним пристроєм 336

Рябенький В.М., Трибулькевич С.Л. Зниження неканонічних гармонік напруги на виході керованих випрямлячів 340

Худякова І.М. Технології віртуальної та доповненої реальності для студентів спеціальності «Телекомунікації та радіотехніка» 344

Надточий А.В. Особливості безекіпажного надводного судна як об'єкту автоматичного керування 347

Надточій В.А., Бурунін А.П. Формулювання головних задач створення безекіпажних надводних суден на основі системного підходу 353

Gordeev B.M., Gudyma E.A., Kobylinskyi A.M., Nakonechniy A.G., Zivenko O.V., Zhukov Yu.D. Flexible measurement system for online monitoring and control of various liquids. 355

Жук Д.О., Чекунов В.К., Алесандровський С.Ю. Тренажерна підготовка суднових електротехнічних офіцерів за освітньо-професійною програмою „Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики" 358

Селезньов С.Л., Жук Д.О., Козлов М.О., Новогрецький С.М. Application of modern innovation technologies of electrical engineering or ship power systems development 362

Лінченко В.В., Жук Д.О., Комишник В.І., Жук К.Д. Статистичний аналіз динаміки розвитку альтернативної електроенергетики 367

Михаліченко П.Є., Суботіна О. П. Мікропроцесорна система захисту, яка оцінює швидкість фідерної напруги 372

Секція 7. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ НА ЗАХИСТІ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Чернова Л.С., Журавель А.В. Застосування когнітивного моделювання в управлінні проектами 379

Гусєва-Божаткіна В.А., Стригуль С.Г. Перспективи розвитку е-менеджменту спеціалізованних закладів охорони здоров'я 382

Літвінова М. Б., Штанько О.Д. Сучасна парадигма застосування інформаційних технологій під час дистанційного навчання 385

Партас В.К. Концепція віртуального підприємства з виробництва меблі на основі мультиагентних систем 387

Сімутєнков І. В., Харитонов Ю. М., Драган С. В. Інноваційні інформаційні технології у розбудові суднобудівної галузі України 391

Сімутєнков І. В., Харитонов Ю. М., Драган С. В. Перспективи використання генеративного проєктування у сучасному суднобудуванні 394

Farionova T.A., Oreikhov O.S. A mobile application for assessing the impact of ultraviolet radiation on the health of ship crews 398

Гусєва-Божаткіна В.А., Єжгуров Р.В. Сучасні технології автоматизації аптечних закладів 401

Поворознюк О. С. Аналіз середовищ програмування мобільних роботів LEGO та перспективи використання платформи MINDSTORMS EV3 404

Турти М.В. Інформаційне забезпечення розробки документації з технічного захисту інформації 407

Dyukova S., Chubchyk T. Features of managerial decision-making under conditions of uncertainty 409

Бідніченко О.Г. Системи автоматизованого моделювання: стан та перспективи розвитку 412

Bidnichenko E.G. System approach to automation of geometric modeling of centrifugal compressors 415

Секція 8. ЕКОНОМІКА НА ЗАХИСТІ НЕЗАЛЕЖНОСТІ ТА СВОБОДИ УКРАЇНИ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Гурченков О.П., Трунін К.С., Нейман В.М. Морегосподарський комплекс України в системі морегосподарських комплексів приморських країн світу 419

Zhuvahina I.O. Opportunities and prospects for post-war reconstruction of Ukraine's economy 422

Парсяк В.Н. Інституціональний ландшафт маркетингової діяльності підприємств реального сектору економіки Україні 424

Руснак А.В. Показники оцінки ефективності національної інноваційної системи 428

Парсяк В.Н., Жукова О.Ю. Організаційно-економічне підґрунтя піднесення вітчизняного суднобудування 431

Філіпішина Л. М. Сутність та зміст інноваційних процесів: економіко-правовий вимір 434

Хмарська І.А. Економіки України: проблеми та підтримка в умовах війни 436

Поткін О.О., Дацюк Д.О. Організація кластерної системи побудови та експлуатації транспортних суден на р. Дніпро 438

Гавриленко Н. В. Нові моменти податкової звітності з ПДВ в умовах воєнного стану 440

Гришина Л.О., Карась П.М. Особливості банківського сектору України під час війни 442

Дюндін В. Д. Особливості малого бізнесу в сучасних умовах 444

Канаш О.Є. Реінжиніринг навчального процесу в контексті запровадження дуальної освіти 446

Мігай Н.Б. Джерела відновлення потенціалу економіки у післявоєнний період 449

Морозова А.С., Марущак С.М. Виклики та тенденції масштабування українського бізнесу в умовах воєнного часу 452

Клисяк М.Д. Розвиток ОТГ як ключ до розвитку економіки держави в умовах воєнного стану 455

Козіцька Н.О. Електронний документообіг – безпека для бізнесу у період воєнного стану 456

Філіпішина К. І., Коваленко Ю. М. Фінансова глобалізація: зміст та форми сучасного прояву 459

Прокопович Л.Б. Оцінювання продуктивності праці на сільськогосподарських підприємствах 462

Грищенко О.В. Податкова реформа як чинник інвестиційної привабливості держави 465

Погорєлова О. В., Вдовиченко Л.Ю., Балаценко О.Г. Напрями трансформації продовольчих систем в умовах воєнного стану 467

Бурунсуз К.С. Pest–аналіз інноваційного підприємства з плазмової переробки високозольного вугілля 470

Бобіна О.В., Ганчо Н.А. Північне Причорномор'я в логістичній системі Чорного моря: короткий історичний огляд 473

Запорожець І.М., Сіренко І. В. Виклики сьогодення та розвиток освітньо-професійної програми «Менеджмент транспортних систем і логістика» 475

Запорожець І.М., Трушлякова А. Б. Логістика в умовах турбулентності 477

Жукова О.Ю., Катвалюк Є.І., Левіт О.О. Модель блакитної економіки як інструмента вирішення екологічної кризи причорноморського регіону 478

Секція 9. ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИЩОЇ ШКОЛИ В УМОВАХ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ (2014 – 2022): ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА

Patlaichuk O. V., Patlaichuk V. M. Formation of soft skills in educational programs of technical specialties 482

Патлайчук О. В. Головні тренди розвитку навчального процесу у вищій освіті 483

Патлайчук О. В. Цифрові інструменти Google для вищої освіти 486

Кравчук О.Ю., Бєлоусова С.М. Аспекти викладання суспільних наук іноземною мовою у закладах вищої освіти 489

Ovsyanko G. V. Increase of motivation in the process of studying foreign language during russian aggression 492

Петрович Л.І. Українізація війною: виховання мовної культури студентів 494

Гарбар І.В., Гарбар А.І. Практична важливість використання інтерактивних методів навчання на заняттях з української мови (за професійним спрямуванням) 496

Давиденко О.Б. Досвід дистанційного навчання під час пандемії COVID-19 як основа освітнього процесу у закладах вищої освіти в умовах російської агресії 498

Шляхтіна О.С. Some Aspects of Teaching ESP During the Wartime 501

Міняйлова А.В. Особливості національно-патріотичного виховання студентів технічних ЗВО України 502

Букіна Т.В. Формування національного характеру українського народу: наукове осмислення 504

Гончарова О. О. Відчуття часу в системі самосвідомості особистості в обставинах війни 508

Данильченко Н.В. Особливості забезпечення освітнього процесу зі спеціальності дизайн в умовах війни 510

Задорожна Т.П. Особливості навчання термінологічної лексики у курсі іноземної мови професійного спрямування з використанням інформаційних технологій 512

Кириченко С.В. Навчання іноземній мові в ЗВО в умовах воєнного стану 514

Кошкіна Г. Л. Структура цифрової компетентності педагогічного працівника 517

Патлайчук О.В., Ступак О.П., Макарчук О.М. Етнокультура в контексті періодизації метаетнічного культурно-історичного процесу 520

Сергієнко О.М. Мінімізація проблем якості освіти в процесі дистанційного навчання в надзвичайних ситуаціях 524

Матвієнко Л.В., Сонечко О.С. Навчання в українських ВНЗ як чинник національної самоідентифікації 526

Чугуєва І.Є. Особливості застосування прийомів кризової інтервенції у практиці надання психологічної допомоги в режимі телефонного консультування у воєнний час 529

Кисельова Т.В., Фатєєва В.Г., Смуглякова М.К. Дистанційні освітні курси у закладах вищої освіти 531

Сотер М. В. Проблеми цифровізації іншомовної підготовки здобувачів технічних закладів вищої освіти України 533

Філіппова Н. М. Cognitive-based approach to make online academic english classes more effective 535

Секція 10. ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ НА ЗАХИСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Дубинський О. Ю., Князєв В. С. Адміністративно-правове забезпечення інноваційної діяльності в контексті підвищення економічного потенціалу держави в сучасних умовах 538

Бараненко Д.В. Кримінальна відповідальність за порушення правил кораблеводіння 540

Ломакіна О. А. Роль адміністративно-правового регулювання економіки України в умовах євроінтеграції 543

Ломжець Ю.В. Забезпечення прозорості та доброчесності вступної кампанії 2022 як складова національної безпеки України 546

Борко А.Л. Шляхи та проблемні питання удосконалення адміністративно-правового забезпечення та контрольно-наглядової діяльності у сфері земельних відносин в Україні 551

Бортник Н. П., Нестеренко А. О. Правове забезпечення інвестиційної діяльності як засобу економічного розвитку держави 553

Достдар Р. М. Договір охорони фізичної особи 555

Дубова К. О. Адміністративно-правове регулювання сфери надання електронних послуг як чинник підвищення ефективності публічного урядування 557

Хачатуров Е.Б. Децентралізація влади – новація державного управління сьогодення 560

Секція 11. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Слободян С.О., Харитонов Ю.М. Інформаційні моделі суднобудівного кластеру 562

Іхсанов Ш.М., Дьяконов О.С., Малахова Н.Г. Дослідження збоїв у роботі технології AIS 565

Казарєзов А. Я. Розрахунок незатоплюванності швидкісного судна 567

Соломенцев О. І. «Дуель» оперативно-тактичних завдань у ході дослідницького проектування бойового корабля. Однокритеріальна постановка задачі 570

Соломенцев О. І. «Дуель» оперативно-тактичних завдань у ході дослідницького проектування бойового корабля. Багатокритеріальна постановка задачі 573

Соломенцев О. І. Аналіз впливу форми носових обводів багатоцільового надводного корабля на забризкування в умовах зустрічного хвилювання 576

Соломенцев О. І. Аналіз методів поліпшення морехідності багатоцільових кораблів, що прийняті у ВМС США. Вибір та обґрунтування форми носових шпангоутів 579

Соломенцев О. І. До визначення коефіцієнту бойової стійкості надводного корабля 582

Соломенцев О. І. Вплив вітру та хвиль на зліт безпілотних літальних апаратів з надводного корабля 586

Соломенцев О. І. Вплив хвилювання на посадку безпілотних літальних апаратів на надводний корабель 589

Соломенцев О. І. Визначення ймовірності перекидання корабля за умови обмеженості максимальних амплітуд та максимальних кутових швидкостей бортової хитавиці 592

Анастасенко С.М., Швець І.А. Застосування систем пасивної локації для вирішення задач управління супроводженням суден 595

Єрмоленко Б.О. Аналіз автономних надводних апаратів для виріішення задач гідрографічного моніторингу 598

Кузнецов Г.В. Використання теплових акумуляторів у судновій енергетиці 601

Голеншин Є. В. Підвищення ефективності суднових гібридних енергетичних установок застосуванням термохімічних систем акумулювання 604

Надточій І.І., Огорь Г. М. Оцінка споживчих властивостей та економічної ефективності ненаселених підвідних апаратів 607

Наукове видання

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XIII міжнародна науково-технічна конференція

27-28 жовтня 2022 року

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, проспект Героїв України, 9

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

(українською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск Г. В. Павлов
Комп'ютерна верстка В. В. Торубара

Формат 60×84/8 Ум. друк. арк. 74,9. Наклад 100. Зам. № 18/22

Видавець та виготовлювач Торубара В. В.

вул. Наваринська, 5–17, м. Миколаїв, 54001 тел.: (0512) 37-81-28, (067) 800-70-70

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4626 від 9.10.2013

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ

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