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

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ XII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ імені адмірала Макарова

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

XII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

30 вересня – 1 жовтня 2021 року

присвяченої пам'яті генерального директора «Морського Інженерного Бюро» професора Геннадія Єгорова

Миколаїв ■ НУК ■ 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XII Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

30 вересня – 1 жовтня 2021 р.

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

ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

Миколаїв 2021

УДК 001.895:629.5
І-66

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

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

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство 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»

Відповідальний за випуск

Павлов Геннадій Вікторович

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

Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XII Міжнародна науково-технічна конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2021. – 642 с.

І-66

ISBN 978-966-321-428-3

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

УДК УДК 001.895:629.5

© Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2021

ISBN 978-966-321-428-3

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

УДК 629.5.01

ПРОФЕСОР ЄГОРОВ ГЕННАДІЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ: ЛЮДИНА-ЕПОХА

Єгоров О. Г.
кандидат технічних наук, т.в.о. генерального директора, Морське Інженерне Бюро
м. Одеса, Україна
egorovag@meb.com.ua

Анотація. Визначено основні науково-технічні результати діяльності професора, доктора технічних наук Єгорова Геннадія Вячеславовича. Показано його вплив на річковий, змішаного плавання та морський флот. Описано основні наукові досягнення.

Ключові слова: Геннадій Єгоров; спадщина; проектування; наука; соціальна активність.

Увечері 30 травня у віці 55 років перестало битися серце Єгорова Геннадія Вячеславовича, творця і власника Морського Інженерного Бюро, ідеолога, натхненника, головного моторчика судноплавної і суднобудівної галузі, і просто чудової, доброї, життєрадісної і розумної Людини.

Професор Єгоров Геннадій Вячеславович народився 23 березня 1966 року в місті Одесі (фото див. рисунок 1).

Рис. 1. Професор Єгоров Геннадій Вячеславович

Закінчив з відзнакою школу №4 в 1982 році. У 1988 році з "червоним" дипломом завершив навчання в Одеському Інституті Інженерів Морського Флоту (ОІІМФ) за фахом

"Суднобудування і судноремонт", в 1992 році закінчив аспірантуру ОІІМФ на кафедрі "Будівельна механіка корабля".

З 1993 по 1995 рік працював старшим науковим співробітником, викладачем кафедри "Будівельна механіка і конструкція судна" ОІІМФ.

У 1993 році захистив кандидатську дисертацію на тему "Розробка методів оптимізації міцності рішень при експлуатації суден".

У 1995 році заснував Морське Інженерне Бюро в Одесі, а в березні 2000 року аналогічну фірму в Санкт-Петербурзі і очолював обидва підприємства до останньої миті свого життя.

За час свого існування, під керуванням Геннадія Вячеславовича, Бюро пройшло шлях від невеликої фірми, що займається виключно розрахунковими задачами по корпусу судна і науковими дослідженнями на замовлення класифікаційних суспільств, до організації, яка виконує практично весь спектр інжинірингових робіт для судноплавства і суднобудування.

У березні 2020 року Морське Інженерне Бюро відсвяткувало 25-річний ювілей.

За проектами Бюро під керівництвом професора Єгорова Геннадія Вячеславовича було побудовано більше 410 суден.

У 2005 році захистив докторську дисертацію на тему "Методологія забезпечення надійності та безпеки корпусів суден обмежених районів плавання".

Виконано величезну кількість різноманітних проектів переобладнання, конверсій, модернізацій, обгрунтувань, розрахунків, науково-дослідних робіт.

Підготовлено, написано і опубліковано особисто і в співавторстві понад 1000 наукових праць, в тому числі 6 монографій, серед яких: "Досвід будівництва суден з використанням елементів флоту, що експлуатувався" (у співавторстві), "Проектування і будівництво коастерів і суден змішаного плавання", "Створення універсальних транспортних суден та засобів океанотехніки "(у співавторстві),"Проектування суден обмежених районів плавання на основі теорії ризику","Ліберті" - значить свобода" і багато інших.

Провів величезну кількість лекцій, уроків, вебінарів з актуальних питань судноплавства і суднобудування.

У 2008 році отримав вчене звання професора.

Почесний член Британського Королівського Товариства Корабельних Інженерів (FRINA), член Американського Товариства Кораблебудівників і Морських Інженерів (SNAME), член Міжнародного Конгресу з конструкції корпусів суден і морських споруд ISSC протягом більше 20 років, член Президії НТР Російського Морського Регістру Судноплавства, член Президії НТР Російського Річкового Регістру, член НТР Регістру Судноплавства України, академік Транспортної Академії України, академік Академії Наук Суднобудування України, член експертної Ради ВАК, лауреат державної премії України 2011 року. Всі ці регалії були отримані за справу, за роботу, за результат.

Нагороджений різними нагородами, знаком "За заслуги" Російського морського регістра судноплавства, знаком "Почесний працівник Російського Річкового Регістру", знаком "Почесний працівник Регістру судноплавства України". Державна премія 2011 року присуджена за створення нового покоління універсальних транспортних суден та засобів океанотехніки.

У 2020 році брав активну участь, забезпечуючи розрахункову інженерну підтримку в складній операції з підйому та утилізації танкера "Делфі", який забруднював одеське узбережжя.

Геннадій Вячеславович постійно розвивався, здавалося б, досяг усіх мислимих вершин, але ні. Навіть в умовах пандемії і заборон на пересування організував і підготував величезну кількість вебінарів, присвячених актуальним питанням судноплавства і суднобудування по всьому світу, об'єднавши фахівців, планував нові вебінари. Причому матеріали для вебінарів збирав, обробляв особисто сам.

В останню свою робочу поїздку він полетів саме з цією метою, потрібна була актуальна інформація, реальні дані.

Висновок. Заслуги професора Єгорова Геннадія Вячеславовича перед суднобудівною та судноплавною галузями неможливо перелічити. Він був Всім.

Professor Egorov Gennady: Era-Man

Egorov Alexander
Marine Engineering Bureau, Odessa, Ukraine

Abstract. The main scientific and technical results of the activities of Professor, Doctor of Technical Sciences Egorov Gennady are determined. His influence on river, river-sea and sea fleet has shown. Main scientific achievements are described.

Keywords: Gennady Egorov; heritage; design; science; social activity.

УДК 621.314.58

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ІНДУКЦІЙНА ЗАРЯДКА СУДНОВИХ ТЯГОВИХ БАТАРЕЙ

Павлов Г.В.[1], Обрубов А.В.[2], Вінниченко І.Л.[3]
[1] доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
pavlov.gv.nuk@gmail.com,
[2] кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри суднових електроенергетичних систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
andrii.obrubov@nuos.edu.ua,
[3] кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
i.l.vinnychenko@gmail.com

Анотація. Запропоновано підвищення енергоефективності індукційної зарядки суднових тягових батарей за рахунок використання в системах зарядки резонансного перетворювача з широтно-частотним регулюванням для зменшення впливу нестабільності напруг мережі та буферних накопичувачів електроенергії, а також варіацій відстані між котушками і їх неспіввісності. Наведено експериментальні осцилограми електромагнітних процесів.

Ключові слова: індукційна зарядка, безконтактна передача електроенергії, резонансні перетворювачі електроенергії, широтно-частотне регулювання.

За останні десять років кількість суден на тягових батареях зросла практично з нуля до сотень по всьому світу. Повністю електричні судна на тягових батареях вже не є штучним товаром для приватних замовників. На електричний рух переводяться все більш великі судна, які здійснюють комерційні перевезення, що свідчить про економічну ефективність в певній ніші їх експлуатації.

Так згідно з даними компанії-оператора електричного парому «Ampere» (Норвегія), досвід його експлуатації з 2014 р. показав скорочення на 95% шкідливих викидів в атмосферу і зменшення на 80% експлуатаційних витрат [1]. На борту судна знаходиться батарея енергоємністю 800 кВт•год вагою 11 тонн, яка живить два електродвигуна. Паром використовує всього 150 кВт•год на відрізку в 6 км через фіорд, а вартість електрики для перевезення 360 пасажирів і 120 машин становить всього близько 6 $ [1]. На тлі даних результатів уряд

Норвегії зобов'язав перевізників закуповувати тільки екологічно чисті повністю електричні пароми і компанія-виробник «Norled» отримала заказ на виготовлення ще 53 таких паромів [1].

У 2018 року на лінії вийшли Шведські повністю електричні пароми «Aurora» і «Tycho Brahe» у яких енергоємність батарей становить вже понад 4 МВт•год. З 2019 почалася експлуатація паромів «Elektra» (2х530 кВт•год) і «Ellen» (4,3 МВт•год), які обслуговують морські лінії в Скандинавії.

Між річковими портами Китаю з 2017 року курсує повністю електричний саморозвантажувальний річковий суховантаж [2]. Судно призначене для перевезення 2 тис. тонн вугілля. На ньому встановлена батарея енергоємністю 2,4 МВт•год, а запас ходу складає всього 50 миль. Але цього достатньо, щоб зробити рейс з одного порту в інший. Під час вантажних операцій, що тривають 1-2 години, батарея встигає підзарядитися до необхідного рівня. І за витратами на електроенергію перевезення істотно вигідніше, ніж на традиційному викопному паливі.

З 2021 року на річці Янцзи експлуатуються повністю електричні круїзні судна «Yangtze River Three Gorges 1» з батареєю енергоємністю 7,5 МВт•год, розраховане на 1300 пасажирів і «Junlyu» на 300 пасажирів з батареєю енергоємністю 3,5 МВт•год [2].

В кінці 2021 р. очікується запуск в експлуатацію контейнеровозу Yara Birkeland (Норвегія) з батареєю енергоємністю на 9 МВт•год для всіх двигунів, а також відразу два електричних контейнеровоза «Tesla ships» (Нідерланди), розрахованих на 280 стандартних контейнерів, які курсуватимуть між портами Амстердама, Антверпена та Роттердама [3].

У 2022 році суднобудівний завод Kawasaki Heavy Industries (Японія) спустить на воду перший в своєму класі танкер, який працює тільки на літій-іонних батареях [4]. Судно e5 буде належати компанії Asahi Tanker і буде займатися перевезенням дизельного палива для заправки інших вантажних суден в Токійській затоці. Танкер обладнають акумуляторами на 3,5 МВт•год. Це достатньо для руху судна протягом «багатьох годин», як сказано в прес-релізі.

Звичайно ж, сьогодні електричні судна не можуть конкурувати з дизельними або газотурбінними ані за обсягом вантажу, що перевозиться, ані за відстанями, які вони можуть пройти без додаткової заправки. Традиційні судна перетинають океани, не потребуючи додаткового палива, а електричні судна на одному заряді можуть пройти лише десятки миль або до ста миль максимум. Тому сьогодні електричні судна можуть експлуатуватися лише в прибережних районах з можливістю періодичної підзарядки батарей.

Проблема в обмеженої місткості батарей і їх ціною. Однак, головним чином, через бум електромобілів літій-іонні акумулятори за останні десять років стали дешевше майже в десять разів завдяки вдосконаленню технологій і збільшеним обсягам виробництва. Згідно з галузевим дослідженням консалтингової фірми BloombergNEF, середня вартість літій-іонного акумулятора в 2020 році впала до $ 137 доларів за кВт•год (рис. 1) [5, 6]. При цьому ціни на літій-іонні батареї з 2010 року знизилися на 88% і подальше зниження цін на них, почне грати головну роль в зміні тенденцій в транспорті і генерації електрики.

З огляду на особливості експлуатації електричних суден, актуальною проблемою є швидка зарядка (підзарядка) їх тягових батарей під час стоянки судна, наприклад, при вантажних операціях. Успішна експлуатація суден на коротких маршрутах з нульовим викидом шкідливих речовин можлива при постійній підтримці необхідного запасу енергії в батареях. При цьому час, доступний для зарядки сильно обмежено, а кількість енергії, яка подається в акумулятор має бути достатньою для підтримки регулярної та безперервної роботи. Це має на увазі необхідність підзарядки великої потужності. Якщо берегові розподільні мережі мають обмежену пропускну здатність, може знадобитися берегове сховище енергії для передачі необхідної потужності під час зарядки з метою виключення перевантажень берегової мережі.

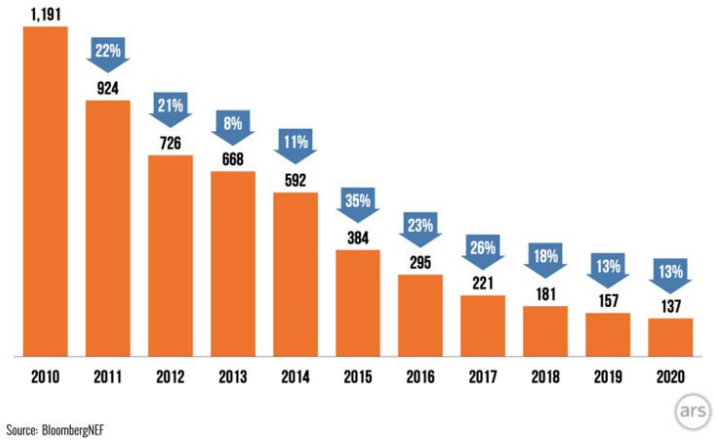


Рис. 1. Динаміка зниження середніх світових цін в доларах США на літій-іонні акумулятори. Джерело: BloombergNEF

З метою скорочення часу на підключення батарей до берегових мереж в судновій практиці часто, як і при експлуатації наземного транспорту використовується індукційна безконтактна підзарядка тягових батарей. Індукційна зарядка виключає механічний знос контактів при великих струмах і час, необхідний на кабельне підключення під час коротких стоянок, а також можливість струмів витоку і корозії в солоному середовищі, підвищує електробезпеку зарядки в умовах забруднень, льоду і снігу. При цьому забезпечується гальванічна розв'язка і безпека екстреного відключення батарей від берегової мережі в разі, коли судну терміново потрібно залишити причал.

Зарядний пристрій повинен забезпечувати доставку енергії в акумуляторні батареї в мегаваттному діапазоні потужностей або діапазоні сотень кіловатт. На відміну від наземних зазвичай нерухомих безконтактних зарядних пристроїв з широтним регулюванням резонансних перетворювачів, суднові зарядні пристрої повинні забезпечити стійку ефективну роботу з урахуванням впливу хвиль, вітру, припливів і відливів, зміни осадки, крену, диференту під час вантажних операцій. Це означає, що система зарядки повинна мати високу стійкість до неспіввісність і варіаціям відстані від 20 см до 50 см в повітряному зазорі і має автоматично компенсувати ці впливи на процес зарядки батарей.

Структурна схема системи зарядки тягових батарей показана на рис. 2. Система передбачає як індукційну зарядку, так і контактну зарядку, яка здійснюється малим струмом під час тривалої стоянки судна найчастіше безпосередньо від мережі. Основними пристроями, що забезпечують індукційну зарядку, є берегова і суднова котушки індуктивності, як елементи резонансного контуру послідовно-резонансного перетворювача.

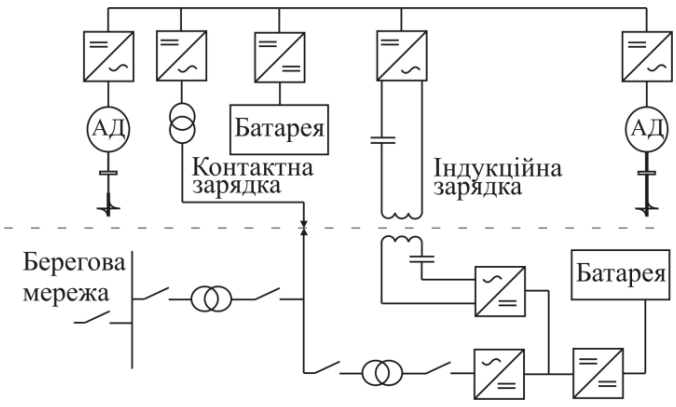
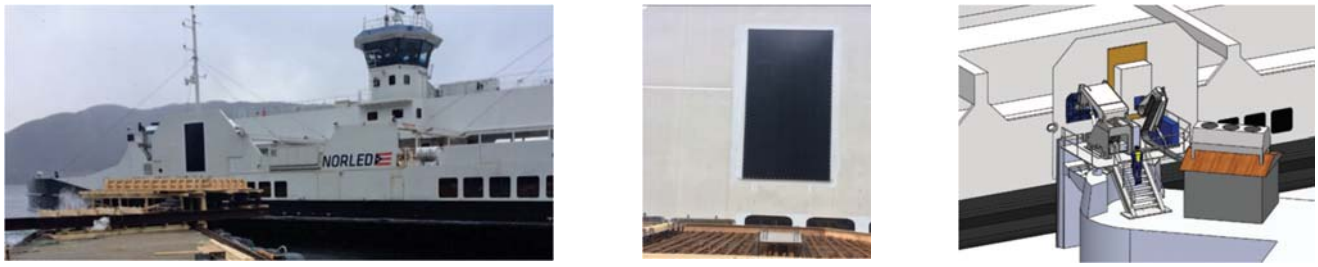


Рис. 2. Структурна схема системи зарядки тягових батарей.

Котушки індуктивності в системах індукційної зарядки суднових тягових батарей забезпечують передачу потужності близько 500 кВт на квадратний метр площі котушок з ККД передачі енергії до 97%. Площа котушок може становити 2 і більше квадратних метрів. Типовий зовнішній вигляд суднової котушки індуктивності показано на прикладі парома «Ampere» (рис. 3.а,б) [7]. З огляду на те, що відстань між котушками і їх неспіввісність може змінюватися з огляду на перераховані вище фактори, що впливають на стан судна, еквівалентна ємність резонансного контуру може змінюватися, що буде призводити до зміни резонансної частоти. Постійний струм зарядки і постійне відношення комутаційної і резонансної частот забезпечується за рахунок частотного регулювання резонансного інвертора шляхом зміни комутаційної частоти в діапазоні 1-8 кГц. Таким чином, берегова котушка індуктивності буде залишатися в фіксованому положенні під час зарядки, а система керування перетворювачем буде підтримувати сталість переданої енергії в суднову котушку індуктивності при будь-яких рухах судна в певних межах. Для поліпшення умов індукційної передачі енергії може використовуватися вакуумна система швартування [7], що дозволяє забезпечувати економію енергії за рахунок виключення частих запусків гребних двигунів (рис. 3.в).

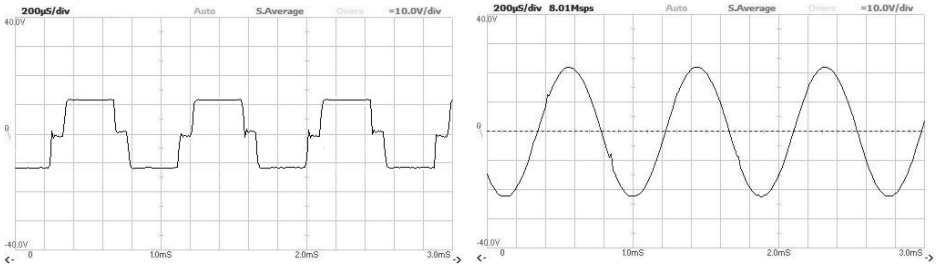


а б в

Рис. 3. Паром «Ampere» (а), панель обмотки індуктивності парому (б), платформа вакуумної системи швартування Cavotec (зліва), система індукційної зарядки (праворуч) (в).

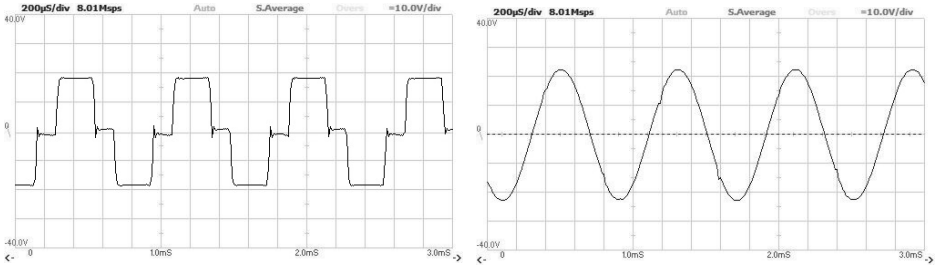
Більш високу ефективність передачі енергії в процесі зарядки можна домогтися за рахунок використання широтно-частотного регулювання в резонансному зарядному інверторі [8]. Як було сказано вище, періодична зміна положень котушок індуктивності суднової зарядної системи призводить до зниження зарядного струму. Зміна напруги живлення зарядного пристрою без авторегулювання також призводить до відхилень зарядного струму. Напруга може змінитися в результаті відхилень напруги мережі і розряду буферних накопичувачів електроенергії. Якщо ці обидва чинники – зміна положень котушок індуктивності і зміна напруги - діють згідно стосовно зарядного струму, то їх компенсація зажадає значної зміни частоти інвертора. Для звуження діапазону зміни робочої частоти інвертора (з метою обмеження частоти комутації транзисторів) і для ефективної компенсації змін напруги живлення доцільно поєднувати широтне і частотне регулювання. Широтне регулювання можна орієнтувати тільки на компенсацію змін напруги живлення, і воно буде в такому випадку здійснюватися за збуренням. Тоді частотне регулювання буде компенсувати тільки зміни параметрів резонансного контуру, а саме зміни співвідношень між індуктивностями розсіювання і взаємною індуктивністю індукторів, тобто буде здійснюватися за відхиленням. Для компенсації індуктивності розсіювання, що входить до резонансного контуру, необхідно підлаштовувати робочу частоту зарядного інвертора так, щоб ємнісний опір контуру і індуктивне опір розсіювання певним чином компенсувалися. Частота підлаштовується з урахуванням фазового зсуву між напругою інвертора і струмом контура (або між напругою інвертора і напругою резонансної ємності). При зближенні робочої і резонансної частот інвертора буде зростати коефіцієнт передачі потужності в приймальну котушку індуктивності. При цьому робоча частота повинна залишатися вище резонансної частоти для включення транзисторів інвертора при близькому до нуля струмі.

На рис. 4 і рис. 5 показано осцилограми напруги зарядного інвертора (а) і напруги на резонансній ємності (б), яка пропорційна току контуру. Наведені осцилограми демонструють, що при зміні напруги і взаємної індуктивності індукторів зарядної системи амплітуда коливань напруги на ємності (рiс.i4, б і рiс.i5, б) підтримується на одному і тому ж рівні. Це досягається за рахунок компенсації зміни напруги живлення за допомогою широтного регулювання (відносна ширина імпульсів інвертора на рис. 4,а і рис. 5,а різна) і компенсації зміни індуктивності контуру за допомогою частотного регулювання.



а б

Рис.4. Осцилограми для напруги живлення 250В і робочої частоти 1170Гц



а б

Рис.5. Осцилограми для напруги живлення 380В і робочої частоти 1250Гц

Наведені приклади показують масштабність на сьогодні проектів електричних суден, які необхідні для розробки технологій та інфраструктури, які в кінцевому підсумку можуть бути масштабовані для більших суден далекого плавання.

При індукційній зарядці суднових тягових батарей доцільно поєднання широтного і частотного регулювання інвертора, що забезпечить більш високу стабільність зарядного струму при коливаннях напруги мережі та берегової батареї та сприятливо позначиться на умовах роботи транзисторів інвертора і обмоток індуктивностей. Широтно-частотне регулювання також може вводитися як для регулювання зарядних струмів при тривалій зарядці на нічний стоянці, так і при прискореній зарядці на стоянці під час вантажних операцій судна.

Література

1. N. P. Reddy et al., "Zero-Emission Autonomous Ferries for Urban Water Transport: Cheaper, Cleaner Alternative to Bridges and Manned Vessels," in IEEE Electrification Magazine, vol. 7, no. 4, pp. 32-45, Dec. 2019, doi: 10.1109/MELE.2019.2943954.

2. Xiaoli Mao, Elise Georgeff, Dan Rutherford, and Liudmila Osipova, “Repowering Chinese coastal ferries with battery-electric technology: Operational profiles of Chinese coastal ferries, their energy demand, and the implied battery system assessment”, ICCT working paper, vol. 21, 2021, pp. 1-17. https://theicct.org/sites/default/files/publications/chinese-coastal-ferries-electric-apr2021.pdf.

3. Paul Dean, Tom Walters, Jonathan Goulding, “Maritime autonomous surface ships”, Holman Fenwick Willan LLP, 2017. http://www.hfw.com/downloads/HFW-Maritime-Autonomous-Surface-Ships-July-2017.pdf.

4. Gallucci M., “The first battery-powered tanker is coming to tokyo ”, IEEE Spectrum, 2021. https://spectrum.ieee.org/first-battery-powered-tanker-coming-to-tokyo.

5. Veronika Henze, “BloombergNEF’s annual battery price survey”, 2020. https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-cited-below-100-kwh-for-the-first-time-in-2020-while-market-average-sits-at-137-kwh/.

6. Hall D., Lutsey N., “Effects of battery manufacturing on electric vehicle lifecycle emissions. ICCT briefing”, 2018, 12 p.

7. G. Guidi, J. A. Suul, F. Jenset and I. Sorfonn, "Wireless Charging for Ships: High-Power Inductive Charging for Battery Electric and Plug-In Hybrid Vessels," in IEEE Electrification Magazine, vol. 5, no. 3, pp. 22-32, Sept. 2017, doi: 10.1109/MELE.2017.2718829.

8. Павлов Г.В., Обрубов А.В., Нікітіна О.В., Покровський М.В. Перетворювачі постійної напруги на основі резонансних інверторів. Монографія. – Миколаїв: НУК, 2013. – 372 с.

Energy efficient induction charging ship traction batteries

Gennadii Pavlov, Andrey Obrubov, Iryna Vinnychenko

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. It is proposed to increase the energy efficiency of induction charging of marine traction batteries by using in charging systems resonant converter with latitude-frequency control to reduce the impact of instability of mains voltages and buffer storages, as well as variations in distance between coils and their misalignment. Experimental oscillograms of electromagnetic processes are given.

Keywords: induction charging, contactless power transmission, resonant power converters, width-frequency control.

УДК 629.5.12

КОМПЛЕКС МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ БУКСИРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУДЕН ДЛЯ ЇХ ПРОХОДУ КАНАЛАМИ, ПІДХІДНИМИ КАНАЛАМИ, ПРИЧАЛЮВАННЯ ТА ВІДЧАЛЮВАННЯ В МОРСЬКИХ ПОРТАХ УКРАЇНИ ТА ЗОВНІШНІХ РЕЙДАХ ПОРТІВ В ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ НАВІГАЦІЙНИХ УМОВАХ, ЩО НЕ ОБМЕЖУЮТЬ АБО НЕ ЗАБОРОНЯЮТЬ ЦІ ОПЕРАЦІЇ

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: Дослідженням безпеки операцій буксирування транспортних суден визначено комплекс гідрометеорологічних навігаційних умов, що суттєво не обмежують або не забороняють такі операції. На цій основі створено комплекс методик визначення кількості і потужності буксирів, необхідних для здійснення безпечних ескортних операцій з судами, які відвідують морські порти в існуючих гідрометеорологічних навігаційних умовах, їх безпечного супроводу по судноплавним каналам і підхідним каналам морських портів, а також для безпечного супроводу і виконання кантовних і швартовних операцій в акваторіях морських портів України та їх зовнішніх рейдах. Дія комплексу методик поширюється на всі типи транспортних суден, самохідних та несамохідних, в діапазоні їх дедвейту від 500 до 230 000 тон.

Результатом використання комплексу методик є Проект норм буксирного забезпечення морських портів України, який призначено для заміни застарілих нормативних документів, та методик оперативного визначення потрібної кількості і потужності буксирного супроводу.

Ключові слова: судноплавний канал, підхідний канал, територія морського порту або його зовнішнього рейду, причали і судна для перевалки вантажів, необхідна кількість і потужність буксирів

Вступ. Дані тези містять результати дослідження буксирування транспортних водотоннажних суден, їх буксирного супроводження по каналах, підхідних каналах і акваторіях морських портів, а також кантовних і швартовних буксирних операцій в морських портах України. Дослідження виконані на основі використання методів: аеродинаміки і гідродинаміки суден в обмежених акваторіях при дії вітру, хвилювання і течії; теорії керованості суден та їх составів у каналах і морських портах; стохастичної теорії концептуального проектування суден та буксирів.

Метою дослідження є розробка комплексу методик визначення кількості і потужності буксирів, необхідних для здійснення безпечного буксирування суден і їх супроводу по каналах, підхідних каналах і по територіях морських портів та їх зовнішніх рейдів, а також для виконання кантовних і швартовних операцій в цих портах та їх зовнішніх рейдах. Перевірка за допомогою цих методик існуючих вимог до буксирного забезпечення морських портів України та розробка проекту нових вимог. Розробка оперативних методик визначення необхідної кількості буксирів і їх потужності для виконання буксирних операцій в морських портах України, [5-13].

1. Гідрометеорологічні умови каналів, підхідних каналів і акваторій морських портів України. Обмеження буксирних операцій через погодні умови. Вітровий режим на зовнішніх рейдах морських портів Північно-Західної частини Чорного моря та Азовського моря, а також портів Бузько-Дніпровського лиманського (БДЛК), Херсонського морського (ХМК) і Керч-Єнікальському (КЄК) каналів, глибоководного суднового ходу (ГСХ) «Дунай - Чорне море», визначається загальною синоптичної обстановкою 1-го району Чорного Моря [1]. Тут протягом року переважають вітри північно-східного напрямку. Найбільші середні швидкості спостерігаються при вітрах південно-західного, а також північного і північно-західного напрямків. Багаторічний розподіл середніх швидкостей вітру вітро-хвильових режимів цього району апроксимується законом Вейбула з параметрами $\alpha = 2{,}22$ і $\beta = 9{,}58$.

З цього розподілу випливає, що ймовірність появи сильних вітрів зі швидкостями 14 м/сек і більше (більше 6-ти балів за шкалою Бофорта) становить 3,5%, 17 м/сек і більше (більше 7-ми балів) - 1,6% і, нарешті, 28 м/сек і більше (більше 10-ти балів) - 0,01% річного часу.

Хвилювання на зовнішніх рейдах морських портів з інтенсивністю 2,0 м і більше (понад 4-х балів за шкалою ГУ ГМС) спостерігається з ймовірністю 19,0%; 3,5 м і більше (більше 5-ти балів) - 8,0%; 6,0 м і більше (більше 6-ти балів) - 0,4%; 8,5 м і більше (більше 7-ми балів) - 0,11%.

Одним з найбільш протяжних каналів є БДЛК, що орієнтований по довжині з півночі на південь та відділений від Чорного моря відносно вузьким входом. У зв'язку з цим на території лиману хвилювання і течія створюються, в основному північними вітрами з обмеженою довжиною розгону. При цьому інтенсивність хвилювання не перевищує 2,0 м ($h_{3\%}$ = 2,0 м; $H_{1/3}$ = 1,52 м). При дії сильних північних вітрів і поверхневої течії зі швидкостью понад 1,0 м/сек рух по каналу забороняється.

Діяльність портових служб регулюється Інспекцією Державного портового нагляду. Існуючі вимоги Державного портового нагляду щодо забезпечення безпеки при виконанні операцій за умовами входу в морські порти по підхідних каналах і швартуванні/відшвартуванні суден на їх причалах, а також Правил плавання і лоцманської проводки суден в каналах представлені в табл. 1-3 [2, 3]. Вони складають основу подальшого визначення необхідної кількості і необхідної сумарної тяги буксирів.

Відповідно до цих вимог операції по буксирного супроводу по підхідних каналах і швартуванні всіх суден в вантажу і сухопутажних суден в баласті повинно забезпечуватися при швидкостях вітру до 14 м/сек, а газовозів, хімовозів і танкерів в баласті - до 12 м/сек, тобто при інтенсивності вітру до 6 і 5 балів відповідно. Буксирні операції по супроводу та буксируванню суден в судноплавних каналах та зовнішних рейдах морських портів повинні обеспечіватися при швидкостях вітру до 15 м/сек, тобто при інтенсивності вітру до 7 балів включно, та інтенсивності хвилювання – до 4 балів.

Табл. 1. Значення показників допустимих погодних умов на зовнішніх рейдах і підхідних каналах морських портів

№ з/п	Найменування характеристик	Зовнішній рейд, підхідній канал					
		Вітер		Хвилювання		Течія	
		Бал Бофорта	Vв, м/сек	Бал ГУ ГМС	$h_{3\%}$, м	Бал	Vт, м/сек
1	Обмеження порту	6	14	4	2,0	-	1,0
2	Прийняті значення	6	14	4	2,0	-	1,0

Табл. 2. Значення показників допустимих погодних умов для буксирного супроводження суден у каналах

№ з/п	Найменування характеристик	Суднохідний канал					
		Вітер		Хвилювання		Течія	
		Бал Бофорта	Vв, м/сек	Бал ГУ ГМС	$h_{3\%}$, м	Бал	Vт, м/сек
1	Обмеження каналу	7	15	4	2,0	-	1,0
2	Прийняті значення	7	15	4	2,0	-	1,0

Табл. 3. Прийняті допустимі значення характеристик погодних умов для кінцевої стадії буксирного супроводження – переміщення судна в акваторіях морських портів, виконання кантовних і швартовних операцій в морських портах

№ з/п	Характеристики стану суден	Акваторія морського порту					
		Вітер		Хвилювання		Течія	
		Бал Бофорта	Vв, м/сек	Бал ГУ ГМС	$h_{3\%}$, м	Бал	Vт, м/сек
1	Для всіх суден "У повному вантажу", для сухопутажних суден «В баласті»	6	14	2	0,9	-	-
2	Для газовозів, хімовозів і танкерів "В баласті"	5	12	2	0,9	-	-

2. Основні буксирні операції та їх забезпечення буксирами. До основних буксирних операцій належать:

- Ескортування суден з небезпечними вантажами на підходах до портів;
- Супровід суден в підхідних каналах морських портів;
- Супровід та кантувальні операції суден в акваторіях морських портів;
- Швартування/відшвартування суден до/від причалів морських портів та до/від суден на зовнішніх рейдах морських портів;

- Супровід суден в судноплавних каналах та зовнішніх рейдах портів;
- Буксирування суден по судноплавним каналам та зовнішнім рейдам.

Всі ці операції можуть здійснюватися за допомогою одного або декількох буксирів. Найбільш часто використовуваними в даний час є буксири з гребними гвинтами в поворотних насадках і буксири з гвинто-рульовими колонками. Представниками таких типів буксирів є буксири фірми Damen типу STAN TUG та типу ASD TUG. Наявність рядів типорозмірів цих буксирів обумовлюють можливості парного або більш множинного їх використання в буксирних операціях, в яких вони доповнюють один одного по необхідному сумарному тяговому зусиллю на швартовах - Bollard pull, т, або по необхідної сумарної потужності двигунів - P_E, к.с.

3. Методика буксирного забезпечення ескортних операцій. Судна, які потребують ескортний супровід при заходу/виходу з морського порту, мають різний дедвейт, значення якого змінюються в широкому діапазоні. Призначення одного буксира максимальної потужності на весь суднопотік економічно недоцільно. Бажано вибирати певний буксир з числа буксирів, задіяних в порту, на обслуговування суден певного діапазону дедвейту. При цьому керуючий вплив буксира на судно, що супроводжується, повинен задовольняти вимогам IMO [4]. Оптимізаційна задача такого вибору була сформульована і вирішена в роботі [5]. На основі цього рішення визначена залежність необхідної потужності ескортних буксирів типу ASD для виконання ескортних операцій на підходах до портів України, що наведена на рис. 1.

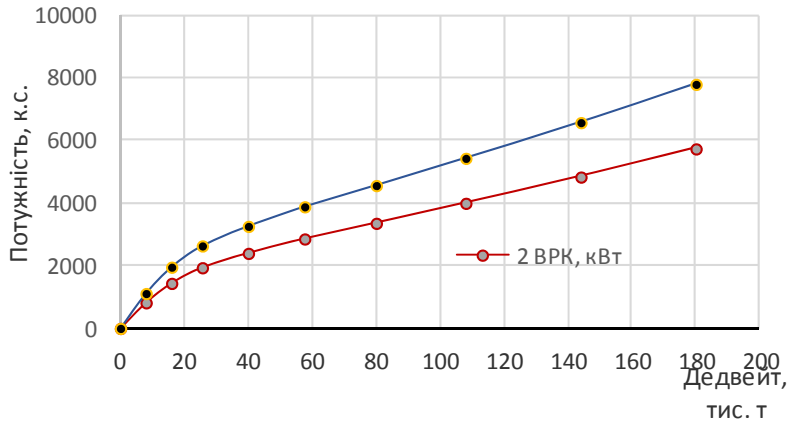


Рис. 1. Необхідні сумарні потужності ескортних буксирів для ескорту танкерів, хімовозів та інших суден (за винятком газовозів LNG і LPG), що транспортують небезпечні вантажі на підходах до морських портів України

4. Методика буксирного забезпечення супроводу суден, кантовних і швартовних операцій в акваторіях морських портів. Методика буксирного забезпечення супроводу суден, кантовних і швартовних операцій в морському порту була розроблена для портів «Авліта» і «Південний» [6-9]. На основі цієї методики проведено масові розрахунки потрібного буксирного забезпечення та порівняння його з вимогами діючого РД 31.31.37-78 і організацій, що забезпечують безпеку буксирних операцій в більшості морських портів зарубіжжя British Standards, ROM 0.2-90, OCIMF, SIGTTO, IMO, та отримано узагальнене вирішення проблеми буксирного забезпечення супроводу суден, кантовних і швартовних операцій для всіх портів України [10].

Виконане порівняння показало, що результати запропонованої методики добре узгоджуються з усіма з них, за винятком Британського стандарту вимог. Відмінності результатів пояснюються гідрометеорологією акваторій портів Англії, що розташовуються на узбережжі

відкритого океану і в гирлах рік з інтенсивними течіями. Додаткове порівняння даних РД 31.3.01.01-93 з результатами розрахунків за запропонованою методикою, при граничних середніх швидкостях вітру 14 м/ сек і надбавкою на «безпеку», що дорівнює 30%, свідчить про їх задовільну злагоду в цілому. Разом з тим, для деяких категорій суден є помітні розбіжності в величинах інтервалів дедвейтом суден, які можна віднести до конкретної їх групи, і в величинах необхідної сумарної потужності буксирів. Це обумовлює необхідність корегування діючих норм буксирного забезпечення українських морських портів та проведення його на основі:

- єдиних погодних умов для проведення кантовних і швартових операцій з усіма типами суден при всіх величинах їх дедвейту, що допускаються проходом в Чорне море;
- обліку тієї обставини, що ці порти знаходяться в кліматичних умовах закритих від океану морів;
- розробці проекту вимог для кожного значення дедвейту всіх розглянутих типів суден необхідної сумарної потужності портових буксирів, які здійснюють супровід, кантування і швартування/ відшвартування судна, що відвідав порт.

Такий варіант проекту вимог з єдиною граничною середньою швидкістю вітру і з єдиним коефіцієнтом безпеки для різних категорій суден і умов закритих від океану морів України, розроблений для УкрНДІ МФ [13] наведено в табл. 4.

5. Методика буксирного забезпечення операцій буксирування суден в судноплавних каналах і підхідних каналах морських портів. Виконання операцій буксирування суден в судноплавних каналах і підхідних каналах морських портів допускається в гідрометеорологічних умовах, зазначених в табл. 1-2. Ці умови і швидкісні режими буксирування суден в судноплавних каналах і супроводу суден в підхідних каналах не суттєво відрізняються від гідрометеорологічних умов і швидкісних режимів буксирних операцій в акваторіях морських портів, наведених в табл. 3. Тому в першому наближенні потрібна сумарна потужність і кількість буксирів в цих операціях залишаються такими ж, як і при супроводі суден і проведенні кантовних і швартових операцій в акваторіях морських портів.

6. Методика оперативного вибору необхідної потужності і кількості буксирів для виконання буксирувальних операцій. Використання таблиці 4 в процесах прийняття оперативних рішень в практиці буксирувальних операцій при погодних умовах, що мають дозвіл, або за межами його, потребує різних доповнень, що прискорюють і збільшують надійність прийняття рішень.

Такими доповненнями можуть бути: комп’ютеризована методика визначення необхідної сумарної потужності і кількості буксирів, яка наведена в [8], та методика визначення необхідної сумарної потужності і кількості буксирів, які визначаються не в залежності від дедвейту судна, а в залежності від його габаритної довжини LOA. Такий підхід має більш точніше фізичне обґрунтування. При буксирувальних операціях домінують вітрова та інерційна складові навантаження, що діють на буксир з боку судна. Причому переважне значення має вітрове навантаження, яке істотно залежить від габаритів судна. Габарити ж судна, що визначаються його довжиною, в кращому ступені відображають діючі зусилля, ніж дедвейт, що характеризує в основному інерційну складову.

Масові розрахунки, виконані з метою підтвердження цієї закономірності привели до результатів, представлених на рис. 2. Ці результати показують, що необхідна сумарна потужність буксирів, визначена в залежності від довжини судна, дуже слабо залежить як від типу судна, так і від його стану - в баласті або у вантажу. Визначальне значення має тільки швидкість вітру.

Табл. 5. Попередня оцінка необхідної кількості та потужності буксирів в залежності від довжини транспортного судна, який відвідує морські порти України (незалежно від типу транспортного судна і стану його масового навантаження, в баласті або у вантажу) для середніх швидкостей вітру: газовози та танкері в баласті - 12 м/ сек, інші в баласті та всі в вантажу -14 м/сек)

Довжина судна, м	50-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-180	181-220	221-260	261-300
Регламентована вимогами сумарна потужність, к.с.	720	1200	1800	2400	3600	5800	8400	11600	14600
Група судна	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Кількість буксирів	2	2	2	2	2	3	4	4	4
Потужність 1-го буксира, к.с.	360 (600)	600	900 (1200)	1200	1800	2300	3000	4000	5000
Потужність 12го буксира, к.,**від**									

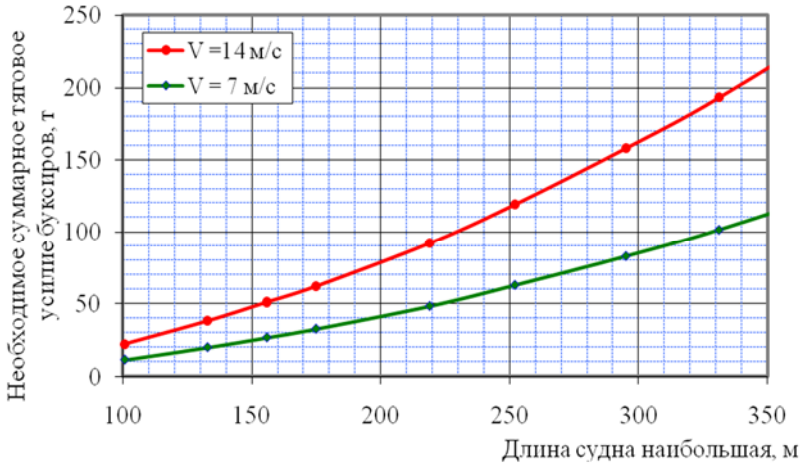


Рис. 3. Запропоновані В.О. Нєкрасовим узагальнені залежності оперативного визначення необхідних сумарних тягових зусиль буксирів при операціях в акваторіях морських портів України для всіх типів вантажних транспортних суден при всіх станах їх навантаження

Висновки. Розроблений комплекс методик визначення потужності і кількості буксирів для морських портів України при буксирних операціях транспортних водотоннажних суден усіх типів, в діапазоні їх дедвейту від 500 до 230 000 тон, може бути використаний для:

- визначення оптимального буксира для ескортних операцій із заданим потоком суден, що відвідують порт, в певному діапазоні їх дедвейту;
- призначення буксирів для безпечного буксирування судна і його супроводу по судноплавному каналу або підхідному каналу морського порту;
- призначення буксирів для супроводження судна та виконання кантовних і швартових операцій в акваторії морського порту та його зовнішнього рейду.

Виконані систематичні масові розрахунки показали, що процес відшукання необхідної сумарної потужності буксирів в залежності від довжини судна, має суттєві переваги в порівнянні з аналогічною операцією, що здійснюється в залежності від дедвейту. У цьому випадку необхідна сумарна потужність слабо залежить як від типу судна, так і від його стану навантаження - в баласті або у повному вантажу. Визначальне значення має швидкість вітру. Особливо наочно це показує наведений нижче рисунок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветер и волны в океанах и морях. Справочные данные [Текст] – Л.: Регистр СССР, 1974. – 360 с.

2. Обязательные постановления по порту «Южный (Новая редакция). – ГП «МТП «Южный», 2009.– 83 с.

3. Наказ, Правила №655 от 01.08.2007, Про затвердження Правил плавання і лоцманського проведення суден у північно-західній частині Чорного моря, Бузько-Дніпровсько-лиманському та Херсонському морському каналах.

4. Standards for ship mannoeuvrability. – IMO: Resolution MCS.137(76) Adopted on 4 December 2002.

5. Некрасов В. А. Бондаренко, А. П. Ястреба. Определение оптимальных главных размерений эскортных буксиров морских портов Украины // Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд».– Миколаїв: НУК, 2018. – С. 9–7.

6. Заварукин Л.Г., Некрасов В.А., Бондаренко А.В. Определение необходи-мого количества и мощности современных буксиров для швартовки судна к причалам АО "СК "Авлита"// Матеріали IV міжнародної наук.-техніч. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2013.– С.37-40.

7. Некрасов В.А., Бондаренко А.В. Научно-практическое обеспечение реформы буксирных флотов портов Украины // Матеріали V міжнародної наук.-техніч. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2014. – С. 14-19.

8. Некрасов В.А., Бондаренко А.В. Метод и программа оперативного выбора необходимого количества и тяговых усилий портовых буксиров для обслуживания судна // Матеріали V міжнародної наук.-техніч. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці».– Миколаїв: НУК, 2014. – С. 81-85.

10. Некрасов В.А., Бондаренко А.В., Шестопал В.П. Теоретические основы современного нормативного буксирного обеспечения портов Украины // Материали V міжнародної наук.-техніч. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв: НУК, 2014. – С.94-100.

11. Разработка технологии швартовки судов к причалам АО «СК «Авлита», выбор необходимых буксиров и поставка научно-технического отчета об этих работах. Отчет о НИР, заключительный. – Николаев: НУК, 2013. – 24 с.

12. Определение необходимого количества и мощности существующих портовых буксиров для обслуживания ГП «МТП «Южный» и терминалов, которые находятся в акватории Малого Аджалыкского лимана. Отчет о НИР, заключительный. – Николаев: НУК, 2014. – 69 с.

13. Розробка методики визначення буксирного забезпечення суден під час проходу каналами, підхідними каналами до/з морських портів, включаючи розробку критеріїв, що обмежують або забороняють захід в морські порти за гідрометеорологічними навігаційними умовами та пояснювальної записки до неї. Звіт про НДР, заключний. – Миколаїв: НУК, 2019. – 45 с.

Complex of methods of vessels towing provision determination under their passage by channels and approaching channels and mooring in seaports at hydrometeorological navigational conditions which do not restrict or prohibit these operations

Nekrasov Valeriy

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract: A study of the safety of towing operations of transport vessels has identified a set of hydrometeorological navigation conditions that do not significantly restrict or prohibit such operations. On this basis, a set of methods for determining the number and power of tugs required for safe escort operations with ships visiting seaports in existing hydrometeorological conditions, their safe support through navigable canals and approach channels of seaports, as well as for safe escort and mooring in the waters of seaports of Ukraine and their external raids. The effect of the set of methods applies to all types of transport vessels, self-propelled and non-self-propelled, in the range of their deadweight from 500 to 230,000 tons. The result of using a set of methods is the creation of the Draft norms for towing support of seaports of Ukraine, which is designed to replace outdated regulations, and olso methods of operational determination of the required number and power of towing support for practical operation of the ports.

Key words: navigable canal, approach canal, territory of the seaport or its external raid, berths and vessels for cargo handling, required number and capacity of tugs.

УДК 005.8: 338.28

ФОРМУВАННЯ ПРОЄКТУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ SHIPBUILDING 4.0

Слободян С.О.[1], Харитонов Ю.М.[2]
[1]кандидат технічних наук, професор
проректор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
slo71nuos@gmail.com
[2]доктор технічних наук, професор
декан факультету морської інфраструктури Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
kharytonov888@gmail.com

Анотація. Наведено основні технології технологічної платформи Shipbuilding 4.0. Виконано аналіз сучасного стану підготовки фахівців із суднобудування в різних країнах світу. Обговорюється структурна модель управління процесом формування проєкту підготовки фахівців для реалізації завдань технологічної платформи Shipbuilding 4.0.

Ключові слова: суднобудування; технологічна платформа Shipbuilding 4.0.; вища освіта;проєкт; модель управління.

Виконаний аналіз сучасних трендів в галузі суднобудування та судноремонту доводить те, що на теперішній час їх подальший розвиток пов'язується з розробкою та впровадженням елементів (рис. 1) технологічної платформи Shipbuilding 4.0 [1…5].

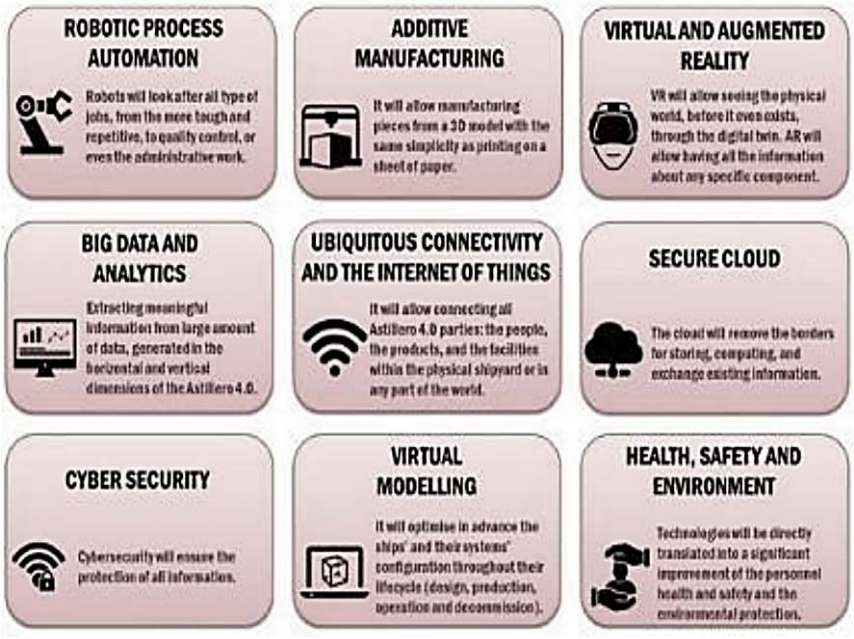


Рис. 1. Технології суднобудівної верфі 4.0 [5]

Реалізація основних напрямків розвитку технологічної платформи не може відбуватися без своєчасної підготовки відповідного кадрового потенціалу, про що свідчать публікації, які стосуються перегляду та розробки відповідних освітніх програм в різних країнах світу [6…8].

Так, в Російській федерації, на базі Санкт-Петербурзького державного морського університету з 2020 року започатковано освітню спеціалізацію

26.05.01.03 – «Цифровий інжиніринг в кораблебудуванні»,яку підтримали відомі підприємства: АТ «ЦКБ МТ «Рубін», АТ «Адміралтейські верфі», ПАТ «Невське ПКБ», ПАТ «Виборзький суднобудівний завод », АТ« ЦМКБ «Алмаз» і багато інших.

Метою створення спеціалізації є кадрове забезпечення цифрової трансформації в судно - та кораблебудуванні. Основні дисципліни, які запропоновані до вивчення : гібридний інжиніринг, інженерія процесів, інноваційний менеджмент, інформатика,програмування для інженерів, проектування судів, процесне управління, системна інженерія,теорія корабля,теорія систем і системний аналіз,управління життєвим циклом морської техніки,цифрове виробництво, цифрові трансформації в суднобудуванні. Враховуючи актуальність питань, які торкаються розробки та впровадженню елементів технологічної платформи Shipbuilding 4.0 в університеті активно розвиваються наукові дослідження за наступними основними напрямками: науково-дослідні роботи і інноваційна діяльність в галузі цифрових промислових технологій; розробка математичних моделей складних процесів і об'єктів; проектування бізнес і технологічних процесів (розробка процесних і бізнес моделей); консалтинг в області цифрової трансформації промислових компаній; розробка кіберфізіческіх систем і впровадження Інтернету речей; аналіз великих даних і застосування технологій розподіленого реєстру в промисловості і транспорті; розробка систем штучного інтелекту для вирішення завдань промисловості і транспорту.

Наведено аналіз освітніх програм, які пов’язані із підготовкою кадрів для впровадження технологічної платформи Shipbuilding 4.0 в різних вишах країн світу: університет Аделаїди, Норвезький університет науки та технологій , інші.

На підставі аналізу освітніх програм у різних вишах світу та освітніх програм Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, як основного вишу держави з підготовки кадрів для суднобудівної галузі, доведена необхідність започаткування нових спеціалізацій та корегування освітніх програм, що будуть враховувати вимоги до майбутніх фахівців з цифровізації суднобудування, судноремонту, кораблебудування та відповідних інфраструктурних проєктів.

Формування проєкту з підготовки фахівців, які будуть здатні реалізовувати завдання технологічної платформи Shipbuilding 4.0, виявив ряд ключових питань, які повинні бути вирішені на початковому етапі реформування суднобудівної освіти: встановлення потреби суднобудівних та судноремонтних підприємств в кадрах нової генерації; визначення наявного та перспективного складу науково-педагогічних працівників, здатних забезпечити завдання підготовки таких фахівців; визначення потреб в матеріально-технічному забезпеченні освітніх програм тощо.

З метою запровадження проєкту з підготовки фахівців,здатних до роботи в умовах розвитку суднобудування в рамках технологічної платформи Shipbuilding 4.0, розроблена відповідна узагальнена структурна модель управління процесом його формування (рис. 2).

Запропонована узагальнена модель управління процесом формування проєкту підготовки кадрів для реалізації завдань технологічної платформи Shipbuilding 4.0 може стати основою для впровадження в освітній простір університету нових спеціалізацій та освітніх програм.

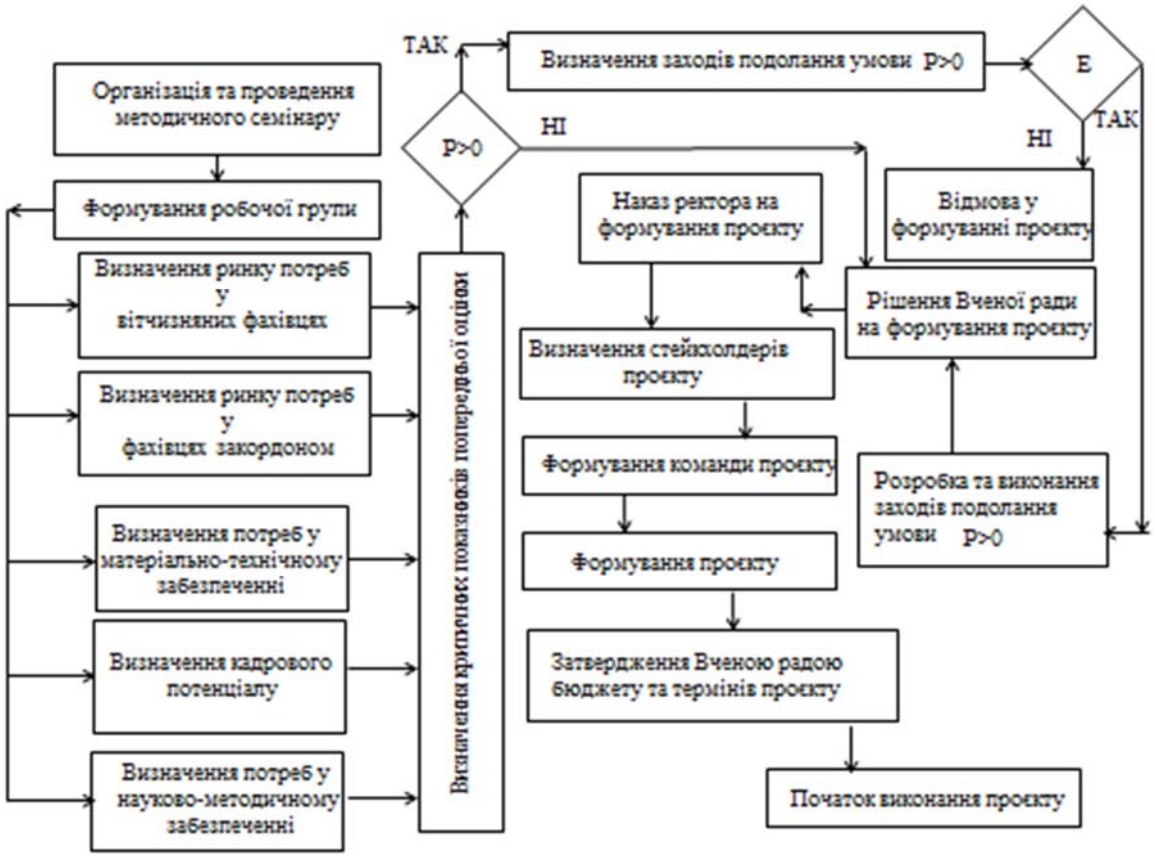


Рис. 2. Узагальнена структурна модель управління процесом формування проєкту підготовки кадрів для реалізації завдань технологічної платформи Shipbuilding 4.0

ЛІТЕРАТУРА

1. Hribernik K., (2016). Industry 4.0 in the Maritime Sector, SEA, Tokyo, Japan.

2. V. Stanic, N. Fafandjel, M. Hadjina (2018) Toward shipbuilding 4.0-an industry 4.0 changing the face of the shipbuilding. Brodogradnja/Shipbuilding/Open access, p.p. 111-128

3. Борщ, В. (2014). Стан та проблеми розвитку підприємств суднобудівельної галузі промисловості України. Економіка:реалії часу, 3(13), 22-29.

4. Лисенко, С. (2015). Суднобудівна галузь України: проблеми та напрями її відродження. Економічний вісник НТУУ «КПІ», 12,139-145.

5. Forecasting trends & challenges for a 4.0 Shipbuilding Workforce in Europe(2020).https://www.usweproject.eu/images/D24_Forecast_for_Shjipbuilding_40_Report_copy_copy.pdf

6. Цифровой инжиниринг в судостроении. [Електронний ресурс]: https://www. smtu. ru/ru/ vieweduprog /180//. – Загол. з екрану.

7. MECH ENG 7078 Shipbuilding Programs for Industry and Defense Managers [Електронний ресурс]:https://www.adelaide.edu.au/course-outlines/ 109906/1/sem-1/– Загол. з екрану.

8. TPK4164 - Shipbuilding and Customized Manufacturing [Електронний ресурс]: https://www.ntnu.edu/studies/courses/TPK4164#tab=omEmnet – Загол. з екрану.

Formation of the project of training of specialists for implementation of the technological platform of the shipbuilding 4.0

Slobodyan Serhii[1], Kharytonov Yuriy[2]

[1-2] Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The main technologies of the technological platform Shipbuilding 4.0 are given. The analysis of the current state of training of shipbuilding specialists in different countries of the world is performed. The structural model of management of process of formation of the project of preparation of specialists for realization of tasks of the Shipbuilding 4.0 technological platform is discussed.

Keywords: shipbuilding; Shipbuilding 4.0 technology platform; higher education, project; model.

УДК 629.128:67.02:651.011.42

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА «ОКЕАН»

Гурский С. В.[1], Симутенков И. В.[2], Драган С. В.[3]
[1]Генеральный Директор, ООО «СЗ «Океан»,
г. Николаев, Украина
s.hurskyi@ocean-shipyard.com
[2]кандидат технических наук, Главный технолог, ООО «СЗ «Океан»,
г. Николаев, Украина
i.simutenkov@ocean-shipyard.com
[3]кандидат технических наук, профессор НУК,
Национальный университет кораблестроения
г. Николаев, Украина
stanyslav.dragan@nuos.edu.ua

Аннотация. Судостроительный завод «Океан» осуществляет комплексную инвестиционную программу, целью которой является восстановление основного профильного производства и реализация заложенного потенциала. Модернизация предприятия основывается на принципах высокой эффективности и сосредоточена на переоснащении и реорганизации производства, внедрении системы инжиниринговой поддержки предприятия, формировании современной системы управления предприятием, включая стратегическое планирование. Успешное решение поставленных задач позволит значительно расширить портфель заказов предприятия, особенно с введением в эксплуатацию сухого дока после реновации.

Ключевые слова: инвестиционная программа, модернизация, развитие производства, сухой док, инжиниринг, управление предприятием, система.

Вступительная часть. Завод «Океан» (СЗ «Океан»), отмечающий в 2021 году 70-ти летний юбилей, благодаря широкомасштабной реконструкции [1], проведенной в 1970-х годах, возрождается как мощное судостроительное предприятие с огромным потенциалом развития. Новейшая история завода началась 3-го декабря 2018 года, после приобретения целостного имущественного комплекса - Судостроительный завод «Океан». Однако за период стагнации значительная часть до этого уже десятилетиями эксплуатируемого оборудования в результате отсутствия регламентного обслуживания пришла в негодность, а многочисленные смены собственников привели к утрате существовавших амортизационных отчислений. Поэтому в условиях тотального износа основных фондов и ограниченности ресурсов модернизация предприятия должна основываться на принципах высокой эффективности (отдачи), быть сосредоточенной исключительно на важнейших направлениях, и осуществляться в тщательно выверенной рациональной последовательности взаимосвязанных мероприятий с интенсивностью затрат, обеспечивающих прогрессивно нарастающий экономический эффект.

Текущая деятельность завода включает в себя изготовление различных строительных металлоконструкций - мостов, гидротехнических сооружений, емкостей, а также судоремонт и модернизацию судов. Для данного направления основными являются заготовительное,

корпусообрабатывающее и сборочно-сварочное производства. Выход на прежние объемы производства связан прежде всего с введением в эксплуатацию сухого дока, восстанавливаемым собственными силами.

Сухой док - один из крупнейших в Европе (проектный спусковой вес судов до 30000 тонн) и плавучий док ПД-35 грузоподъемностью 5600 тонн, как замыкающие звенья поточного судостроительного производства, активно использовались вплоть до 2012 года, когда начался период банкротства, продлившийся до конца 2018 года.

После реновации сухого дока станет возможным значительное расширение портфеля заказов СЗ «Океан» за счет ремонта и модернизации крупнотоннажных судов, строительства корпусов, а впоследствии строительства полнокомплектных судов и кораблей. Для выполнения прогнозируемого, колоссального по сравнению с существующим, объема работ требуется кардинальный пересмотр системы организации и управления предприятием на всех уровнях, включая цепочки поставок, планирования и организации производства, инжиниринга, планирования и т.д.

Цель данной работы – разработка системного подхода, направленного на преобразование существующей системы управления СЗ «Океан» для реализации инвестиционной программы перспективного развития производства.

Основная часть. Развитие СЗ «Океан» в ближайшей перспективе, по нашему мнению, должно осуществляться по следующим направлениям, предусматривающих реализацию соответствующих мероприятий:

1. Переоснащение основных видов производства:

- ранжирование оборудования по приоритетности ремонта, замены с помощью разработанного алгоритма в зависимости от интенсивности текущего и планируемого использования, генерируемой прибыли, интенсивности производственного потока, эффективности;
- эффективная точечная модернизация основного парка технологического оборудования (в сотрудничестве с Национальным университетом кораблестроения имени адм. Макарова);
- расширение возможностей существующего производства, с использованием современного сборочно-сварочного оборудования, организация «новых» видов производства, в частности, восстановление гребных винтов, судовых валов и механизмов методами наплавки и напыления, создание универсального участка сварки труб (изготовления трубопроводов), участка нанесения покрытий с помощью различных методов напыления.

2. Повышение эффективности производства за счет реорганизации:

- разработка и внедрение комплексной программы повышения качества и снижения себестоимости путем минимизации, вплоть до полного исключения, несоответствий;
- обновление организации оперативного управления на основе функционирующей на предприятии системы менеджмента качества (СМК), разработанной системы приказов и современного программного обеспечения планирования проектов.

3. Внедрение системы инжиниринговой поддержки предприятия [2, с. 53]:

- создание цифрового архива;
- организация электронного документооборота;
- внедрение системы самоконтроля;
- переход к интеллектуальному производству;
- внедрение системы проектирования объектов в тесной связи с проектированием технологических процессов их производства;
- внедрение подсистемы поддержки принятия решений.

4. Обновление системы управления предприятием:

- внедрение современной системы управления предприятием на основе системы ERP (сокр. от Enterprise Resource Planning) - планирование ресурсов предприятия [3] и системы PDM (product data management) - управления информацией [4];
- стратегическое планирование.

Вывод. Предложенный системный подход к реализации инвестиционной программы перспективного развития СЗ «Океан», включающий в себя комплекс мероприятий по переоснащению и реорганизации производства, внедрению системы инжиниринговой поддержки и формированию современной системы управления позволит преобразовать завод в современное предприятие, обеспеченное широким портфелем заказов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт ООО Судостроительного завода Океан. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ocean-shipyard.com;

2. 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.

3. O'Leary Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life Cycle, Electronic Commerce, and Risk / O'Leary, Daniel L. // Cambridge University Press. – 2000. – 232c;

4. Методика выбора PDM-системы для предприятия ракетно-космической отрасли. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/metodika-vybora-pdm-sistemy-dlya-predpriyatiya-raketno-kosmicheskoy-otrasli.

Prospects for Development of the «Ocean» Shipyard

Hurskyi S.[1], Simutienkov I.[2], Drahan S.[3]
[1]LLC Ocean Shipyard, Mykolaiv, Ukraine;
[2]Admiral Makarov National University of Ukraine, Mykolaiv, Ukraine

Abstract: The Ocean Shipyard is carrying out a comprehensive investment program, the purpose of which is to restore the main core production and realize the pledged potential. The modernization of the enterprise is based on the principles of high efficiency and is focused on the re-equipment and reorganization of production, the introduction of an engineering support system for the enterprise, the formation of a modern enterprise management system, including strategic planning. Successful solution of the assigned tasks will significantly expand the company's portfolio of orders, especially with the commissioning of a dry dock after renovation.

Keywords: investment program, modernization, dry dock, large-tonnage shipbuilding line, flow-position production, engineering, enterprise management system, development prospects.

УДК: 005:656.6 (477)

СТРУКТУРА КЛАСТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПОБУДОВИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ СУДЕН НА ВНУТРІШНІХ ВОДНИХ ШЛЯХАХ УКРАЇНИ

Козловський О.В.[1], Фатєєв М.В.[2]
[1]Державне підприємство «Адміністрація річкових портів»
м. Київ, Україна
alex.kozlovskiy@gmail.com
[2]кандидат технічних наук, професор
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
ipdo@nuos.edu.ua

Анотація. В доповіді обґрунтовано пропозиції авторів щодо організаційної структури економічної кластерної системи, що забезпечує проектування, побудову та ефективну

експлуатацію транспортних суден на внутрішніх водних шляхах України. Базу фінансової інфраструктури кластера пропонується реалізовувати в формі спеціалізованої лізингової компанії. Організація та функціонування запропонованої кластерної інтеграції буде позитивно впливати на пошук консенсусу усіма учасниками ринку річкових перевезень.

Ключові слова: внутрішні водні шляхи, транспортна логістика, конкурентні переваги, суднобудування, судноплавство.

Судноплавство в цілому і сектор внутрішніх водних шляхів як його складова є важливим елементом європейської і світової економіки. Внутрішній водний транспорт (ВВТ) є рентабельним і надійним видом транспорту в мультинаціональному середовищі, його безумовні преваги такі:

— низька собівартість вантажних перевезень;
— низькі інвестиції, необхідні для відновлення галузі;
— незначний негативний вплив на природне оточення;
— високий рівень безпеки.

Сьогодні галузь ВВТ Європейського Союзу займається запровадженням ряду інноваційних технологій [3]. Основні з них:

1. Перехід на більш екологічні двигуни.
2. Активно розвивається річкова інформаційна система (РІС).
3. Розроблюються та випробуються різні системи, що забезпечують автоматизацію та перехід на автономне судноплавство.

Правовою базою реформ ВВТ України став Закон «Про внутрішній водний транспорт» [1]. В Законі передбачено реструктуризацію та посилення функцій державних структур, що займаються управлінням, експлуатацією та обслуговуванням ВВТ. Приватний сектор також повинен стати активним учасником структурних перетворень на базі положень Закону про державно-приватне партнерство.

Бізнес-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.

1. Проектування та побудова транспортних суден, конкурентоздатних на внутрішніх водних шляхах України та в системі річкового транспорту Європейського Союзу;
2. Організація ефективної експлуатації флоту на внутрішніх водних шляхах України.
3. Розробка та реалізація сучасних механізмів логістики на внутрішніх водних шляхах України.
4. Формування нових підприємств та робочих місць в структурі кластера, а також поза межами кластерної мапи.
5. Створення умов для довгострокової взаємодії з органами місцевої влади через проекти індустріальних та технологічних парків.
6. Запровадження сучасних механізмів взаємодії з установами фінансово-кредитної сфери України та Європейськими фінансовими інституціями.
7. Забезпечення конкурентних переваг учасників кластера та кластера в цілому за рахунок стійких і розвинених кластерних зв’язків, наявності довгострокової стратегії діяльності кластерної інтеграції.
8. Підтримка стійких зв’язків по ланцюгу створення вартості на всіх етапах життєвого циклу транспортних засобів.
9. Розширення можливостей доступу до інновацій та нових технологічних рішень, в тому числі організація трансфера технологій, інкубація малих інноваційних компаній і проектів.
10. Формування нових компетентностей та вихід продукції кластера в високотехнологічні сектори.

В українському суднобудуванні збереглися передумови створення кластерної інтеграції такого типу:

1. Наявність основних ланок ланцюга створення кінцевої вартості продукції суднобудування та судноремонту. На ПАТ «Миколаївський суднобудівний завод «Океан»» в робочому стані знаходяться блок корпусних цехів, сухий док, плавучий док, горизонтальний стапель для побудови середньотонажних суден. На суднобудівному заводі «Нібулон» реалізовано повний цикл побудови барж для річок Дніпро та Південний Буг, а також буксирного флоту. Херсонська та Миколаївська верфі (входять до Смарт Мэритайм Груп) обновляють стратегію бізнесу. Проектно-конструкторські організації Морське інженерне бюро (м. Одеса) та МДЕМ (м. Миколаїв) активно працюють на міжнародних ринках, освоюють сучасні комп'ютерні технології проектування суден.
2. Наявність надійної мережі постачальників металу для побудови корпусів суден (м. Маріуполь, м. Запоріжжя).
3. Безумовна зацікавленість регіональної влади в процесах виходу суднобудівних підприємств та організацій з кризового стану для сталого розвитку регіонів.
4. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв) зберіг та розвиває підготовку кадрів вищої кваліфікації по всім кораблебудівним спеціальностям, приймає активну участь у міжнародних наукових програмах розвитку суднобудування.

Цілі кластерної інтеграції відображають її стратегію та складають основу організаційних механізмів.

Базу фінансової інфраструктури кластера пропонується реалізувати через спеціалізовану лізингову компанію. Придбання суден по схемі лізингу несе в собі для судноплавної компанії як організаційні вигоди (відпадає необхідність самостійно реєструвати угоду купівлі-продажу, реєструвати судно в реєстрі суден та ін.) так і економічні (немає необхідності задіяти в процесі одночасно всю суму вартості судна). Механізми лізингу безумовно сприяють залученню іноземного капіталу для розвитку системи внутрішнього водного транспорту.

Кластерна інтеграція побудови та експлуатації суден – це дієвий механізм державної підтримки системи водного транспорту України, ефективний майданчик реалізації положень ЗУ про державно-приватне партнерство. 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.

ЛІТЕРАТУРА

1. ЗУ «Про внутрішній водний транспорт» № 1054-IX від 03.12.20р.
2. ЗУ «Про мультимодальні перевезення» № 2685 від 27.12.19р.
3. Белая книга по эффективному и устойчивому внутреннему водному транспорту в Европе. Третье издание. Женева, 6-8 ноября 2019г. 67с.

The structure of the cluster system of construction and operation of transport vessels on inland waterways of Ukraine

Kozlovsky O.V.[1], Fateev M.V.[2]
State Enterprise Administration of River Ports, Kyiv, Ukraine; Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The report substantiates the authors' proposals on the organization of the structure of the economic cluster system, which ensures the design, construction and efficient operation of transport vessels on the inland waterways of Ukraine. The base of the financial infrastructure of the cluster is proposed to be implemented in the form of a specialized leasing company. The organization and functioning of the proposed cluster integration will have a positive impact on the search for consensus with all participants in the river transport market.

Keywords: inland waterways, transport logistics, competitive advantages, shipbuilding, shipping.

УДК 629.5.01

ЦИФРОВІ ІННОВАЦІЇ SHIPBUILDING 4.0 В ВИРОБНИЦТВІ, НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ І НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Король Ю.М.[1], Любицька Н.Г.[2]
[1]кандидат технічних наук,
доцент, керівник навчально-наукового центру «Гідромеханіка»
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна, yuriy.korol@nuos.edu.ua
[2]аспірант
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
М. Миколаїв, Україна, natasha19930712@gmail.com

Анотація. Виконано аналіз сучасних комп'ютеризованих систем проектування (CAD), інженерного аналізу (CAE) і виготовлення (CAM), що забезпечують безумовне підвищення якості, економічної ефективності і конкурентоспроможності підприємств суднобудівної галузі України. Визначено основні досягнення та існуючі проблеми бакалаврату і магістратури в опануванні CAD CAE і CAM системами в НУК. Сформульовано основні напрямки використання CAD CAE і CAM систем в наукових дослідженнях та виконанні дослідницьких робіт для проектних і виробничих організацій аспірантами і науковцями НУК.

Ключові слова: суднобудівна галузь, аналіз сучасних CAD CAE і CAM систем, досягнення і проблеми опанування, напрямки використання в наукових дослідженнях.

Вступ. Суднобудівна галузь складається з проектних організацій, суднобудівних підприємств і підприємств-постачальників, кількість яких досягає декількох сотень для проекту цивільного судна і кількох тисяч - для проекту корабля.

Основним напрямком відродження і розвитку суднобудівної галузі є автоматизація і роботизація виробничих процесів шляхом діджиталізації за допомогою сучасних суднобудівних і машинобудівних CAD, CAE і CAM систем, які гарантовано забезпечують підвищення якості, економічної ефективності і конкурентоспроможності.

SHIPBUILDING 4.0 – інформаційна платформа 4-го рівня фундації призначена для фіксації, планування та впровадження інноваційних технологій в суднобудівну галузь виробництва.

Метою доповіді є демонстрація ролі і можливостей цифрових інновацій SHIPBUILDING 4.0 на виробництві, в навчальному процесі і наукових дослідженнях. В доповіді розглянуто наступні задачі.

Аналіз сучасних 3D CAD CAE і CAM систем, впровадження яких безумовно забезпечить суттєве підвищення якості, економічної ефективності і конкурентоспроможності підприємств суднобудівної галузі України.

Найбільш поширеними в суднобудівний галузі сучасними інтегрованими програмно-обчислювальними комплексами (ПОК) є наступні:

AVEVA MARINE (https://www.aveva.com);
NUPAS CADMATIK (https://www.cadmatic.com);
FORAN (https://www.marine.sener/foran);
CATIA (https://www.3ds.com);
SOLID WORKS (https://www.solidworks.com);
AUTOSHIP (https://cadcam.autoship.com);
DEFCAR (https://www.cintranaval.com);
NAPA (https://www.napa.fi);
MAXSURF (https://www.bentley.com);
FREESHIP+ (https://hydro.ucoz.net/index.html);

RHINOCEROS (https://www.rhino3d.com);
SHIPCONSTUCNOR (https://www.ssi-corporate.com).

Відмінною особливістю сучасних суднобудівних і машинобудівних CAD, CAE і CAM систем є перехід на 3D і 4D (симуляція руху) технології моделювання, що суттєво скорочує час на розробку проектів, підвищує їх якість і створює платформу для автоматизації як самого процесу проектування так і виробництва за допомогою верстатів з ЧПК та промислових роботів.

В якості прикладу використання CAD/CAM систем (рис. 1) розглянуто особливості проектування і виготовлення трубопроводів суднових систем. Треба підкреслити, що якість і трудомісткість виготовлення і монтажу суттєво залежить від якості створених 3D моделей як самих трубопроводів, так і 3D моделей суднового корпусу та розташування суднового обладнання і механізмів.

Рис. 1. 3D модель трубопроводів машинного відділення і трубо згінний верстат з ЧПК

Досягнення та існуючі проблеми бакалаврату і магістратури в опануванні CAD CAE і CAM системами в НУК.

Досягненнями Національного університету кораблебудування можна вважати отримання 4 офіціальних ліцензій на системи NUPAS CADMATIK, SOLID WORKS, MAXSURF, RHINOCEROS та розробку власної CAD/CAE системи FREESHIP+. Всі ці системи впроваджено в навчальний процес бакалаврату і магістратури (рис. 2).

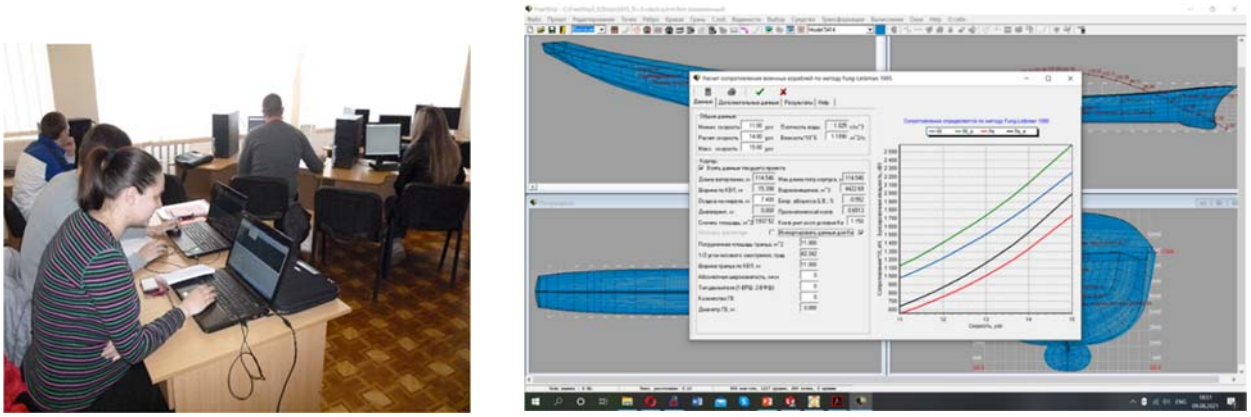


Рис. 2. Комп'ютеризована аудиторія і інтерфейс FREESHIP+

Практикою їх використання розкрито наступні проблеми:

1) сучасні CAD, CAE і CAM системи потребують для свого ефективного використання обчислювальної техніки підвищеної потужності, наприклад, artline w35 v02 з монітором dell 210 в кількості 100 комплектів (2,7 мільйонів грн);

2) потрібні кошти на придбання 5 ліцензій дуже популярної і поширеної CAD/CAE системи ANSYS, яка використовується для чисельного розв'язування задач гідро-газо і термодинаміки та міцності (вартість ліцензії на одне робоче місце складає 720000грн);

3) для виконання актуальних наукових досліджень потрібних для розвитку підприємств галузі необхідні кошти для придбання 5 робочих станцій Power Up Desktop #38 (вартість однієї станції 150000грн).

Основні напрямки використання CAD CAE і CAM систем в наукових дослідженнях та виконанні дослідницьких робіт для проектних і виробничих організацій аспірантами і науковцями НУК.

В доповіді наведено приклади такого підходу і, зокрема, елементи початкової стадії проектування waves piercing туристичного катамарана для Миколаївського пароплавства. В результаті концептуального аналізу даних з інтернет-ресурсів [1] і [2] отримано в першому наближенні довжина, ширина корпусу, кліренс та осадка для проекту катамарана на 40 пасажирів з швидкістю руху 30 вузлів. При розробці теоретичного креслення і побудові 3D моделі судна використовувалася методика і програмне забезпечення автора доповіді [3] з урахуванням вимог до технологічності виготовлення і зниження будівельної вартості проекту. 3D модель судна, що представлена на рис. 4 використовується для визначення опору руху в модулі Flow Simulation CAE системи Solid Works.

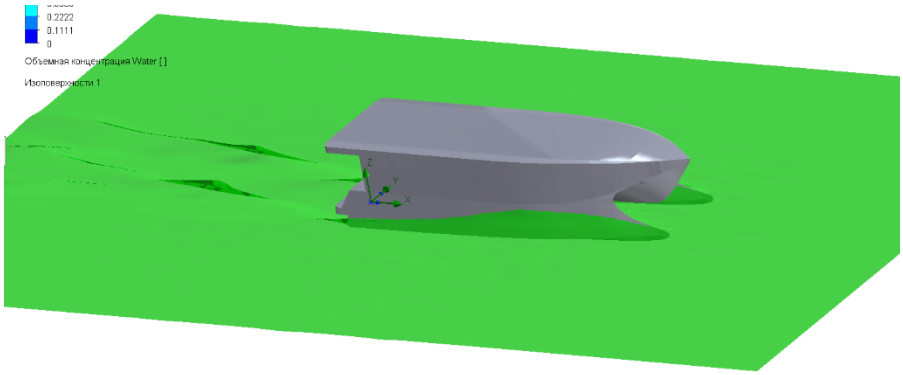


Рис. 4. CFD моделювання процесу обтікання судна

Висновки і рекомендації. Впровадження сучасних CAD CAE і CAM систем безумовно забезпечить підвищення якості, економічної ефективності і конкурентоспроможності підприємств суднобудівної галузі України, тому залучення коштів для придбання цих систем, комп'ютерної техніки, верстатів з ЧПК і промислових роботизованих комплексів є пріоритетною умовою відродження усіх підприємств галузі.

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

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

ЛІТЕРАТУРА

1. https://www.zdship.ru/products/shipbuilding/speed-shipbuilding/
2. https://pdf.nauticexpo.com/pdf/nautic-africa-69044.html
3. Король Ю.М. Принципы, методы и средства построения 3D моделей судовой поверхности и твердых тел. Материалы ВНТК, Николаев, НУК, 2020, с.37-42

Numerical innovations shipbuilding 4.0 in production, educational process and research
YU. Korol, N. Lyubitskaia

Abstract. The analysis of modern computerized systems of design (CAD), engineering analysis (CAE) and manufacturing (CAM) is provided, which provides unconditional increase of quality, economic efficiency and competitiveness of enterprises of shipbuilding industry of Ukraine. The main achievements and existing problems of the bachelor's and master's degree in mastering CAD CAE and CAM systems in NUS are determined. The main directions of use of CAD CAE and CAM systems in scientific researches and performance of research works for design and production organizations by post - graduate students and scientists of NUS are formulated.

Key words: shipbuilding industry, analysis of modern CAD CAE and CAM systems, achievements and problems of mastering, directions of use in scientific researches.

УДК 621.43.016

РОЗВИТОК НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ОСНОВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ І КОМПАКТНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ІНТЕНСИФІКАЦІЄЮ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ЇХ ЕЛЕМЕНТАХ

Кузнецов В.В.
кандидат технічних наук,
докторант кафедри Системотехніки морської інфраструктури та енергетичного менеджменту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
valeriy.kuznetsov@nuos.edu.ua

Анотація. Представлені результати роботи по підвищенню ефективності і компактності енергетичних установок шляхом інтенсифікації теплопередачі в їх елементах. Сформульовані проблема, мета, цілі, предмет та об’єкт дослідження. Представлені основні наукові положення та результати.

Ключові слова: енергетична установка, ефективність, елемент, інтенсифікація, теплообмінний апарат.

Підвищення ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок здійснюється за рахунок вдосконалення процесів перетворення теплоти в їх елементах. Ці процеси визначаються законами термодинаміки і тепломасообміну і впливають на показники установок – ефективний ККД, рівень теплових та шкідливих викидів, ресурс, компактність. Важливу роль при цьому відіграють теплообмінні апарати.

Зростання масогабаритних показників цих апаратів при вдосконаленні суднових енергетичних установок та обмеження їх ефективності у зв’язку з цим визначило **запит практики** – розробку і впровадження науково-технічних рішень підвищення ефективності процесів переносу теплоти і маси в теплообмінних апаратах цих установок для комплексного поліпшення їх економічних, екологічних, ресурсних і масогабаритних характеристик і забезпечення зменшення споживання палива та емісії шкідливих речовин.

Розглянувши сучасний стан підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та зменшення теплових і шкідливих викидів відпрацьованих газів в судновій енергетиці, можна зробити висновок про актуальність вдосконалення енергетичних установок шляхом інтенсифікації процесів переносу теплоти і маси в їх теплообмінних апаратах та створення

на їх основі обладнання з поліпшеними економічними, екологічними, ресурсними і масогабаритними показниками

Одним із перспективних шляхів інтенсифікації процесів переносу в теплообмінних апаратах є погодження форми і площі поверхонь при переносі теплоти і маси в елементах енергетичних установок. Це погодження базується на використанні внутрішньої і зовнішньої форм поодиноких каналів при заданих розмірах та їх просторового розташування у пучках. Суттєвою відмінністю таких пучків теплопередавальних поверхонь буде забезпечення переважання зростання теплопередачі над зростанням гідродинамічного опору на її забезпечення. Це дасть можливість створення на їх основі компактних теплообмінних апаратів для реалізації підвищених теплових потоків.

Розповсюдженню таких пучків поверхонь заважає відсутність знань про особливості теплогідравлічних процесів при щільній компоновці таких пучків. Суттєвою проблемою є відсутність узагальнюючих положень і рекомендацій щодо підвищення комплексної технічної ефективності енергетичних установок за рахунок інтенсифікації теплопередачі в їх елементах.

Науково-прикладною проблемою, яка вирішується у роботі, є підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та зменшення теплових і шкідливих викидів відпрацьованих газів суднових енергетичних установок шляхом раціональної організації перетворення енергії за рахунок погодження форми і площі поверхонь при переносі теплоти і маси в їх елементах.

Метою дослідження є вдосконалення енергетичних установок шляхом інтенсифікації процесів переносу теплоти і маси в їх теплообмінних апаратах та створення на їх основі обладнання з поліпшеними економічними, екологічними, ресурсними і масогабаритними показниками.

Об'єктом дослідження є процеси енергоперетворення при переносі теплоти і маси в теплопередавальних елементах суднових енергетичних установок та їх характеристики.

Предметом дослідження є закономірності та параметри процесів енергоперетворення при переносі теплоти і маси в елементах суднових енергетичних установок та їх вплив на ефективність, економічні, екологічні, ресурсні і масогабаритні показники

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному.

Вперше:

1. Доведено, що в судновій енергетиці присутні значні резерви зниження енергетичних втрат в процесах перенесення теплоти завдяки їх вдосконаленню за умови, що співвідношення підведеної теплоти в цикл к витратам енергії на переміщення теплоносіїв складає при проміжному охолодженні до 1,08, регенерації – 1,13 та утилізації теплоти робочого тіла – 1,06 що відповідно дозволяє підвищити ККД енергетичних установок до 3, 5 та 3%.

2. Застосування термогідравлічної інтенсифікації сукупних процесів переносу теплоти і маси є найбільш прийнятним напрямком для суднових енергетичних установок у порівнянні з існуючими, у зв'язку з наступними перевагами при поліпшенні показників: економічності – до 5%, екологічності – до 11% і масогабаритних – до 20%.

3. Обґрунтовано, що при сталих значеннях загального коефіцієнта опору зменшення його складової частки опору форми призводить до забезпечення в поодиноких каналах різної форми к підвищенню ефективності переносу теплоти, при цьому більшу компактність мають плоскоовальні труби зі співвідношенням осей a/b=2,6–2,8.

4. Доведено, що при теплопередачі неоребрених пучків каналів з різним просторовим розташуванням більшу компактність мають еліптичні труби зі співвідношенням осей a/b=2,4–2,6.

5. Показано, що використання еліптичних гладких пучків при їх щільній компоновці зі співвідношенням поперечних і повздовжніх кроків $S_1/d_{екв}$= 1,1…1,4 і $S_2/d_{екв}$=1,5 …1,9 підвищує ефективність перенесення теплоти в пучках на 24–36 % у порівнянні з пучками гладких труб.

6. Доведено, що використання лункових систем на оребрених спірально-стрічковим оребренням круглих труб та плоским оребренням еліптичних труб дозволяє забезпечити одночасне зростання ефективності перенесення теплоти і гідродинамічного опору, підвищивши таким чином ефективність перенесення теплоти в пучках на 18–32%.

Наукові положення, які були сформульовані на основі отриманих наукових результатів:

1. Підвищення економічних, екологічних, ресурсних і масогабаритних показників суднових енергетичних установок можливо за рахунок погодження форми і площі поверхонь при переносі теплоти і маси в їх елементах на умовах аналогії Рейнольдса, значення комплексного показника якої визначають випереджаючий приріст теплопередачі у порівнянні з загальними втратами на переміщення теплоносіїв

2. Випередження приросту інтенсивності переносу теплоти у порівнянні з витратами на переміщення теплоносіїв всередині і ззовні поверхонь теплопередачі компактних теплообмінних апаратів з обмеженями по ресурсним і масогабаритним показникам характеризуються відповідними факторами аналогії Рейнольдса як відношення критеріїв Нуссельта до Ейлера, нормованими до умов теплопередачі гладкого циліндричного каналу

3. Методологія раціонального використання теплообмінних апаратів з ефективними і компактними пучками каналів дозволяє підвищити ефективність, використання енергетичних ресурсів і ресурс, а також зменшити масу, габарити, теплові і шкідливі викиди енергетичних установок

4. Концепція поліпшення економічних, екологічних, ресурсних і масогабаритних показників шляхом використання теплопередавального обладнання з пучками каналів різної форми та просторовим розташуванням є науково-технічним підгрунтям вдосконалення енергетичних установок в судновій енергетиці і промисловості

Наукове значення роботи полягає у розробці та науковому обґрунтовані способів раціональної організації теплопередачі в енергетичних установок з проміжним охолодженням, регенерацією і утилізацією теплоти робочого тіла, що є науковим підґрунтям для реалізації концепції отримання додаткової потужності та підвищення ефективності енергетичних установок з поліпшеними економічними, екологічними, ресурсними і масогабаритними показниками шляхом раціональної організації перетворення енергії за рахунок погодження форми і площі поверхонь при переносі теплоти і маси в їх елементах.

Практичне значення отриманих результатів полягає у методології вдосконалення енергетичних установок на базі раціональної організації процесів перетворення енергії в їх елементах з використанням вторинної теплоти енергетичних установок, алгоритмі розрахунку і програмному забезпеченні, що його реалізує, вибору раціональних параметрів процесів перетворення енергії в енергетичних установках та їх елементах, схемних рішень теплообмінних апаратів, а також практичних рекомендаціях по проектуванню їх теплопередавальних поверхонь у складі енергетичних установок.

Development of scientific and technical bases for increasing the efficiency and compactness of power installations

Kuznetsov V. V.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The results of investigations on increasing the efficiency and compactness of power plants by intensifying heat transfer in its elements are presented. The problem, purpose, goals, subject and object of research are formulated. The main scientific provisions and results are presented.

Keywords: power plant, efficiency, element, intensification, heat exchanger

Секція № 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ

УДК 629.128:67.02:651.011.42

МОДЕРНИЗАЦИЯ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СУДОСТРОИТЕЛЬНОМ ЗАВОДЕ «ОКЕАН» В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ВОЗРОЖДЕНИЯ СУДОСТРОЕНИЯ

Гладченко Д.С.[1], Северин В.В.[2]
[1]ведущий инженер, ООО «СЗ «Океан», г. Николаев, Украина
d.hladchenko@ocean-shipyard.com
[2]руководитель сварочной группы, ООО «СЗ «Океан», г. Николаев, Украина
v.severin@ocean-shipyard.com

Аннотация. Для обеспечения стратегии развития предприятия на ООО «СЗ «Океан» утверждена инвестиционная программа, главная цель которой - организация производственного цикла, который отвечает мировым стандартам качества в отрасли. Положено начало процессу реорганизации сборочно-сварочного производства и внедрения новых технологий.

Ключевые слова: инвестиционная программа, сварочное оборудование, газопламенное напыление, электродуговое напыление, изготовление трубопроводов, судоремонт, судостроение.

Вступительная часть. Новым владельцем СЗ «Океан» была поставлена цель – возродить технологический цикл судостроения до уровня мировых стандартов в отрасли, как это было в прежние годы при полной загрузке производственных мощностей [1, с.10]. Для достижения указанной цели разработан план поэтапной реорганизации и модернизации производственных цепочек предприятия с учетом как внутренних, так и внешних факторов.

Несмотря на устойчивое сокращение объема рынка мирового судостроения, начиная с 2007 года, для отечественной судостроительной отрасли наметились некоторые предпосылки для позитивной динамики роста. В настоящее время речным транспортом Украины перевозится менее 1% грузопотока страны. Для сравнения, в сопоставимых территориально с Украиной Германии и Румынии доля речного транспортного сегмента составляет 13-27 %.

Также следует отметить крайнюю степень изношенности отечественного гражданского флота. Сегодня эксплуатируются примерно 1052 сухогрузов, из которых на долю «старых» приходится 79 %, остальные 21 % построены в XXI веке. По состоянию на апрель 2020 года работает 831 сухогруз советских времен постройки, средний возраст которых составляет 39,8 года [2, с.15].

Учитывая сложившуюся рыночную конъюнктуру, приоритетными направлениями развития для СЗ «Океан» являются: 1) средний и крупный судоремонт; 2) постройка судов речного или смешанного типов водоизмещением 2-3 тыс. т; 3) изготовление корпусов судов водоизмещением до 10 тыс. т.

Цель данной работы – совершенствование сварочного производства СЗ «Океан» в современных экономических условиях на основе внедрения передовых технологий и оборудования.

Основная часть. Одним из перспективных направлений в судоремонте является восстановление изношенных судовых валов и иных деталей в форме тел вращения. Специалистами службы Главного технолога (СГТ) совместно с представителями службы Главного инженера СЗ «Океан» разработан и внедряется в производство специализированный

участок для наплавки и обработки, который позволит выполнять дефектацию, очистку, расточку, наплавку и посленаплавочную обработку валов и иных тел вращения.

На участке расположен станок со сварочной головкой ESAB, оснащенной системой рециркуляции флюса и управления наплавкой, установлены системы газопламенного подогрева и воздушного охлаждения, обеспечен контроль температуры. С целью расширения диапазона применяемых наплавочных материалов и снижения тепловложения в обрабатываемую деталь отрабатывается технология механизированной наплавки в среде защитных газов.

Для восстановления гребных винтов, в частности бронзовых, рассматриваются возможности применения современных инверторных аппаратов для сварки и наплавки методом TIG. Разработку технологии наплавки и подготовку сварочных процедур (pWPS) специалисты технического отдела СЗ «Океан» выполняют совместно с представителями кафедры сварочного производства Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова. Для балансировки гребных винтов после ремонтных работ решаются вопросы, связанные с приобретением и внедрением в производство специализированного балансировочного станка.

Актуальным вопросом в области проведения судоремонтных работ является замена трубопроводов судовых систем. Для изготовления трубопроводов на предприятии создан проект производственной цепочки, включающей в себя все этапы от дефектации и проектирования до изготовления и монтажа. Технический отдел завода располагает специалистами и программным обеспечением, позволяющими выполнить весь комплекс работ с выпуском соответствующей технической документации. В случае необходимости с помощью ПО Rhino Piping возможно создание проекта трубопровода любой сложности и назначения.

Учитывая мировой производственный опыт, на СЗ «Океан» отказались от трудоемкой операции гибки труб. Вместо этого используются фасонные части, размеры и геометрические параметры которых строго стандартизированы. Данная технология, несмотря на увеличение объема сварочных работ, существенно уменьшает погрешность, обусловленную операцией гибки.

Важным звеном в технологическом процессе изготовления трубопроводов является универсальный сборочно-сварочный участок, на котором предусмотрено размещение оборудования и оснастки для сборочно-сварочных операций любой сложности. Так, с приобретением многофункциональной мультисистемы для выполнения сварочных работ методами MIG, MAG, MMA, TIG появится возможность изготавливать трубопроводы из сталей и цветных сплавов. Для механизации сборочно-сварочных работ на участке предусмотрено размещение специализированного сборочного стенда, оснащенного трубными центраторами и позиционерами, и вращателем для сварки прямолинейных участков трубопроводов.

Высокое качество сварных соединений обеспечивается введением двухступенчатой системы контроля: 1) ультразвуковой контроль сварных соединений ответственных трубопроводов; 2) гидравлические испытания отдельных сегментов судовых трубопроводов. В настоящее время на предприятии разрабатывается универсальный стенд для проведения гидравлических испытаний трубопроводов любого диаметра.

Для решения проблемы защиты поверхности деталей судовых механизмов и трубопроводов от коррозии при контактировании с агрессивными средами на предприятии создается новая производственная линия нанесения покрытий методом напыления. Сегодня в судостроении и судоремонте используются две наиболее востребованных технологии напыления покрытий: газопламенное (ГПН) и электродуговое (ЭДН), на долю которых приходится около 75% объема всех напыляемых покрытий [3, с.119].

Метод ГПН характеризуется широким набором параметров процесса и потому активно применяется для восстановления деталей судовых механизмов [4, с.39]. Технология ГПН является перспективным направлением, учитывая состояние и возраст судов, приходящих на судоремонт.

Метод ЭДН применяют в основном для антикоррозионной защиты деталей машин и механизмов с нанесением цинковых или алюминиевых покрытий. Благодаря высокой мобильности и производительности данный метод позволяет наносить защитные покрытия на большие площади поверхности, поэтому в случае необходимости проведения цинкования корпуса судна, данная технология обладает существенным преимуществом перед всеми остальными способами нанесения покрытий [5, с.141].

С целью повышения производительности сварочных работ, обеспечения стабильности качества во время сварки монтажных стыков корпуса на заводе разрабатывается технология сварки в защитных газах с использованием автоматических кареток, хорошо зарекомендовавших себя на мировых верфях, для перемещения сварочных горелок. При этом рассматриваются варианты применения направляющих для перемещения горелки по криволинейной поверхности и механизмов колебания электрода в процессе сварки.

Для реализации всех запланированных этапов модернизации производственной инфраструктуры новыми владельцами завода утверждена инвестиционная программа, основными пунктами которой являются:

1. Широкое внедрение высокопроизводительной технологии плазменной резки взамен газопламенной на участке обработки металлопроката.
2. Модернизация машин Numorex для плазменной резки.
3. Закупка партии сварочного оборудования для цехов основного производства и комплектации универсального сборочно-сварочного участка.
4. Организация участка наплавки валов.
5. Закупка оборудования для наплавки и восстановления судовых гребных винтов.
6. Закупка оборудования и организация участка напыления покрытий.

Следует отметить, что главная задача в отдаленной перспективе – возродить полнокомплектное крупнотоннажное судостроение. В подтверждение стратегических задач в настоящий момент проводятся работы по основательному ремонту сухого дока СЗ «Океан», которые входят в заключительную фазу. В следующем году сухой док, как системообразующий объект судостроительной инфраструктуры завода, будет введен в эксплуатацию.

Выводы.

1. Основой совершенствования сварочного производства СЗ «Океан» служит системная разработка и внедрение передовых технологий и оборудования при ремонте и постройке судов средней тоннажности с перспективой перехода к полнокомплектному крупнотоннажному судостроению.
2. Первоочередными задачами реорганизации сборочно-сварочного производства являются модернизация и обновление парка оборудования для сварки и термической резки в цехах основного производства и организация специализированных участков для восстановления деталей судовых механизмов и трубопроводов методами электродуговой наплавки и термического напыления.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Квасницкий, В.Ф., Бугаенко, Б.В., Голобородько, Ж.Г. и др. (2009). Состояние сварочного производства на судостроительных заводах Украины. *Автоматическая сварка,* 8, 5-10.

[2] Єгоров, Г.В., Єгоров, А.Г. (2020). Підстави для розвитку лінійки вітчизняних суховантажних суден. *Збірник наукових праць НУК,* 3, 3-16.

[3] Агеев, М.С., Волков, Ю.В., Чиграй, С.Л. (2015). Защитные и упрочняющие покрытия в судостроении и судоремонте. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*, 2,. 112-126.

[4] Мчедлов, С.Г. (2007). Газотермическое покрытие в технологии упрочнения и восстановления деталей машин. Газопламенное и детонационное напыление. *Сварочное производство*, 10, 35-45.

[5] Бурмистров, Е.Г. (2017). *Основы сварки и газотермических процессов в судостроении и судоремонте*. Санкт-Петербург.

Modernization of manufacturing at a shipyard “ocean” as a stage of shipbuilding revial program

Hladchenko D.S.[1], Severin V.V.[2]
[1]lead engineer, LLC “SY “Ocean”, [2]head of welding department, LLC “SY “Ocean”.

Annotation. At LLC “SZ “Okean” was approved an investment program in order to ensure the development strategy , the main goal of program is organization of a manufacturing cycle that would meet international quality standards in the industry. The process of reorganization of the assembly and welding manufacturing has begun.

Key words: manufacturing of pipelines, welding equipment, flame sputtering, electric arc sputtering, investment program, ship repair, shipbuilding.

УДК 629.5

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ МАЛИХ МЕТАЛЕВИХ СУДЕН

Коновалова Г.В.[1], Щедролосєв О.В.[2], Терлич С.В.[3]
[1]аспірант (PhD) Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[2]доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри суднобудування та ремонту суден Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
aleksandr.schedrolosev@nuos.edu.ua
[3]кандидат технічних наук, доцент кафедри суднобудування та ремонту суден Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

Анотація. Запропоновано математичні залежності для управління якістю під час вирізування та згинання деталей корпусу судна. Враховано особливості виготовлення деталей малої форми та із складними обводами.

Ключові слова: виготовлення деталей, точність, управління якістю.

Вступ. Під час призначення раціонального маршруту виготовлення деталей корпусу металевого судна велике значення має час виконання технологічних операцій. Для малих суден (для яких згідно вимог Регістру судноплавства України [1] довжина між перпендикулярами $L_{\perp\perp} < 12$ м) ці задачі є найбільш **актуальними** вважаючи особливість обводів корпусу, форму деталей та їх геометричні розміри, а також технології розмічування й маркування, гнуття та вирізування [2] і в подальшому – складання вузлів та секцій [3].

Основний текст. У загальному випадку визначення раціонального маршруту виготовлення деталей уявляє собою пошук найкоротшого шляху у «сітці» і є задачею лінійного цілочисельного програмування [4]. Вузлами «сітки» є стан заготовки, а «дугами» – технологічні операції. Кожна технологічна операція характеризується параметром c_{ij}, у відповідності із яким виконується раціоналізація. **Задача раціоналізації** уявляє собою знаходження мінімуму лінійної форми деталі, тобто

$$L = \sum_{i=0}^{n+1} \sum_{j=0}^{n+1} c_{ij} x_{ij},$$

де x_{ij} фіксує наявність або відсутність технологічних операцій у складі раціонального технологічного маршруту, $i = 0,1,...,n,n+1;\quad j = 0,1,...,n,n+1,$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо операція } i\text{-}j \text{ відповідає маршруту,} \\ 0 - \text{інший випадок.} \end{cases}$$

У кожний момент часу із заготівкою може бути виконана тільки одна операція, тобто

$$\sum_{j=0}^{n+1} x_{ij} - \sum_{j=0}^{n+1} x_{ji} = 0. \tag{1}$$

Для початкового стану, яке характеризується відсутністю попередніх операцій, вираз (1) прийме вигляд

$$\sum_{j=0}^{n+1} x_{0j} - \sum_{j=0}^{n+1} x_{j0} = 1.$$

Аналогічно у кінцевому стані заготівки (готова деталь) відсутні наступні технологічні операції

$$\sum_{j=0}^{n+1} x_{n+1,j} - \sum_{j=0}^{n+1} x_{j,n+1} = -1.$$

Крім того, у відповідності із зазначеним вище, $x_{ij} = [0; 1]$.

Таким чином, у загальному випадку задача пошуку раціонального маршруту описується наступною системою

$$\begin{cases} L = \sum_{i=0}^{n+1} \sum_{j=0}^{n+1} c_{ij} x_{ij}, \\ \sum_{j=0}^{n+1} x_{ij} - \sum_{j=0}^{n+1} x_{ji} = 0; \\ \sum_{j=0}^{n+1} x_{0j} - \sum_{j=0}^{n+1} x_{j0} = 1; \\ \sum_{j=0}^{n+1} x_{n+1,j} - \sum_{j=0}^{n+1} x_{j,n+1} = -1. \\ x_{ij} = [0,1]. \end{cases} \tag{2}$$

Для задачі, яка описана системою (2) характерне невелика кількість варіантів – у межах декількох десятків. Тому для розв'язання задачі може бути використана табуляція.

Висновки. При створенні підсистеми автоматизованого проєктування принципової технології виготовлення деталей корпусів малих металевих суден доцільно розділяти процеси генерації варіантів виготовлення та вибору найкращого з них. Це дає можливість використання засобів, які найбільш пристосовані для вирішення задач дослідження. Запропонований підхід може бути використаний під час розроблення автоматизованих систем підтримання прийняття рішень під час проєктування та конструювання малих суден, яхт та плавучих засобів для водного туризму.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Загальні положення класифікаційної та іншої діяльності правила класифікації та побудови суден частина і класифікація. Том 1. – Київ. – Регістр судноплавства України. – 2020. – 153 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] Технология изготовления конструкций корпуса судна: учебник / А.С. Рашковский, В.Н. Перов, С.Н. Слижевский, Н.В. Цыкало; под общ. ред. проф. А.С. Рашковского. – Николаев: НУК, 2017. – 304 с.

[4] Agus, M. Optimization of abrasive – workpiece machining / M. Agus, A. Bortolussi, N. Careddu, R. Ciccu, B. Grosso // Jetting Technology, BHR Group. – 2000. – 41. – P. 171-182.

Improving the accuracy of making parts for small metal vessels

Konovalova G.V.[1], Shchedrolosiev O.V.[2], Terlych S.V.[3]
[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
[2-3]Kherson Branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract. Mathematical dependences for quality control during cutting and bending of ship hull parts are proposed. The peculiarities of making parts of small shape and with complex contours are taken into account.

Key words: production of details, accuracy, quality management.

УДК 629.5.02:678.4

ВИКОРИСТАННЯ ЄЛАСТОМІРНИХ ПРУЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У СУДНОВИХ ОПОРНИХ ПРИСТРОЯХ

Коршиков Р.Ю.[1], Лугінін О. Є.[2], Коршиков Ю.С.[3], Даньшина Я.А.[4]
[1]кандидат технічних наук доцент кафедри Суднобудування та ремонту суден Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
pk_hfnuk@gmail.com
[2]кандидат технічних наук, професор кафедри Суднобудування та ремонту суден Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
pk_hfnuk@gmail.com
[3]викладач вищої категорії Морського коледжу Херсонської Державної морської академії, м. Херсон, Україна
jri_kor@gmail.com
[4]студентка Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
Yana.danshina1985@gmail.com

Анотація. В тезах розглянуті принципи заміни деревини на еластомірні пружні прокладки при формуванні пружних основ в суднобудуванні та судноремонті. Також пропоновані практичні рекомендації при конструюванні пружних основ суднобудівного призначення на основі еластомірних пружних елементів. Крім того, пропоновані конструкції суднобудівних пружних підстав на основі еластомірних пружних прокладок.

Ключові слова: Суднобудування, судноремонт, опорні пристрої, еластоміри, пружні елементи.

Постановка проблеми. У суднобудуванні і судноремонті традиційно у великих кількостях використовується деревина. Це пов'язано з особливостями механічних властивостей такого

матеріалу і з відносно невеликою вартістю деревини [1, 8]. Але звичайні конструкції, виконані з деревини, порівняно недовговічні. В умовах суднобудування і судноремонту додаються чинники, сприяючі прискореному зносу деревних конструкцій. Заміна деревини в суднобудівельних конструкціях на інші матеріали, доступні за ціною, може дозволити використовувати дані конструкції багато разів. Як матеріал, що замінює деревину, в суднобудівельних конструкціях, можна використовувати еластоміри, освоєні хімічною промисловістю [2].

Еластомірні конструкції суднобудівельного призначення порівняно невибагливі до морських умов експлуатації, вони можуть зазнавати великі формозменення й деформації. Проте еластоміри вимагають використання нетрадиційних для суднобудування методів проектування і розрахунку [3].

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що розробка еластомірних конструкцій суднобудівного призначення, здатних замінити деревину за пружними показниками є актуальним дослідженням.

Аналіз останніх досліджень. В роботах [1, 6] розглядається проектування суднобудівних пружних підстав на основі деревини. При цьому, проводиться аналіз та визначаються показники деформативної податливості деревини, як пружного матеріалу. На цій базі у роботах [2, 3] були розроблені еластомірні пружні прокладки, що можуть замінити відповідні дерев’яні.

Виклад основного матеріалу. В процесі дослідження були вирішені наступні задачі:

1. Проведено аналіз існуючих пружних суднобудівних конструкцій з деревини;
2. Визначені принципові задачі, що необхідно вирішити для успішної заміни деревини як матеріалу, що вживається в суднобудуванні для пружних елементів, еластомірами, а також шляхи їх рішення;
3. Визначені основні принципи проектування пружних основ з еластомірних елементів;
4. Розроблені рекомендації по проектуванню суднобудівельних опорних пристроїв на основі еластомірних пружних елементів;
5. Реалізовано метод проектування еластомірних пружних основ на прикладі проектування спускових доріжок повздовжнього стапелю.

Деревина застосовується в суднобудуванні і судноремонті для виготовлення з неї пружних елементів, що входять в конструкції, основним призначенням яких є рівномірний розподіл навантаження в зонах контакту корпусних конструкцій судна і елементів опорного контуру. Рівномірний розподіл навантаження дозволяє уникнути перевищення допустимої напруги і залишкових деформацій в місцях контакту. Дерев'яні конструкції традиційно служать для формування пружних основ із заданими властивостями. На такі основи встановлюються судна і окремі їх частини (секції) при споруді або ремонті.

Технологічні операції, в яких застосовується деревина як пружні і мнучі елементи, наступні:

- закладка секцій і формування корпусу судна на стапелі або в сухому доці;
- транспортування корпусу судна і окремих його частин на опорно-транспортних пристроях і трансбордері;
- спуск судна з поперечних і подовжніх стапелів;
- спуск судна за допомогою передавальних доків;
- постановка судна в плавучий ремонтний док.

До основних суднобудівних опорних конструкцій входять: спускові доріжки, полози спускового пристрою, копилля, кільблоки, клітки, основи, упори, подкільні поперечні балки.

Пружні елементи з еластомерів довговічніші і можуть використовуватися багаторазово [10]. Вони, на відміну від дерева, не схильні до шкідливих дій вологи, високих і низьких температур. Тобто, еластомери більш пристосовані для роботи в умовах суднобудівельного і судноремонтного підприємств, а також для використання в опорних пристроях плавучих доків. Комбінуючи пружні елементи, виготовлені з еластомерів різних типів, можна спроектувати опорні пристрої з нерівномірним розподілом пружних властивостей по довжині пристрою, що, наприклад, може знайти вживання в спускових пристроях подовжніх похилих стапелів.

Для того, щоб було можливо замінити деревину еластомерами, необхідно забезпечити відповідності характеристик податливості і пружності еластомірних конструкцій аналогічним дерев'яним та вирішити технологічні проблеми, що пов'язані із застосуванням еластомірних пружних елементів замість дерев'яних [4, 9].

При повздовжньому спуску судна на воду використовуються спускові доріжки. Пружну основу в них формує дерев’яний настил [7].

Спускові доріжки можуть розрізнятися по конструкції і за типом покриття. В більшості випадків використовуються соснове і дубове покриття конструкцій спускових доріжок, рис. 1.

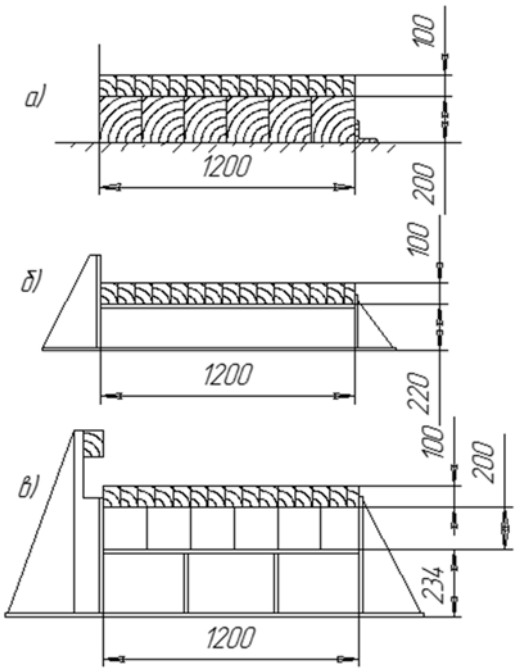


Рисунок 1 – Типові перетини спускових доріжок

Металеві конструкції спускових доріжок стапелю мають два варіанти виконання. Відмінність між ними полягає у виконанні конструктивного елементу основи, на яку укладаються соснові бруси. В одному випадку настил виконується суцільним, рис. 2, а в іншому – переривчастим.

Дерев'яний настил спускових стапельних доріжок виконує функції пружної основи, тобто забезпечує пружну податливість стапельних доріжок, що дозволяє перерозподіляти зусилля, що діє на них, від спускового пристрою.

Еластомери мають строго певні фізичні і механічні характеристики, і вони значно відрізняються від таких же характеристик дубу і сосни. Проте при розподілі еластомірних прокладок на значній площі стапельних доріжок можна підібрати пружну характеристику, дуже близьку до характеристики, що утворюється дерев'яним покриттям спускових стапельних доріжок.

В процесі переобладнання стапельних доріжок дерев’яне покриття має бути замінене дискретно розташованими еластомірними прокладками. Розміщувати їх передбачається у шаховому порядку, дотримуючи при цьому певних умов [5]. На наступній схемі наведено розташування еластомірних прокладок на еластомірних стрічках різної ширини, рис. 3.

На суцільний настил 2 укладаються полотнища 3 з синтетичних тканин з приклеєними до них еластомірними прокладками 4. Поверх прокладок укладається суцільний лист сталевого настилу 5 із сталевими кріпильними смугами 6, що використаються для кріплення спускового пластмасового щитового настилу.

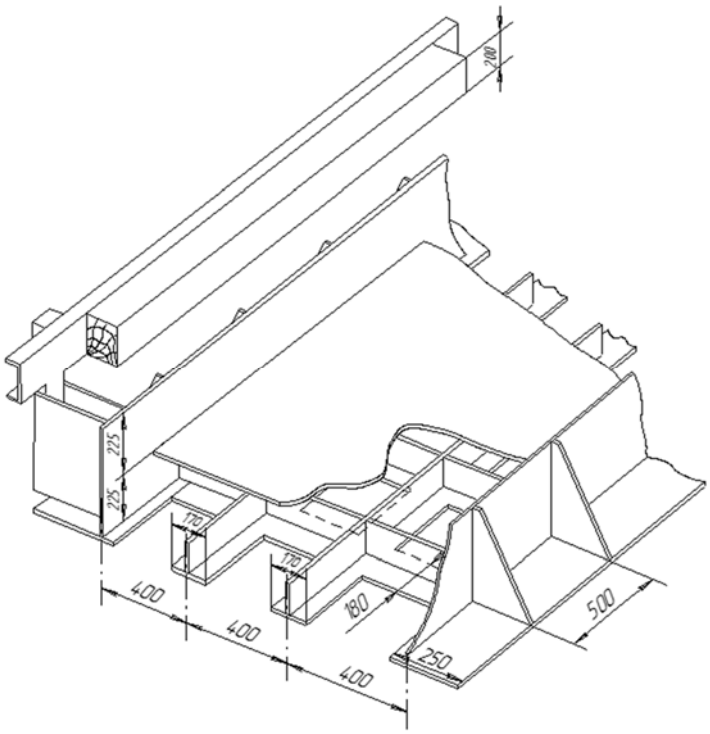


Рисунок 2 – Схема металоконструкції доріжки з суцільним настилом

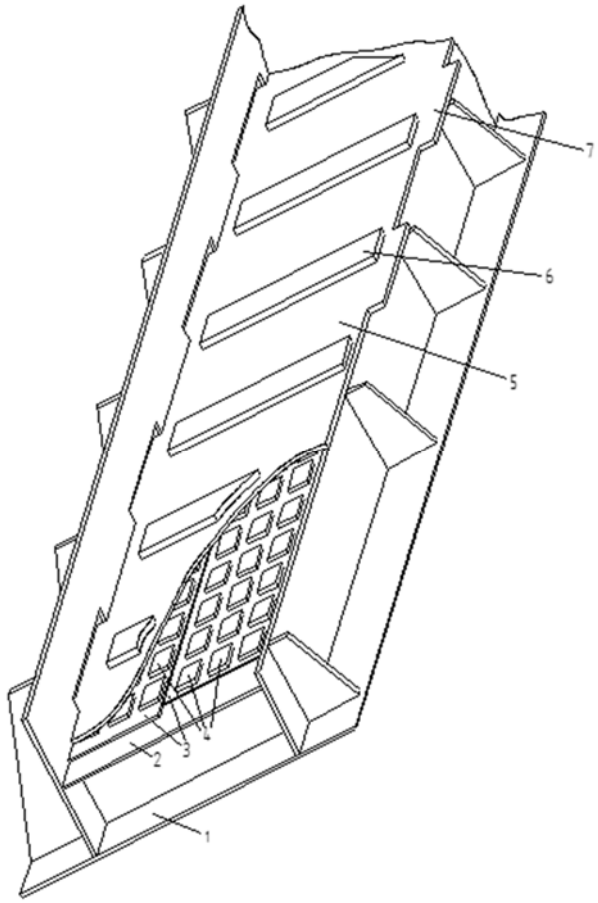


Рисунок 3 – Загальна схема стапельної доріжки з еластомірними прокладками

В процесі проведених досліджень встановлено, що доріжки при використані еластомірних прокладок можуть бути сумісні між собою, і металоконструкції цих доріжок можуть бути використані надалі; може бути створена нова конструкція спускових доріжок на базі старих конструкцій.

Висновки. Практичне значення дослідження полягає в тому, що його головні положення, висновки та узагальнення можуть мати практичний інтерес для проектування та будівництва еластомірних пружних конструкцій суднобудівного призначення на сучасних суднобудівних та судноремонтних підприємствах.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Козляков В.В., Фінкель Г.Н., Хархурім І.Я. Проектування докових опорних пристроїв: довідник. Л.: Суднобудування, 1973.

[2] Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. Особливості проектування еластичних прокладок, здатних за пружними показниками замінювати дерев'яні конструкції: наукова стаття. Збірник наукових праць Українського державного морського технічного університету. Миколаїв: УГМТУ, 1998.

[2] Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. Основи вибору еластичних прокладок за пружними показниками: наукова стаття. Вісник Херсонського державного технічного університету № 1(3) – 1998. Херсон: Херсонський державний технічний університет, 1998. С. 149 – 152.

[4] Мацкевич В.Д. Основи технології суднобудування: підручник; під загальною редакцією В.Д. Мацкевича. Л.: Суднобудування, 1980. 351 с.

[3] Коробанов Ю.Н., Коршиков Р.Ю. Вживання декларативної парадигми в програмуванні завдань оптимізації розміщення однорідних об'єктів на площині: наукова стаття. Міжвузівський журнал «Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи» № 2. 1998. Херсон: Херсонський державний технічний університет, 1998. С. 123 – 128.

[4] Козляков В.В., Фінкель Г.Н., Хархурім І.Я. Проектування докових опорних пристроїв: довідник. Л.: Суднобудування, 1973.

[5] Спуск судів: довідник / Курдюмов А.А. та ін. Л.: Суднобудування. 1966.

[6] А.Г. Архангородський, Л.М. Білий, А.Б. Литвин. Прокладки, що мнуть, в суднобудуванні і судноремонті: довідник. Л.: Суднобудування, 1966. 131 с.

[7] Лавендел Е.Е. Розрахунок гумотехнічних виробів. – М.: Машинобудування, 1976. – 232 с.

[8] Ляпунов. В.Т., Лавендел Е.Е., Шляпочников С.А. Гумові віброізолятори: довідник. Л.: Суднобудування, 1988. 216 с.

USE OF ELASTOMERIC ELASTIC ELEMENTS IN SHIP'S SUPPORTING DEVICES

Korshykov R.Y.[1], Luginin O.E.[2], Korshykov Y.S.[3], Danshina Y.A.[4]

[1,2,4]Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

[4]Maritime College of the Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine

Abstract. The theses consider the principles of replacing wood with elastomeric elastic gaskets in the formation of elastic foundations in shipbuilding and ship repair. Also practical recommendations at designing of elastic bases of shipbuilding appointment on the basis of elastomeric elastic elements are offered. In addition, the proposed designs of shipbuilding elastic bases based on elastomeric elastic gaskets.

Key words: shipbuilding, ship repair, supporting devices, elastomers, elastic elements.

УДК 629.5.01:629.584

СКЛО- ТА БАЗАЛЬТОФІБРОБЕТОН ДЛЯ ПЛАВУЧИХ ДОКІВ ТА ІНШИХ МОРСЬКИХ СПОРУД

Соломонюк Н.С.[1], Копійка С.В.[2], Довженко О.С.[3], Сергєєва Є.Є[4]

[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

natalysolomonuk@gmail.com

[2]кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

[3]студентка Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

[4]студентка Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Вдосконалено властивості бетону на спеціальному гідроізолюючому цементі наповненням короткими скляними або базальтовими волокнами для використання його у плавучих спорудах з метою зменшення кількості або повного виключення використання металевої арматури та покращення експлуатаційних характеристик матеріалу.

Ключові слова: бетон; плавучі споруди; скловолокна, базальтоволокна, міцність на вигин.

У теперішній час широко будуються композитні залізобетонні доки, що дозволяє зменшити витрати металу на будівництво на 50 - 60%, а вартість споруди на 20 - 30 % у порівнянні зі сталевим доком [1]. Залізобетонні доки не вимагають регулярного самодокування для очищення, фарбування і ремонту підводної частини корпусу [2].

Конструкція плавучого доку зазнає впливу різних навантажень: постійних; статичних змінних; динамічних змінних; внаслідок яких у бетоні виникають напруження різної величини і змінного напрямку.

Також поширюється використання понтонних мостів, оскільки вони є мобільними та легко збираються і розбираються. Основою їх настилу є бетон.

Але всі бетонні конструкції мають суттєвий недолік – це низька міцність на розтягнення бетону (для важких бетонів приблизно 5 МПа), який частково усувається за допомогою введення металевої арматури. Запропоновано удосконалення конструкції морських споруд фібробетоном.

Отже поліпшення фізико-механічних властивостей бетону для плавучих споруд введенням у композицію волокневого наповнювача є метою дослідження для зменшення кількості або повного виключення використання металевої арматури.

Для плавучих споруд використовуються спеціальні типи бетонів класу В-25 та В-30. Основними технічними вимогами до важкого суднобудівного бетону є [3]:

міцність (на стискання, на осьове розтягнення, на згин) у віці 28 діб нормального твердіння;

корозійна стійкість та водостійкість у агресивних середовищах;

водонепроникність;

морозостійкість.

Для бетонів плавучих споруд (доків, понтонів) раціонально застосувати цемент ГІР-2М-600 (таблиця 1). Це високоміцний швидкотвердіючий безусадковий портландцемент підвищеної сульфатостійкості та водонепроникності, що призначений для виготовлення високоміцних розчинів та бетонів марок: М-800 до М-1000, а також використовується для загальнобудівельних та спеціальних.

Таблиця 1 – Властивості цементу ГІР-2 М600

Параметри	Показники
лінійне розширення, %	0,05…0,15
водонепроникність, МПа	0,5 (через 48 год)
сульфатостійкість, лугостійкість	≥1
вогнетривкість, °С	1000

Армуюча здатність волокна визначається його довжиною, діаметром, процентним вмістом та орієнтацією. Матеріал волокон, що використовується для армування, це сталь, нейлон, азбест, скло, базальт, вуглець, сизаль, джут, поліпропілен, кенаф.

На властивості фібробетону впливають якість бетону (хімічний склад і марка), якість волокна (хімічний склад, довжина, діаметр), кількість волокна, кількість води і піску у композиції, гранулометричний і хімічний склад піску, умови твердіння матеріалу.

Одже найбільш прийнятними є скляні і базальтові волокна у бетоні [4] оскільки вони

не схильні до впливу корозії;

мають підвищену міцність на розтягування і стискання;

значно легше аналогічних залізобетонних конструкцій;

мають підвищену площу сумарного перетину фібри, що знаходиться у масиві, у порівнянні зі сталевими арматурами.

А сам скло- або базальтофібробетон має наступні переваги:

підвищену міцність до впливу розтягуючих і стискаючих навантажень;

стійкість до впливу згинальних моментів;

невелику вагу, що дозволяє легко виконувати транспортування, монтаж об'ємних конструкці, а зменшення маси знижує навантаження на фундамент;

стійкість до впливу негативних температур;

здатність зберігати цілісність під впливом ударних зусиль;

збільшену пластичність, що дозволяє здійснювати виготовлення виробів складної конфігурації;

відсутність впливу хімічних речовин на що входить до складу на композитну нитку (це стосується саме базальтових волокон).

Для дослідів застосовано ровінг Е-скла та базальтове волокно у кількості 3 – 5 % за масою довжиною 40 – 80 мм. Співідношення компонентів цементної композиції взято за ДСТУ на бетон з вищевказаного цементу і стандартний гранулометричний склад кварцового піску. Також введено суперпластифікатор С-3 для зменшення водоцементного співідношення і полегшення перемішування композиції.

Для проведення дослідів обрано план повного факторного експерименту. За пробними дослідами у якості діючих факторів обрано кількість та довжина волокна у композиції.

Розміри зразків бетону для випробувань на вигин виконуються у формі паралелепіпеду за держстандартами. Зразки випробуються на четирьохточковий вигин у віці 2 та 28 діб.

Після видалення грубих помилок знайдено функцію відклику міцності на вигин скло- (СФБ) та базальтофібробетону (БФБ) у віці 28 діб:

$$\sigma_{СФБ} = 0{,}09\varphi_в l_в - 0{,}35 l_в - 3{,}51\varphi_в + 29{,}7 \ \text{[МПа]},$$
$$\sigma_{БФБ} = 0{,}02\varphi_в l_в + 0{,}05 l_в - 3{,}95\varphi_в + 2{,}65 \ \text{[МПа]};$$

де $\varphi_в$ – ступінь наповнення волокном, $l_в$ – довжина волокна у мм; та побудовано поверхні відклику (рис.1).

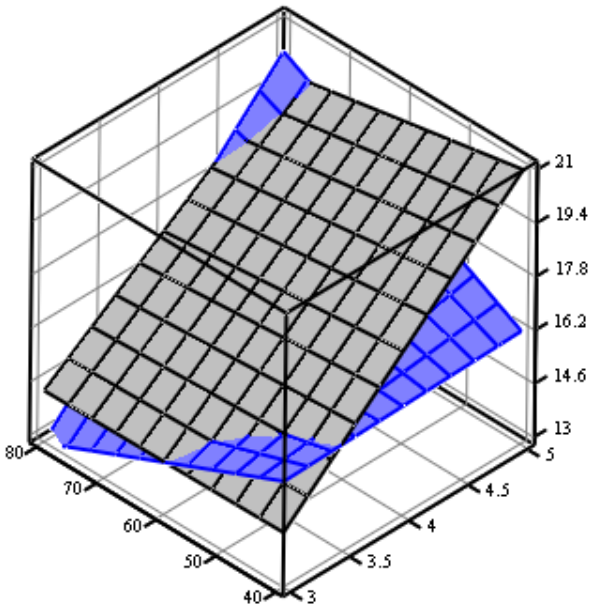


Рисунок 1 – Поверхні відклику міцності на вигин СФБ (*синя поверхня*) та БФБ (*сіра поверхня*) у віці 28 діб

Максимальна міцність СФБ у марочному віці отримується при довжині волокон 80 мм та кількості 5 % у суміші і становить 38 МПа. Для БФБ – це теж ступінь наповнення волокном 5 %, але краще використовувати короткі волокна (40 мм). При цьому середня міцність фібробетону на вигин знаходиться на одному рівні 20 МПа, що у 2,63 рази більше у порівнянні з чистим бетоном. Але при наповненні базальтовими волокнами залежність міцності матеріалу від їх довжини є незначною (7,3 %) ніж при наповненні скляними волокнами (20 %).

ЛІТЕРАТУРА

[1] Рашковский А.С. Строительство композитных плавучих сооружений в Украине. *Успехи современного естествознания.* Миколаїв, № 10. 2007. С. 97-100.

[2] Кириченко К.В., Щедролосев А.В. Усовершенствование технологии строительства композитных плавучих доков большой подъемной силы. *Science and Education a New Dimension*. Будапешт, 2018. С.63-68.

[3] ДСТУ Б В.2.7-XXX:2018 Бетон суднобудівний. Технічні умови та технологія приготування. Частина 1. Бетон суднобудівний важкий.

[4] Особенности применения стеклофибробетона. АрхСтройДеталь. URL: http://www.asd-sfb.ru/index.php?id_page=32 (дата звернення 19.08.2020)

Glass and basalt fiber concrete for floating doors and other sea structures

Natalia Solomoniuk[1], Serhiy Kopiyka[2], Oleksandra Dovzhenko[3], Evgeniya Sergeeva[4]
[1-4]National University of Shipbuilding named be adm. Makarov, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The properties of concrete, made of special waterproof cement with short glass or basalt fibers for its use in floating structures, have been improved.

The goal is to reduce or eliminate completely the content of metal reinforcement and increase the performance of the material.

Keywords: concrete; floating structures; fiberglass, basalt fiber, flexural strength.

УДК 629.5:004.94

РОЗВИТОК МИКОЛАЇВСЬКОЇ ШКОЛИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

Удовицький Д.В.[1], Партас В.К[2]
[1]кандидат технічних наук, директор ТОВ «Технос», м. Миколаїв, Україна
info@techno-sys.com
[2]кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій Національного університету кораблебудування,
м. Миколаїв, Україна
viktor.partas@nuos.edu.ua

Анотація. Ретроспективно розглянуто історію створення та розвитку Миколаївської школи автоматизації технологічної підготовки виробництва. Показано внесок колективів та особистостей. Перелік систем, їх функціональності та приклади практичного застосування дають змогу прослідити за результатами досліджень та розробок Миколаївських науковців у цій сфері.
Ключові слова: технологічна підготовка виробництва; автоматизована система; автоматизований розкрій; підготовка управляючих програм; CAD/CAM/CAPP

Більш ніж 40 років налічує історія зусиль Миколаївських дослідників та розробників у сфері автоматизації технологічної підготовки виробництва (ТПВ). За цей період вітчизняна та світова промисловість отримали методи та засоби рішення задач від підготовки поверхні і опису деталей корпусу судна до розкрою листового прокату. 100-річна річниця кораблебудівної освіти та науки в Миколаєві – це привід обернутися й окинути оком пройдений шлях, згадати що зроблено та зазначити сьогоднішні досягнення з цієї теми.

З появою в 70-х роках минулого сторіччя на вітчизняних суднобудівних підприємствах машин теплового різання (МТР) «Кристал» з числовим програмним управлінням (ЧПУ) гостро постала задача підготовки даних для цього обладнання. Перші «Кристали» приймали управляючу програму (УП) на перфострічці, і кодування маршруту вирізки – це була першочергова задача, що потребувала зусиль. Але також, щоб забезпечити даними цей етап робіт, потрібно було вирішити усі задачі попереднього технологічного ланцюга: опис поверхні та конструкції корпусу судна – опис деталей у складі цієї конструкції – складання карт розкрою листового прокату.

В цей час Миколаївська наукова школа вже проводила дослідження за цією темою [1, 2]. В Миколаївському Кораблебудівному Інституті (МКІ) напрямок автоматизації ТПВ очолив Михайло Миколайович Ничипоров. Під його керівництвом в МКІ підросла плеяда талановитих науковців – М.В. Фатєєв, В.Я. Тимошенко, В.К. Партас та інші. Найбільш потужні дослідження велись за двома напрямками – побудова моделі суднової поверхні та автоматизація розкрою листового прокату [3, 4].

В Центральному Науково-Дослідному Інституті Технології Суднобудування (ЦНДІТС) колектив науковців вирішував завдання кодування деталей, карт розкрою та маршруту вирізки для формування перфострічок машин теплового різання з ЧПУ «Кристал». Я.О. Пасік та Д.О. Джула розробили систему КОДС («Кодированная Обработка Деталей Судна»), що дозволяла формалізувати опис деталей, карт розкрою та маршрутів вирізки та автоматизувати випуск перфострічок.

Науковці МКІ та ЦНДІТС налагодили плідну співпрацю, щоб поєднати досягнення обох сторін. Вже в 1977 році, під час початку будівництва нафторудовозів типу «Борис Бутома», на суднобудівному заводі «Океан» практичне застосування розроблених засобів дозволило скоротити цикл ТПВ та підвищити точність виготовлення деталей, що, в свою чергу, призвело до зниження трудомісткості робіт при складанні корпусів суден. Аналітична підготовка даних по

обводам корпусу судна виконувалася на кафедрі Технології суднобудування МКІ, а трасування стиків, пазів та конструктивних ліній в системі ГЕОКОД, що було розроблена в ЦНДІТС. Для розгортання 90% листів зовнішньої обшивки використовували програму, розроблену в Миколаївському Обчислювальному Центрі (МОЦ) спільно з МКІ. Програма розгортання листів забезпечувала формування на перфострічці геометричної інформації про деталі в символах КОДС, яка використовувалася для створення УП вирізки. Для виконання робіт по аналітичному визначенню форм та розмірів інших деталей, в системі КОДС було створено математичну модель корпусу судна відповідно до стандартів плазових робіт та з використанням отриманих на попередньому етапі таблиць ординат корпусу й трас конструктивних ліній [5].

Комплексне виконання робіт з ТПВ при побудуванні головного нафторудовозу «Борис Бутома» на базі аналітичних методів та засобів електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) дозволило передати заводу-будівнику наступну документацію: таблиці плазових ординат, таблиці трас пазів та конструктивних ліній, карти технологічних процесів на виготовлення деталей, УП вирізки, контуровочні ескізи для вузлового та секційного складання. Ця робота призвела до зниження трудомісткості та циклу плазової підготовки приблизно на 20%. Підвищення точності виготовлення деталей призвело до зростання продуктивності праці при складальних роботах на 10-15% [5].

Таким чином, наприкінці 70-х років Миколаївські розробники створили цілком ефективні засоби для вирішення окремих задач ТПВ. Втім, суднобудівні підприємства потребували охоплення усього кола задач негайно, і керівництво СРСР прийняло рішення закупити на Заході готову інтегровану систему, що забезпечить комплексну автоматизацію усіх етапів ТПВ. У 1979 Міністерство суднобудівної промисловості придбало у компанії SENER Ingenieria y Systemas S.A. (Іспанія) систему FORAN. За планами це повинно було закрити усі питання. Однак так не сталося. При виробничому впровадженні швидко з’ясувалося, що FORAN не повністю відповідає вітчизняній ТПВ й деякі інші непередбачені питання зробили неможливим очікуваний ефект.

Для подолання цієї ситуації на державному рівні прийняли рішення частково адаптувати FORAN шляхом переробки окремих модулів та розробки нових модулів для тих задач ТПВ, що не забезпечувалися цією системою. FORAN постачався разом з вихідними кодами, тож завдання виглядало як цілком реальне. В практичну реалізацію адаптації життя знову внесло корективи. Хоча колектив розробників в Ленінграді централізовано займався цим завданням з повноваженням залучати будь які ресурси, одночасно в Миколаєві науковці продовжили свої незалежні дослідження й розробки. Ленінградська система отримала назву АТОПС («Автоматизация технологического обеспечения постройки судна») і в подальшому вона частково живилася й Миколаївськими розробками.

З появою у промисловості машин теплової різки «Топаз» та «Бірюза», що мали блок маркування деталей, КОДС у ході розвитку трансформувалася в систему КОБРА («Комлексная ОБРаботка»). Система КОБРА виявилася дуже вдалою, порівняно з аналогами вона дозволяла суттєво пришвидшити випуск перфострічок з маршрутом різання і масово постачалася на підприємства суднобудівної та машинобудівної галузей разом з МТР «Кристал». Понад 70 підприємств суднобудівної та машинобудівної галузей впровадили систему КОБРА для ТПВ. КОБРА забезпечила зниження трудомісткості порівняно з ручною підготовкою УП в 4-5 разів, а зниження собівартості в 3-4 рази при суттєво вищій якості за рахунок виключення помилок [6, 7]. Вдалу реалізацію системи КОБРА залучили в якості складової частини в АТОПС.

З 1977 року в МОЦ (НВЦ – рус.) колектив розробників почав створювати систему ПЛАТЕР («ПЛАзово-ТЕхнологические Расчеты») [8]. Система забезпечувала вирішення задач – моделювання корпусу судна, опис деталей та випуск УП для МТР. В 1980 році почалося промислова експлуатація системи ПЛАТЕР. МОЦ виконував плазово-технологічні розрахунки на замовлення суднобудівних підприємств колишнього СРСР. В наступні роки ПЛАТЕР впроваджувався на Херсонському Суднобудівному Виробничому Об’єднанні, на заводах

«Океан» та ім. 61-го Комунара (м. Миколаїв), «Залив» (м. Керч), на Волгоградському суднобудівному заводі, заводі «Ока» (м. Навашино, Росія) та інші.

В 1985 році ПЛАТЕР увійшов до складу єдиної галузевої суднобудівної системи СРСР - АТОПС - ПРОЕКТ 1 – ПЛАТЕР [9]. До кінця 80-х років ПЛАТЕР окремо або у складі об'єднаної системи використовували понад 30 підприємств галузі – Адміралтейський Суднобудівний Завод (м. Ленінград), «Янтар» (м. Калінінград), ЦКБ «Чорноморсуднопроєкт» (м. Миколаїв) та інші. В 1990 році почалася промислова експлуатація системи ПЛАТЕР на персональних комп'ютерах IBM PC/AT у середовищі операційної системи MS-DOS.

Задачу автоматизації розкрою листового прокату в якості окремого модулю системи ПЛАТЕР вирішувала підсистема РАЛИ («РАскрой ЛИстов»), розробкою якої в МКІ займався колектив під керівництвом Партаса В.К. [10]. РАЛИ забезпечувала створення запусків металевого прокату в обробку з бази даних (БД) системи ПЛАТЕР, формування груп спільного розкрою, автоматичне формування карт розкрою, призначення маршруту вирізки та повернення цих даних у БД системи ПЛАТЕР для генерування УП. Тема автоматизації розкрою листового прокату була одним з найпотужніших напрямків у МКІ і в науковому плані результати досліджень були зафіксовані у дисертації к.т.н. Віктора Кириловича Партаса [11].

У другій половині 80-х років розробки ЦНДІТС призвели до створення системи ГЕПАРД («ГЕометрические Построения и Аналитический Расчет Деталей»). Ця система теж вже була призначена для комплексного вирішення задач ТПВ, вона забезпечувала – створення математичної моделі корпусу судна, трасування стиків, пазів та ліній набору, розгортання листів зовнішньої обшивки, опис деталей конструкції корпусу, опис карт розкрою й маршруту вирізки та розрахунок УП.

Тож з наведеного переліку ми бачимо, що певним чином існувала конкуренція наукових шкіл та розробників не лише у межах СРСР, а, навіть, у Миколаєві, де колективи ЦНДІТС та МОЦ (що згодом став Чорноморським філіалом ЦНДІ «Центр») паралельно створили та запровадили у виробництво засоби з аналогічною функціональністю. Ця конкуренція базувалася як на персональних амбіціях учасників розробок, та і пояснювалася тим, що вітчизняні засоби автоматизації у цей час проходили період становлення, ідеальних рішень просто не існувало і це спонукало до нових досліджень.

90-ті роки принесли декілька нових чинників у цей процес – планова економіка СРСР відійшла у минуле, дослідні теми стали приймати початкові ознаки бізнесу. В НДІ «Центр» разом с системою ПЛАТЕР почав розвиватися новий проєкт – система ДЕЙМОС («ДЕталювання Й МОделювання Судна»), що вже повинна була забезпечити не лише автоматизацію ТПВ, а й процесу проєктування. Тобто це була повноцінна Українська CAD/CAM суден, що довгий час конкурувала с кращими світовими CAD/CAM. Система ДЕЙМОС забезпечувала виконання наступних задач: моделювання корпусу судна, розробка робочих креслень конструкцій корпусу, опис деталей, автоматизований розкрій листового прокату (підсистема РАЛИ, МКІ), випуск УП для МТР, розрахунок інформації для виготовлення та налаштування складальних постілів, підготовка конструкторської та технологічної документації.

Розквіт систем ДЕЙМОС та ПЛАТЕР, які інтегрувалися до ступеню нероздільності, прийшовся на кінець 90-х, початок 2000-х років. У цей час Миколаївські ПКБ отримали масові замовлення на проєктування або на аутсорсінг частини робіт від закордонних верфей, а Миколаївські заводи отримали друге дихання – на «Океан» прийшов DAMEN Shipyards Group, а на заводі ім. 61-го Комунара (сьогодні – Миколаївський Суднобудівний Завод) будували судна греки та норвежці. Декілька підприємств застосовували у виробничому процесі системи ДЕЙМОС/ПЛАТЕР для забезпечення діяльності верфей в Україні (Миколаїв, Київ, Кілія, Керч, Севастополь, Херсон), Латвії (Рига та Лієпая), Естонії (Таллінн), Польщі (Гданськ) та інших країнах. Найбільш масовими користувачами цих систем були НДІ «Центр» та ТОВ «Торола». Конструкторську та технологічну документацію підготовлено для десятків суден – танкерів, сейнерів, паромів, патрульних та лоцманських катерів тощо.

Стагнація вітчизняного суднобудування наприкінці 00-х років, викликана негативними тенденціями в сфері урядової політики а також деякими суб'єктивними факторами, призвела й до занепаду українських інтегрованих суднобудівних систем. Великі суднобудівні заводи призупинили свою роботу, а ПКБ, що стали працювати на західний ринок, перейшли на використання світових CAD/CAM. Хоча по окремим підприємствам й сьогодні успішно використовують ДЕЙМОС/ПЛАТЕР для проєктування суден й ТПВ.

Хоча складні інтегровані системи більше не мали змоги розвиватися, по окремим напрямкам дослідження продовжувалися [12, 13], а згодом привели й до появи продуктів світового рівня. Дослідження методів та засобів автоматизації розкрою, що велися в Кораблебудівному інституті, дозволили створити комерційне програмне забезпечення розкрою листового й профільного прокату.

З 1999 року на ринку активно впроваджується програма розкрою АСТРА («Автоматизированная Система Технологических РАсчетов») для підприємств будь якої галузі – суднобудування, машинобудування, будівництва, меблевої промисловості тощо. Два окремі продукти існують під різні задачі: Астра Розкрій - під гільйотинний та лінійний розкрій та Astra S-Nesting - під розкрій деталей довільної форми. Зручний інтерфейс користувача, добрий алгоритм розкрою, потужні функції програм забезпечують їх успіх у конкурентному середовищі. Загалом декілька тисяч впроваджень на усіх континентах світу налічують програми розкрою Миколаївських розробників. Серед відомих підприємств, що впровадили наші програми розкрою – завод електротехнічного устаткування Siemens (США), IKM Mekaniske Kristiansund AS (Норвегія), Unicab (Канада), авіаційний завод «Антонов», підприємство аерокосмічної галузі «Объединение Коммунар», ФСК «Море», ПКБ C-Job Nikolaev, Миколаївська верф Smart Maritime Group (колишня назва – ЧСЗ) та інші [14].

Цей успіх наявно свідчить, що Миколаївську наукову школу автоматизації розкрою збережено повністю. Втрати інших розробок прикрі, але ніщо не марно на пройденому шляху – зроблено багато і є чим пишатися. Більш за все цей шлях свідчить, що все можливо для тих, хто не покладає руки і наполегливо працює. Сьогодні ми нагально потребуємо реформ в країні, термінового покращення інвестиційного клімату та відродження вітчизняних верфей. А разом з цим прийдуть й нові виклики і, ми впевнені, Миколаївські науковці й розробники подолають їх не менш успішно.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Ковтун А.Д., Ничипоров М.Н., Фатеев Н.В. (1972). Развертывание листов наружной обшивки на ЭВМ. *Труды НКИ*. – Николаев: НКИ, 53.

[2] Ничипоров М.Н., Тимошенко В.Я., Тихомиров В.А.(1977) Автоматизация определения формы и размеров плоских деталей корпуса судна. *Труды НКИ*. – Николаев: НКИ, 121, 18-27.

[3] Фатеев Н.В. Исследование и формализация процессов построения и использования модели судовой поверхности в условиях автоматизированной системы технологической подготовки производства: *дис… канд. техн. наук: 05.08.04 (1979) НКИ; науч. рук. М.Н. Ничипоров.* – Николаев, 175 с.

[4] Тимошенко В.Я. Исследование и разработка метода рационального раскроя листового проката с применением ЭВМ при технологической подготовке производства в судостроении (1980): *дис канд. техн. наук: 05.08.04 / В.Я. Тимошенко; НКИ; науч. рук. М.Н. Ничипоров*. – Николаев, 298 с.

[5] Пыжик А.Д., Савранский А.З., Федчун Е.П. Опыт плазово-технологической подготовки производства на основе применения аналитических методов и ЭВМ (1977), *Судостроение*, 12, 40-43.

[6] Средства механизации и автоматизации производства (1990). *Информационный бюллетень, Судостроение,* 34-36.

[7] Пасик Я.А. Разработка методов автоматизированного проектирования технологических операций изготовления листовых деталей корпуса судна на машинах с ЧПУ (1986), *дис. канд. техн. наук: 05.08.04/ Я.А. Пасик; НКИ; науч. рук. А.А. Мильто*. Николаев, 191

[8] Чумак В.П., Черно Ф.И. ПЛАТЕР – система автоматизации плазово-технологических расчетов на ЕС ЭВМ (1984)., *Л.: ЦНИИ «РУМБ»*, Вопросы судостроения, 36, 92-95.

[9] Михайлов В.С. Создание сквозной объединенной системы АТОПС - ПРОЕКТ 1 – ПЛАТЕР (1986). *Л.: Судостроение*, 3, 22-27.

[10] Вдовенко В.Н., Партас В.К., Чумак В.П. Использование пакета программ РАСКРОЙ в составе автоматизированной системы плазово-технологических расчетов (1985). *Технология судостроения и сварочного производства: Сб. науч. тр.*, Николаев: НКИ, 7-11.

[11] Партас В.К. Автоматизация раскроя листового проката в технологической подготовке судостроительного производства (1989): *дис. канд. техн. наук: 05.08.04 / В.К. Партас; НКИ; науч. рук. М.Н. Ничипоров.* Николаев, 184 с.

[12] Партас В.К., Удовицкий Д.В. Системы автоматизированного раскроя листовых материалов в промышленности (2001). *Материалы конференции ОПТИМ-2001.*СПб: ЦНИИТС, 123-125.

[13] Удовицкий Д.В. Автоматизированная система раскроя листового проката в судостроении (2001), *дис. канд. техн. наук: 05.08.04 / Украинский гос. морской технический ун-т им. адмирала Макарова*., Николаев, 171с.

[14] Программы автоматизации раскроя промышленных материалов: Взято з http://astranest.com.ua/

Development of Mykolaiv school of Computer Aided Manufacturing and Process Planning

Dmitro Udovitsky[1], Partas Viktor[2]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The history of creation and development of the Mykolaiv school of computer aided manufacturing and computer aided process planning is retrospectively considered. The contribution of groups and individuals is shown. The list of systems, their functionality and examples of practical application allow to trace results of researches and developments of the Mykolaiv scientists in this sphere.

Keywords: automation system, CAM, CAPP, numerical control, CNC, nesting.

УДК 681.518.5

ІННОВАЦІЙНІ ІНСТРУМЕНТИ ВИРІШЕННЯ СУЧАСНИХ ЗАВДАНЬ СУДНОБУДІВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Яглицький Ю.К.[1], Кудашев О.О.2
1кандидат технічних наук, доцент кафедри суднобудування та ремонту суден Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
yahlytskyiyurii@gmail.com
2магістрант
Gooseviberuss@gmail.com

Анотація. У роботі розглядається поточні тренди і комплекси технік і інформаційних технологій, що дозволяють встановити новий рівень організації виробництва та управління ланцюжком створення вартості протягом усього життєвого циклу продукції, що випускається,

знизити рівень забруднення навколишнього середовища від морського транспорту, а також вирішити нагальні проблеми підприємств морського транспорту і складових галузей.

Ключові слова: суднобудівний ринок, автоматизовані інформаційні технології, «зелене судноплавство», морський кластер.

У сучасних умовах світова економіка переживає час швидких змін і великої невизначеності. За оцінками експертів ООН очікується, що обсяг виробництва, який скоротився в розвинених країнах, невдовзі почне відновлюватися. При поточному падінні попиту і відкладання інвестиційних рішень загострилася конкурентна боротьба на суднобудівному ринку. Враховуючи що суднобудування є одним з найважливіших секторів економіки як в розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються, і надає мультиплікативний ефект на розвиток ряду суміжних галузей за рахунок створюваних технологій та їх впровадження в інших секторах промисловості, необхідно застосовувати новітні форми вирішення виникаючих проблем. Методами їх вирішення можуть бути цифровізація та активне впровадження автоматизованих інформаційних технологій, пов'язаних з Індустрією 4.0 і здатних дати конкурентну перевагу в нових умовах [1].

Четверта промислова революція (Індустрія 4.0) передбачає новий підхід до виробництва, заснований на масовому впровадженні інформаційних технологій (IT) в промисловість, масштабної автоматизації бізнес-процесів і поширенні штучного інтелекту.

Досвід лідерів світової суднобудівної промисловості показує, що ключовими факторами досягнення ефективної організації праці і конкурентоспроможності продукції є реорганізація схеми інформаційних потоків і системи управління виробничими процесами. Основним елементом досягнення цієї мети є використання IT.

Сучасний етап розвитку IT в промисловості і техніці пов'язаний з PLM-технологіями (Product life-cycle Management, раніше CALS-технологіями - Continuous Acquisition and life-cycle Support) створення, підтримки і застосування повної електронної моделі даних про виріб в рамках єдиного інтегрованого інформаційного простору на всіх етапах життєвого циклу продукції - від проектування до експлуатації та утилізації [2].

По суті PLM-технології - це стратегія, яка спрямована на створення і розвиток новітніх методів проектування, виробництва і експлуатації різних видів продукції, що включає: структуру та методи управління підприємством, при яких весь документообіг здійснюється в рамках єдиного електронного простору; стандарти на подання та обмін інформацією; програмно-технічні засоби, що забезпечують необхідні методи управління та базуються на єдиних міжнародних стандартах.

Основні принципи, що сприяють ефективному впровадженню на верфі PLM-технологій, наступні:

- врахування вимог та можливостей сучасних PLM-технологій у програмах реформування верфі для забезпечення їх максимальної ефективності;
- постійний реінжиніринг структур і бізнес-процесів з метою підвищення їх ефективності та забезпечення якості на основі впроваджуваних систем автоматизації;
- використання повної електронної моделі судна як основного джерела інформації в рамках єдиного інформаційного простору для скорочення витрат на документообігу і зниження ймовірності помилок;
- гармонізація та інтеграція засобів PDM/CAD/CAM/ERP, що використовуються, для досягнення їх оптимальної функціональної збалансованості та забезпечення максимального ефекту від застосування.

Роль інформаційних платформ, які забезпечують стійкість бізнес-процесів, буде зростати і надалі. Ті компанії, які першими запропонують свої напрацювання в цій сфері, отримають конкурентну перевагу.

У світі постійно посилюються екологічні вимоги, і новим трендом в суднобудуванні є так зване «зелене судноплавство» - комплекс технік і технологій, що дозволяють знизити рівень забруднення навколишнього середовища від морського транспорту [3]. Міжнародною морською

організацією IMO (International Maritime Organization) був здійснений ряд технологічних інновацій з підтримки судноплавної галузі в «озелененні» сектора судноплавства, що призвело до розробки суден, обладнання та пального, які більш безпечні екологічно. Судна з газовими двигунами, що використовують більш ефективні енергетичні матеріали, «чистими двигунами» (з електроприводом гребного гвинта) і новим дизайном корпусу знаходять все більший попит у судновласників. Суднобудівні верфі також починають зосереджуватися на «зеленій логістиці», яка дозволяє скоротити відходи і забруднення на всьому ланцюжку виробництва і поставок.

У поточних умовах розвитку економіки і глобалізації ринків позитивний вплив на розвиток морської індустрії на Україні може надати об'єднання зусиль з іншими підприємствами – створення Морського кластеру України - структури, яка забезпечить ефективну взаємодію підприємств морегосподарського комплексу (верфей, інжинірингових, проектних і конструкторських компаній) з науковими та навчальними закладами, органами місцевої влади та міжнародними партнерами, що співпрацюють з метою впровадження технічних нововведень для поліпшення діяльності морської галузі [4].

В цілому, у морегосподарській діяльності кластер будується навколо морського транспорту (або морських перевезень), морських портів і супутніх морських послуг і відіграє особливу роль в силу об'єктивно високої взаємопов'язаності складових галузей (суднобудування, судноремонтні роботи, виробництво морського обладнання і морський видобуток нафти і газу), обмеженості прибережної зони (в просторовому аспекті), особливості взаємодій «морське середовище – економіка».

Створення морського кластера дозволить здійснювати координацію планів розвитку різних галузей, пов'язаних як технологічно, так і просторово у використанні єдиної прибережної зони і допоможе вирішити нагальні проблеми підприємств морського транспорту і складових галузей, що особливо актуально зараз, коли державна підтримка морегосподарській діяльності починає обговорюватися.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Индустрия 4.0: семь фактов // PLM Эксперт. Инновации в промышленности. 2017. №9. С. 34-37.

[2] Применение информационных технологий при создании судостроительной продукции / О. Г. Соколов, А. М. Плотников, Г. В. Багаев, В. А. Рогозин, В. И. Куперштейн // Судостроение. 2004. № 5. С. 78-83.

[3] Скаридов А.С. «Зеленое судоходство» и проблема устойчивого использования морского транспорта // Международное право и международные организации / International Law and International Organizations. - 2021. - № 1. С. 31-45.

[4] Гребенник Н. Г. Методические основы оценки перспективности создания морского кластера и практическая их реализация в Украине / С. В. Крыжановский, Н. Г. Гребенник // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. праць. - Вип. 28. - Одеса: ОНМУ, 2008. - С. 14-27.

INNOVATIVE TOOLS FOR SOLVING MODERN TASKS OF THE SHIPBUILDING INDUSTRY

Yahlytskyi Yurii[1], Kudashev Oleksii[2]

[1,2]Kherson branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The paper considers current trends and complexes of techniques and information technologies that allow to establish a new level of organization of production and value chain management throughout the life cycle of products, reduce pollution from maritime transport, as well as solve urgent problems of maritime transport enterprises. and constituent industries.

Key words: shipbuilding market, automated information technologies, "green shipping", maritime cluster.

Секція № 2. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У КОНСТРУЮВАННІ І ПРОЕКТУВАННІ СУДЕН ТА ОБ'ЄКТІВ ОКЕАНОТЕХНІКИ

УДК 629.5.01

О ПРОЕКТУВАННІ СУЧАСНОГО ВАНТАЖНОПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА «АДМІРАЛ НЕВЕЛЬСЬКОЙ» ПРОЕКТУ PV22 З ВИСОКИМ ЛЬОДОВИМ КЛАСОМ

Єгоров Г. В.[1], Єгоров О.Г.[2], Ільницький І. А.[3]
[1]доктор технічних наук, професор;
Морське Інженерне Бюро, Україна, Одеса
[2] кандидат технічних наук, т.в.о. генерального директора;
Морське Інженерне Бюро, Україна, Одеса
egorovag@meb.com.ua
[3]перший заступник генерального директора, головний конструктор;
Морське Інженерне Бюро
Україна, Одеса
ilnitskiy@meb.com.ua

Анотація. Виконано аналіз характеристик діючих вантажопасажирських суден для забезпечення пасажиропотоку і вантажопотоку на лінії Сахалін - Курильські острова. Проаналізовано путьові умови. Визначено основні характеристики судна нового покоління проекту PV22. Наведено досвід проектування і будівництва суден проекту PV22.

Ключові слова: проектування; аналіз; характеристики; соціальна значимість.

22 грудня 2020 року Невський суднoремонтно-суднобудівний завод здав головне вантажопасажирське судно проекту PV22 "Адмірал Невельської" на 146 каютних пасажирів для Сахаліну і Курил.Цікаво відзначити, що такі морські пасажирські судна, як і річкові круїзні, на вітчизняних заводах теж не будувалися майже 30 років. Останнім був невеликий "Гіпаніс", 1992 року побудови Хабаровського заводу на 36 пасажирів. На частку морського транспорту в регіонах Далекого Сходу припадає понад 90% всього вантажопотоку. Лінії, які забезпечують пороми і вантажопасажирські судна на Далекому Сході - це одночасно і механізм вирішення проблеми транспортної доступності, і завезення соціально значущих вантажів, це і необхідний для економіки Сахаліну, Камчатки, Курил інструмент доставки палива, товарів, сировини і продукції. Курильські острова, що входять до складу Сахалінської області, простягаються на 1200 км від південного краю Камчатки в південно-західному напрямку до острова Хоккайдо (Японія) і включають в себе 30 островів. Населення проживає постійно тільки на Парамуширі, Ітурупі, Кунаширі і Шикотані. Доставка жителів і гостей регіонів - або авіацією, або морем. Інших варіантів немає.

Активізація створення нових суден для забезпечення транспортної доступності Далекого Сходу сталася у другому десятилітті XXI століття. До цього основне навантаження несли на себе «старі» судна, більшість з яких була побудована ще за радянських часів.

До початку 90-х років діяли численні пасажирські лінії (за станом на 1988 рік), в тому числі три лінії Далекосхідного морського пароплавства на Курили. При цьому, крім перевезень звичайних, регулярно здійснювалися перевезення екіпажів в райони промислу, забезпечувалось завезення робочих на рибокомбінати Курильських островів і перевезення інших ділових пасажирів.

У нинішньому столітті на лініях Сахалін - Південні і Середні Курили (острова Кунашир, Шикотан, Ітуруп), Камчатка - Північні Курили (острів Парамушир) в експлуатації залишилося всього два вантажопасажирських судна:

1. Вантажопасажирське судно «Ігор Фархутдинов». Проект В-961. Тип «Ганна Ахматова». 1991 року побудови (Гдиня, Польща). Довжина х ширина х висота борта х осадка: 88,98 м х 17,61 м х 10,30 м х 5,30 м. Швидкість 14,3 вузлів. Льодовий клас UL (по новому Arc 5). Пасажири - 150 в 2-х і 4-х місцевих каютах з туалетом і душем. Екіпаж 49. Трюм обсягом 208 куб. м. Кран вантажопідйомністю 3,2 тонни.

2. Вантажопасажирське судно «Гіпаніс». Проект 16151. 1992 року побудови Хабаровського заводу. Довжина х ширина х висота борта х осадка: 55,76 м х 9,51 м х 5,16 м х 4,22 м. Швидкість 12,2 вузла. Льодовий клас L2 (по новому Ice 3). Пасажири - 36 в каютах. Кран вантажопідйомністю 3,0 тонни.

Крім того, на регулярній лінії Сахалін - Курили поставили вантажне судно «КДН-1».

Аналіз вітро-хвильових і льодових умов, а особливо пасажиропотік і сполучення з іншими видами транспорту, настільки відрізняються в кожному далекосхідному регіоні, що, по суті, призводить до створення різних концептів вантажопасажирських суден, які відповідають цим обмеженням. Відповідно розглядаються можливі напрямки і лінії по регіонах. Головні параметри нових суден обмежуються умовами заходу в порти Курильських островів, судно повинно мати власні засоби завантаження / розвантаження на необладнані кранами причали. Цілорічна експлуатація судна, в тому числі, в умовах Охотського моря, визначає розрахункові температурні режими і льодові посилення.

За результатами аналізу Бюро був розроблений концепт вантажопасажирського судна з льодовим класом Arc4 проекту PV22.

Судно проекту PV22 призначене для перевезення 146 пасажирів, генеральних вантажів, контейнерів (в т.ч. рефрижераторних) і автомобілів і обладнано вантажним краном з можливістю виконувати вантажні операції на необладнаному березі.

Концепт проекту PV22 має поліпшену льодопрохідність, так як він був виконаний на базі арктичного рятувальника проекту MPSV07 [1], поліпшені маневрені якості в порівнянні з існуючими суднами за рахунок підрулюючого пристрою і 2 гвинтів. Обсяг трюму - 895 куб. м (проти 208-215 куб. м. на існуючих суднах).

Судно має можливість перевезення 24 контейнерів, в тому числі 8 рефрижераторних і 6 легкових автомобілів на палубі. Резервування руху забезпечено за рахунок двохвальної дводвигунової установки. Є каюта для людей з обмеженими фізичними можливостями та каюта матері і дитини.

Загальне розташування судна проекту PV22 представлено на рисунку 1.

Судно побудовано на клас РМРС КМ ✪ Arc4 (hull; power) 1 AUT1-ICS BWM (T) CONT (deck, cargo hold) DG (pack) Passenger ship.

Головні розмірення судна проекту PV22: довжина габаритна - близько 75,00 м; довжина розрахункова - 69,72 м; довжина між перпендикулярами - 68,70 м; ширина габаритна - близько 16,00 м; ширина по КВЛ - 15,50 м; висота борта розрахункова - 6,70 м; осадка по КВЛ - 5,00 м.

Пасажири розміщуються в 38 каютах з природним освітленням (на судні немає внутрішніх кают як на старих суднах) в трьох блоках на головній (3-я палуба) і верхній палубах (4-я палуба). На верхній палубі в носовому блоці розташовані 16 пасажирських кают, включаючи одну одномісну каюту класу люкс. У носовому блоці головної палуби розміщується ще 18 дво- / чотиримісних пасажирських кают. Каюта для 1-2-х пасажирів з обмеженими здібностями і супроводжуючого, каюта матері і дитини, а також ще додатково дві каюти з числа двомісних, що відповідають вимогам, що пред'являються до кают матері і дитини, розташовані в середній частині головної палуби з правого борту в місці найменш схильному хитавиці.

Загальна кількість стаціонарних спальних місць - 86/146 в залежності від використання кают з відкидними верхніми ліжками для двомісного / чотиримісного розміщення. Всі пасажирські каюти обладнані індивідуальними санвузлами з душем, шафами для одягу по

числу пасажирів, відкидними столиками, стільцями, радіо трансляцією, телевізійною та комп'ютерною мережами. Громадські туалети для пасажирів передбачені на головній палубі в кормовому вестибюлі і в коридорі на верхній палубі поруч з баром.

В якості основних засобів руху і управління судна проекту PV22 використовують два льодових гвинта регульованого кроку діаметром 2800 мм і два обтічних напівпідвісних напівбалансірних керма. Головна енергетична установка - дизельна, що складається з двох головних двигунів потужністю по 1800 кВт кожний. Пропульсивний комплекс забезпечує судну швидкість ходу 14,7 вузлів (за результатами випробувань головного судна).

Електростанція включає в себе три допоміжних дизель-генератора по 332 кВт кожний, два валогенератора по 500 кВт і аварійний дизель-генератор 214 кВт. Запаси палива забезпечують автономність судна 15 діб при дальності плавання близько 5000 морських миль.

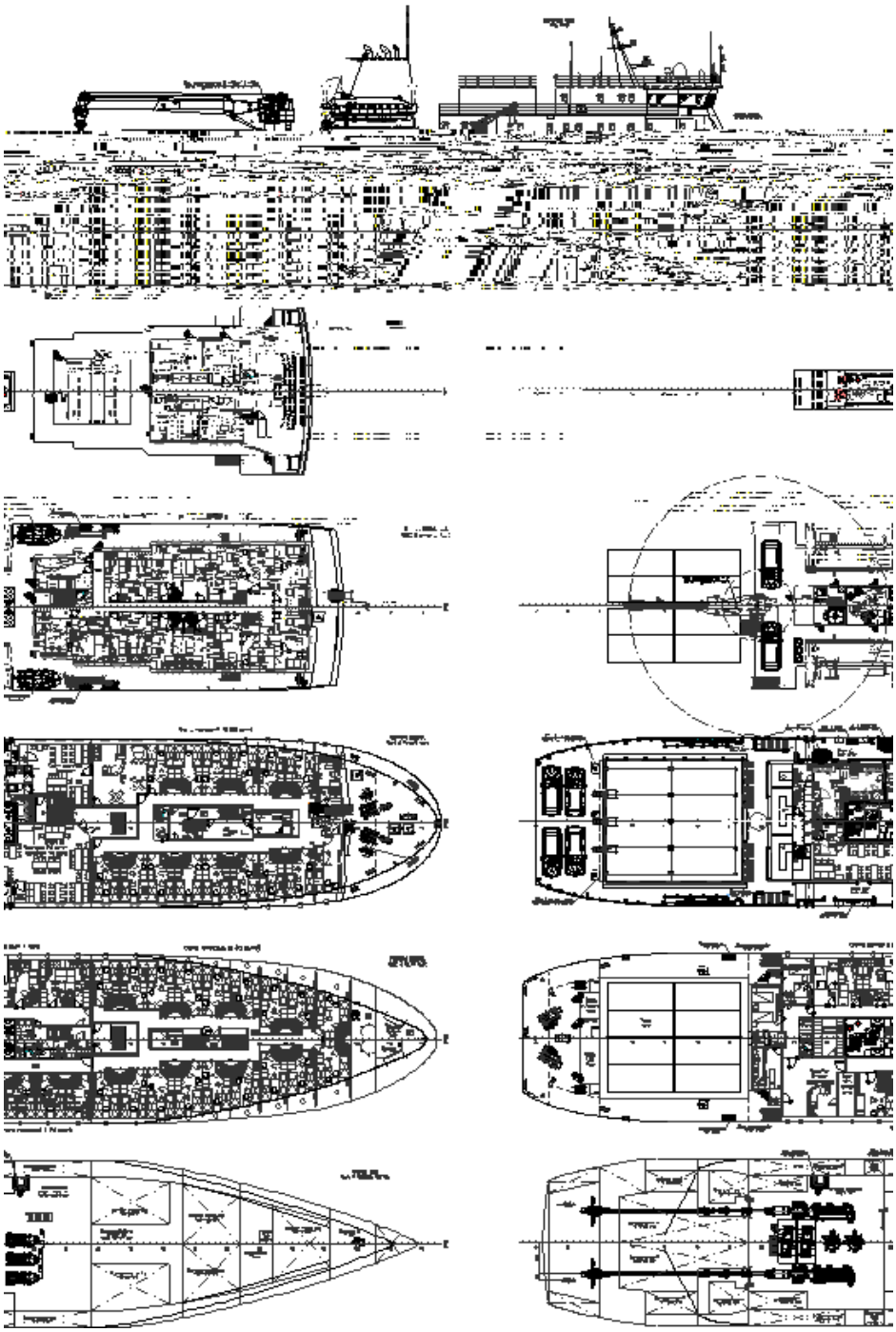


Рисунок 1. Загальне розташування вантажопасажирського судна проекту PV22

На судні виконані заходи по екологічним вимогам у відповідності з керівними нормативними документами та вимогами Правил МАРПОЛ.

Як матеріал основних конструкцій корпусу застосована суднобудівна сталь категорії D36 з межею плинності 355 МПа. На судні 8 головних водонепроникних поперечних перегородок, що розділяють корпус на 9 непроникних відсіків.

Завантаження на судно і вивантаження генеральних вантажів, 20 футових контейнерів (з максимальною масою 30,5 т), легкових автомобілів і виконання інших вантажопідйомних операцій виконується електрогідравлічним вантажним краном вантажопідйомністю 35 т при вильоті 12 м з телескопічною стрілою з вантажопідйомністю 4 т при вильоті 18 м .

Судно призначене для перевезення в трюмі генеральних вантажів і контейнерів (в т.ч. рефрижераторних) в трюмі і на люкових кришках. Небезпечні вантажі (легкові автомобілі з паливом в баках) перевозяться на відкритих палубах.

При осадці 5,00 м по літню вантажну ватерлінію дедвейт судна становить близько 1780 тонн. Основний тягар розміщується в трюмі обсягом 895 куб. метрів і на люкових кришках площею 155 кв.м. Легкові автомобілі до 6 одиниць (4 в кормовій частині верхньої палуби і 2 в кормовій частині палуби комскладу). Контейнеромісткість становить 24 20-футових контейнера (16 в трюмі в 2 яруси і 8 на люкових кришках в один ярус).

Висновок. Можливості вантажопасажирських суден проекту PV22 (кількість пасажирів, контейнери, потужний кран, серйозна льодова категорія і хороша льодопрохідність), які дозволяють їм працювати для доставки людей і вантажів у віддалені родовища Далекого Сходу, в тому числі північного Сахаліну і Півночі, роблять цей проект дійсно унікальним. Перше судно серії вже успішно експлуатується, друге судно здано в експлуатацію і готується до переходу Північним морським шляхом до порту призначення.

REFERENCES

[1] Egorov, G., Khaustov, A., Avtutov, N. (2014). *The series of multifunctional salvage vessels of 4 MW power of arctic sailing area of MPSV07 project.* Sudostroenie. - №1 – 18-25. (in Russian).

About design of modern cargo-passenger vessel "Admiral Nevelskoy" of PV22 project with high ice class

Egorov Gennadiy , Egorov Alexander1, Ilnitskiy Igor2
[1-2]Marine Engineering Bureau, Ukraine, Odessa

Abstract. The analysis of the characteristics of operating cargo-passenger vessels to ensure passenger and freight traffic on the Sakhalin-Kuril Islands line has been carried out. The way conditions are analyzed. The main characteristics of the new generation vessel of PV22 project have been determined. The experience of designing and building vessels of PV22 project is shown.

Keywords: design; analysis; characteristics; social .value.

УДК 629.5.01

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ КИТАЮ

Єгоров Г. В.[1] , Єгоров О. Г.[2],
[1]доктор технічних наук, професор$
Морське Інженерне Бюро, Україна, Одеса
[2] кандидат технічних наук, т.в.о. генерального директора;
Морське Інженерне Бюро, Україна, Одеса
egorovag@meb.com.ua

Анотація. Виконано аналіз водного транспорту Китаю. Показано, що перші три (за обсягом перевезень) в світі річки - китайські Янцзи, Перлова ріка і Великий канал. Проаналізовано етапи розвитку водного транспорту Китаю.

Ключові слова: флот; аналіз; економіка; водний транспорт.

Послідовні 40-річні зусилля керівництва Китаю в розвитку тріади "вантажна база - шляхові умови - флот" забезпечили стрімке, фантастичне зростання водного транспорту в КНР. Сьогодні в світі тільки по шести річковим водним шляхам перевозять більше 100 млн. тонн вантажу на рік. Перші три з них (за обсягом) - китайські Янцзи, Перлова ріка і Великий канал, потім йдуть Рейн, Міссісіпі і Меконг.

За 2019 рік на річках Китаю перевезли 3913 млн. тонн вантажу, що більше, ніж на всіх річках світу, разом узятим, включаючи лідерів - США і Європу. До цього слід додати ще й 2727 млн. тонн в ріка-море і каботажному плаванні.

Для інформації: Росія - 120 млн. і 25 млн., США - 521 млн. (включаючи Великі Озера) і 158,8 млн., ЄС + Великобританія - 544,7 млн. і 70 млн. відповідно. В'єтнам - 132 млн. по річці Меконг.

Вантажообіг водного транспорту КНР склав 1 630 млрд. тонно-кілометрів. Середній пробіг склав 416 км. Всі інвестиції в розвиток водного транспорту склали за 2019 рік 61,4 млрд. юанів або приблизно 9,3 млрд. доларів США. Плюс каботажні морські і річка-море перевезення КНР - це ще 3 360 млрд. тонно-кілометрів вантажообігу.

Підсумок: в 2019 році суднами у внутрішніх вантажоперевезеннях КНР перевезено 6,640 млрд. тонн, що в 1,5 рази більше, ніж залізницею (4,389 мільярда тонн). Вантажообіг суднами 4 990 млрд. тонно-км проти 3 018 млрд. тонно - км на зд (в 1,65 раз більше).

А адже ще 25-30 років тому все було не так. Водний транспорт в Китаї до початку 80-х років розглядався як архаїчний, а річки - тільки як джерело води, як основа сільського господарства і як інструмент для гідроенергетики. Вантажі везли залізницею і автомобілями.

У 2019 темпи зростання вантажних перевезень водним транспортом перевищили темпи зростання автомобільних перевезень.

Структура перевезень в країні істотно змінилася - і це результат наполегливої роботи керівництва КНР протягом сорока років.

У 2019 протяжність судноплавних водних шляхів в Китаї склала 127 300 км, з них з гарантованими габаритами суднових ходів 66 700 км. Водні шляхи класу III і вище (судна вантажопідйомністю 1000 тонн і вище) склали 13 800 км або 10,8%.

Основні судноплавні річки (Янцзи, Перлова) в основному розташовані в економічно розвинених і густонаселених районах, і всі вони впадають в море із заходу на схід, що сприяє здійсненню комбінованих перевезень ріка-море. Китай має протяжну берегову лінію і масу портів, особливо в гирлах великих річок.

Традиції гідротехнічного будівництва в Китаї йдуть з глибокої давнини: Великий Канал будувався з 7 століття до нашої ери до 15 століття нашої ери. А це не багато і не мало - штучно створений канал шириною від 15 до 350 м на протязі 1700 км (в ті часи і з тими технологіями), який з'єднав дві основні водні артерії країни - Янцзи і Хуанхе.

Головна річкова магістраль КНР - річка Янцзи в 2019 році забезпечила перевезення 2,39 млрд. тонн вантажів.

Керівництво Китаю надає принципове значення розвитку "золотого поясу Янцзи" (суперрегіону з 11 провінцій і муніципалітетів). Голова КНР Сі Цзіньпін, виступаючи на спеціальному симпозіумі в листопаді 2020 року в місті Нанкіні, зазначив, що економічний пояс річки Янцзи повинен стати головною платформою для "зеленого" розвитку країни. Річка має стати основною артерією для плавної "подвійної циркуляції", яка дозволяє внутрішньому і зовнішньому ринкам доповнювати і підсилювати один одного. Це була перша внутрішня інспекційна поїздка Голови Сі після п'ятого пленуму ЦК КПК 19-го скликання, який проходив 26-29 жовтня і де було розглянуто 14-й п'ятирічний план на 2021-2025 роки.

Висновок. П'ять головних досягнень Китайської Народної Республіки до 2020 року в сфері водного транспорту:

1. Створена національна мережа водних шляхів з магістралями високої якості і великими портами в провідних регіонах країни на цих магістралях і в їх дельтах. Масштаб гідротехнічного будівництва та днопоглиблення вважається одним з кращих в світі. Станом на кінець 2019 року протяжність внутрішніх водних шляхів Китаю досягла 127 тис. кілометрів, посівши перше місце в світі. Із запланованих 19 000 кілометрів внутрішніх водних шляхів високого рівня досягли проектного стандарту шляхи протяжністю близько 13400 кілометрів, які з'єднують східну, центральну і західну частини Китаю. Мережа бічних річок і каналів з'єднуються з магістралями і морем.

Провідні річкові порти представляють собою комплексні транспортні вузли (хаби), які орієнтовані на перевалку в основному контейнерів, вугілля і руди.

2. Обсяги перевезень по річці є провідними в світі, а їх ефективність і прибутковість продовжують збільшуватися.

Кількість річкових суден в Китаї в 2018 році склала 124 345 одиниць сумарною вантажопідйомністю 129,2 мільйона тонн. Щорічний обсяг перевезень річковими суднами внутрішнього плавання досяг в 2019 році 3,913 мільярда тонн, а річний обсяг вантажних перевезень по магістральній лінії річки Янцзи становить 2,39 мільярда тонн, займаючи перше місце в світі.

При провідних річкових портах створені спеціалізовані причали, є обладнана портова територія зі значними площами. Йде прискорений розвиток мультимодальних перевезень, сучасної логістики і бізнес-послуг.

3. Йде постійне зростання частки річкового транспорту в транспортній системі країни.

У 2019 обсяг перевезень по річці і вантажообіг склав 8,3% і 8,2% від обсягу національних вантажних перевезень і вантажообігу за той же період, що на 2,5% та 4,3% відповідно більше, ніж у 2010 році.

Швидко розвивалися передові логістичні рішення, такі як інтермодальні залізнично-річкові перевезення і безперевалочні перевезення річка-море.

Обсяг перевезень вантажів у міжнародному сполученні ріка-море досяг 1,7 млрд. тонн, а обсяг інтермодальних перевезень досяг 202 тис. TEU.

Водний транспорт здійснює доставку масових вантажів через регіони в східній, західній і центральній частині КНР і є "стрижнем" транспортного коридору економічного пояса ріки Янцзи і комплексного транспортного коридору економічного пояса Перлової річки (Сіцзян).

4. Здійснюється постійний розвиток системи аварійно-рятувальної готовності на водному транспорті. Була створена система спостереження за безпекою судноплавства та забезпечення рятувальних операцій. Розвиваються засоби пошуку та порятунку людей в аварійних ситуаціях на річці та аварійного реагування на розливи нафти. Час реагування на провідних магістралях не перевищує 45 хвилин. Середній річний показник успішності пошуку і рятування на воді склав не менше 96%.

5. Вдалося забезпечити прорив в ключових напрямках забезпечення захисту навколишнього середовища. Йде активне будівництво берегових очисних споруд та зачисних станцій для наливних і хімічних вантажів, берегових терміналів для заправки зрідженим природним газом (ЗПГ), електропостачання суден від берегових мереж, будівництво суден, що працюють на ЗПГ і "батарейках".

Features of operation of water transport of China

Egorov Gennadiy , Egorov Alexander[1]
[1]Marine Engineering Bureau, Ukraine, Odessa

Text of the annotation. The analysis of water transport in China has been carried out. It is shown that the first three (by cargo volumes) rivers in the world are the Chinese Yangtze, the Pearl River and the Grand Canal. The stages of development of water transport in China are analyzed.

Keywords: fleet; analysis; economy; water transport.

УДК 629.5.01

ОСОБЛИВОСТІ РІЧКОВОГО ФЛОТУ КИТАЮ

Єгоров Г. В.[1] , Єгоров О. Г.[2],
[1]доктор технічних наук, професор$
Морське Інженерне Бюро, Україна, Одеса
[2] кандидат технічних наук, т.в.о. генерального директора;
Морське Інженерне Бюро, Україна, Одеса
egorovag@meb.com.ua

Анотація. Виконано аналіз річкового флоту Китаю. Показано, що на початку XXI століття Мінтранс КНР спільно з урядами провінцій запустив масштабну програму оновлення флоту. Весь флот водного транспорту КНР був оновлений і продовжує будуватися.

Ключові слова: річковий флот; характеристики; будівництво; вік.

У 1995 році на ВВШ КНР працювало 346 148 суден. Середня вантажопідйомність самохідного судна становила 51 тонну - по суті, це були традиційні судна типу джонок, з підвісними моторами, більшість віком понад 30 років (див. рисунок 1).

Рисунок 1. Класичні китайські джонки

На початку XXI століття Мінтранс КНР спільно з урядами провінцій запустив масштабну програму оновлення флоту. Термін служби судна був обмежений 30 роками.

Тільки на Великому Китайському Каналі було списано понад 40 тис. таких джонок, їх власникам було виплачено компенсацію в 1 млрд. юанів.

У 2001-2010 роках реалізована програма стандартизації суден.

У 2015 році вже половина суден відповідала державним стандартам (державні стандарти по вантажним суднам JT / T 447/1 -2001 і по контейнеровозам JT / T 447/2 -2001), а середня вантажопідйомність перевищила 800 тонн.

З 2009 року Мінтранс країни виділив 2 млрд. юанів на уніфікацію флоту Янцзи, к 2019 року середня вантажопідйомність судна на цій річці вже склала 1880 тонн (див. рисунок 2).

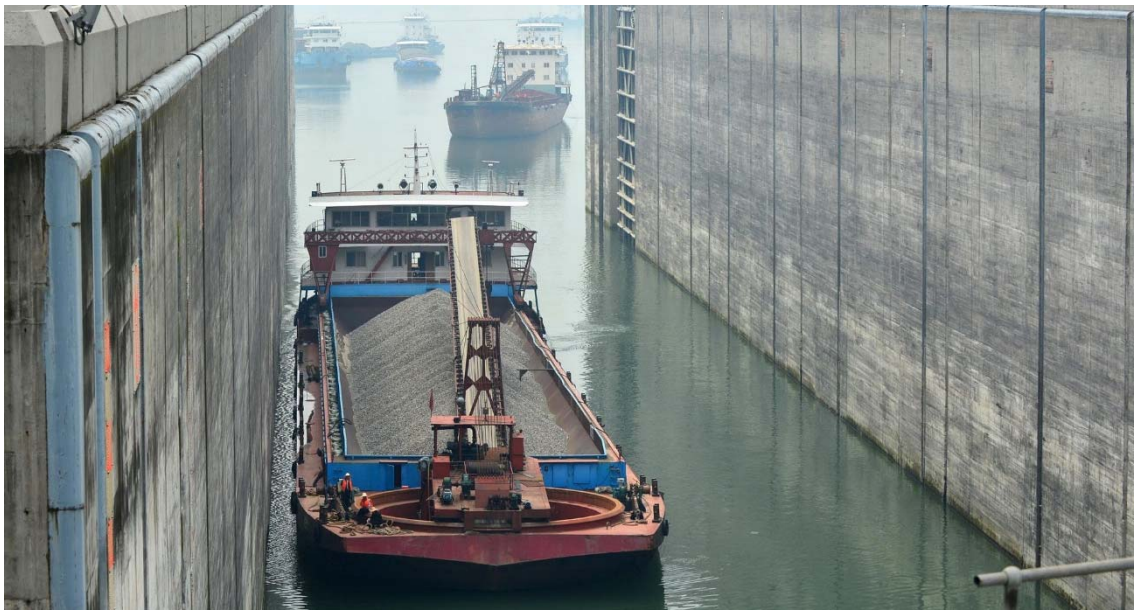


Рисунок 2. Судноплавство на річці Янцзи

У 2019 році середня вантажопідйомність річкового судна (в цілому по країні) досягла 1039 тонн, що майже вдвічі більше, ніж в 2010 році.

У підсумку, на кінець 2019 року в Китаї працювало 131 600 суден водного транспорту (75% з них склали суховантажні самохідні судна середнім віком 9,8 років, 14% - пасажирські судна середнім віком 10,6 років, 9% баржі - середнім віком 11,4 роки, 1,2% танкери - середнім віком 11,7 років).

У цьому переліку 556 контейнеровозів середнім віком 9,5 років і 244 накатних судна середнім віком 14,1 року.

У 2016 році середня вантажопідйомність судна, що пройшло через "Три ущелини" досягла 4240 тонн (більше 50% - вантажопідйомність понад 2,5 тис. тонн, приблизно 15% - 5 тис. тонн і більше).

Видавалися субсидії на утилізацію суден. У 2017 році по всій країні було здано на металобрухт або модернізовано понад 20 000 річкових суден.

З 2019 року стрімко розвиваються спеціалізовані річкові судна - накатні, контейнеровози, танкери для нафтопродуктів і хімікатів, судна для перевезення цементу.

У 2019 були розроблені нові стандарти типів суден водного транспорту, в тому числі були переглянуті основні стандартні серії суден для річки Янцзи і каналу Пекін-Ханчжоу (Великого Китайського каналу).

Висновок. Весь флот водного транспорту КНР був оновлений і продовжує будуватися. Будівництво цих суден здійснювали китайські верфі, зазвичай розташовані в басейнах річок майбутньої експлуатації, судна оснащуються обладнанням китайського виробництва, нагляд за будівництвом веде національне класифікаційне товариство ZC, орієнтоване на внутрішні річкові і каботажні судна.

Features of river fleet of China

Egorov Gennadiy , Egorov Alexander[1]
[1]Marine Engineering Bureau, Ukraine, Odessa

Text of the annotation. The analysis of the river fleet of China is carried out. It is shown that at the beginning of the 21st century, the PRC Ministry of Transport, together with the provincial governments, launched a large-scale fleet renewal program. The entire water transport fleet of the PRC has been updated and continues to be built.

Keywords: river fleet; characteristics; building; age.

УДК 629.5.01

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА БУДІВНИЦТВА РІЧКОВОГО КРУЇЗНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ФЛОТУ КИТАЮ

Єгоров О.Г.[1],
[1]кандидат технічних наук, т.в.о. генерального директора;
Морське Інженерне Бюро, Україна, Одеса
egorovag@meb.com.ua

Анотація. Виділено особливості китайських річкових круїзів, визначено основні круїзні компанії, проаналізовано вимоги до проектування і будівництва річкових круїзних пасажирських суден. Виконано аналіз пасажирських перевезень водним транспортом в КНР. До 2030 року очікується, що китайський ринок круїзів (морський і річковий) стане найбільшим в світі – 8-10 млн. пасажирів.

Ключові слова: річковий пасажирський флот; круїз; проектування; будівництво.

Круїзи по внутрішніх водних шляхах (ВВШ) КНР, поряд з європейськими, російськими, нільськими, американськими і азіатськими (річка Меконг) круїзами привертають велику кількість як «в'їзних», так і місцевих туристів.

Масштабне судноплавство на ВВШ Китаю має довгу історію, починаючи ще з давніх часів. Китайські імператори використовували джонки як для пересування по річці, так і в морі. Першим річковим круїзним судном на річці Янцзи вважається судно «Kunlun», яке було зафрахтоване в 1979 році спеціально для круїзу до трьох ущелин. Активно річкові круїзи почали розвиватися з 1983 року. Основними пасажирами були переважно китайські туристи [1]. Зараз, після завершення будівництва гідровузла «Три ущелини», річка Янцзи привертає все більшу кількість іноземних туристів, в основному пенсіонерів – до 90%.

За даними на 2018 рік на ВВШ КНР працювало 17 651 пасажирське судно загальною пасажиромісткістю 715,9 тис. чол. У цю кількість входили і круїзні пасажирські судна, і прогулянкові, і судна для лінійних перевезень. У 2017 році середній вік пасажирського флоту становив 10,6 років.

Практично третина від усього пасажиропотоку припадає на річкові порти: Чунцин (річка Янцзи, 6,86 млн. чол.), Ічан (річка Янцзи, 1,8 млн. чол.), Фошань (річка Перлова, 570 тис. чол.) та ін.

Особливе значення мають порти Чунцин і Ічан на річці Янцзи як основні китайські річкові круїзні порти, щорічно, починаючи з відкриття греблі гідровузла «Три ущелини», більше 400 000 пасажирів подорожує в круїзах між Чунцином і Ічаном.

У 2017 році круїзний пасажиропотік на річці Янцзи виріс до 560 000 чоловік. Круїзи виконуються з березня по грудень.

Річкові круїзи, в класичному їх розумінні, на інших китайських річках не особливо поширені. Більшість круїзів – одноденні або прогулянкові тури на кілька годин і є частиною великих екскурсійних турів.

Китай планує розширювати географію річкових круїзів, наприклад, опрацьовується маршрут по річці Перлова від Гонконгу через провінцію Гуандун (місто Гуанчжоу), Учжоу до Гуйган і Наньнін, по річках Фучунь, Цяньтан і Сіньань з Ханчжоу.

Починаючи з 2004 року пасажиропотік на річках Китаю почав зростати за рахунок розвитку річкових круїзів і залучення «в'їзних» туристів.

В 2019 на річці Янцзи працювало 34 круїзних судна міжнародного рівня пасажиромісткістю 10406 чоловік, а також 18 суден стандартного (для місцевих туристів) рівня пасажиромісткістю 4498 чоловік. У 2020 році було здано в експлуатацію ще одне судно «Victoria Sabrina» американської компанії «Victoria Cruises» пасажиромісткістю 572 чоловіка.

Окремо варто відзначити будівництво найпотужнішого в світі повністю електричного річкового пасажирського судна «Yangtze River Three Gorges 1» для одноденних круїзів в районі гідровузла «Три ущелини», включаючи можливість підйому / спуску на суднопідіймачі.

Відсутність низьких мостів і ліній електропередач на

Actual issues of design, operation and construction of the river cruise passenger fleet of China

Egorov Alexander[1]
[1]Marine Engineering Bureau, Ukraine, Odessa

Text of the annotation. Features of the Chinese river cruises are highlighted, main cruise companies are identified, design and construction requirements for river cruise passenger ships are analyzed. Analysis of passenger transportation by water transport in China is carried out. By 2030 the Chinese cruise market (sea and river) is expected to become the largest in the world – 8-10 million passengers.

Keywords: river passenger fleet; cruise; design; building.

УДК 629.5.01

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КРУЇЗНОГО ПАССАЖИРСЬКОГО ФЛОТУ КИТАЮ

Єгоров О.Г.[1],
[1]кандидат технічних наук, т.в.о. генерального директора;
Морське Інженерне Бюро, Україна, Одеса
egorovag@meb.com.ua

Анотація. Виконано дослідження флоту китайських річкових круїзних пасажирських суден (РКПС). На січень 2021 року в експлуатації на річці Янцзи знаходяться 29 РКПС міжнародного рівня. Ще 6 РКПС добудовуються і будуть здані в 2021-2023 роках. Середній вік працюючих РКПС 12,1 рік. Сумарна пасажиромісткість 10889 чоловік, з урахуванням суден, які будуть здані в експлуатацію найближчим часом, 14739 чоловік. Середня завантаженість РКПС в 2017 році склала 75-82%.

Ключові слова: річкове судно; пасажирське судно; комфортабельність; технічні рішення.

Основними круїзними компаніями, які обслуговують, в тому числі, «в'їзних» туристів на річці Янцзи і оперують РКПС міжнародного рівня, є: «Century Cruises», «Changjiang Cruises», «China Goddess Cruises», «President Cruises», «Victoria Cruises», «Yangtze Gold Cruises», «Sanctuary Yangzi Explorer».

На січень 2021 року в експлуатації на річці Янцзи знаходяться 29 РКПС міжнародного рівня. Ще 6 РКПС добудовуються і будуть здані в 2021-2023 роках. Середній вік працюючих РКПС 12,1 рік. Сумарна пасажиромісткість 10889 чоловік, з урахуванням суден, які будуть здані в експлуатацію найближчим часом, 14739 чоловік. Середня завантаженість РКПС в 2017 році склала 75-82%.

Круїзна компанія «Century Cruises». Компанія на річці Янцзи, яка найбільш динамічно розвивається. Флот компанії складається з 6 РКПС міжнародного рівня. Останнє РКПС компанії «Century Glory» було здано в експлуатацію в 2019 році. Вартість будівництва головного судна склала 300 млн. юанів (46 млн. доларів США). Ще 4 однотипних з «Century Glory» РКПС будуються і будуть здані в 2021-2023 роках.

Одна з перших круїзних компаній, яка почала будувати РКПС зі збільшеними габаритними розміреннями в результаті запуску в роботу гідровузла «Три ущелини».

«Century Cruises» першими серед круїзних компаній на річці Янцзи почали будувати РКПС з гвинто-рульовими колонками і гібридними СЕУ. Практично всі РКПС компанії працюють з «в'їзними» туристами, рівень сервісу відповідає європейським 5*.

Круїзна компанія «Victoria Cruises». Єдина американська круїзна компанія на річці Янцзи з власним флотом, одна з найбільших круїзних компаній. Флот компанії складається з 8 РКПС

міжнародного рівня. Останнє РКПС компанії «Victoria Sabrina» було здано в експлуатацію в 2020 році. Інші круїзні судна компанія регулярно модернізує, оновлюється інтер'єр.

Всі РКПС компанії працюють з «в'їзними» туристами, рівень сервісу відповідає європейським 5*. На борту суден «Victoria Cruises» читають лекції про історію та культуру КНР, проходять курси каліграфії та тайцзи (китайської гімнастики).

Круїзна компанія «Yangtze Gold Cruises». Флот компанії складається з 7 РКПС міжнародного рівня. Усі судна побудовані в 2011-2013 роках. Вартість будівництва одного РКПС склала на той момент 130 - 180 млн. юанів (20,6 - 28,5 млн. доларів США). «Yangtze Gold Cruises» планує будівництво нових РКПС ультра-люксового сегмента.

Круїзна компанія «Sanctuary Yangzi Explorer». Володіє 1 РКПС «Yangtze Explorer» ультра-люкс сегменту - єдине судно такого рівня на річці Янцзи. Судно 2008 року будівництва, в 2016 році було модернізовано. Співвідношення кількості пасажирів до кількості обслуговуючого персоналу 1 до 1. Головна особливість судна - розвинена SPA-зона.

Круїзна компанія «Changjiang Cruises» (Changjiang Cruise Overseas Travel Cruises). Володіє двома РКПС міжнародного рівня 4 і 5* «Yangtze 1» і «Yangtze 2». «Yangtze 1» - єдине з працюючих РКПС міжнародного рівня, яке може зайти в найбільший в світі суднопідіймач гідровузла «Три ущелини» (габарити суднопідйомника 120 х 18 х 3,5 м), інші РКПС через свої габарити і осадку змушені проходити ділянку шлюзуванням (двонитковий п'ятикамерний шлюз 280 х 34 х 5 м). Компанія замовила нове РКПС з трьома гвинто-рульовими колонками Schottel STP 310 (3х1000 кВт) на електрорусі з метою зниження рівню шуму і вібрації. Очікується, що судно буде здано в експлуатацію в 2021 році.

Круїзна компанія «China Goddess Cruises». Володіє трьома РКПС міжнародного рівня 4* «China Goddess 1» і «China Goddess 2». Компанія замовила нове РКПС з трьома гвинтами і 3 кермами «China Goddess 3». Очікується, що судно буде здано в експлуатацію в 2021 році.

Круїзна компанія «President Cruises». Володіє трьома РКПС міжнародного рівня 5* «President No. 6 »,« President No. 7 », President No. 8 ». Всі судна побудовані в 2013 році.

Висновок. Нові судна для «в'їзних» туристів проектуються і будуються з зірковістю 5+*. Враховуються особливості китайського регіону: східні майстер-класи, курси каліграфії, тайцзи і традиційної китайської медицини, окремі віп ресторани і лаунж-зони, кімнати для гри в маджонг, китайське караоке KTV, лекції про історію та культуру КНР, китайські елементи в інтер'єрах.

Площа стандартних кают варіюється від 15 до 31 м2 (на єдиному ультра-люксовому китайському РКПС «Yangtze Explorer»), кают класу «Люкс» - від 22 до 176 м2. Всі каюти, за винятком внутрішніх, з балконами.

Приділяється особлива увага комфортабельності на борту і екологічності суден: з метою зменшення шуму і вібрації нові РКПС будуються з гвинто-рульовими колонками на електрорусі, встановлюються системи очищення стічних вод, відходи переробляються прямо на борту.

За рахунок великого надводного габариту (більше 20 м) кількість палуб на РКПС міжнародного рівня може досягати 7 - а це додаткова корисна площа, яка відображається на функціональності, сервісі і пасажиромісткості таких суден (різноманітні SPA-зони відкритого і закритого типу, двоярусні ресторани і театри, майданчики для міні-гольфу, пішохідні вулиці з магазинами всередині судна, величезні лобі, кількість пасажирів 500-650 чоловік при площах пасажирських кают від 15 м2 тощо).

Research of characteristics of river cruise passenger fleet of China

Egorov Alexander

Text of the annotation. *Study of the fleet of Chinese river cruise passenger ships (RCPS) was carried out. As of January 2021, there were 29 international RCPS in operation on the Yangtze River. Another 6 RCPS are being completed and will be commissioned in 2021-2023. The mean age of working RCPS is 12,1 years. Total passenger capacity is 10889 passengers, including ships that will be built in the near future 14739 passengers. The average workload of RCPS in 2017 was 75-82%.*

Keywords: *river ship; passenger ship; comfort level; technical solutions.*

УДК 629.545.4

ОГЛЯД КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛІХТЕРОВОЗІВ

Дмитренко М.О.[1]

[1]*аспірант кафедри суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації Київського інституту водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного Державного університету інфраструктури та технологій, м. Київ, Україна,*

maksymdm@gmail.com

Анотація. У статті проаналізовано технічні характеристики та досвід використання суден ліхтерної системи (ліхтеровозів), зокрема основних їх представників: «Алєксей Косигін» (проєкт 17502), «Юліус Фучик» (проєкт 602), «Борис Полєвой» (проєкт 609), «Анатолій Желєзняков» (проєкт 7350/В) та «Сєвморпуть» (проєкт 10081) та інші. Розглянуто конструктивні, технічні та економічні відмінності з урахуванням різних початкових даних. Встановлено причину втрати їх актуальності в пострадянський час.

Ключові слова: ліхтер, ліхтеровоз, баржевозна транспортно-логістична система

Постановка проблеми. Використання баржевозної транспортно-логістичної системи позитивно вплине на транспортно-економічні показники, оскільки така система має низку переваг, наприклад скорочення часу стоянки та перевалочних робіт, а також пов’язаних з ними витрат, вищу оборотність відносно суден універсального призначення, легке та швидке завантаження/розвантаження, можливість поєднання вантажів різних типів. Для побудови такої баржевозної транспортно-логістичної системи необхідно розробити метод удосконалення її технічних та експлуатаційних характеристик.

З цією метою актуальним завданням є проаналізувати характеристики та досвід використання суден ліхтерної системи (ліхтеровозів).

Виклад основного матеріалу. Історія виникнення ліхтеровозів як типу судна починається з кінця 60-х років минулого століття, а побудова найбільш відомих представників суден-ліхтеровозів («Алєксей Косигін», «Юліус Фучик», «Борис Полєвой», «Анатолій Желєзняков» та «Сєвморпуть») припала на кінець 80-х років. Виникнення такого типу суден зумовлено тим, що на відміну від контейнеровозів, для обслуговування яких має бути спеціально обладнаний контейнерний термінал, ліхтеровози, за рахунок своїх конструктивних особливостей, могли проводити вантажно-розвантажувальні операції на рейді, що значно зменшувало фінансові та часові витрати у портах[1].

Однією з основних відмінностей ліхтеровозів, закладеною ще на стадії проєктування, є тип ліхтерів, які судно мало перевозити під час його експлуатації наприклад:

ліхтера типу ЛЕШ («Алєксєй Косигін», «Сєвморпуть»);

ДМ, так звані «Дунай-Море» («Юліус Фучик»);

ЛЕШ або ДМ в залежності від типу ліхтерів, які потрібно транспортувати («Борис Полєвой», «Анатолій Желєзняков»).

Також важливою відмінністю був спосіб завантаження ліхтерів на судна-ліхтеровози, так, наприклад: «Алєксєй Косигін» та «Сєвморпуть» були обладнані пересувним козловим краном; «Юліус Фучик» – синхроліфтом (система для підйому човнів та кораблів з води для технічного обслуговування або ремонту) натомість «Борис Полєвой» та «Анатолій Желєзняков» завдяки баластній системі завантаження «занурювали» під воду кормову частину судна завдяки чому з’являлась змога завантажувати ліхтери[2, с. 20-22].

Окремо варто зазначити, що ліхтеровоз «Сєвморпуть», хоча і мав багато спільного з іншими ліхтеровозами, але в той же час у нього була колосальна відмінність, адже його було обладнано атомною силовою установкою. Застосування такого непопулярного рішення на судні торгового флоту було зумовлено тим, що призначенням цього судна є транспортування вантажів в ліхтерах

чи контейнерах до віддалених північних районів, а клас судна дозволяв «ходити» в льодах до 1 метра завтовшки[3].

Не зважаючи на відносно великий досвід проєктування та експлуатації ліхтеровозів, їх застосування, як універсально-альтернативного рішення на противагу контейнеровозам не відбулось, адже на час їхнього активного експлуатування вони мали ряд недоліків:

- не повне використання вантажопідйомності ліхтеровоза (приблизно на 30%) за рахунок власної маси ліхтерів та необхідності збереження проміжків між ними при розміщенні у ліхтеровозі;
- значні капіталовкладення на будівництво всього комплексу технічних засобів – буксирів-штовхачів, рейдового обладнання, ліхтеровозів, ліхтерів (які самі по собі вважаються водними засобами транспорту, які мають бути відповідно обладнані);
- необхідність створення акваторій для операцій по перевантаженню ліхтерів;
- підвищені енерговитрати на 1 тону вантажу, що перевозиться в порівнянні з перевезеннями вантажів звичайними баржами;
- чутливість ліхтеровозів до вітрохвильового режиму, особливо при перевантажувальних роботах.

Висновок.

1. Розуміючи потенціал, який був закладений при проєктуванні перших суден-ліхтеровозів і час, коли ці судна почали експлуатувати, можна зробити висновок, що на перший погляд бездоганна система перевезення вантажів за допомогою ліхтеровозів мала чимало недоліків, які з плином часу витіснили ліхтеровози з конкурентного ринку торгових перевезень.

Станом на сьогодні в басейні Чорного моря відсутня транспортно логістична система, яка б дозволила обґрунтовано прогнозувати техніко-економічні показники (ТЕП) судна, що проектується, та корегувати ТЕП існуючого судна для його переобладнання та приведення у відповідність до сучасного стану ринку вантажних перевезень та комерційної ефективності.

2. Відмінності та особливості ліхтеровозної транспортної системи в основному стосуються типу ліхтера, які вони перевозять та способу його завантаження на ліхтеровоз. При цьому важливими складовими, які потребують удосконалення є: втрата можливості повного використання вантажопідйомності ліхтеровоза, що призводить до недоотриманих прибутків при перевезенні вантажів; більша собівартість відносно барж; значні капіталовкладення на побудування всього комплексу технічних засобів з обслуговування ліхтеровозної транспортної системи; необхідність створення акваторій для операцій з перевантаження ліхтерів та чутливість судна до вітрохвильового режиму.

Досліджені особливості будуть використані під час розробки методу удосконалення технічних та експлуатаційних характеристик.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Lighter aboard ship [Електронний ресурс] // Wikipedia – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lighter_aboard_ship#cite_note-3;

[2] Технико-экономические характеристики судов морского флота. РД 31.03.01–90 – Москва: В/О "Мортехинформреклама", 1992. – 232 с.;

[3] Sevmorput [Електронний ресурс] // Wikipedia – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Sevmorput.

Overview of structural peculiarities of lighter aboard ship

M. O. Dmytrenko[1]

[1]Kyiv institute of Water Transport named after Hetman Petro Konashevych Sahaidachnyi of State University of Infrastructure and Technologies, Kyiv, Ukraine

Abstract. The article analyzes the technical characteristics and experience of using ships of the lighter transport system ships, in particular, their main representatives: Alexey Kosigin (project 17502), Julius Fuchik (project 602), Boris Polevoy (project 609), Anatoly Zheleznyakov (project 7350 / B) and Sevmorput (project 10081) and others. Structural, technical, and economic differences were considered taking into account different initial data. The reason for the loss of their relevance in the post-Soviet period has been established.

Key words: lighter, lighter transport ships, barge carrier transport-logistics system

УДК 681.05

ЕСКІЗНИЙ ПРОЕКТ СТВОРЕННЯ ВАНТАЖНОГО САМОРУХОМОГО ПІДВОДНОГО НОСІЯ

Блінцов В.С.[1], Бабкін Г.В.[2], Войтасик А.М.[3], Клочков О.П.[4], Сірівчук А.С.[5], Алоба Л.Т.[6]

[1]доктор технічних наук, професор, професор кафедри Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;
volodymyr.blintsov@nuos.edu.ua
ORCID: 0000-0002-3912-2174

[2]кандидат технічних наук, доцент НУК, доцент кафедри Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;
gvbabkin@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-6303-0993

[3]кандидат технічних наук Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;
andrii.voitasyk@nuos.edu.ua,
ORCID: 0000-0002-9409-6108

[4]кандидат технічних наук Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;
sotah87@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-6426-3374

[5]кандидат технічних наук Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;
sirivchuka@gmail.com,
ORCID: 0000-0003-2927-2600

[6]кандидат технічних наук Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;
alobat@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-0509-8129

Анотація. Розглянуто основні проблеми, які потребують свого вирішення при розробці ескізного проекту вантажного саморухомого підводного носія. Сформульовано низку науково-дослідних і організаційно-технічних заходів, виконаних при виконанні ескізного проекту. Обґрунтовано перелік прийнятих технічних рішень для елементів і систем вантажного саморухомого підводного носія.

Ключові слова: вантажний саморухомий підводний носій; теоретичні основи проектування; організація виробництва

Вступна частина.

Останнім часом у світової практиці піднімається питання транспортування вантажив використовуючи роботизовані системи. Сьогодні доставка дронами є одним з ключових

напрямків, над яким працюють як великі виробники БПЛА, так і компанії, що спеціалізуються на доставці товарів по всьому світу. Більшість пропонованих на сьогодні рішень будуються на конфігурації з шістьма і більш несучими гвинтами. Але використання БПЛА має суттєві недоліки, такі як мале навантаження, до 2,5-4 кг, та залежність від погодних умов.

В приморських районах для постачання вантажив на судна, що знаходяться на віддалені від узбережжя, більш надійною та зручною є постачання з використанням безлюдних підводних засобів, а саме – автономних саморухомих підводних носіїв.

Основна частина.

Питання використання підводних засобів для транспортування вантажив стало найбільш актуальним під час Другої Світової війни. Тоді для постачання вантажів використовувались серійні підводні човни з обох протиборчих сторін [1]. На теперішній час на ринку підводної техніки відсутні автономні саморухомі підводні носії комерційного призначення, а відомі варіанти підводного транспортування вантажів найчастіше використовують субмарини кустарного виробництва [2].

Метою дослідно конструкторської роботи є створення автономного саморухомого підводного носія для транспортування вантажив що знаходяться на віддалені до 50 морських миль від точки відправлення.

Особливістю об’єкту є вантажопідйомність носія – 1000 кг при об’ємі вантажного відсіку 2 м куб.

На початковому етапі проектування опрацьовуються компонувальні схеми носія і визначається розміщення його основних агрегатів. При цьому широко використовується об'ємна компоновка агрегатів на спрощеному комп’ютерному 3D твердотільному макеті.

Найбільш важливе питання, яке необхідно вирішити на даному етапі - це вибір компонувальних проектних рішень, що визначає статику і динаміку носія в підводних умовах. Центральним моментом тут є вироблення достовірних оцінок динамічних характеристик конструкцій. На проектних стадіях, як правило, немає достатньо точно опрацьованих даних, необхідних для розрахунку динаміки руху по розподілу масових і характеристик жорсткості, тому їх доводиться отримувати на основі наближених геометричних моделей, які будуть уточнюватися на наступних етапах.

Умови застосування елементів носія вимагають виконання комплексу розрахунків на міцність особливо навантажених частин конструкції.

На завершення етапу ескізного проектування проводиться комп'ютерне моделювання всього підводного носія в тривимірному просторі для остаточного визначення характеристик. Визначення остійності, плавучості і моментів інерції дозволить правильно провести синтез системи управління підводного апарату. Уточнююче геометричне моделювання проводиться на основі двовимірних креслень, які виконуються на етапі ескізного проектування.

До основних задач створення вантажного саморухомого підводного носія можливо віднести:

– вирішення питання конструкції та міцності вантажного відсіку;

– визначення типу та потужності елементів рушійно-кермового комплексу;

– визначення типу та потужності автономного джерела енергії;

– вирішення питання забезпечення нульової плавучості;

– вирішення питань забезпечення навігації носія з визначенням абсолютних географічних координат;

– побудова інтелектуальної системи автоматичного керування.

Вибір конструкції вантажного відсіку ускладняється необхідністю забезпечення зручності навантаження/розвантаження носія. При цьому, найбільш зручна прямокутна конструкція за умов міцності буде мати надлишкову масу. А циліндрична конструкція вантажних контейнерів буде ускладнювати вантажні операції.

До складу рушійно-кермового комплексу носія входять рушії горизонтального руху та підрулюючі пристрої вертикального маневрування. У якості пристроїв горизонтального

руху вибір здійснювався серед: відкритих гвинтів; гвинтів у спрямовуючих насадках; водометних рушіїв.

Для маневрування носія в вертикальної площині передбачається використання електроводу з системою «гвинт у трубі». Але, приймаючи до уваги проектні розміри носія, які визначаються об’ємом корисного вантажу, було прийнято рішення на користь використання чотирьох приладів розташованих попарно в носової та в кормової частинах носія. Таке рішення дозволить суттєво зменшити сумарну потужність приводів та рівномірно розподілити зусилля відносно центу мас.

У якості автономного джерела енергії для носія обрано акумуляторну батарею. Аналіз існуючих типів акумуляторів показав, що кожен тип батарей має як переваги так і недоліки. Найбільш поширений тип свинцево-кислотних акумуляторів має високі масо-габаритні показники і в загальному підсумку майже вдвічі підвисить загальну масу конструкції. Використання літієвих акумуляторів дозволяє створити компактне джерело живлення, але потребує приділяти підвищену увагу питанням забезпечення герметичності контейнерів з акумуляторами тому, що потрапляння води на контакти може привести до непередбачених наслідків.

Рішення питань забезпечення нульової плавучості традиційними засобами, що використаються у засобах морської робототехніки неможливо, оскільки сумарна вага носія та вантажу перевищує 2 т. Урівноваження такої ваги можливо лише при використанні повітряної баластно-вирівнюючої системи. У такому разі на носії побортно розташовуються баластні цистерни з дистанційно керованими клапанами, а у нижній частині корпусу носія встановлюються балони зі стиснутим повітрям. Запас повітря повинен забезпечувати що найменш два штатних та одно аварійне спливання носія з граничної глибини. Маневрування носія в товщі води передбачається за рахунок приладів рушійно-кермового комплексу, тому запасів стиснутого повітря на це не передбачається. Контроль крену та диференту системою автоматичного керування забезпечує рівномірне заповнення баластних цистерн для забезпечення стабільного горизонтального положення носія у водному просторі.

Навігація носія про русі по заданому маршруту здійснюється бортовою новігаційною системою у режимі числення з виміром поточного курсу, швидкості та глибини занурення. В точці відправки, у надводному положенні, носій фіксує поточні географічні координати та курс та в систему керування вводяться кінцеві координати маршруту. Після занурення, система автоматичного керування розраховує траєкторію і носій починає рух до кінцевого пункту. Оскільки навігаційні системи мають похибку за час переміщення носія може відтворюватись суттєва різниця з координатами кінцевої точці маршруту. Для корегування накопиченої похибки навігаційна система носія має телескопічну щоглу з комплексом антен для зв’язку та GPS. Для виконання корегування носій, за рахунок вертикальних приладів, піднімається на «перископну глибину» та здійснює підйом щоглу. При цьому здійснюється зв’язок з постом керування носієм та контрольний вимір GPS координат. Після чого щогла опускається та носій подовжує свій рух до кінцевої точці маршруту.

Носій є досить складним об'єктом управління внаслідок великої кількості параметрів, що впливають на його роботу і складного зв'язку між ними. Правильне функціонування всіх інформаційних систем може бути забезпечено тільки на основі комплексного проектування системи керування.

Інтелектуальна система керування призначена для:

– забезпечення керування усіх елементів та система носія;

– контролю стану усіх елементів та система носія;

– аналізу стану та виконання дій у разі виникнення аварійної ситуації;

– виконання навігаційного забезпечення носія при русі по заданому маршруту;

– відеодокументування процесів навантаження/розвантаження носія.

На даному етапі проектних робіт вирішуються питання попереднього вибору елементів системи керування, побудови структурної схеми та розробка алгоритмів її функціонування.

Реалізація функціонування системи керування здійснюється з використанням алгоритмів, заснованих на штучному інтелекті.

Висновки

1. Показано актуальність розробки вантажного саморухомого підводного носія, для потреб промисловості України та світу.

2. Сформульовано низку науково-дослідних та інженерно-технічних заходів, які необхідно реалізувати для виконання ескізного проекту вантажного саморухомого підводного носія.

3. Обґрунтовано перелік основних систем вантажного саморухомого підводного носія, необхідних для його оснащення.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Емельянов Л. А. Советские подводные лодки в Великой Отечественной войне. – М.: Воениздат, 1981. – 192 с.

[2] В Колумбии захватили электрическую подводную лодку наркоторговцев / Режим доступу: https://cfts.org.ua/news/2020/11/20/v_ kolumbii_perekhvatili_podlodku_postroennuyu_ spets ialno _ dlya_perevozki_narkotikov_61984. – Дата звернення 10.07.2021.

Draft design for the creation of a self-propelled underwater carrier

Blintsov V.S.[1], Babkin G.V.[2], Voytasik A.N.[3], Klochkov A.P.[4], Sirivchuk A.S.[5], Aloba Л.Т.[6]

[1-6]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The main problems that require their solution in the development of a draft design of a cargo self-propelled underwater carrier are considered. A number of research, organizational and technical measures have been formulated, which were carried out during the implementation of the draft design. The list of adopted technical solutions for the elements and systems of the self-propelled underwater carrier is substantiated.

Key words: cargo self-propelled underwater carrier; theoretical foundations of design; organization of production

УДК 629.5.01

БУКСИРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕЙДОВОГО ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ВАНТАЖІВ

Бондаренко О.В.[1], Михайличенко А. С.[2], Ястреба О.П.[3]

[1] кандидат технічних наук, професор Шаньдунського науково-технічного університету, Китайська Народна Республіка, Ціндао

ORCID 0000-0002-6115-1422;

[2]магістрант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

alinamihajlicenko700@gmail.com

[3]старший викладач Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

ORCID 0000-0002-5505-1281

Анотація. Виконано аналіз сучасного стану буксирного забезпечення в портах України. Розглянуто питання визначення тягових зусиль та мінімально необхідної кількості буксирів для забезпечення рейдового перевантаження вантажів на судна класу «Capesize» з урахування поточних погодних умов

Ключові слова: буксир; рейдова перевалка; тяга на гаці; Capesize; “борт-борт”; метод.

Вступна частина. Сьогодні обсяги рейдової перевалки зернових та олійних культур в портах України зростають с кожним роком. Як свідчать статистичні дані у 2020 році на рейді було перевантажено 6,03 млн. тон вантажів [1]. Це пов'язано з тим, що в Україні всього 4 з 18 наявних морських торговельних портів можуть обробляти судна типу «Панамакс», і практично всі вони зосереджені в одному регіоні [2]. Крім того з аналізу напрямків експорту видно що для перевезень зернових та олійних культур в Китай та інші країни стали більше використовуватися судна типу «Supramax» і «Ultramax». Також статистика свідчить, що рейдове дозавантаження застосовується і зараз портами, які вважаються глибоководними. Зокрема, судна типу Panamax з повною осадкою понад 13 м фактично може прийняти і завантажити під повну осадку біля причалу тільки порт Південний. Іншим доводиться або недозавантажувати судно, або застосовувати дозавантаження на зовнішньому рейді. Найчастіше її використовує не тільки порт Миколаїв, але й Чорноморськ, і Одеса також регулярно вдаються до дозавантаження після виходу судна з порту, так званої «top off» [3].

Рейдова перевалка зернових та олійних культур в портах України виконується на зовнішньому та внутрішньому рейдах. При цьому використовуються дві експортні схеми [3]:

– повне завантаження морського судна на рейді;

– часткове завантаження морського судна в порту з наступним довантаженням його на рейді.

Перевага тієї чи іншої схеми, перш за все, залежить від місця походження вантажу.

Одним із перспективних варіантів рейдової перевалки в Україні є повне завантаження суден класу «Capesize» до максимальної осадки на рейді в районі Тендровської і Кінбурнської коси з глибинами до 20 м. Тому представляє інтерес задача визначення тягових зусиль буксирів та їх кількості для забезпечення рейдового перевантаження вантажів на судна класу «Capesize».

Мета роботи. Проаналізувати сучасний стан буксирного флоту України та визначити тягові зусилля буксирів для забезпечення рейдового перевантаження вантажів на судна класу «Capesize» з урахування поточних погодних умов.

Основна частина. Виконаний аналіз сучасного стану буксирного забезпечення в портах України свідчить що початок 2017 року кількість морських буксирів державних підприємств складала 96 одиниць, ще 19 буксирів знаходяться в приватних компаніях [4, 5].

Аналіз даних робіт [4, 5] дозволяє зробити висновок про те, що тільки 10 відсотків буксирів від загальної кількості буксирів мають термін експлуатації до 10 років. 66 відсотків буксирів мають вік більше 30 років, а 41 % – більше 40 років. Більшість цих суден є застарілими як в моральному, так і в технічному плані, але вони продовжують експлуатуватися. На рис. 1 показаний розподіл буксирного флоту України за віком.

Рисунок 1 – Розподіл буксирного флоту України за віком

Застарілі судна в розвинутих країнах в постійному режимі майже не експлуатуються, оскільки це недоцільно з економічної точки зору. Вони споживають більше палива, частіше виходять з ладу. Ефективність та надійність таких суден значно нижче.

Розміри суден, що заходять в порти України за останні роки значно збільшилися. В морські порти України періодично заходять судна класу «Capesize» довжиною більше 300 метрів.

Проведений аналіз показує, що в основному рейдове перевалка використовується для зернових вантажів. Як свідчить статистика, основними класами суден, які задіяні для перевезення зернових культур з портів України є Coaster, Handysize, Handymax, Kamsarmax, Panamax, Supramax і Ultramax. Також, можна зробити висновок, що у 2019/2020 МР попит на судна типу Panamax (DWT 65000 – 80000) збільшився з 12,7% до 17,1%, а використання балкерів типу Supramax (DWT 50000 – 60000) знизилося з 14,9 % до 12,9% в порівнянні з минулим маркетинговим роком [6]. Великотоннажним флотом (DWT 50000 – 100000) перевезено найбільшу кількість зернових – 34822660 тон або 58% від загальної кількості [6].

Буксири, більшість з яких зараз є в наявності в портах України, з труднощами справляються з проводкою, кантуванням і швартуванням суден таких розмірів, оскільки мають недостатню потужність. Для надійного виконання операцій з великотоннажними суднами доводиться збільшувати кількість буксирів, а це призводить до збільшення експлуатаційних витрат і зменшення прибутку, який отримують порти.

Аналізуючи розподіл буксирів за потужністю, можна бачити, що майже дві третини (66 відсотків) морських буксирів українських портів мають потужність головного двигуна, меншу за 2000 к.с., яка недостатня для проведення операцій з великотоннажними суднами [4, 5]. Потужність, більшу за 3000 к.с. мають лише 20 відсотків буксирів.

Суттєве зменшення часу, необхідного для проведення швартовних операцій, потребує іншої продуктивності від сучасного буксира. Ці обставини сприяють поступовій заміні старих малопродуктивних буксирів на нові сучасні буксири. Сучасна світова тенденція розвитку буксирного флоту полягає в підвищені потужності енергетичної установки без суттєвого збільшення головних розмірів судна. Для забезпечення високої маневреності в якості рушія все частіше застосовуються гвинто-рульові колонки, не зважаючи на те, що вартість такого типу рушія значно більша в порівнянні з традиційним для портових буксирів гвинтом в поворотній насадці. Аналогічні вимоги пред’являються і для буксирного забезпечення рейдового перевантаження вантажів.

Для вирішення задачі визначення тягових зусиль та мінімально необхідної кількості буксирів для забезпечення рейдового перевантаження вантажів на судна класу «Capesize» з урахування поточних погодних умов авторами використано моделі інженерних і морехідних якостей портових буксирів різних типів та метод оперативного визначення необхідної кількості і складу буксирів [7, 8].

Висновки. Виконаний аналіз характеристик буксирного флоту України показав, що більшість суден не відповідає сучасним вимогам до проведення буксирних операцій в портах та на рейді. Проведено розрахунки щодо визначення тягових зусиль та мінімально необхідної кількості буксирів для забезпечення рейдового перевантаження вантажів на судна класу «Capesize» з урахування поточних погодних умов. Надано рекомендації щодо буксирного забезпечення рейдового перевантаження вантажів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Рейдова перевалка «річка-море»: ключові тренди [Електронний ресурс]. – [Режим доступу] : http://uga.ua/meanings/rejdova-perevalka-richka-more-klyuchovi-trendi/

[2] Особенности технологии и перспективы рейдовой перевалки зерновых в портах Украины // Порты Украины. – 2015. – № 10. – С. 36 – 37.

[3] Целесообразность и перспективы развития речных рейдовых загрузок [Електроний ресурс] – Режим доступу − https://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1099179

[4] Буксирный рынок Украины. Модернизация неизбежна // Порты Украины. –2017. – № 3. – С. 37–41.

[5] Ястреба, О.П. Визначення оптимальних головних розмірів ескортних буксирів: дис….канд.техн.наук : 05.08.03 «Конструювання та будування суден» / О.П. Ястреба ; МОН

України, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова; наук. керівник В.О.Нєкрасов. – Миколаїв, 2021. – 237 с.

[6] Экспорт зерновых из портов Украины. Ежегодное исследование (сезон 2019-2020) [Електронний ресурс]. – [Режим доступу] : http://starkshipping.net/public/img/STARK-GRAIN-REPORT-2020-RUS.pdf

[7] Bondarenko, O. Effectiveness and Optimization of Harbour Tug Fleet [Text] / O. Bondarenko, V. Nekrasov, O. Yastreba // Transport and Telecommunication, 2018. – 19 (2). – P. 140–150.

[8] Бондаренко А.В. Методика выбора оптимального состава буксирного обеспечения порта [Текст]/ А.В. Бондаренко, В.А. Некрасов, А.П. Ястреба // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2015. – Вып. 4 (32). – С.43–52.

Tug support of cargoes raid overloading

Oleksandr Bondarenko[1], Alina Mykhailychenko[2], Oleksii Yastreba[3]

[1]Shandong University of Science and Technology, [2,3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The analysis of the current state of towing support in the ports of Ukraine is performed. The issue of determining bollard pull and the minimum required number of tugs to ensure transshipment of cargo on ships of the class "Capesize" taking into account the current weather conditions.

Keywords: tug; transshipment; bollard pull; Capesize; “Ship to Ship”; method.

УДК 629.5.023

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛЫХ СУДОВ

Кузнецов А.И.[1]

[1]кандидат технических наук, доцент Национальный университет кораблестроения, г. Николаев, Украина

anatoly1954.kuznetsov@gmail.com

Аннотация. В докладе рассматриваются особенности проектирования малых судов. Сделан анализ процедуры проектирования. Намечена оптимальная процедура проектирования.

Ключовые слова: проектирование малых судов, особенности проектирования, процедура проектирования.

Следует признать, что в настоящий момент надежной и учитывающей все особенности малого флота методики проектирования не существует. Это обусловлено следующими причинами:

1) Исключительно высокое многообразие архитектурно-конструктивных типов(АКТ) малых судов, их назначений, материалов корпусных конструкций, условий эксплуатации, технологий изготовления, локальных ограничений и национальных требований;

2) Специфика взаимоотношений в цепочке **Заказчик** – **Проектант** – **Верфь**. Как правило проектирование единичных или мелкосерийных малых судов не представляет интереса для крупных конструкторских бюро (КБ) в области судостроения. В свою очередь, Заказчики таких судов не имеют бюджетов достаточных для оплаты проектирования в подобных структурах.

2.1) **Верфи**, строители малых судов, в основном, ограничиваются комплектом инженерно-технического персонала, достаточным для решения оперативных задач. Держать собственную

проектную группу, которая гарантированно не будет задействована полный календарный цикл они не в состоянии. Для них выгоднее взаимодействовать с малыми проектными структурами (5 -10 специалистов). Соответственно, даже высоко рентабельные верфи малотоннажного судостроения не заинтересованы в исследованиях, направленных на повышение эффективности проектных работ в данной области.

2.2) **Проектанты** малых судов, большей частью достаточно аморфные образования, которые группируются вокруг главных конструкторов, имеющих авторитет в области проектирования малых судов. Стабильные КБ имеющие долгосрочный пакет заказов, в малом судостроении, это исключение. В основном, наблюдается дрейф квалифицированных специалистов вслед за появляющимися заказами. С этой стороны ожидать финансирования в области исследований процесса проектирования малых судов тоже не стоит.

2.3) **Заказчик**, в основном, не имеет достаточной компетенции в области создания малых судов. Чаще всего, первоначально, в качестве предмета для обсуждения, выступают в произвольной форме ссылки на несколько прототипов выбранных из рекламной информации интернета с формулировками «хочу это как там, а это как там». В процессе подготовки контракта **Проектанты** это называют «хотелка». При этом желаемое может содержать ряд физических противоречий, о которых Заказчик не догадывается.

Создание привычной модели проектирования «от прототипа» в данных условиях крайне сложно. В любом случае параметры проекта будут отличаться от рассматриваемых параметров прототипов очень существенно. При этом отношение «**полезная нагрузка/дедвейт»** будет изменяться в широком диапазоне, а величина полезной нагрузки, фиксированной и достаточно произвольной. Традиционные методы проектирования малых судов, предлагаемые в [1] существенно ограничиваются в своей номенклатуре:

- **Аналитический** метод хорош для устоявшихся АКТ судов плавно изменяющихся в соответствии с прогрессом пропульсивных установок, устройств, систем и т.д. Меняющиеся условия эксплуатации, мода, постоянное расширение требований к малым судам традиционных типов, динамика процесса изменения малого флота оставляют процесс применения рассматриваемого метода за пределами возможностей реальных проектантов. Создание адекватных моделей трудоемко, бессмысленно, нерентабельно и нефинансируемо.

- **Метод сравнения** применим, в основном, для расширения линейки освоенной серии судов в сторону изменения назначения, районов эксплуатации и технических возможностей судна. При этом предполагается, что основные характеристики судна не изменяют (или минимально изменяют) базовое техническое решение.

- **Метод прототипа** практически не применим. Если есть достаточно полная техническая информация по желаемому прототипу (а это только свои проектные разработки), то процедура проектирования сразу уходит в **Метод сравнения**. Получение достоверной технической информации по судам прототипам или нереально, или дорого. Информация, выложенная на сайтах верфей производителей недостаточна и часто содержит некорректные данные, особенно в части водоизмещения. Изоляционная техническая политика проектантов и верфей оправдана с точки зрения охраны своей интеллектуальной собственности, но заставляет всех проектантов штурмовать любую техническую проблему (уже имеющую решение) самостоятельно.

- **Метод последовательных приближений** – доминирует в процессе проектирования малых судов. Метод имеет определенные особенности приводящие к снижению количества итераций. Идеальное количество итераций **-1**. Реальное и рентабельное – **2**. При этом важное значение имеет процедура проектирования.

Следует принимать во внимание, что для большинства проектных групп, работающих в доступной для **Заказчика** ценовой нише недоступны системы автоматизированного

проектирования. Т.е. используемый софт, в основном, ограничивается пакетами AutoCad, Rhinoceros, MaxSurf и стандартным софтом Windows. Это накладывает определенные ограничения на процедуру проектирования судна.

Процедура проектирования может выглядеть следующим образом:

1) Проектантом, совместно с Заказчиком разрабатывается конкретное техническое задание на проектирование судна. Особенно важной задачей на этом этапе является обоснованное в техническом плане отсечение заведомо не выполнимых требований. Согласовывается идея АКТ судна, требования к общему расположению, мореходным характеристикам, материалам корпусных конструкций, пропульсивной установке, энергообеспечению, устройствам, системам и т.д.

2) Производится анализ информации по группе близких по назначению и ходовым характеристикам судов с целью определения в первом приближении типа и параметров движителей (основного и вспомогательного, если требуется).

3) В соответствии с ТЗ и предварительными характеристиками движителей (пропульсивного комплекса) производится выбор пропульсивного комплекса и всего закупаемого оборудования включая элементы систем, устройств, снабжения- все, кроме корпусных конструкций. Определяется нагрузка масс для этих элементов. Оценка масс корпусных конструкций в первом приближении может быть сделана с использованием результатов работы [2]. Если на этой стадии проектирования уже имеется первоначальная 3D модель судна, то существует возможность уточнения масс конструкций по приближенным значениям (базы данных проектанта и экспресс методы расчетов). Первоначально определяется масса обшивок и настилов. В зависимости от используемых материалов конструкций масса судового набора относительно массы оболочек может составлять:

- для конструкций из армированного стеклопластика - 10÷15%;
- для конструкций из стали и легких сплавов – 30÷ 35%;
- для конструкций из древесины – 35÷ 40%.

Имеющаяся предварительная 3D модель внутреннего расположения позволит оценить массу обстройки.

Проектирование в первом приближении может быть осуществлено достаточно корректно.

Выводы. Данная последовательность процедуры проектирования малых судов позволяет применить итерационную процедуру проектирования с приемлемым количеством итераций.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кротов О.І.,Голіков В.І.,Еганов О.Ю.,Бондаренко О.В. Проектування малотонажних суден. УДМТУ, 2003.

[2] Кузнецов А.И. Определение весовых показателей корпусных конструкций парусно-моторных, моторных яхт и малотоннажных служебных судов на ранних стадиях проектирования. Сборник «Международная научно-практическая конференція в честь 80-летнего юбилея професора В.В.Козлякова. Одесса 2010г. С. 300 – 311.

Features of of the design small vessels

Kuznetsov A.I.[1]

[1]National University of Shipbuilding, Nikolaev, Ukraine.

Annotation. The report examines the design features of small vessels. The analysis of the design procedure is made. The optimal design procedure is outlined.

Key words: design of small vessels, design features, design procedure.

УДК 629. 5.015.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ INSEAN 2340 В OPENFOAM

Тимошенко В.Ф.
кандидат технических наук, доцент учебно-научного центра гидромеханики Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев, Украина
vftim@ukr.net
ORCID 0000-0003-1938-7594

Аннотация. Проведено моделирование сопротивления движению модели 2340 с использованием CFD OpenFOAM 5.x пакета в диапазоне скоростей Fr_L=0,05...0,45. Выполнено сравнение результатов моделирования сопротивления с экспериментальными данными в опытовом бассейне. Приведены рекомендации по использованию CFD пакета OpenFOAM для использования при начальных стадиях проектирования судов разных типов.

Ключевые слова: сопротивление; судно; CFD; OpenFOAM.

Вводная часть. В настоящее время при проектировании судов все больше применяются CFD RANSE методы при расчете сопротивления движению корпуса судна наряду с модельным экспериментом в опытовых бассейнах (EFD) и расчетами с использованием данных систематических испытаний моделей судов (методы Holtrop-1984, Hollenbach-1998, Fung-Leibman-1995, ОСТ 5.0181-1975 и другие). Преимуществами применения CFD методов по сравнению с модельным экспериментом являются более низкая цена расчетов на ЭЦВМ (до 10% от стоимости эксперимента), возможность моделирования сопротивления полномасштабной 3D модели судна (нет необходимости пересчета с модели на натуру), визуализация полей скоростей, давлений и волн с последующей оптимизацией формы корпуса и др. Наиболее известные CFD пакеты для расчетов сопротивления судов - это FlowVision, Solidworks Flow Simulation, ANSYS Fluent, OpenFOAM. Особенностями FlowVision являются простота создания проекта и очень хороший набор средств визуализации потоков. Очень многие исследователи и проектанты используют OpenFOAM в основном благодаря бесплатности пакета, распараллеливания на многоядерных процессорах и открытости исходного кода.

Целью работы является проверка эффективности CFD пакета OpenFOAM v5.x применительно к расчетам сопротивления движению судов различных типов для использования его в начальных стадиях проектирования.

Основная часть. Для проверки эффективности CFD пакета OpenFOAM 5.x (mingw-w64 Double Precision (of5-64)) была выбрана модель INSEAN 2340 (DTMB 5415) для которой опубликовано много экспериментальных данных по сопротивлению в диапазоне чисел Fr_L=0,05...0,45 [1,2,3]. Имеются результаты испытаний данного проекта в трех бассейнах для 2 моделей разной длины (DTMB 5415, INSEAN 2340 - *Lpp*=5.72 м и IIHR 5512 - *Lpp*=3.05 м) и показавшие хорошее совпадение. На модели INSEAN 2340 в носовой оконечности были установлены турбулизаторы в виде штифтов диаметром 3 мм и высотой 3 мм шагом 30 мм на расстоянии 60 мм от форштевня.

В программе FREE!ship Plus была создана 3D модель корпуса (без турбулизаторов) параметры которого приведены в табл.1, а теоретический чертеж на рис. 1.

При моделировании были заданы следующие данные:

- плотность воды ρ_w=998.8 кг/м^3;
- кинематический коэффициент вязкости воды $\nu_w=1.09*10^{-6}$ м^2/с;
- плотность воздуха ρ_a=1 кг/м^3;
- кинематический коэффициент вязкости воздуха $\nu_a=1.48*10^{-5}$ м^2/с;
- шероховатость поверхности корпуса 40 мкм;

- motionSolver rigidBodyMotion;
- RASModel kOmegaSST;
- application interDyMFoam;
- количество ячеек 880 тыс.;
- шаг по времени 0.025 ... 0.01;
- количество ядер (потоков) 12.

Таблица 1. Основные характеристики корпуса модели INSEAN 2340 (DTMB 5415)

Длина между перпендикулярами	5.720 м
Длина максимальная	6.171 м
Ширина на миделе	0.811 м
Проектная осадка	0.248 м
Абсцисса миделя	2.860 м
Объемное водоизмещение	0.542 $м^3$
Водоизмещение	0.542 тонн
Коэффициент общей полноты	0.5061
Призматический коэффициент	0.6513
Коэффициент вертикальной полноты	0.6543
Смоченная площадь поверхности	4.788 $м^2$
Абсцисса Ц.В.	2.415 м
Абсцисса Ц.В.	-0.556 %
Аппликата Ц.В.	0.148 м
Площадь миделя	0.145 $м^2$
Коэффициент полноты миделя	0.7770
Длина по ватерлинии	5.727 м
Ширина по ватерлинии	0.754 м
Площадь ватерлинии	3.341 $м^2$
Коэффициент полноты ВЛ	0.7734
Абсцисса Ц.Т. площади ватерлинии	2.171 м
Половина угла носового заострения	11.07 град

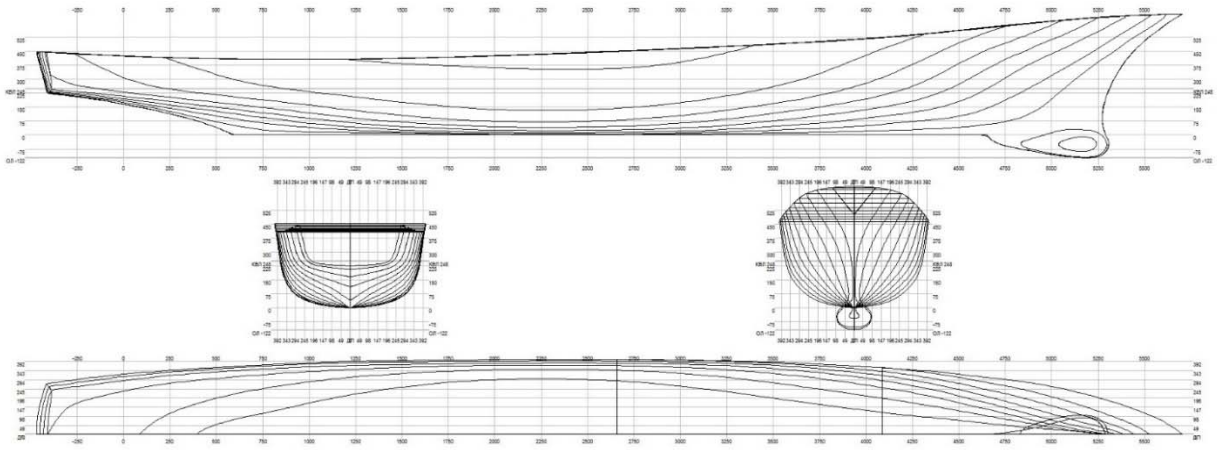


Рисунок 1 – Теоретический чертеж корпуса модели INSEAN 2340.

Время расчета от старта до стационарных значений сопротивления составляло от 7 до 20 сек., а процессорное время расчета одной итерации составляло ~18 сек.

На рисунке 2 приведены характерные кривые сопротивления в зависимости от времени и числа $Fr_L = \frac{\upsilon}{\sqrt{gL}}$ модели длиной *Lpp*=5.72 м.

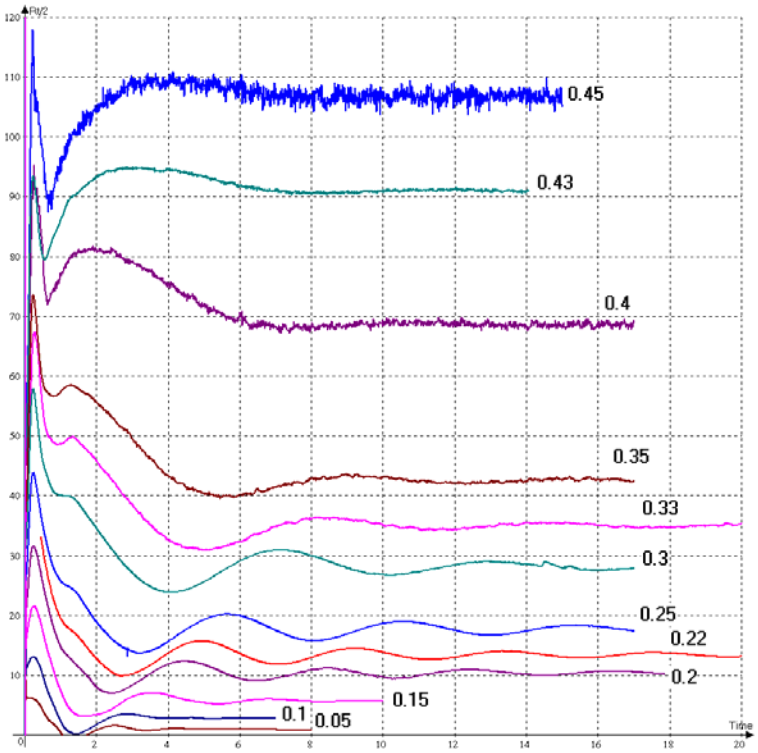


Рисунок 2– Зависимость полного сопротивления $R_T/2$ модели от числа Fr_L и времени моделирования.

На рисунках 3 и 4 приведены вид системы ячеек и формы волновой поверхности вблизи корпуса модели при Fr_L=0.43.

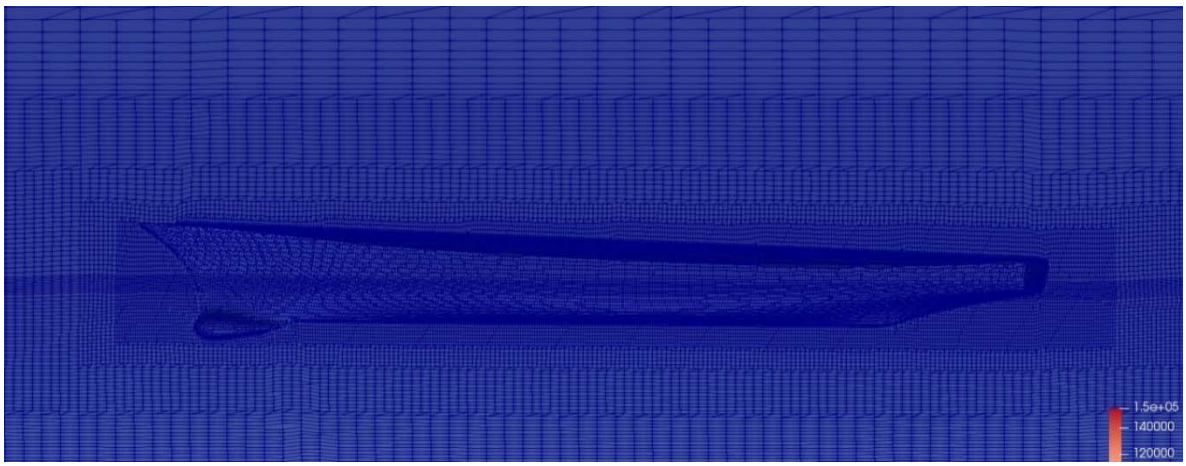


Рисунок 3 – Вид деформированной системы ячеек в ДП модели при *t* = 17 сек .

На рисунке 5 приведено сравнение полного сопротивления $R_T/2$ (на половине корпуса) с экспериментальными данными [1]. Также для сравнения с экспериментом в опытовом бассейне результаты расчета в OpenFOAM полного сопротивления пересчитывались в безразмерный коэффициент полного сопротивления по формуле

$$c_T = \frac{2R_T}{\rho_w \upsilon^2 \Omega},$$

где υ - скорость модели; Ω - площадь смоченной поверхности корпуса.

Рисунок 4 – Форма волновой поверхности вблизи корпуса модели при времени моделирования t = 17 сек.

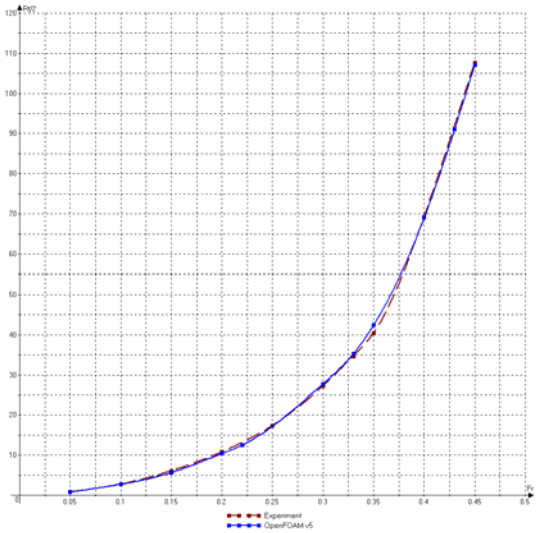


Рисунок 5 – Зависимость полного сопротивления $R_T/2$ от числа Fr_L по результатам расчета в OpenFOAM 5.x и по данным эксперимента.

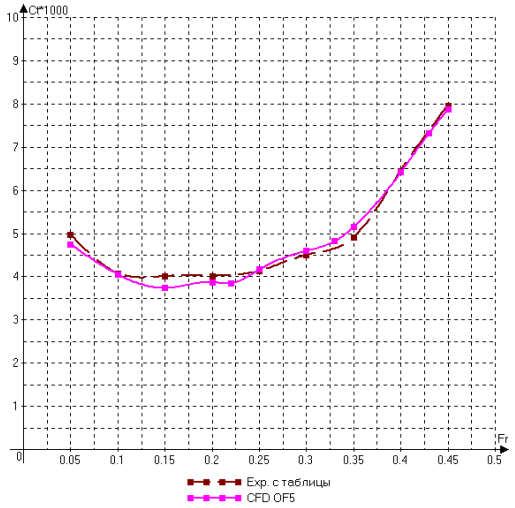


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента полного сопротивления C_T от числа Fr_L по результатам расчета в OpenFOAM 5.x и по данным эксперимента.

На рисунке 6 приведены результаты расчета C_T для модели INSEAN 2340 в зависимости от числа Fr_L. Как видно из графиков в OpenFOAM 5.x достаточно хорошо моделируется коэффициент полного сопротивления C_T в диапазоне $0.05<Fr_L<0.45$, а максимальная погрешность при $Fr_L=0.15$ составляет около 7%.

Выводы. В результате проведенного моделирования в OpenFOAM сопротивления модели INSEAN 2340 в сравнении с экспериментом показало достаточно хорошее совпадение в широком диапазоне скоростей и возможность использования CFD пакета OpenFOAM в начальных стадиях проектирования судов. Расхождение результатов расчета C_T с экспериментальными данными не превышает 7%.

REFERENCES

[1] Olivieri.A, Pistani.F, Avanzini.A, Stern.F, Penna.R (2001). Towing Tank Experiments of Resistance, Sinkage and Trim, Boundary Layer, Wake, and Free Surface Flow Around a Naval Combatant Insean 2340 Model. IIHR Technical Report No. 421, IIHR – Hydroscience & Engineering College of Engineering The University of Iowa, 1-41.

[2] Freiria J. (2009). Accreditation of Hydrodynamic Channels in use in Naval Modeling. Ciencia Y tecnología De Buques, 3(5), 107-124.

[3] Longo, J. and Stern, F., (1998) Resistance, Sinkage and Trim, Wave Profile, and Nominal Wake and Uncertainty Assessment for DTMB Model 5512, Proc. 25th ATTC, Iowa City, 1-30.

Modeling resistance INSEAN 2340 in OpenFOAM

Victor Tymoshenko[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. *The simulation of the resistance to movement of the INSEAN 2340 model using CFD OpenFOAM 5.x package in a wide speed range $Fr_L = 0.05 ... 0.45$. The results of modeling the resistance are compared with the experimental data in the experimental towing tank. Recommendations are given on the use of the OpenFOAM CFD package for using in the initial stages of designing ships.*

Keywords: *resistance; vessel; CFD; OpenFOAM*

УДК 629.5.015.4

ПРО ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ДОТИЧНИХ НАПРУЖЕНЬ ПО ВИСОТІ СТІНКИ БАЛКИ З ВИРІЗОМ ПРИ ЇЇ ЗГИНАННІ

Коростильов Л.І.[1], Дядюра Є.Ю.[2], Литвиненко Д. Ю.[3]

[1] доктор технічних наук, професор кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

leontyy.korostilyov@nuos.edu.ua

[2]аспірант кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

yevgen.diadiura@nuos.edu.ua,

[3] кандидат технічних наук, асистент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

dmytro.lytvynenko@nuos.edu.ua[3]

Анотація. Розглянуто питання оцінки впливу деформацій зсуву при згинанні балок за умови наявності в них вирізу. Пропонується враховувати деформації зсуву при визначенні кінематичних параметрів згинання балки на базі поправочних коефіцієнтів

Ключові слова: виріз; дотичні напруження; кінематичні параметри згину; перерізуюча сила; стінка балки.

Вступна частина. При визначенні кінематичних параметрів згинання відносно коротких балок з вирізами має суттєвий вплив величина перерізуючої сили, яка характеризує деформацію зсуву і є інтегральною характеристикою дотичних напружень по висоті стінки. За технічною теорією згинання балок, що базується на гіпотезі плоских перерізів і дозволяє розраховувати дотичні напруження за відомою формулою професора Журавського Д.І. [1, с. 274], пропонується вводити поправочні коефіцієнти. Величини цих коефіцієнтів залежать від форми поперечного перерізу, тобто характеру розподілу суцільної епюри дотичних напружень τ по висоті стінки [2, с. 130]. Однак, у випадку наявності в стінках вирізу, епюра τ має розрив неперервності. Через це потрібно шукати інший підхід при визначенні кінематичних параметрів згинання балки при врахуванні деформацій зсуву.

Ціль роботи. Проаналізувати можливі підходи щодо врахування впливу перерізуючої сили на кінематичні параметри згинання балки для випадку розташування в стінках балок вирізів та розривному розподілі в перерізі дотичних напружень.

Основна частина. Нерівномірність розподілу дотичних напружень τ по висоті балки з різною формою поперечного перерізу при їх згинанні безпосередньо випливає з формули Д.І. Журавського: $\tau = \dfrac{N(x)S_y}{I_y t}$, де $N(x)$ – перерізуюча сила; I_y – момент інерції площі поперечного перерізу відносно осі y; а S_y і t – статичний момент відсіченої площі перерізу відносно осі y і товщина профілю по лінії відсічення (рис. 1).

Формула Журавського підтверджена експериментально, а рівень нерівномірності епюри за цією формулою можна характеризувати відношенням $\tau_{ср}/\tau_{max}$. У цьому відношенні $\tau_{ср}$ і τ_{max} – значення середніх і максимальних дотичних напружень в перерізі [3]. Для балок таврової форми перерізу нерівномірність τ суттєво залежить від величини S_y, тобто площі поясків балки.

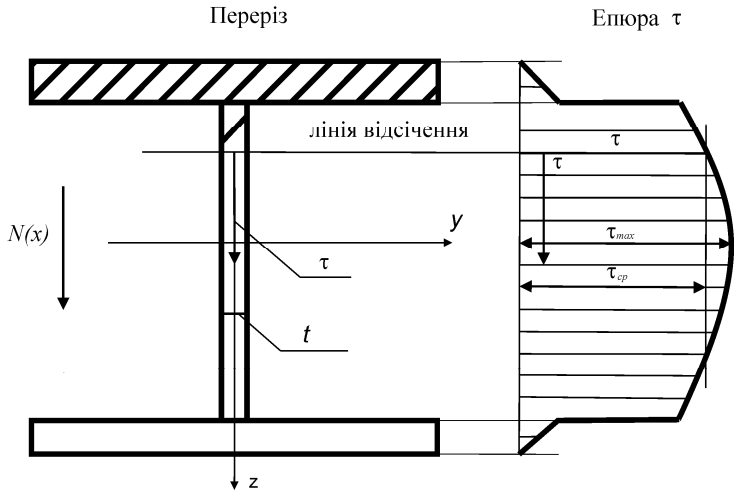


Рисунок 1 – Епюра дотичних напружень τ по висоті перерізу балки.

Як показано в роботі [3], для реальних балок суднових конструкцій відношення $\tau_{ср}/\tau_{max}$, як правило, не менше 0,7 і прямує до 1 при досить широких поясках. При визначенні за технічною теорією кінематичних параметрів згину балки (прогину, кута повороту перерізу) не враховується деформація зсуву, яка має місце при згинанні і відображається наявністю

в поперечному перерізі дотичних напружень τ. Тому при експериментальних дослідженнях прогини відносно високих балок виявляються дещо заниженими у порівнянні з розрахованими за технічною теорією. Така різниця може складати для балок реальних конструкцій до 30%. Тож, урахування впливу деформацій зсуву при згинанні вимагає створення простих розрахункових формул для отримання надійних результатів кінематичних параметрів згину.

У випадку неперервної за перерізом балки епюри τ доцільно ввести в розрахункові формули поправочні коефіцієнти на величину кінематичних параметрів згину, які враховували б вплив на них деформації зсуву. Але для стінок балок, де розташований виріз, епюра τ є розривною, з двома нульовими точками: 1 і 1' (рис. 2). Характер цієї епюри може залежить від геометричних параметрів балки і розміру вирізу, при цьому відношення $\tau_{ср}/\tau_{max}$ буде залежати від розміру вирізу.

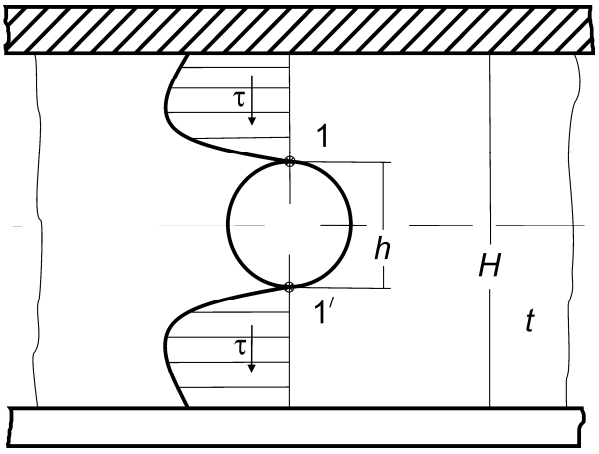


Рисунок 2 – Ймовірна епюра τ в перерізі балки з вирізом

Якщо розмір вирізу по висоті балки характеризувати параметром $\lambda = h/H$, то в стінці при її товщині t дотичні напруження τ будуть розподілятися по площі $F = Ht(1-\lambda)$ При цьому у випадку симетрично розташованого вирізу з відповідним h площа перерізу буде поділятись порівну по висоті стінки H.

При використанні поправочного коефіцієнту для урахування впливу деформацій зсуву на кінематичні параметри необхідно знати характер розподілу розривної епюри τ по висоті стінки. Для цього необхідно визначити теоретично і перевірити експериментально такий розподіл. Це, відповідно, дозволить і для неперервної епюри дотичних напружень у перерізі балки отримати величини максимальних і середніх напружень. В цьому випадку можливо використати підхід врахування деформацій зсуву за допомогою поправочних коефіцієнтів.

В інших випадках, коли виріз не є симетричним, а також коли при симетричному розташуванні вирізу маємо різні по площі пояски такий підхід не буде коректним. Для таких випадків треба виконувати безпосередньо прямі розрахунки напружено-деформованого стану зазначених конструкцій з використанням розрахункових комплексів.

Висновки. Виконаний аналіз характеру епюри дотичних напружень по висоті стінки балки з вирізом в перерізі дозволив вибрати два підходи для оцінки впливу деформації зсуву на кінематичні параметри згину, в залежності від розташування вирізу і площі поясків. Ці підходи передбачають використання поправочних коефіцієнтів та скінченно-елементного аналізу.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Суслов, В.П., Кочанов, Ю.П., Спихтаренко, В.Н. *Строительная механіка корабля и основы теории упругости*. Ленинград: Судостроение, 1972. 720с.

[2] 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.

[3] Коростильов, Л.І., Дядюра, Є.Ю. *Про нерівномірність розподілу дотичних напружень в стінках балок суднових конструкцій*. Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2021.

About features of distribution of shear stresses along web plate with lightening hole in bending

Leontii Korostylov[1], Yevhen Diadiura[2], Dmytro Lytvynenko[3]
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The problem of estimation of influence of shear deformations in bending of beams in presence of the lightening hole have been considered. Accounting of effect of shear deformations in determining of kinematic parameters of bending of a beam was proposed.

Keywords: lightening hole; shear stresses; kinematic parameters of bending; shear force; web plate.

УДК 629.5, 624.075.4

СТІЙКІСТЬ КВАДРАТНОЇ ПЛАСТИНИ З КРУГЛИМ ВИРІЗОМ ПРИ ОДНОЧАСНІЙ ДІЇ ЗГИНАЛЬНОГО І ЗСУВНОГО НАПРУЖЕНЬ

Коростильов Л.І.[1], Мартиченко Я.О.[2]
[1] доктор технічних наук, професор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв
leontyy.korostilyov@nuos.edu.ua
[2]аспірант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
Україна, Миколаїв
Grapua@gmail.com

Аннотація. В доповіді представлено результати дослідження стійкості квадратної пластини з центрально розташованим круглим вирізом при одночасній дії на неї згинального і зсувного напружень.

Ключові слова: стійкість; прямокутні пластини; складне навантаження; критичні напруження.

Вступна частина. Задача оцінки стійкості пластинчатих елементів корпусних конструкцій суден при одночасній дії на них згинального і зсувного напружень є однією з фундаментальних. Такий тип навантаження найбільш характерний для стінок поперечного набору, наприклад, при постановці судна у плавучий чи сухий док, тиск від кільблоків стінками флору сприймається комбінацією зсувного і згинального напружень. Вирішенням цієї задачі займались ще з початку минулого століття [1, 2], а остаточне вирішення відсутнє дотепер. Кафедрою будівельної механіки і конструкції корабля НУК виконуються дослідження стійкості пластинчатих елементів корпусних конструкцій в умовах одночасної дії згинального і зсувного напружень.

Ціль роботи – дослідження стійкості квадратної пластини при одночасній дії згинального і зсувного напружень, оцінити вплив центрально розташованого круглого вирізу різних розмірів на стійкість такої пластини.

Основна частина. Поставлена задача чисельно вирішувалась методом скінченних елементів для стальної пластини з розмірами 1000x1000x10 мм, наявний центральний виріз зі співвідношенням діаметру до висоти пластини $\delta = d / a = 0{,}1\ldots0{,}5$. Розрахункова схема пластинчатого елемента представлена на рисунку 1.

Результати дослідження стійкості квадратної пластини при одночасній дії згинального σ_0 і зсувного τ напружень і вплив центрально розташованого круглого вирізу на стійкість такої пластини наведені на рисунку 2.

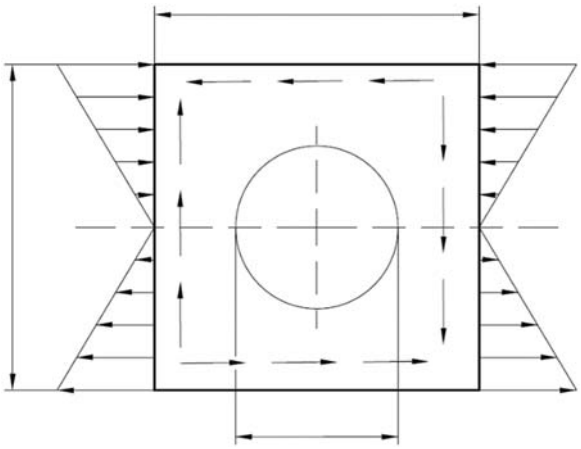


Рисунок 1 – Розрахункова схема пластинчатого елемента при одночасній дії згинального і зсувного напружень

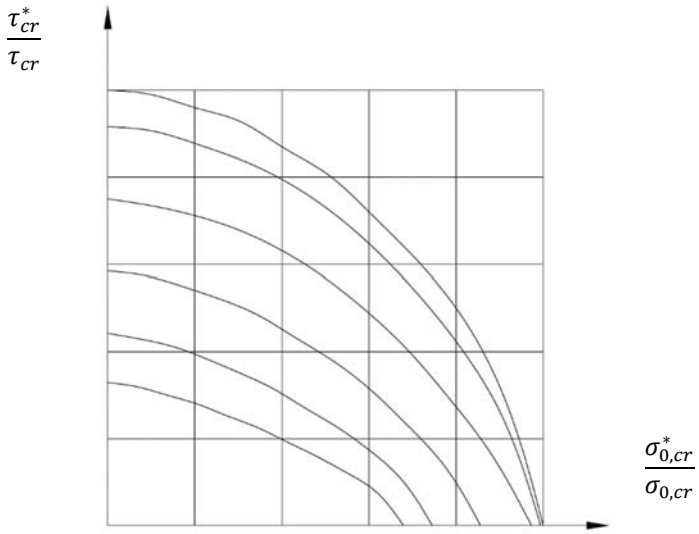


Рисунок 2 – Граничні криві прямокутних пластин з центральним круглим вирізом з різними співвідношеннями $\delta = d / a$: *а* – суцільна пластина; *б* – δ = 0,1; *в* – δ = 0,2; *г* – δ = 0,3; *ґ* – δ = 0,4; *д* – δ = 0,5

Професором Вольмиром А. С. була запропонована формула для оцінки стійкості квадратної суцільної пластини при одночасній дії згинального і зсувного напружень:

$$\left(\frac{\sigma^*_{0,cr}}{\sigma_{0,cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau^*_{cr}}{\tau_{cr}}\right)^2 = 1, \qquad (1)$$

результати чисельного оцінювання показують, що більш коректною буде формула

$$\left(\frac{\sigma^*_{0,cr}}{\sigma_{0,cr}}\right)^{1,5} + \left(\frac{\tau^*_{cr}}{\tau_{cr}}\right)^2 = 1, \qquad (2)$$

де $\sigma^*_{0,cr}$, τ^*_{cr} – ейлереві критичні напруження при одночасній дії σ_0 і τ; $\sigma_{0,cr}$, τ_{cr} – ейлереві критичні напруження при окремо діючих σ_0 і τ.

Це показано на рисунку 3.

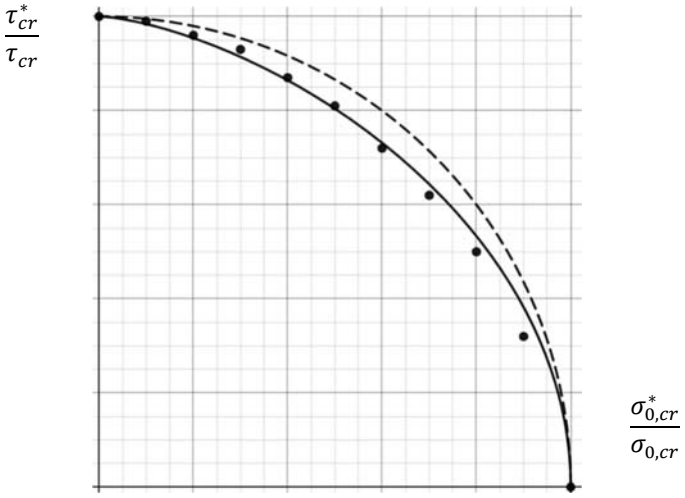


Рисунок 3 – Граничні криві суцільної квадратної пластини за:
***1* – за формулою (1); *2* – за формулою (2); • – результати чисельного дослідження методом скінчених елементів**

Формула граничної поверхні для квадратної пластини з вирізами має вигляд:

$$\left(\sigma_{0,cr}\cdot\frac{\sigma^{*o}_{0,cr}}{\sigma^{o}_{0,cr}}\right)^{1,5}+\left(\tau_{cr}\cdot\frac{\tau^{*o}_{0,cr}}{\tau^{o}_{0,cr}}\right)^{1,5}=1, \qquad 3)$$

де $\sigma^{*o}_{0,cr}$, $\tau^{*o}_{0,cr}$ – критичні напруження пластини з вирізом при одночасній дії σ_0 і τ; $\sigma^{o}_{0,cr}$, $\tau^{o}_{0,cr}$ – критичні напруження пластини з вирізом при окремій дії σ_0 і τ.

Представлення цієї формули при наявності круглого вирізу різного діаметра наведено на рисунку 4.

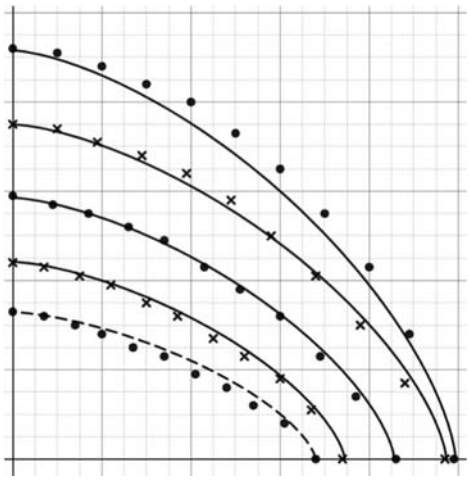


Рисунок 4 – Представлення формули (3) для квадратної пластини з круглим вирізом різного діаметра:
***1* – δ = 0,1; *2* – δ = 0,2; *3* – δ = 0,3; *4* – δ = 0,4; *5* – δ = 0,5**

Висновки. Наведені формули (2) та (3) найбільш точно описують характер граничної кривої при одночасній дії згинального і зсувного напружень. Наявність вирізу має значний вплив на зниження стійкості квадратної пластини, особливо якщо присутні зсувні напруження. Подальші дослідження у цьому напрямку будуть виконуватись для прямокутних пластин.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Папкович, П. Ф. Строительная механика корабля Ч.2. Ленинград: Государственное союзное издательство судостроительной промышленности, 1941.

[2] Вольмир, А. С. Устойчивость деформируемых систем. Москва: издательство «Наука», 1967.

Buckling of rectangular plate under the simultaneous action of bending and shear stresses

L. Korostylev[1], Ya. Martychenko[2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The report presents the results of the rectangular plates' buckling with a centrally located round cutout under the simultaneous action of bending and shear stresses.

Keywords: buckling; rectangular plates; combined pressure; critical stresses.

УДК 629.5

ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНІ ДЕФОРМАЦІЇ В ОСЕРЕДКУ КОНЦЕНТРАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ БАЛКИ-СТІНКИ ЗІ ЗЛАМОМ ОСІ

Соков В. М.[1]

[1]асистент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна,

valera.sokov@gmail.com

Анотація. Представлено залежності для визначення інтенсивності пружно-пластичних деформацій типової суднової балки-стінки зі зламом осі без вільного фланцю в осередку концентрації. При цьому в осередку концентрації має місце пружно-пластичне деформування з наявністю пластичних зон. Матеріал досліджуваної балки прийнято ідеально пластичним. Запропоновані залежності отримані на основі даних напружено-деформованого стану чисельних серійних розрахунків параметричної моделі методом скінченних елементів при широкому варіюванні її геометричних параметрів.

Ключові слова: пружно-пластичне деформування, пластичні зони, ідеально пружно-пластичне тіло, пластичність, коефіцієнт концентрації напружень.

Вступ. В суднокорпусних конструкціях мають місце балки зі зламом осі без вільного фланцю, що мав би кріпитися до верхньої криволінійної кромки (рис. 1).

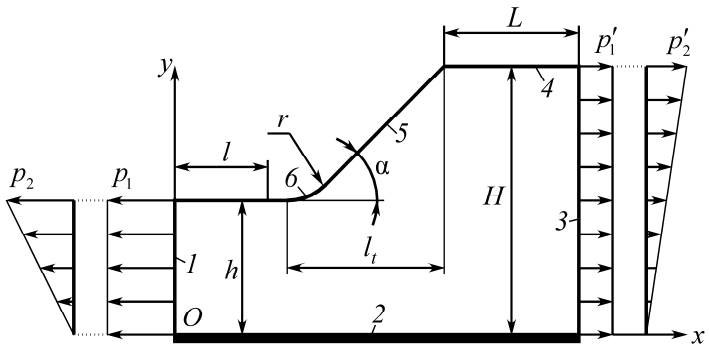


Рис. 1. Загальний вигляд балки зі зламом стінки без вільного фланцю

Такі балки-стінки зазнають осьових навантажень p_1, викликаних загальним згином корпусу судна, і згинальних навантажень p_2, викликаних місцевим згином перекриття.

Для балок такого типу (як з вільним фланцем, так і без нього) наразі не існує систематичних залежностей для розрахунку її напружено-деформованого стану (НДС) і проектування. Розрахункова схема представлена на рис. 2. Дослідження проводилися тільки для розтягання-стискання, як найбільш небезпечного стану. Важливим є дослідження НДС таких балок-стінок в осередку концентрації *6* (рис. 2).

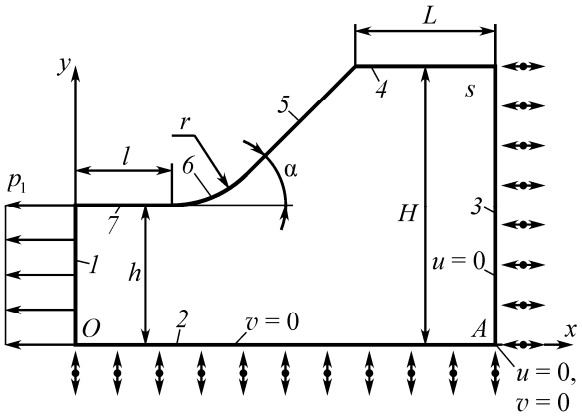


Рис. 2. Розрахункова схема досліджуваної балки-стінки

Пружне деформування балок-стінок (рис. 2) було досліджено в [1, 2, 3]. В роботах [1, 2] було досліджено їх НДС при відповідно розтяганні-стисканні і згині і запропоновано залежності для визначення коефіцієнтів концентрації напружень в залежності від геометричних параметрів. В [3] запропоновано методики оптимального проектування при пружному деформуванні.

В даній роботі представлено залежності для визначення пружно-пластичних деформацій в осередку концентрації *6* (рис. 2) при пружно-пластичному деформуванні останнього.

Основна частина. Серійні розрахунки проводилися з використання програми, що реалізує метод скінченних елементів (МСЕ) розробленої автором на мові програмування С++. Була розроблена відповідна параметрична модель. Дослідження показали, що результати пружно-пластичних розрахунків залежать більше від якості обробки інформації в точці ніж від типу скінченного елементу (СЕ), що цілком узгоджується з [4]. Тому для серійних розрахунків використовувалися об'ємні СЕ, що представляють собою тетраедри з 10 вузлами. Використання об'ємних СЕ пов'язано з тим, що плоска задача не враховує всі компоненти НДС, т. я. має місце звуження стінки в осередку концентрації та складні процеси розвитку пластичних зон, пов'язані з переходом від плоскої деформації до плоского напруженого стану при зростанні пластичної зони [5, 6].

Було виявлено, що при $s \le h/20$ відбувається стабілізація значень інтенсивності деформацій в контрольних точках осередку, тому ця товщина $s = h/20$ і була прийнята для серійних розрахунків. При такій товщині має місце переважно плоский напружений стан.

Розрахунок досліджуваної балки-стінки в умовах пружно-пластичного деформування для одного варіанту проводився наступним чином. При фіксованих геометричних параметрах в осередку/зоні концентрації на кромці *6* (рис. 1, 2) визначався коефіцієнт концентрації k_1 за [1]. Потім визначалося мінімальне навантаження $p_{\min}=\sigma_s/k_1$, (де σ_s – границя плинності), при яких починається пластичне деформування у зоні концентрації. Пружно-пластична робота для кожного досліджуваного варіанту розраховувалась для трьох значень зовнішнього навантаження p_i, які визначалися за формулами

$$\left.\begin{aligned} & p_i = p_{\min} + i\cdot\Delta p, \quad i=1,2,3, \quad \Delta p = \frac{[\sigma]-p_{\min}}{n}, \quad n=3, \\ & p_{\min} = \frac{\sigma_s}{k_1}, \quad [\sigma]=0,9\sigma_s. \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Параметри формули (1) p_i не мають відношення до рис. 1, 2.

Геометричні параметри балки-стінки при серійних розрахунках пластики варіювалися в наступних межах

$$H / h \in [1,6;\ 2,4], \quad r / h \in [0,05;\ 0,2], \quad \alpha \in [20°;\ 75°]. \tag{2}$$

Після проведення серійних розрахунків була накоплена статистична інформація для подальшої її обробки. Для ідеально пластичних матеріалів без зміцнення значення відносної інтенсивності пружно-пластичних (повних) деформацій $\overline{\varepsilon}_i$, і значення відносної інтенсивності пластичних деформацій $\overline{\varepsilon}_{ip}$, що визначаються залежностями

$$\overline{\varepsilon}_i = \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_{iey}}, \quad \overline{\varepsilon}_{ip} = \frac{\varepsilon_{ip}}{\varepsilon_{iey}}. \tag{3}$$

не залежать від границі плинності.

В (3) ε_i – абсолютне значення інтенсивності пружно-пластичних (повних) деформацій; ε_{ip} – абсолютне значення інтенсивності пластичних деформацій; ε_{iey} – інтенсивність пружних деформацій, при яких починається пластичне деформування в осередку концентрації, що визначається залежністю

$$\varepsilon_{iey} = \frac{\sigma_s}{3G}, \tag{4}$$

де G – модуль зсуву. Для ідеально пластичного матеріалу величина ε_{iey} завжди постійна і не залежить від зміцнення та величини зовнішнього навантаження.

Для відносного навантаження p/σ_s=0,9 величина відносної інтенсивності пластичних деформацій $\overline{\varepsilon}_{ip0,9}$ в залежності від геометричних параметрів може бути визначена наступною емпіричною залежністю

$$\left.\begin{aligned} &\overline{\varepsilon}_{ip0,9} = a_0 r_h^{\beta}; \\ &b_0 = 0,12H_h + 0,65; \quad b_1 = -0,44H_h + 2,84; \\ &\beta = -b_0 \cdot \tanh(\alpha \cdot b_1); \\ &a_0 = 1,4 \cdot \tanh(H_h) - 0,14 \cdot \alpha; \\ &r_h = r / h, \quad H_h = H / h, \quad \alpha, rad. \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Розходження між $\overline{\varepsilon}_{ip0,9}$, отриманими за формулою (5) відносно результатів МСЕ у діапазоні параметрів (2) становить ±9%.

Висновок. Запропоновано залежності для визначення величини інтенсивності пружно-пластичних деформацій в осередку концентрації при пружно-пластичному деформуванні балки стінки (рис. 1, 2) при навантаженні 0,9 від границі плинності в залежності від геометричних параметрів досліджуваної балки для ідеально пластичного матеріалу. В подальшому планується розробка залежностей для визначення пружно-пластичних деформацій додатково від зовнішнього навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Коростильов Л. І., Соков В. М. Оценка концентрации напряжений в типовых очагах конструктивных узлов корпуса судна. *Збірник наукових праць НУК*. Миколаїв: НУК, 2008. № 5 (422). С. 11−17.

[2] Соков В. М., Коростильов Л. І. Концентрация напряжений в типовом очаге тонкостенных конструкций. *Збірник наукових праць НУК*. Миколаїв: НУК, 2010. № 1 (430), С. 10–16.

[3] Соков В. М., Коростильов Л. І. Проектирование конструктивного узла корпуса судна с учетом технологических факторов. *Збірник наукових праць НУК*. Миколаїв: НУК, 2010. № 5 (434), С. 3–10.

[4] Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. *The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics*. 6-th edition. Barcelona, Spain: Elsevier Butterworth-Heinemann. 2005. 631 p.

[5] Партон В.З., Морозов Е.М. *Механика упругопластического разрушения*. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. 504 с.

[6] Махутов Н.А. *Деформационные критерии разрушения и расчет элементов конструкций на прочность*. М.: Машиностроение, 1981. 272 с.

Elastic-Plastic Strains In The Stress Concentration Zone Of Web Of Beam With Break Of An Axis

Valerii Sokov[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Nikolaev, Ukraine.

Abstract. There are presented relations for determination of intensity of elastic-plastic strains of typical ship web of beam with break of an axis without a free flange in the concentration zone. At the same time in the concentration zone there is elastic-plastic deformation takes place with presence of plastic fields. The material of investigated beam is ideally plastic. Offered relations are obtained on basis of data of strain-stress state of numerical serial study of a parametrical model by finite element method for geometrical parameters were being varied widely.

Keywords: elastic-plastic deformation, plastic zones, ideally plastic body, plasticity, stress concentration factor.

УДК 629.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИГИНУ ПАЛУБИ НА РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ТА ЖОРСТКОСТІ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ANSYS

Васильєва А.В.[1]

[1]технік-конструктор 2-ї категорії ДП ДПЦК, студент групи 5161м
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
sendler2000@gmail.com

Анотація. В статті представлено аналіз впливу вигину палуби на розрахунок жорсткості та міцності проведених в програмі ANSYS. Також продемонстровані можливі способи спрощення тривимірної кінцево-елементної моделі ділянки палуби за допомогою зміни лекальних обводів палуб (вигину) на похилу та рівну ділянку з відповідними розмірами. Представлені моделі дослідних ділянок та епюри з контурним зображенням податливості та напружено-деформованого стану.

Ключові слова: верхня палуба, вигин палуби, модернізація судна, жорсткість палуби, перевірка міцності.

Модернізація - це сукупність операцій по зміцненню конструкції судна (частини конструкції) з метою поліпшення техніко-експлуатаційних характеристик, усов праці, приведення його відповідно з новими вимогами і нормами, технічними умовами, показниками якості. [2]

Модернізація корпусу судна повинна виконуватися з попереднім розрахунком міцності, який підтвердить рівноцінний рівень надійності базової та модернізованої конструкції. Проведені розрахунки міцності повинні відповідати вимогам класифікаційних товариств.

Використанні чисельних методів дозволяє зекономити не тільки час але й кошти. Чисельні методи дозволяють на невеликий термін визначити міцність конструкції, підібрати оптимальні характеристики необхідних додаткових кріплень. [1]

Для дослідження пливу вигину верхньої палуби судна на міцність та жорсткість під час розрахунку конструкції метода скінчених елементів в програмному комплексі Ансіс. Умовна ділянка палуби являє собою листи настилу палуби, поздовжній та поперечний підкріпляючий набір.

Головні розміри розрахункової ділянки:

довжина розрахункової ділянки L`=3000 мм

ширина розрахункової ділянки B = 4620 мм

поперечна шпація a = 330 мм

поздовжня шпація b = 1000 мм

товщина листів обшивки s = 5 мм

Для спрощення побудови було запропоновано спростити лекальну конструкцію палуби (з вигином) замінити на похилу та горизонтальну ділянки.

Для дослідження було побудовано три тривимірні кунцево-елементні моделі. Для ідеалізації настилів обшивки, стінок балок, використовувалися елементи SHELL63, які мають 4 вузли та по шість ступенів свободи. Для ідеалізації полок рамних в'язей і головок ребер жорсткості використовуються елементи BEAM189.

Також для дослідження конструкцій було обрано алюмінієво-магнієвий сплав з такими показниками для листового прокату:

модуль пружності алюмінієво-магнієвих сплавів Еал = 7,1*1010

коефіцієнт Пуассона μал = 0,33

питома вага γал = 2650 кг/м3

Основні параметри кінцево-елементних моделей представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри кінцево-елементних моделей

Назва конструкції	Кількість вузлів	Кількість елементів	Кількість ступенів свободи
Палуба з вигином	8473	8420	50838
Похила палуба	4579	4721	27474
Рівна палуба	8473	8420	50838

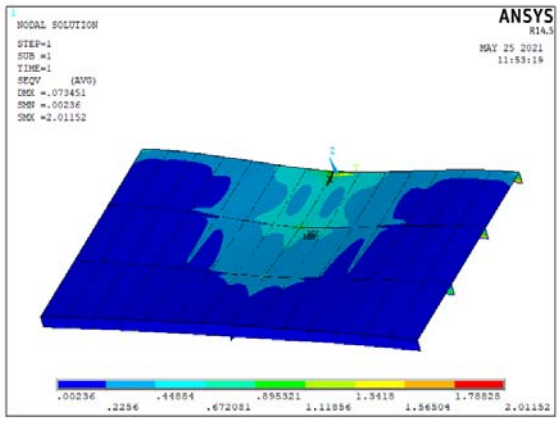
Для визначення напружено-деформованого стану конструкції були задані наступні граничні умови та навантаження:

завантажені одиничною силою в точці перетину поперечної та поздовжньої балки;

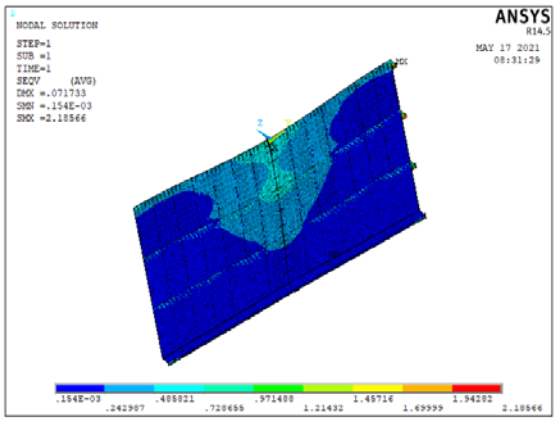
All Dof - закріплення листів настилу та балок вздовж умовної лінії борту.

Жорсткість конструкції С, Н/м або Н*м/рад, визначається за відношенням С = 1/А, де А – податливість конструкції, м/Н або рад/Н*м.

Для порівняння міцності конструкції на рисунку 1 графічно зображені напруження по Мізесу (Von Mis), які виникають при дії одиничного зусилля.



а)



б)

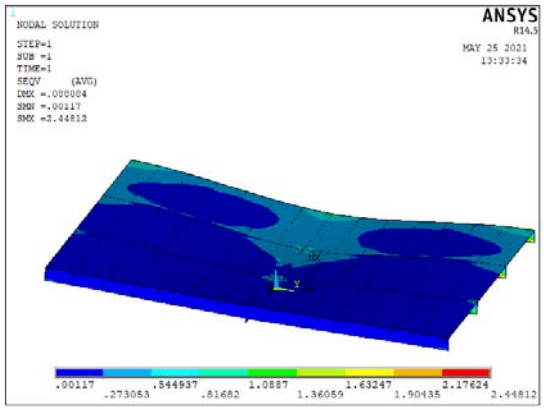
в) 

Рисунок 1 – Напружено-деформований стан розрахункових конструкцій:
а) ділянка палуби з вигином; б) ділянка палуби похила; в) рівна ділянка палуби

Для аналізу отриманих результатів значення жорсткості та максимальних напружень зведені в таблицю 2. Для порівняння похибки в таблиці 2 за еталон узяти значення отримані при розрахунку першої конструкції – з вигином. [3]

Таблиця 2 – Жорсткість та максимальні напруження конструкцій

Назва кон-струкції	A, м/Н	C, Н/м	σ, Па	Абсолютна (ΔX=X-X)			Відносна δ=(ΔX/X)*100%		
а)	0,07345	13,6145	2,0115	-	-	-	-	-	-
б)	0,07173	13,9406	2,1857	0,0179	0,3261	0,1741	2,395	2,339	7,967
в)	0,08808	11,3528	2,4481	0,0146	2,26172	0,4366	16,613	19,922	17,834

Висновок: В результаті дослідження був визначений вплив конструктивних характеристик палуби – вигину, на міцність та жорсткість конструкції під час розрахунку в програмному комплексі ANSYS. Таким чином: найбільшим значення жорсткості C = 13,9406 володіє похила ділянка палуби, а максимальне значення міцності σ = 2,4481 рівної ділянки палуби. Побудова криволінійної поверхні для розрахунку жорсткості значною мірою збільшує час виконання роботи, тоді як похила та рівна ділянка значно його зменшують.

ЛІТЕРАТУРА

[1] ABS SafeHull Finite Element Analysis of Hull Structures, 2014
[2] ДСТУ 3321_2003
[3] Модернізація та переобладнання судна, розробка проекту Belsudoproekt.ru

Investigation of the influence of deck bending on the calculation of strength and rigidity in ansys software complex

Anhelina Vasylieva[1]
[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The article presents an analysis of the influence of deck bending on the calculation of stiffness and strength conducted in the ANSYS program. Possible ways to simplify the three-dimensional finite element model of the deck section by changing the local contours of the decks (bending) to a sloping and flat section with appropriate dimensions are also demonstrated. Models of experimental plots and plots with a contour image of pliability and stress-strain state are presented.

Keywords: upper deck, deck bend, ship modernization, deck stiffness, strength test.

УДК 629.5

СФЕРИЧНІ ОБОЛОНКИ ІЗ КЕРАМІКИ ЯК ЕЛЕМЕНТИ ПЛАВУЧОСТІ ПІДВОДНОЇ ТЕХНІКИ

Бурдун Є.Т.[1], Гейко С. П.[2], Юреско Т.А.[3]

[1]кандидат технічних наук, професор, завідуючий кафедрою проектування та виробництва конструкцій із композиційних матеріалів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
evgeniy.burdun@nuos.edu.ua

[2]кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування та виробництва конструкцій із композиційних матеріалів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
geykosp@gmail.com

[3]кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування та виробництва конструкцій із композиційних матеріалів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
tyuresko@gmail.com

Анотація. Представлені результати експериментального дослідження несучої здатності безшовних сферичних оболонок із оксидної кераміки в умовах короткочасного гідростатичного навантаження.

Ключові слова: безшовні сферичні оболонки, гідростатичний тиск, оксидна кераміка.

Досвід освоєння океанських глибин показав, що найефективнішою геометричною формою для створення додаткової плавучості є порожниста замкнена сферична оболонка із високоміцних і високомодульних матеріалів з низькою відносною густиною при відсутності концентраторів напружень. Перспективною для таких оболонок є кераміка, однак існує серйозна проблема - низька ударна в'язкість кераміки при динамічних навантаженнях. Відносна густина макрооболонок для створення плавучості знаходиться в межах 100 – 450 кг/м^3, діаметр 30 – 300 мм.

Мета роботи – експериментально визначити несучу здатність сферичних оболонок із оксидної кераміки в умовах короткочасного гідростатичного навантаження.

Для проведення випробувань використовувались безшовні оболонки з оксидної кераміки, що виготовлялись за технологією шлікерного лиття у водопоглинаючу форму, розроблену співавторами [1].

Досліджувались керамічні оболонки трьох типів складів: порцеляна технічна; високоглиноземиста порцеляна; корунд (99,5% Al_2O_3).

Випробування виконувались за методиками [2] з використанням відповідно обладнаних гідростатичних стендів високого тиску. Робоча рідина – вода. Залежність несучої здатності оболонок – границі міцності або стійкості оболонок $P_г$, МПа при гідростатичному стисканні у воді від відносної густини оболонки ρ_0 (кг/м^3) наведено на рис. 1.

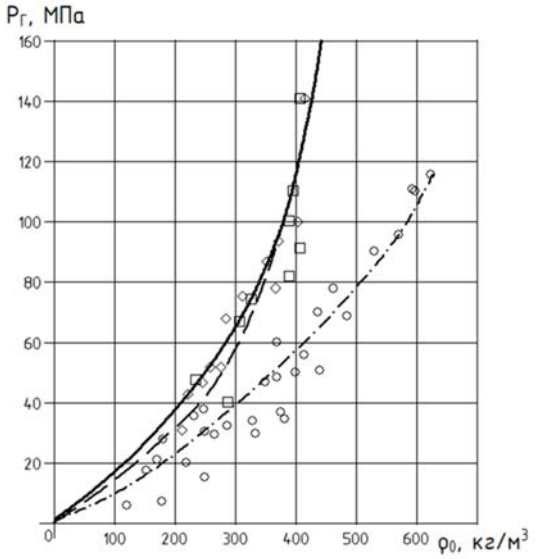


Рисунок 1 - Залежність міцності при гідростатичному стисканні $P_г$ від відносної густини ρ_0

Розбіжність результатів експериментів зростає із зменшенням відносної густини оболонки. Особливо суттєво ця закономірність проявляється на графіку (рис. 2) залежності розрахункового руйнівного напруження:

$$\sigma_p = \frac{P_г R_0}{2\delta},$$

від відносної густини ρ_0 (R_0 – радіус оболонки, δ – товщина стінки оболонки).

Апроксимація результатів експериментів методом найменших квадратів для несучої здатності оболонок (рис.1) дає такі залежності:

- для хімічно-стійкої порцеляни $P_г = (62{,}6\rho_0 + 0{,}189\rho_0^2)\cdot 10^{-3}$, МПа
- для високоглиноземистої порцеляни $P_г = (110\rho_0 + 0{,}35\rho_0^2)\cdot 10^{-3}$, МПа
- для корунду $P_г = (50\rho_0 + 0{,}486\rho_0^2)\cdot 10^{-3}$, МПа

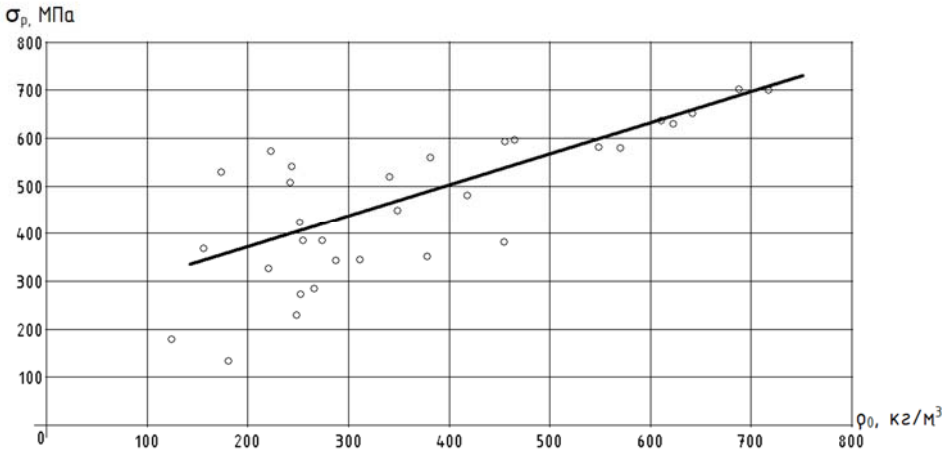


Рисунок 2 - Вплив відносної густини оболонки ρ_0 на руйнуюче напруження $\sigma_р$

Порівняння несучої здатності оболонок, що виготовлені з трьох досліджених складів показало, що найбільшу міцність мають оболонки з високоглиноземистої порцеляни, хоч руйнуючі напруження оболонок з корунда вище приблизно у два рази, їх несуча здатність дещо нижча за рахунок більшої питомої густини матеріалу, та як результат - меншої

товщини оболонки при тій же питомій масі. Проявляється масштабний фактор, суть якого полягає в більшій чутливості тонких виробів до невдосконаленості геометрії оболонок і мікроскопічним дефектам стінки виробу (нерівномірність товщині, пори, сторонні включення). При значних товщинах ($\rho \geq 400$ кг/м^3), несуча здатність оболонок із обох типів матеріалів вирівнюється, а з подальшим збільшенням питомої маси оболонки із корунда стають міцнішими (вплив мікродефектів слабшає, тому що товщина стінки суттєво збільшується).

Реалізація безшовного варіанту оболонки дозволяє в значній мірі реалізувати міцність кераміки, особливо що до дешевої порцеляни. Руйнування оболонки із порцеляни під тиском $P_г$, що відбувається при стискаючих напруженнях σ_P в оболонці, що досягають 80% від границі міцності на стискання порцеляни.

Більш висока несуча здібність оболонок з високоглиноземистої порцеляни в порівнянні з оболонками із хімічно стійкої порцеляни, що пов'язане з більшим вмістом каоліну, який при випалюванні утворює високоміцний муллітокорундовий склад.

Якщо прийняти до розрахунку показники вартості, то переваги також треба віддати порцеляні, тому що корунд є на порядок дорожчий. Це пов'язано з високою вартістю корундового порошку та великих енергетичних витрат при випалюванні. Температура спікання корунду сягає 1750^{0}С, а порцеляни 1200-1300^{0}С

Розбіжність результатів випробувань оболонок тиском $P_т$ потребує тестування їх перед використанням. При цьому неминуче руйнування частини оболонок. Тому слід використовувати ймовірнісну залежність - функцію Лапласа, що дозволяє визначити відсоткову кількість зруйнованих сфер $П$, як функцію $P_т/P_г$ (рис. 3).

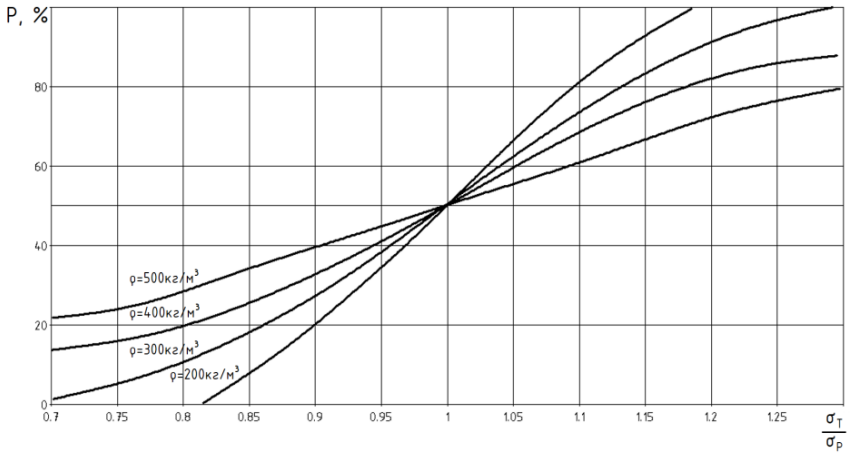


Рисунок 3 – Відсоток зруйнованих оболонок різної густини на різних рівнях тиску

Розбіжність результатів випробувань викликана різною геометрією оболонок – їх відхилення від сферичності. Оцінка несферичності виконувалася на партії із 243 оболонок, що виготовлені з корунду. На рис. 4 представлена залежність щільності ймовірності ω (%) розподілення оболонок за несферичністю:

$$\Delta = \frac{Dmax - Dmin}{Dср} 100\%,$$

де D_{max}, D_{min}, $D_{ср}$ – максимальний, мінімальний та середній діаметр оболонки.

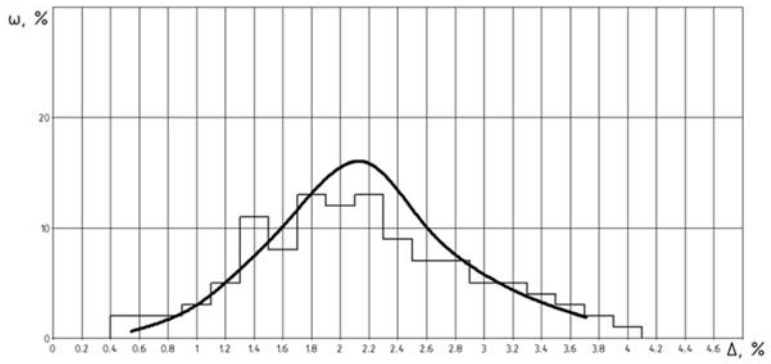


Рисунок 4 – Розподіл оболонок за несферичністю
Середнє значення $\Delta_{ср}$=2,02 %;
Середньоквадратичне відхилення Δ=0,69%

На рис. 5 представлена залежність параметра міцності корундової оболонки $P_т/\rho_0$ від несферичності Δ. Простежується зниження міцності оболонки при збільшенні несферичності.

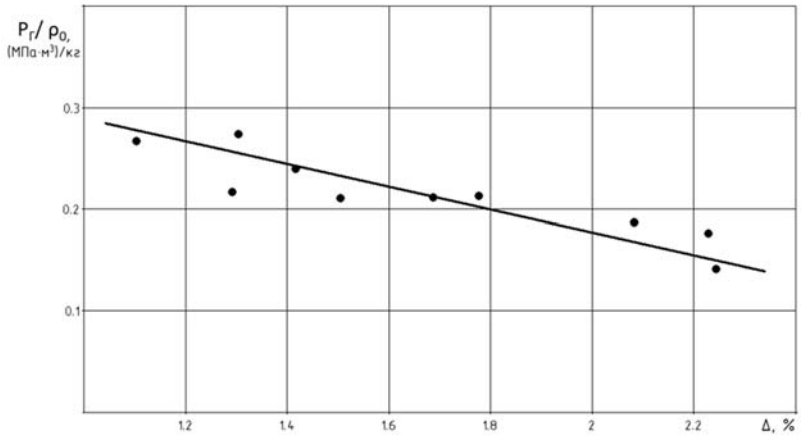


Рисунок 5 - Вплив несферичності оболонок на параметр несучої здатності

На деформування поверхні оболонок впливає значна кількість факторів:
- нерівномірність сушіння виробу в формі;
- просідання пластичного черепка при усадці та відшаруванні від форми;
- просідання підчас вид випалу (явище високотемпературної повзучості);
- нерівномірність температурного поля в середині печі.

Більшістю з цих факторів дуже важко керувати в умовах промислового виробництва. Тому підвищення якості оболонок в частині вдосконалення їх геометрії пов'язано з вдосконаленням оснащення, в особливості виплавних печей для випалювання та засобів контролю температурного полю в середині печі.

Висновок.

1. Дослідження несучої здатності несучих оболонок при короткочасному гідростатичному навантаження підтвердили, що запропонована технологія дозованого безшовного шлікерного лиття в двовісному обертаючому пристрої, забезпечує більш високий ступінь сферичності і рівностінності оболонок та дозволяє реалізувати високий потенціал міцності кераміки, ніж існуючі виливні шлікерні технології.

2. Для оболонок, як окремих елементів плавучості перспективними є оболонки з високоглиноземистої порцеляни, бо при однаковій щільності вони істотно дешевші за корунд.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Способ отливки полых замкнутых сферических оболочек и устройство для его осуществления.А.с. СССР, № 1766053 от 1.06.92. (приоритет № 4238234 от 02.04.1987 г.)

[2] Методика визначення зміни механічних характеристик сферопластиків під впливом дії гідростатичного тиску УКФА 730107.009 М, Миколаїв НУК, 2019 р.

Yevgen Burdun[1], Sergiy Geyko[2], Tetyana Yuresko[3]
[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The results of an experimental study of the bearing capacity of seamless spherical shells made of oxide ceramics under conditions of short-term hydrostatic loading are presented.

Keywords: seamless spherical shells, hydrostatic pressure, oxide ceramics.

УДК 629.5.015.4: 629.5.023.463

ОСОБЛИВОСТІ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПРО ЗГИН ГОФРОВАНОЇ ПЕРЕГОРОДКИ ЯК КОНСТРУКТИВНО ОРТОТРОПНОЇ ПЛАСТИНИ ПІД ДІЄЮ ПОПЕРЕЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Клименков С.Ю. [1], Худяєв О.В. [2]
[1]старший викладач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
sergij.klymenkov@nuos.edu.ua;
[2]студент групи 5116м Національного університету кораблебудування імені адмірала Макаровам. Миколаїв, Україна
khudyaev@ukr.net

Анотація. Запропоновано визначення модуля пружності в поперечному для гофрів напрямку для подальшого розрахунку перегородки як конструктивно-ортотропної пластини. Виконано розрахунки переміщень в поперечному до гофрів напрямку на прикладі гофрованої перегородки танкеру проекту 15966.

Ключові слова: гофровані перегородки; констркуктивно-ортотропні пластини; напружено-деформований стан; модуль пружності, закон Гука.

Вступна частина. Основним недоліком розрахунків напружено-деформованого стану конструкцій в програмних комплексах CAE є необхідність створення геометричних моделей, що мають конкретні розміри і параметри, тобто проектувальні розрахунки можливі тільки з використанням методу послідовних наближень. Отже аналітичні рішення є найбільш переважними на стадії проектування конструкцій, а перевірочні розрахунки за допомогою МСЕ-комплексів доцільні, коли основні розміри і параметри конструкції вже визначені. Розвиток сучасних математичних пакетів символьних розрахунків (Mathcad, Maple) поновлює інтерес до теоретичних рішень задач, які завдяки складності математичної частини представлялись громіздкими і незручними для практичного використання. До такої категорії задач можна віднести визначення напружено деформованого стану гофрованої перегородки під дією поперечного навантаження. На сьогоднішній час існує декілька методик теоретичного розрахунку напружено-деформованого стану гофрованих пластин. Найбільш простий викладено в [1, с. 49] коли в повздовжньому напрямку грані гофрів розглядаються як окремі призматичні балки що згинаються у площині своєї найбільшої жорсткості. Згин у площині мінімальної жорсткості не враховується. У поперечному напрямку грані розглядаються як жорсткі пластини, що вигинаються по дузі кола і можуть бути розраховані як ламана балка-смужка з жорсткими

нерухомими (в центрі) або рухомими (біля опорного контуру) вузлами. Більш точний, але з цим і більш складний спосіб, викладений в [2] грунтується на теорії складчастих конструкцій В.З. Власова. До недоліків такої методики слід віднести громіздкість розрахунків і неможливість, як показує автор, отримання рішень у деяких випадках. Ще один спосіб, успішно використаний у багатьох дослідженнях, зокрема й тих, що виконувалися на кафедрі будівельної механіки корабля МКІ-НУК, заснований на розгляді гофрованого полотна як конструктивно-ортотропної пластини. В деяких випадках при такому підході певні труднощі визиває визначення механічних властивостей, а саме модуля пружності і деформацій для поперечного по відношенню до гофрів напрямку.

Ціль роботи. Встановити характер розподілу поперечних деформацій у гофрованому полотні на основі розрахунків методом скінчених елементів. Проаналізувати можливі варіанти обчислення поперечних деформацій гофрів у поперечному напрямку для визначення відповідного модуля пружності ортотропної пластини.

Основна частина. Для рішення рівняння згину ортотропної пластини

$$D_1 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2D_3 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_2 \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y),$$

необхідно визначити параметри жорсткості:

$$D_1 = \frac{E_1 t^3}{12(1-\mu_1\mu_2)}; \quad D_2 = \frac{E_2 t^3}{12(1-\mu_1\mu_2)}; \quad D_к = \frac{Gt^3}{12};$$

$$D_3 = 2D_к + D_1\mu_2 = 2D_к + D_2\mu_1,$$

де E_1, E_2, μ_1, μ_2 – модулі пружності і коефіцієнти Пуассона вздовж лінії гофрів (напрямок 1) і перпендикулярно до неї (напрямок 2) [3, с.620].

В напрямку 1 модуль пружності визначається з рівності видовження ортотропної пластини Δl_1 і відокремленого гофра $\Delta l'_1$ відповідно до закону Гука при розтяганні під дією в напрямку l_1 деякої сили P:

$$\Delta l_1 = \frac{Pl_1}{E_1 dt}; \quad \Delta l'_1 = \frac{Pl_1}{E(2a+2b)}; \quad E_1 = \frac{b+a}{b\cos\varphi + a}E,$$

де a, b, φ – геометричні параметри гофрів (рис. 1).

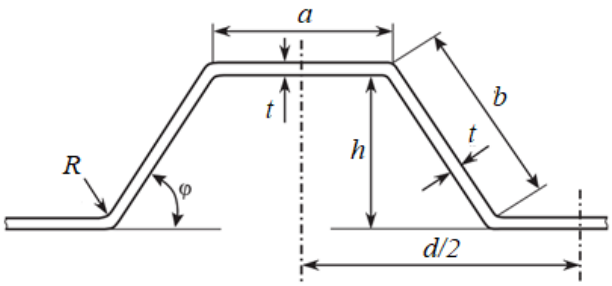


Рисунок 1 – Поперечний переріз гофра

У другому напрямку деформація гофрів $\Delta l'_2$ може бути визначена як видовження верхньої та нижньої граней від розтягання і похилих – від згину з розтяганням. Зміщення похилої грані буде дорівнювати горизонтальній проекції прогину консольної балки одиничної ширини, жорстко закріпленої на верхній грані (рис. 2) і горизонтальній проекції від її видовження:

$$\bar{f} = \frac{4pb^3}{Et^2}(sin\,\varphi)^2 + \frac{pb}{E}(cos\,\varphi)^2, \quad P = p \cdot 1 \cdot t.$$

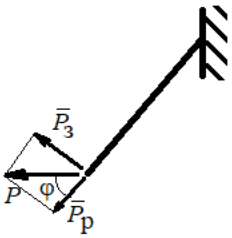


Рисунок 2 – Розрахункова схема згину похилої грані

Тоді видовження в напрямку l_2 і модуль пружності визначаться як:

$$\Delta l_2 = \frac{pd}{E_2}; \qquad \Delta l'_2 = \frac{2p}{E}\left(a + b(cos\,\varphi)^2 + \frac{4b^3}{t^2}(sin\,\varphi)^2\right);$$

$$E_2 = \frac{a + b\cos\varphi}{a + b(cos\,\varphi)^2 + \frac{4b^3}{t^2}(sin\,\varphi)^2}E.$$

Як бачимо перші два доданки в дужках формули видовження $\Delta l'_2$ на декілька порядків менші за третій, тож видовження в поперечному напрямку визначається майже тільки згинами похилих граней.

На рис.3 представлена епюра переміщень окремого гофру під дією розтягуючого навантаження в поперечному до гофрів напрямку, розрахована в комплексі SolidWorks при: $a = 0{,}84$ м; $b = 1{,}124$ м; $t = 0{,}022$ м; $\varphi = 60°$.

Ліва крайка жорстко затиснута, на праву прикладений рівномірний тиск $p = 1$ кПа. Модуль пружності сталі $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па.

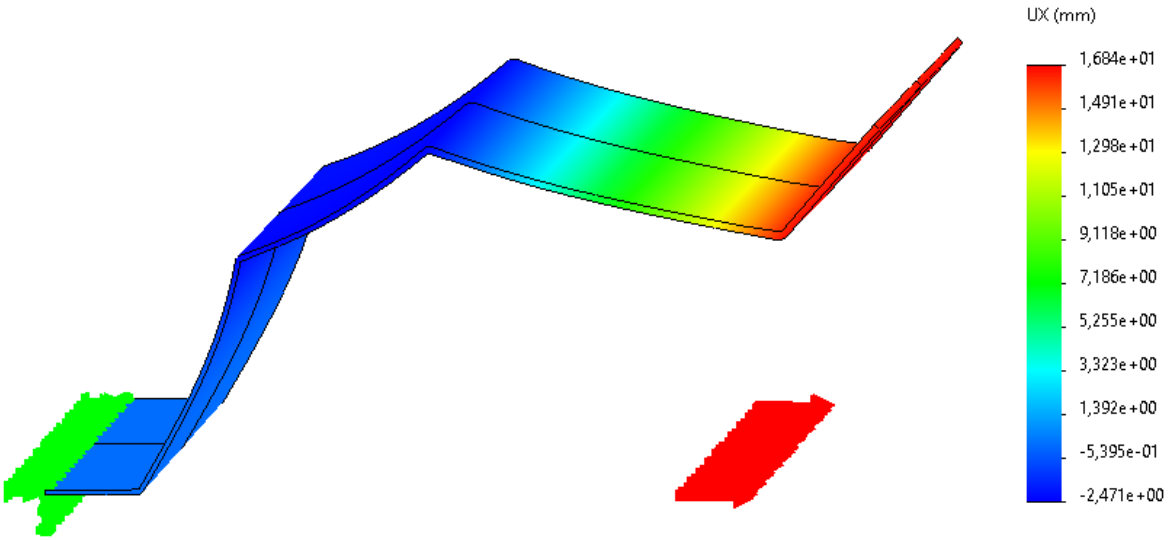


Рисунок 3 – Епюра переміщень в поперечному до гофрів напрямку

Розраховане за наведеною формулою зміщення складає

$$\Delta l'_2 = \frac{2 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^{11}}\left(0{,}84 + 1{,}124(\cos 60)^2 + \frac{4 \cdot 1{,}124^3}{0{,}022^2}(\sin 60)^2\right) = 8{,}8 \cdot 10^{-3}\text{м},$$

при значенні $E_2 = 31{,}85$ МПа.

Геометричні параметри взяті з реальної конструкції – гофрованої перегородки танкера проекту 15966, однак було змінено кут нахилу бокових граней з 80 до 60° у відповідності до оптимальної форми перерізу гофрів [4].

Як видно, визначені двома способами переміщення мають значну розбіжність, хоча визначений модуль пружності E_2 менший на 4 порядки за модуль пружності повздовжнього напрямку, як відмічалося в [1].

Висновки. Знайдений за формулою модуль пружності в поперечному до гофрів напрямку дає значну розбіжність при визначенні переміщень у порівнянні з МСЕ при заданих параметрах. Таким чином, викладений підхід до розглядання гофрованого полотна як конструктивно-ортотропної пластини потребує подальших уточнень і визначення меж застосовності. Також інтерес для подальших досліджень представляє визначення максимальних напружень в гофрах у складі перекриття і порівняння їх з такими ж напруженнями, визначеними за різними методиками, зокрема з використанням МСЕ.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Васильев А.Л., Глозман М.К., Павлинова Е.А., Филиппео М.В. Прочные судовые гофрированные переборки. . Ленинград: Судостроение, 1964. 316с.

[2] Васильев А.Л. Экспериментальное исследование работы переборки с горизонтальными коробчатыми гофрами на поперечную нагрузку. Авт. дис. канд. техн. наук, Ленинград: ЛКИ, 1956.

[3] Суслов, В.П., Кочанов, Ю.П., Спихтаренко, В.Н. *Строительная механика корабля и* основы теории упругости. Ленинград: Судостроение, 1972. 720с.

[4] Клименков С.Ю. Оптимизация геометрических параметров коробчатого гофра по условию прочности. Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК, 2017, 123-124.

Peculiarities of the solving of corrugated bulkhead bending problem as a constructively orthotropic plate under the transverse loading.

Serhii Klymenkov[1], Oleksandr Khudiaiev[2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. It is proposed to determine the modulus of elasticity in the transverse direction to corrugations for further calculation of the bulkhead as a constructively-orthotropic plate. Calculations of elongations in the transverse direction to the corrugations in example of the corrugated bulkhead of project 15966 tanker were performed.

Keywords: corrugated bulkheads; constructively-orthotropic plates; stress-strained state; elasticity modulus, Hooke's law.

УДК 629.5.012

О РАСЧЕТЕ ОБЩЕЙ ХОДОВОЙ ВИБРАЦИИ ТАНКЕРА

Шарун Г.В.[1], Калашник Д.И.[2]

[1]старший преподаватель кафедры строительной механики и конструкции корпуса корабля Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина, Николаев grygorii.sharun@nuos.edu.ua

[2]магистрант кафедры строительной механики и конструкции корпуса корабля Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина, Николаев kalashnik@nik.uspa.gov.ua

Аннотация. Выполнены расчет общей ходовой вибрации танкера и сравнение результатов с экспериментальными данными. Расчет выполнен при балочной схематизации

корпуса судна по методу конечных элементов. Погонная нагрузка на судно принималась с учетом присоединенных масс воды.

Ключевые слова: танкер; общая вибрация; напряженно-деформированное состояние.

Вступительная часть. Для танкера типа «Победа» был выполнен расчет общей ходовой вибрации согласно рекомендаций Российского морского Регистра судоходства [1]. Задача является актуальной и практически необходимой при проектировании корпусов судов для предотвращения обшей ходовой вибрации корпуса при эксплуатации судов.

Цель работы. Выполнить расчет общей ходовой вибрации танкера и сравнить результаты расчета с экспериментальными данными.

Основная часть.

При расчете общей ходовой вибрации судна рекомендуется использовать балочные, плоские и пространственные расчетные схемы [1]. В работе [1] приведен пример расчета общей вибрации танкера типа «Победа» при балочном моделировании корпуса и сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными.

Корпус судна моделируется призматической безопорной балкой. Задается жесткость корпуса на изгиб и сдвиг в поперечных сечениях по длине судна посередине каждой теоретической шпации (всего 20 сечений). Все геометрические характеристики поперечных сечений танкера были взяты в [1]. Масса корпуса рассчитывалась автоматически в программе метода конечных элементов через задание в исходных данных площади поперечного сечения по 20 сечениям по длине судна.

Погонные присоединенные массы воды при общей вибрации в вертикальном направлении определяются по формуле [1]

$$m_{\acute{a}}(x) = \frac{\pi}{8} \cdot \rho \cdot B_x^2 \cdot C_B \cdot K_B ,$$

где ρ - массовая плотность морской воды;

B_x – полуширина судна в расчетном сечении по длине судна;

C_B – коэффициент, определяющий присоединенные массы воды при плоском обтекании;

K_B - коэффициент, учитывающий трехмерность обтекания.

$$c_B = 1 + (\delta - \alpha) \cdot (\delta - \alpha + 1),$$

$$\delta = \frac{2 \cdot d_x}{B_x},$$

$$\alpha = \frac{3}{2}(1 + \delta) - \frac{1}{2}\sqrt{1 + 10 \cdot \delta + \delta^2 - \frac{32 \cdot \delta \cdot \sigma}{\pi}},$$

$$\sigma = \frac{S(x)}{B_x \cdot d(x)},$$

где d_x - осадка судна в расчетном сечении по длине судна;

$S_{(x)}$ – площадь погруженной части сечения.

Рассчитанные погонные массы воды добавлялись к погонному весу корпуса. Суммарные погонные массы задавались как дополнительная нагрузка, приложенная к каждому конечному элементу.

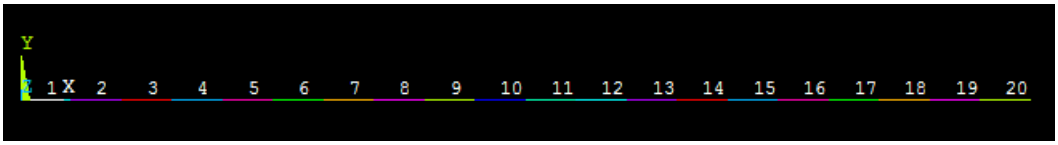


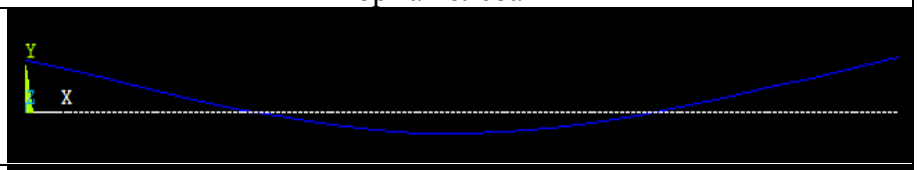
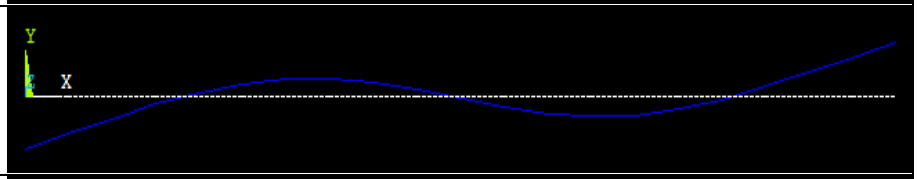
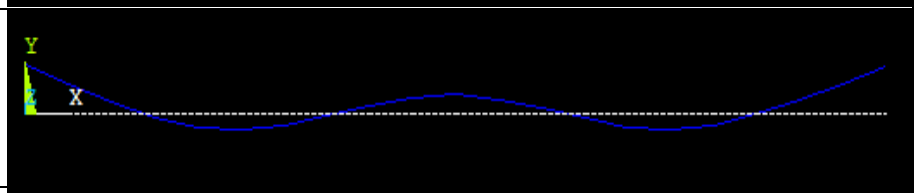
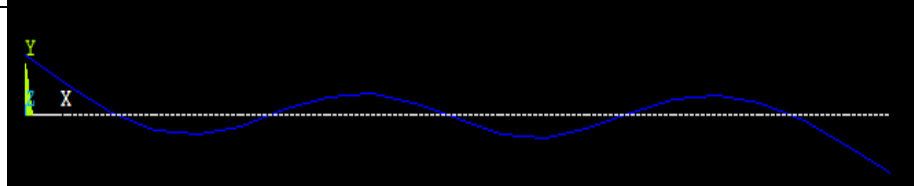
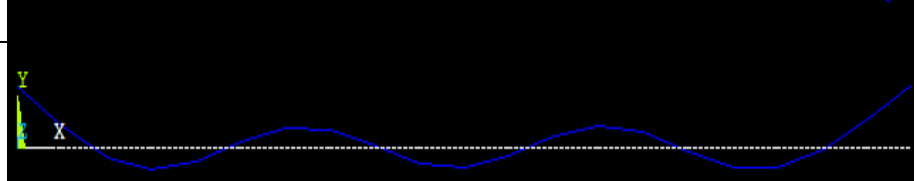
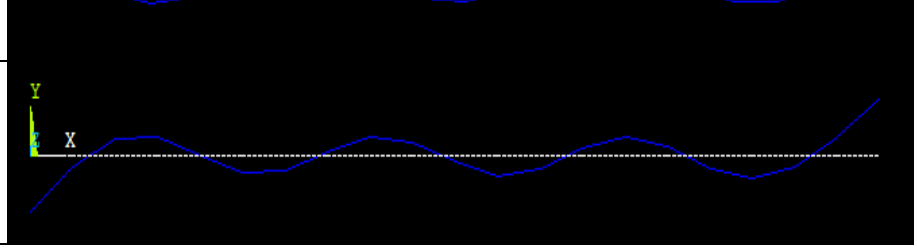
Рисунок 1 Расчетная схема корпуса с указанием типов жесткостей поперечных сечений корпуса

Результаты расчета представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 Сопоставление расчетных и экспериментальных значений частот свободных вертикальных колебаний танкера «Победа», Гц

№ тона	Расчет [1]	Расчет НУК	Экспе-римент	№ тона	Расчет [1]	Расчет НУК	Экспе-римент
1	0,60	0,64	0,68	6	4,76	4,65	5,34
2	1,35	1,54	1,25	7	5,62	5,64	6,18
3	2,16	2,33	2,10	8	6,48	6,80	6,78
4	3,20	2,71	3,44	9	7,38	7,29	7,76
5	3,90	4,12	4,43	10	8,30	8,71	8,75

Таблица 2 Частоты и формы свободных вертикальных колебаний танкера «Победа»

№ тона	Частота, Гц	Форма колебаний
1	0,64	
2	1,54	
4	2,71	
5	4,12	
7	5,64	
9	7,29	

Рекомедуется вычислять частоту первого тона по формуле [1]

$$\lambda_1 = \frac{0,142}{\sqrt{1,2 + \frac{B_{\otimes}}{3 \cdot d_{\otimes}}}} \sqrt{\frac{E \cdot I}{\Delta \cdot L^3}} = \frac{0,142}{\sqrt{1,2 + \frac{32,2}{3 \cdot 12,5}}} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 223,1}{741733 \cdot 228^3}} = 0,64\,\text{Гц}.$$

Как видим, частота первого тона по приближенной формуле совпадает с расчетом и экспериментом.

Выводы. Был выполнен расчет общей ходовой вибрации танкера «Победа». Расчет выполнен при балочной схематизации корпуса судна по методу конечных элементов. Расчет показал удовлетворительное совпадение результатов расчета и эксперимента. Полученные результаты неоходимо сравнить с числом оборотов гребного винта и лопастными частотами с целью избежания резонанса.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Российский морской Регистр судоходства. Сборник нормативно-методических материалов. Книга 14. НД No 2-139902-019. С.-П. 2004. С. 174.

About the calculation of the total vibration of the tanker

ryhorii Sharun[1], Dmitrii Kalashnik[2]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract: The calculation of the total running vibration of the tanker and the comparison of the results with experimental data have been carried out. The calculation was carried out for beam schematization of the ship's hull using the finite element method. The linear load on the vessel was taken taking into account the added masses of water.

Keywords: tanker; general vibration; stress-strain state.

УДК 629.5.01

СУЧАСНІ ФРЕГАТИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ

Кротов О.І.[1], Воробець О.Я.[2]
[1]кандидат технічних наук, доцент Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
ORCID:: http://orcid.org/0000-0001-8813-238X,
[2]аспірант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

Анотація. *Проведено аналіз сучасного стану кораблів класу фрегат з точки зору виконуваних в ході бойових операцій задач з використанням зброї різноманітного призначення на основі концепції змінних модулів − спеціалізованих комплексів для бойового використання. Наведено тактико-технічні елементи сучасних фрегатів США, створених на основі даної концепції, і охарактеризовано склад її модулів.*

Ключові слова:*. кораблі класу фрегат, бойові операції, концепція змінних модулів, тактико-технічні елементи.*

Сучасні фрегати (ФР) оформилися як самостійний підклас кораблів в другій половині минулого століття, коли у флотів провідних морських держав панувала тенденція поділу підкласів за ознакою вузької спеціалізації. Подальший розвиток фрегатів у різних країнах проходив у відповідності з їх поточною морською доктриною та фінансовими можливостями. Фрегатами називали і невеликі ескортні кораблі та крупні носії ракетної зброї з ядерними енергетичними установками. До кінця XX століття крупні ФР були перекваліфіковані в есмінці

або крейсери, і власне ФР стали називати бойові кораблі середньої водотоннажності, океанської (дальньої морської) зони, що мають універсальне ракетно-артилерійське озброєння, здатні вирішувати як оборонні (протичовнового (ПЧО) і протиповітряного (ППО) конвою, корабельного з'єднання, самооборони), так і ударного (підтримка морських десантів, знищення кораблів противника) характеру. У свою чергу, всередині підкласу ФР поділяються за призначенням: багатоцільові, ПЧО, ППО. Дещо поступаючись в ударному аспекті ескадреним міноносцям, ФР наближаються до них при вирішуванні спеціалізованих задач ПЧО/ППО.

Фрегати є одним з найбільш широко розповсюдженим підкласів кораблів у світі. І. якщо у флотів провідних морських держав ФР є масовими кораблями, то в інших їм відводиться роль основного бойового корабля або навіть флагмана. У зв'язку з цим достатньо чітко виділяються дві групи ФР: фрегати стандартною водотоннажністю 4-5 тис. тон і більше, націлені на дію у складі авіаносійних та амфібійних груп, крупних конвоїв в океанських умовах і фрегати 2-4 тис. т, призначених в основному, для одиночної патрульної служби [1].

За наявності достатньо великого попиту на кораблі даного класу провідні суднобудівні фірми розробили типові/базові проекти фрегатів, призначені як для своїх ВМС, так і на експорт. Склад озброєння і обладнання цих кораблів може варіюватися у широкому діапазоні, виходячи з поставлених перед ними задач. По суті, йдеться про наявність базової платформи, яка може бути оснащена за вимогою замовника, виходячи з його потреб. При цьому компоновка сучасного фрегата дозволяє розширювати або нарощувати його можливості при вирішенні тих або інших задач на протязі терміну служби. Одним із шляхів забезпечення вирішення, передусім, додаткових завдань, є застосування обладнання у модульному виконанні [1,2].

Вперше концепція змінних модулів реалізована в ВМС Данії за рахунок оснащення кораблів різних класів контейнерами з різним обладнанням і системами озброєння. Зокрема, такими контейнерами оснащені три ФР типу «Iver Huitfield» [5]. В даний час концепція змінних модулів закладена у багато проектів сучасних фрегатів і корветів. Найяскравішим прикладом реалізації цієї концепції служать ФР США типів «Freedom LCS1» та «Independence LCS2» [1].

Фрегат "Freedom LCS1" - дослідний корабель, створений по концепції "бойовий корабель прибережної зони" (Littoral Combat Ship). Тактичні групи LCS забезпечать забезпечать панування ВМС США в прибережному районі і доступ туди експедиційних сил, вирішення інших задач оборони.

Варіант LCS1 фірми Lockheed Martin являє собою однокорпусний напівглісуючий корабель зі стальним корпусом і алюмінієвою надбудовою.

Варіант LCS2 компанії Austal USA – тримаран з великими внутрішніми об'ємами порівняно з LCS1, його корпус і надбудова виконані з алюмінієвих сплавів.

Конструкційний захист на обох кораблях носить локальний характер, корпус, надбудова та елементи озброєння виконані по технології "стелс", забезпечений також захист від зброї масового ураження.

Основні тактико-технічні елементи (ТТЕ) цих кораблів наведені в табл.1 [1].

Таблиця 1.

ТТЕ	Freedom LCS1	«Independence LCS2»
Повна водотоннажність,т	3089	3000
Макс. довжина х ширина х осадка, м	115,3x17,5x3,9	127,8x31,6x4,3
Тип ГЕУ	ДГТУ	ДГТУ
Потужність ГЕУ, к.с.	113710 (4 ВМД)	113710 (4 ВМР)
Швидкість повного ходу, вуз	40-45	40-45
Дальність плаван. (вуз), милі	3500 (18)	3500 (18)
Екіпаж (офіцерів), осіб	Постійно 40 + з бойовими модулями 25-35	Постійно 40 + з бойовими модулями 25-35

Авіаційне озброєння	1-2 БЦГ MH-60R і БЛА MQ-8B	1-2 БЦГ MH-60R і БЛА MQ-8B
Ракетне озброєння	(БМ: ПКР Harpoon, Mk.41, Mk.48)	(БМ: ПКР Harpoon, Mk.41, Mk.48)
ППО	ЗРК СО RAM 1x21 ПУ (21)	ЗРК СО RAM 1x21 ПУ (21)
Артилерія (бк)	1x1 57-мм BAE S, Mr2, 4x1 12,7 мм	1x1 57-мм BAE S, Mr2, 4x1 12,7 мм
Торпедне озброєння і ПМО	(БМ: 324-мм ТА, ПМО НПА типу RM-AN/WLD-1(V)1)	(БМ: 324-мм ТА, ПМО НПА типу RM-AN/WLD-1(V)1)
Умовні позначення: бк – бойовий комплект; БЛА – безпілотний літальний апарат; БМ – бойовий модуль; БЦГ – багатоцільовий гелікоптер; ВМР – водометний рушій; ГЕУ – головна енергетична установка; ДГТУ – дизель-газотурбінна установка; ЗРК – зенітно-ракетний комплекс; НПА - незаселений підводний апарат; ПКР – протикорабельні ракети; ПМО – протимінне озброєння; ППО – протиповітряне озброєння; ПУ – пускова установка; ТА – торпедний апарат.		

Концепція корабля LCS передбачає створення базового модуля, що включає корпус, механічні та електричні системи, а також змінні модулі корисного навантаження, що встановлюються в залежності від поставленого перед кораблем завдання: ПЧО, ПМО, боротьби з надводними цілями (терористи, морські пірати, контрабанда, доставка наркотиків) [2].

Змінний модуль, або бойовий комплект (блок завдань) МР (Mission Package) являє собою спеціалізований комплекс, що розміщується на борту корабля для бойового застосування проти виявленої і ідентифікованої загрози. Окремі елементи, звані бойовими системами MS (Mission Systems), разом з забезпечуваним устаткуванням і стандартними інтерфейсами (за допомогою яких здійснюється їх установка на корабель) формують бойовий модуль (модуль завдань) ММ (Mission Module). Один або кілька модулів ММ разом з літальними апаратами (ЛА) і обслуговуючим персоналом складають бойовий комплект МР. Системи MS представляють собою незаселені підводні апарати (НПА), датчики або зброю (табл. 2) [2].

Таблиця 2. Склад модулів фрегатів ВМС США

Модулі задач ММ		
ПМО	ПЧО	Боротьба с НК
Системи виконання задач MS у складі модулів ММ		
Гелікоптер MH-60 "Sierra"; БЛА-гелікоптер MQ-88 "Fire Skout"; напівзанурений багатоцільовий НПА з ГАС мінопошуку AN/A-QS20A; безекіпажний катер типу "Fleet" з магнітно-акустичним тралом US3; система розвідки в прибережній полосі ТВД COBRA; два протимінних НПА "Kniefish"	Гелікоптер MH-60 "Romeo" з датчиками, лазерним дальноміром / шукачем цілей, РЛС з антеною з сентизованою апаратурою, опускну низькочастотну ГАС, РГАБ, торпеди Mk 54; БЛА MQ-8B "Fire Skout"; система супроводу ПЛ, що включає активну ГАС змінної глибини занурення, пасивну буксировану антену MFTA, систему обробки інформації активної ГАС; система ПТЗ	Гелікоптер MH-60 "Romeo" з 8 ракетами "Hellfire", ПКР "Griffin B" і 2 кулеметиклб. 12,7 мм та 7,63 мм; БЛА MQ-8B "Fire Skout"; два 11-м жорско-надувні човни; дві 30-мм АУ Mk 46 Mod (X) і Mk 44 Mod 2
Умовні позначення: БЛА – безпілотний літальний апарат; ГАС – гідроакустична система; НПА - незаселений підводний апарат; ПТЗ – протиторпедний захист; РГАБ – радіогідроакустичний буй; ТВД – театр воєнних дій.		

Розроблено спеціальне програмне забезпечення для обміну інформацією між блоком завдань МР і автоматизованою системою бойового управління (АСБУ) корабля через загальнокорабельну обчислювальну систему. Таким чином, гарантується працездатність блоку МР на будь-якому кораблі. Як програмне забезпечення для інтерфейсів прийнята відкрита операційна система Linux Red [2].

Після виконання поставленого завдання МР вивантажується і готується для подальшого застосування з іншого корабля LCS. Крім названих модулів для вирішення конкретних бойових завдань додатково можуть використовуватися спеціалізовані модулі [2]:

− автономний НПА для підготовки театру військових дій (ТВД);

− система картографування грунту (для модуля ПМО);

− система протиторпедного захисту (для модуля ПЛО);

− система кругового огляду з трьох радіолокаційних станцій (РЛС);

− модуль нелетальної зброї (для модуля боротьби з надводними кораблями).

Використання модулів, на думку спеціалістів ВМС США, повинно забезпечити рішення до 97% завдань, що стоять перед кораблем в даний час і в перспективі. При цьому передбачається не тільки зміна модулів, що розміщуються на кораблі, але також зміна обладнання в складі кожного з модулів.

В кінцевому рахунку, буде забезпечена взаємозамінність компонентів з різних модулів, а самі модулі будуть набором окремих компонентів, які командир корабля може вибирати і компонувати для виконання будь-яких покладених на корабель конкретних завдань. Основою цього стане загальне програмне забезпечення [2].

Першим розробленим для кораблів LCS став модуль ПМО. За оцінками, його вартість склала 68 млн дол. Етап експлуатаційних випробувань і оцінок модуля виконаний в 2014 р, а розробка і створення найбільш складного модуля ПЧО планувалася в 2016 р. [2].

Висновки

1. Проведено аналіз сучасного стану кораблів класу фрегат з точки зору виконуваних в ході бойових операцій задач з використанням зброї різноманітного призначення.

2. Розглянуто сучасну концепцію змінних модулів − спеціалізованих комплексів для бойового використання, а також наведено тактико-технічні елементи сучасних фрегатів США, створених на основі даної концепції, і охарактеризовано склад її модулів.

3. Побудова а також модернізація фрегатів описаної концепції є перспективним напрямком розвитку ВМФ держав, який дозволяє при обмежених затратах забезпечити прийнятний рівень вирішення задач, що стоять перед ними.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Боевые корабли мира. Справочник. 4-е издание. Под редакцией Новичкова Н.Н. М.: ООО «СТАТУС». 2013 г.-440 с.

[2] Сагайдаков Ф.Р., Чернецова Н.А., Гурьянов С.К. Зарубежные ВМС. Современное состояние и перспективы развития фрегатов и корветов. Судостроение, № 6. 2015. С. 18-22.

Modern Frigates and prospects of their developm ent.

Krotov Oleksandr[1], Vorobets Oleksandr[2]

[1,2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Abstract. The analysis of the current state of frigate class ships from the point of view of the tasks performed during combat operations with the use of weapons of various purposes on the basis of the concept of replaceable modules - specialized complexes for combat use. Tactical and technical elements of modern US frigates created on the basis of this concept are given, and the composition of its modules is characterized.

Keywords: frigate class ships, combat operations, the concept of replaceable modules, tactical and technical elements.

УДК 629.12

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ИСПЫТАНИЯ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Зайцев В. В.[1], Гао Лянтянь[2], Зайцев Д. В.[3], Зайцев Вал. В.[4]
[1]доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой морских технологий и океанотехники
Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова
г. Николаев, Украина
zvv1949@gmail.com;
[2]профессор,
Харбинский инженерный университет,
г. Харбин, КНР
gaoliangtian@hrbeu.edu.cn;
[3]кандидат технических наук, доцент,
доцент учебно-научного центра Гидромеханика
Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова
г. Николаев, Украина
zdmvl1982@gmail.com;
[4]доктор технических наук, доцент,
профессор учебно-научного центра Гидромеханика
Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова
г. Николаев, Украина
zvalv1974@gmail.com

Аннотация. В соответствии с Техническим Заданием на проектирование ледокольной платформы на воздушной подушке (ЛППВП) проектным бюро DB IMT (г. Николаев) совместно с учеными НУК и Харбинского инженерного университета (КНР) выполнено ее проектирование, строительство и ледокольные испытание в апреле 2021 года на реке Сунгури в пределах г.Харбин (провинция Хэйлунцзян). Выполнено изучение параметров ЛППВП и особенностей их взаимодействия со льдом. Разработан, установлен на ЛППВП и изучен ее подъемный комплекс, основным элементом котороого является гибкое ограждение камерного типа с сегментными элементами.

Ключевые слова: Ледокольная платформа на воздушной подушке; подъемный комплекс; гибкое ограждение камерного типа; сегментные элементы; ледокольные испытания

Несмотря на то, что ледоколы являются универсальным средством, имеется ряд задач, которые можно успешно решать другими технологиями. Одной из них являются несамоходные ледокольные платформы на воздушной подушке (ЛППВП). Они могут работать в счале с буксирными и транспортными судами, небольшими ледоколами, разрушая ледяной покров толщиной до 1,5 м со скоростью до 10…12 км/ч. ЛППВП могут использоваться для прокладки ледовых каналов, околки судов, разрушения льда в акваториях заводов, портов, для вывода судов из ледового плена [1, 2, 3, с. 78].

Оптимальные главные размерения ледокольных платформ предлагается определять по критерию минимальной потребляемой мощности [4, с. 294]. Давление в воздушной подушке (ВП), которое нужно создать для разрушения льда, в зависимости от ее длины, изменяется в соответствии с зависимостью, показанной на рис.1.

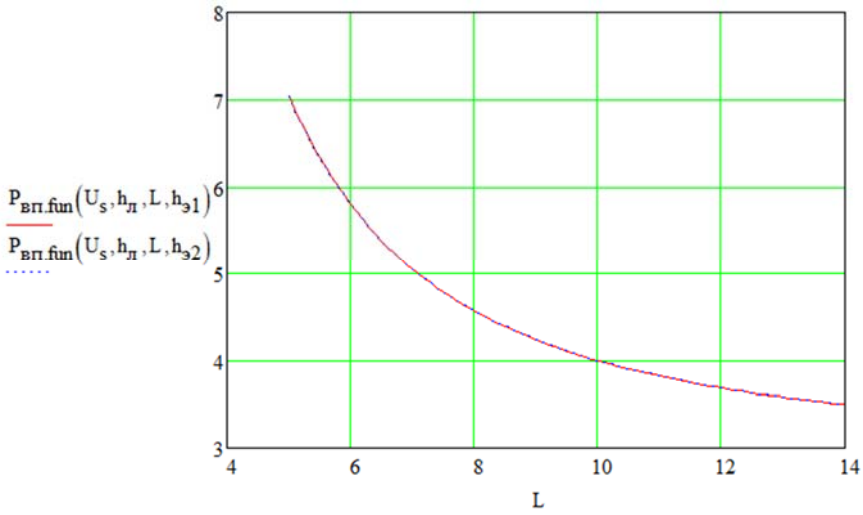


Рис. 1. Зависимость давления в ВП от длины воздушной подушки

В соответствии с техническим заданием Заказчика и проведенным расчетам спроектирована ЛПВП. Назначение: несамоходная ЛПВП амфибийного типа предназначена для ломки льда толщиной около 25 см и является устройством, предназначенным для толкания буксиром в эксплуатационном режиме.

Архитектурно-конструктивный тип: несамоходная ЛПВП с сегментным гибким ограждением (ГО) по всему периметру, подъемным комплексом (ПК) с двумя сдвоенными центробежными нагнетателями воздушной подушки (ВП) на верхней палубе, с кормовым расположением в понтоне моторных отсеков и носовым расположением в понтоне служебных трюмов, с упрощенными формами корпуса, с двумя водонепроницаемыми переборками в понтоне, носовым расположением на верхней палубе рубки для операторов и экипажа, с расположением отсеков плавучести по периметру корпуса платформы, с расположением между отсеками плавучести и понтоном по периметру корпуса платформы ресивера для подачи воздуха в воздушную подушку.

Условия эксплуатации: эксплуатация в осенне-зимнее и зимне-весеннее светлое время суток при температуре наружного воздуха до -35°С, в водоизмещающем режиме (на участках акватории свободной от льда) с ограничением высоты волны 1% обеспеченности не более 1,2 м и предельной скорости ветра не более 12 м/с.

Автономность плавания по запасам топлива, при использовании топлива из топливных цистерн при работе двигателей в эксплуатационном режиме - не менее 17-ти часов.

Технические характеристики: водоизмещение полное – 33 т; длина корпуса максимальная по ВП – 10,4 м; ширина корпуса максимальная по ВП – 10,4 м; длина ЛПВП максимальная – 11,725 м; ширина ЛПВП максимальная – 11,725 м; клиренс – 1,35 м; скорость хода (буксировки) эксплуатационная – 2 узл.; экипаж – 2 чел.; специальный персонал – 3…4 чел.; мощность ГД (Shanghai Diesel Engine SC9DF340Q) – 2х341 л.с.; проектная толщина ломания льда – 250 мм.

Выполнены расчеты и проектирование ГО камерного типа с сегментными элементами [5, с. 9-15] и остойчивости ЛПВП [6, с. 47-51]

Выполнен аэродинамический расчет ПК (рис. 2, 3) и расчет прочности корпуса АСР-55ІВ (рис. 4) и ее рубки (рис. 5).

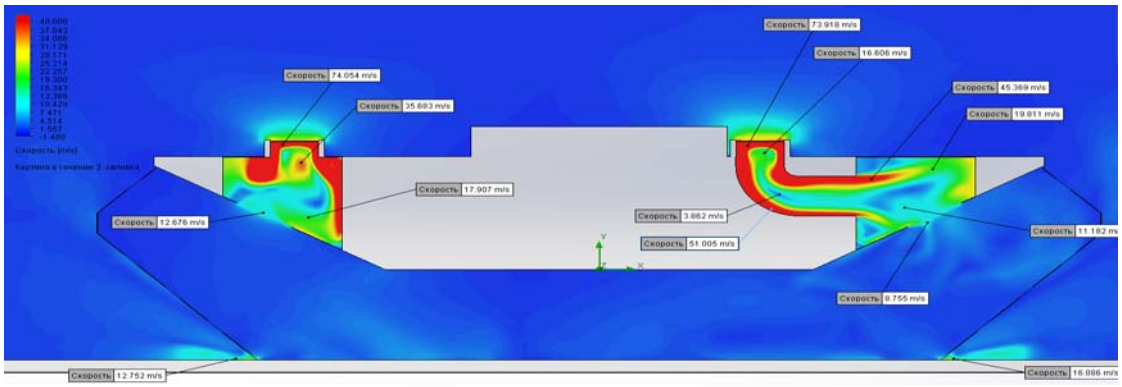


Рис. 2. Распределение скоростей воздуха внутри ВП

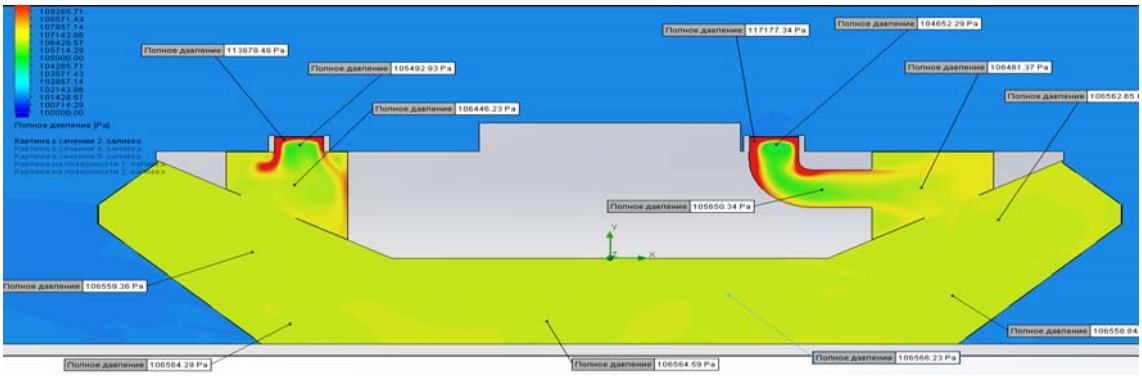


Рис. 3. Распределение давления воздуха внутри ВП

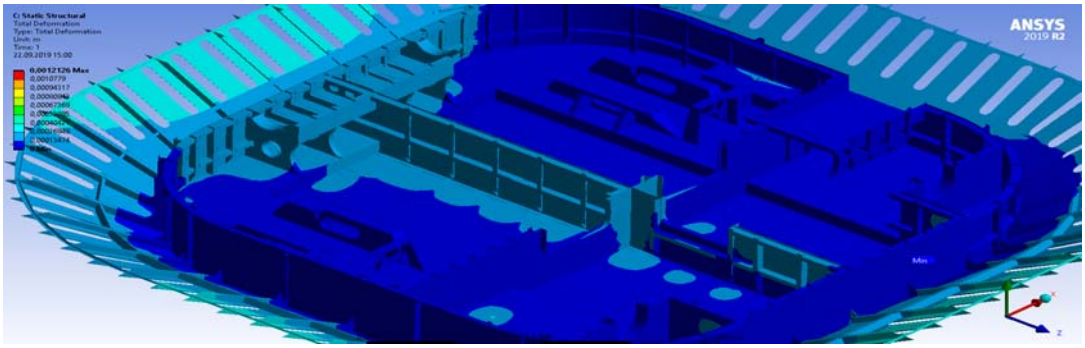


Рис. 4. Расчет прочности корпуса ЛПВП проекта АСР-55ІВ

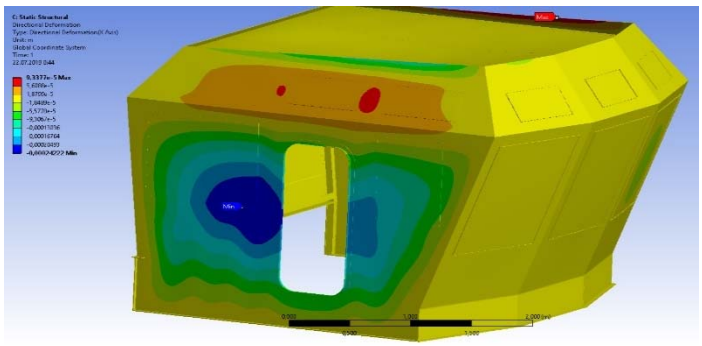


Рис. 5. Расчет прочности рубки ЛПВП проекта АСР-55ІВ

Спроектированная ЛПВП для заданных условий эксплуатации показана на рис. 6, а ее ГО – на рис. 7.

На судостроительном заводе в КНР в январе-феврале 2021 г. выполнено строительство ЛПВП проекта АСР-55IB (рис. 8-9) и заводские испытания ПК (рис. 10).

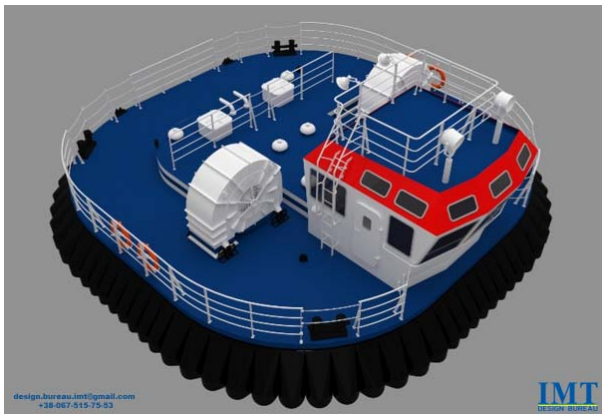


Рис. 6 – Ледокольная платформа на воздушной подушке

Рис. 7 – Сегментное гибкое ограждение ВП камерного типа ЛПВП

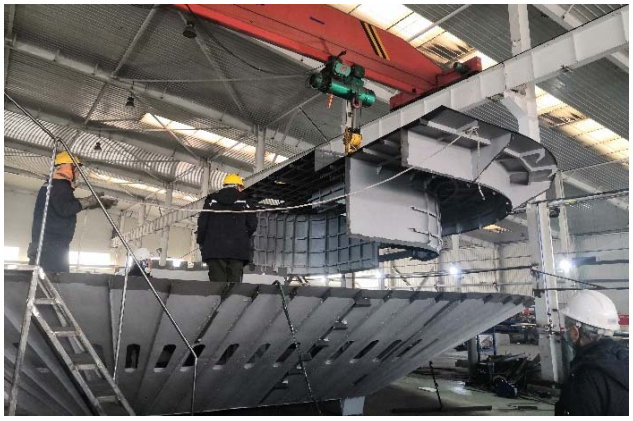


Рис. 8. Процесс сборки корпуса ЛПВП на судостроительном заводе в КНР

Рис. 9. Монтаж нагнетателей ПК ЛПВП на судостроительном заводе в КНР

После заводских испытаний был произведен демонтаж рубки и двух нагнетателей, а основной корпус платформы был разделен на две части вдоль диаметральной плоскости. Затем ЛПВП была погружена на 2 автомобильных трейлера и перевезено на расстояние 1500 км к месту проведения испытаний.

Ледокольные испытания (рис. 11) ЛПВП проекта АСР-55IB были проведены в апреле 2021 года на реке Сунгури в пределах г.Харбин (провинция Хэйлунцзян). Выполнено изучение параметров ЛПВП и особенностей их взаимодействия со льдом.

Ледокольные испытания ЛПВП проекта АСР-55IB показали полное соответствие ее проектным характеристикам. Во время испытаний ЛПВП разрушала лед толщиной 400 мм (больше, чем проектная характеристка) при прочности льда на одноосное сжатие на реке Сунгари в период замерзания в апреле 2021 года 3…6 МПа, прочности на изгиб – 0,4…1,5МПа в зависимости от толщины льда и модуле упругости льда – 0,8…1,2 ГПа. При всех эксплуатационных случаях нагрузки ЛПВП удовлетворяет требованиям по остойчивости применительно к судам на воздушной подушке.

Рис. 10. Испытания ПК на судостроительном заводе в КНР

Рис. 11. Ледокольные испытания ЛПВП проекта АСР-55ІВ

ЛІТЕРАТУРА

1. Козин, В. М. Резонансный метод разрушения ледяного покрова. Изобретения и эксперименты. М.: Академия Естествознания, 2007.

2. Зуев В.А. Новые технологии разрушения ледяного покрова и продления навигации судами на воздушной подушке. Вопросы морской ледотехники: Тр. ЦНИИ им. Акад. А.Н. Крылова. 2007. Вып.34/318, с.78-79.

3. Ларин, А.Г., Москвичева Ю.А. Оценка напряженно-деформированного состояния ледяного покрова при движении над ним ледокольных платформ на воздушной подушке. Современные проблемы науки и образования. 2015.

4. Зайцев В.В., Зайцев Вал.В., Зайцев Д.В., Лукашова В.В., Зайцева О.Н. Ледокольная платформа на воздушной подушке // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали IX-ї Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2018. – С. 293-296.

5. Зайцев В.В., Пенчо Пенчев, Зайцев Вал.В., Зайцев Д.В., Веляев Е.В. Расчет и проектирование гибкого ограждения ледокольной платформы на воздушной подушке // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: Матеріали X -ї Міжнародної науково-технічної конференції у 2 томах. Т.2. – Миколаїв: НУК, 2019. – С. 9-15.

6. Зайцев В.В., Зайцев Вал.В., Зайцев Д.В., Веляев Е.В. Расчет остойчивости ледокольной платформы на воздушной подушке в режиме висения на воздушной подушке надо льдом без хода // Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2020. – С. 47-51.

Design, construction and testing of air cushion ice-breaking platform

Volodymyr Zaytsev[1], Gao Liangtian[2], Dmytro Zaytsev[3], Valery Zaytsev[4]
[1,3,4]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine,
[2]Harbin University of Engineering, Harbin, People's Republic of China

Abstract. In accordance with the Terms of Reference for the design of air cushion ice-breaking platform, the DB IMT design bureau (Nikolaev), together with scientists from NUS and Harbin Engineering University (HEU), carried out its design, construction and icebreaking tests in January-February 2021 for the Sunguri River within the city of Harbin (Heilongjiang Province). The study of the parameters of air cushion ice-breaking platform and the peculiarities of their interaction with ice has been carried out. Designed, installed on icebreaking platform and studied its lifting complex, the main element of which is a flexible chamber-type skirt with segmented elements.

Keywords: air cushion ice-breaking platform; lifting complex; flexible chamber-type skirt; segment elements; icebreaking tests

УДК 629:532.528

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЗАМЕНЫ ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЕВ ПАССАЖИРСКОГО СУДНА НА СИСТЕМУ РЕДАНОВ, ФОРМИРУЮЩИХ КАВИТАТОР ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ НА ВОЗДУШНОЙ КАВЕРНЕ

Зинкин В.Н.[1], Стоян В.А.[2], Гук М.Н.[3]
[1]зав. лаборатории, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев, Украина
vladzin48@gmail.com;
[2]специалист, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев, Украина
valsto47@gmail.com;
[3]кандидат технічних наук, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев, Украина
mykhaio.guk@nuos.edu.ua

Аннотация. Дан краткий обзор судов на воздушной и газовой каверне. В результате анализа данных по испытаниям судов на воздушной каверне (СВК) обоснована конструктивная схема кавитатора и его установка вместо крыльевого устройства на пассажирских судах на подводных крыльях (СПК) Николаевской судоходной кампании «Нибулон».

Ключевые слова: каверна; кавитация; кавитатор; судно на воздушной и газовой каверне.

На определенном этапе развития судов с динамическими принципами поддержания [1] был разработан новый принцип динамического поддержания, с конструктивным формированием выемки – каверны на днище судна. Каверны формируются с помощью поперечных реданов и продольных скегов. Принцип движения СВК заключается в его глиссировании при подаче воздуха в каверну, который выполняет роль смазки, снижающей силы трения корпуса о воду так и своеобразного подшипника качения, с помощью которого судно как бы катится по поверхности воды. Причем у СВК в отличие от СВП, на подачу воздуха под днище расходуется всего лишь 2…3% мощности энергоустановки (у СВП – 20…30%). При этом воздух под днищем имеет давление, превышающее атмосферное всего лишь на 5…10%, что в то же время позволяет нести на себе около 80…90% веса судна. При этом давление достаточно низкое, что позволяет использовать для подачи воздуха в кавитатор маломощные вентиляторы в отличие от мощных нагнетателей СВП. Более того, благодаря незначительному давлению (P=0,105…0,11МПа) в каверне, для её создания, наряду с воздушным вентилятором, можно использовать и газовыхлоп самих главных двигателей, что также дает определенные преимущества при эксплуатации таких судов [2]. По оценкам специалистов [2, 4] применение каверн на глиссирующих судах позволяет уменьшить их буксировочное сопротивление на 20…35% по сравнению с сопротивлением этих же судов, имеющих гладкие водоизмещающие обводы днища.

На сегодняшний день разработано более 30 проектов СВК различного назначения, по которым построено более 100 быстроходных судов и катеров водоизмещением от 2 до 105 т, длиной от 17 до 109 м и скоростью от 2 до 70 узлов.

Схема искусственного кавитационного течения применительно к корпусу быстроходного судна с поперечным реданом приведена на рис. 1. Согласно теории [1,2] в зависимости от положения участков днища ВС и ДЕ относительно друг друга и относительно вектора скорости набегающего потока $\vec{V}$ можно получить течение жидкости, когда между точками С и Д образуется линия, разделяющая внешний поток жидкости от потока в области над линией СД. В указанной области жидкость движется иначе, чем в основном потоке. В частности, она может находиться в покое относительно корпуса судна (случай представляющий наибольший интерес).

Для того, чтобы жидкость покоилась в указанной зоне необходимо плавное сопряжение жидкой границы СД с твердой границей ДЕ. Тогда истечения жидкости из зоны не будет и скорость внутри неё будет равна нулю. Такая ситуация реализуется при строго определённом значении основных параметров продольной профилировки кавитатора $h_к$ и ψ, при значениях которых остаточное сопротивление имеет **минимум**, а давление в застойной зоне – **максимум**, причем величина давления превышает атмосферное. В реальной жидкости скорость в упомянутой зоне никогда не будет равной нулю из-за вязкостных эффектов на её границе. Чтобы влияние этих эффектов свести к минимуму в застойную зону подаётся воздух или выхлопные газы от главных двигателей, вытесняющих жидкость из зоны, изолируя корпус судна от контакта с водой.

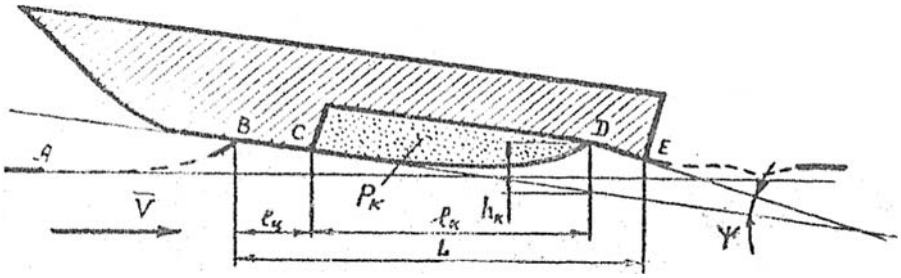


Рис. 1. Схема искусственного квитанционного течения около глиссирующей поверхности с каверной на днище корпуса судна

При этом необходимый расход воздуха будет небольшим, также, как и энергетические затраты на создание его потока, поскольку требуемая на это мощность пропорциональна произведению противодавления (давления в каверне $P_к$) на расход воздуха (газа) Q: $N \approx P_к \times Q$. Именно поэтому СВК обладают низкими энергозатратами на поддержание устойчивой отрывной зоны, называемой искусственной каверной.

Крыльевые устройства, несмотря на свои преимущества (в частности повышения эксплуатационной скорости) на сегодняшний день перестают удовлетворять современным требованиям по обеспечению: а) **эксплуатационной скорости** (все возможности крыльев, в том числе профили крыльев, их размеры, расположение относительно длины судна, формы, материала, подъемной силы, массы крыльев, их технологичности, способы соединения элементов и т.п. давно исследованы и исчерпали свой технический потенциал); б) **мореходности**: максимальная мореходность сегодняшних крылоходов не превышает 6-ти баллов волнения по шкале Бофорта и является предельной; в) **обитаемости – шум** (как колебания воздушной среды звукового диапазона) и **механическая вибрация** (как колебания корпусных конструкций и его элементов), создаваемые главными и вспомогательными механизмами, крыльями, движителями; **волновые ударные нагрузки** (при волнении свыше 6-ти баллов происходит срыв движения судна с крыльевого режима, при этом ударные нагрузки носового крыла о подошву волны, а корпуса в районе миделя о вершину волны) доходят до предельно допускаемых норм. Перечисленные проблемы крыльев можно частично решить с помощью использования воздушной каверны. Причем основную функцию крыльев, – несущую, выполняет каверна – полость, заполненная воздухом или газом, играющая роль смазки между днищем и водой. В этом случае основные преимущества при замене крыльев кавитатором следующие: а) теоретически возможно обеспечить заданную эксплуатационную скорость при тех же энергетических затратах главной энергоустановки; б) мореходность СВК такая же, как у СПК с немеханизированными крыльями; в) обитаемость СВК благодаря значительно мягкому вибрационному режиму работы кавитатора; г) кавитатор, в сравнении с крыльями, имеет более простую конструкцию (аналогичную конструкции корпуса), а следовательно более технологичен и менее затратен.

В 80-х годах ФПО «Море» была получена документация для её согласования с технологическими возможностями предприятия и запуска в серию СВК различного назначения. Группой энтузиастов Отдела Главного Конструктора того же завода была высказана идея, выполнена предэскизная проработка и выдано предложение **конструктивно-прикладного**

характера о модернизации морально устаревших, но физически ещё пригодных к эксплуатации пассажирских крылоходов проекта 03521 типа «Восход-2М» (в дальнейшем проданных объединением Голландии и несколько купленных у неё судоходной кампанией «Нибулон» г. Николаева) путем демонтажа их громоздкого, трудоемкого и дорогостоящего крыльевого устройства и замены его кавитатором, таким образом превратив СПК в СВК. Группой рассмотрено несколько вариантов кавитаторов, в том числе: кавитатор врезанный в состав корпуса; накладной кавитатор; с одной каверной и реданом; с 3-мя парами каверн и 3-мя реданами; с 6-ю и более кавернами; с использованием вентилятора; с использованием газовыхлопа и т. п. В результате предварительного анализа и с учетом рекомендаций завода-строителя, методике расчета кавитатора и данных прототипа [5] группой предложена схема кавитатора – 3-х реданная, с 3-мя парами каверн, расположенных по длине судна симметрично относительно ДП, накладной конструкции, бортовыми скегами, эквидистантно повторяющими обводы корпуса с максимальным использованием цельнопрессованных панелей, проката и листов из АМГ; сборка «от набора», сварка - ручная АДС, с заполнением внутренних объёмов скегов и реданов пенополиуретаном ППУ1. Выполнен гидродинамический расчет (ходкости, буксировочного сопротивления $R_б$ и потребной мощности N с использованием результатов испытаний серии моделей СВК, коэффициентов подобия и масштаба для натурного судна, выбранной модели СВК наиболее близкой к натурному судну), значение основных характеристик которого представлены в табл.1.

Таблица 1. Основные характеристики натурного СВК (промежуточные вычисления опущены)

№ пп.	Характеристика	Значение характеристик при заданных числах Fr						
		I		II		III		
		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
1.	$V_{мод} = \sqrt{g \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{\gamma}} \cdot Fr_D}$, м/с	2,04	3,06	4,07	5,09	6,11	7,13	8,14
2.	$V_{нат} = \sqrt[2]{k} \cdot V_{мод}$, узлы	8,68	13,82	18,97	24,11	29,25	35,50	40,00
3.	$R_{п\ нат} = \varepsilon_{п\ нат} \cdot D_{нат}$, кН	14,69	26,68	31,52	34,52	35,23	38,29	40,28
4.	$EPS = \frac{R_{п\ нат} \cdot V_{п\ нат}}{75} \cdot 0{,}677$, кВт	352,8	1019,0	1653,0	2274,0	2849,0	3762,0	4500,0

где: I – водоизмещающий режим; II – переходной режим; III – режим движения на каверне.

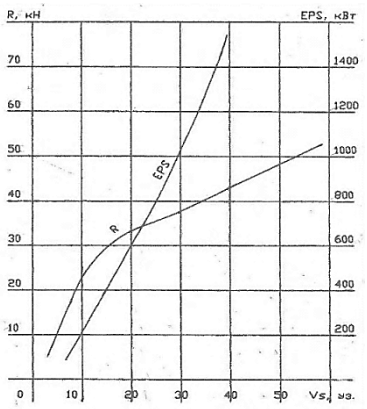


Рис. 2

В дальнейшем были выполнены проверочные расчеты элементов гребного винта и главного двигателя СВК, выполнено сравнение с характеристиками базового судна, что дало возможность принять их без изменения. Выполнен расчет аэрогидродинамических характеристик СВК, в котором определены основные параметры воздушной каверны и подобран необходимый вентилятор для подачи воздуха в кавитаторы. По полученным данным $P_в$ = 1855 Па и $Q_в$ = 3,025 м^3/с подобраны вентиляторы марки ОСС 40/25-3.1.1-2 с параметрами: расход $Q_в$ = 3,5 м^3/с = 12600 м3/ч, полное давление $P_в$ = 2550 Па. Расчет основных конструктивних характеристик кавитатора сводится к определению его осовных геометрических характеристик, таких как высота скега (каверны) по характерным сечениям (реданам), углу стреловидности скегов, координаты раздаточных устройств (клапанов), сечения воздуховодов. Выполнены также расчет нагрузки масс, водоизмещения и удиферентовки СВК, центра тяжести СВК порожнем и в полном грузу, мореходности, плавучести, остойчивости (в водоизмещающем режиме, амплитуды качки, плеч статической и динамической остойчивости, остойчивости формы (пантокарен), показавших, что СВК удовлетворяет требованиям Регистра по мореходности и остойчивости.

Была также рассмотрена принципиальная технология демонтажа крыльевого устройства (рис. 3) и монтажа кавитатора (рис. 4) на заказах «Восход-2М» в условиях судоходной кампании «Нибулон» г. Николаева, позаимствованная из аналогичной принципиальной технологии ФПО «Море».

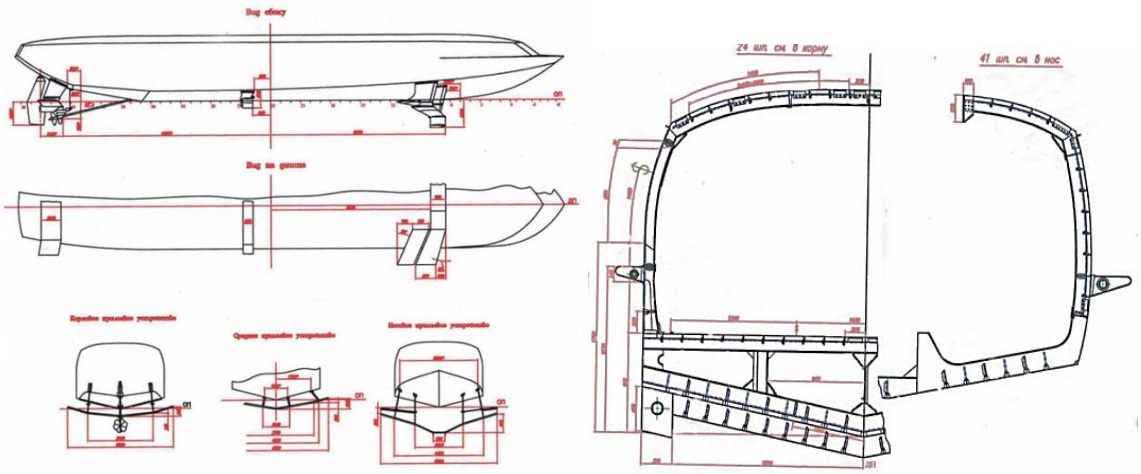


Рис. 3

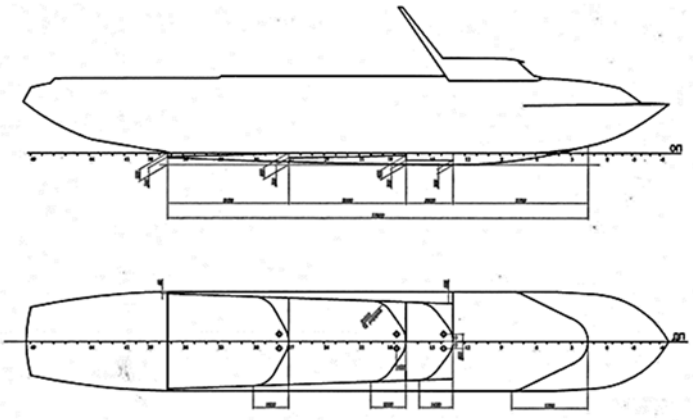


Рис. 4

Заключение. На основании выполненного обзора и сравнительного анализа существующих судов с динамическими принципами поддержания показано, что способ поддержания судов с помощью воздушной каверны может быть конструктивно осуществлен. В результате проектной

проработки, гидродинамического и прочностного проверочного расчетов разработана и обоснована конструкция кавитатора. Выполнена проектная проработка замены крыльевого устройства кавитатором предложенной конструкции для существующего судна на подводных крыльях. При этом может быть получен экономический эффект, состоящий в:

- значительном упрощении конструкции судна за счет исключения из его состава дорогостоящего, сложного и трудоёмкого в производстве крыльевого устройства;
- увеличении запаса топлива за счет снижения массы корпуса и соответствующего увеличения дальности хода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутузов, А.А., Ерлыкин, И.И., Калюжный, В.Г., Новиков, Н.Д. (1981). Применение искусственной каверны для снижения гидродинамического сопротивления глиссирующего судна. Вопросы судостроения. Серия: Проектирование судов, вып.28.

2. Бутузов, А.А. и др. (1999) Снижение сопротивления движению судов за счет искусственных газовых каверн. Судостроение. 11, 3-6.

3. Павлов, Г.А. (2002). Вклад российских изобретателей в развитие судов на воздушной каверне. 7-ая Международная конференция. КНР, Шанхай.

4. Сверчков, А.В. (1988). Поиск профилировки днища судов на воздушной каверне. Судостроительная промышленность. Серия: Проектирование судов, вып.8, 25-31.

5. 03521-020-010. (2001)Морское пассажирское судно на подводных крыльях «Восход-2М». Спецификация. Феодосия: ФСК «Море».

6. Зинкин, В.Н. (2004). Каверна рождающая скорость. Научно-техническая конференция. Николаев: УГМТУ.

Some aspects of replacing the hydrofoils of a passenger vessel by a redan's system with forming a cavitator for movement througt supporting of air caverns

Volodymir Zinkin, Valentina Stoyan, Mykhailo Guk
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. A brief overview of air and gas cavern-supported vessels is presented. As a result of the analysis of the data on the tests of vessels supported by air caverns, the design scheme of the cavitator and its installation instead of the hydrofoils on passenger hydrofoil vessels of the Nikolaev shipping company "Nibulon" were substantiated.

Key words: cavern, cavitation, cavitator, air and gas cavern-supported craft.

УДК 004.942:531.391

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ГНУЧКОГО ЗВ'ЯЗКУ МОРСЬКОЇ ПРИВ'ЯЗНОЇ СИСТЕМИ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ КРУЧЕННЯ ГНУЧКОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ЙОГО СИЛУ РОЗТЯГУВАННЯ

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

Анотація. Важливою характеристикою гнучкого зв'язку (ГЗ) є опір крученню, яке виникає від процесу набігання на блок і вигину на блоці, і яке необхідно враховувати в умовах експлуатації. Запропоновано метод визначення векторів узагальнених сил кручення ГЗ.

Досліджено вплив від кручення ГЗ на його силу розтягування на конкретних прикладах. У ряді випадків кручення ГЗ помітним чином впливає на характер руху ППС в цілому. Тема розробки ММ динаміки МПС з урахуванням впливу кручення є важливою і актуальною.

Ключові слова: гнучкий зв'язок (ГЗ); морська прив'язна система (МПС); підводна буксируєма система (ПБС); математичі моделі (ММ) динаміки ГЗ МПС та МПС з ГЗ; метод визначення векторів узагальнених сил кручення ГЗ, жорсткість кручення (ЖК).

При експлуатації гнучких зв'язків (ГЗ) підводних буксируємих систем (ПБС) можливі пошкодження кабель-буксирів (КБ) в результаті багаторазових перегинів на роликах, блоках, барабанах лебідок та елементах спуско-підйомних пристроїв [1, с. 22; 2, с. 58].

Важливого значення набуває дослідження жорсткості кручення (ЖК) ГЗ в умовах експлуатації. Якщо у деяких галузях цими питаннями переймались раніше [3–6], то при експлуатації ГЗ, наприклад, при буксируванні [7] та у ПБС [8;9], ці питання практично не вивчені з причин високої вартості натурних експериментів, відсутності та контрольно-вимірювальних комплексів. Крім того, існуючі математичні моделі (ММ) опису динаміки [10–13] не враховують ЖК і не дають можливості використовувати їх в інженерних розрахунках.

Вивченням цих напружень займалися М.Ф. Глушко [4], А.І. Рослик [5;6], С.Ф. Чукмасов [14] та А.І. Якобсон [15].

Автор намагався знайти інформацію по дослідженню кручення і напружень кручення в ГЗ і створення математичих моделей (ММ), що їх описують, однак такої літератури, як видно з огляду, практично немає. Очевидно, що тема розробки ММ опису динаміки МПС з урахуванням впливу крутіння є важливою і актуальною.

До теперішнього часу зазначені дослідження не отримали необхідного розвитку через відсутність достовірних ММ, які досить просто та ефективно реалізовувалися б у вигляді алгоритмів і програм для чисельного вирішення розглянутих завдань.

Результати дослідження. Метою дослідження є вдосконалення розробленої раніше ММ динаміки ГЗ МПС з урахуванням впливу жорсткості кручення ГЗ шляхом її доповнення методом визначення векторів узагальнених сил кручення ГЗ і перевірка впливу жорсткості кручення (ЖК) ГЗ на її прогин і силу розтягування на конкретних прикладах. Аналіз існуючих моделей динаміки ГЗ МПС показав, що в більшості моделей елемента ГЗ в МПС розглядають динаміку ГЗ при доволі малих переміщеннях і вигинах, що свідчить про актуальність розробки даної математичної моделі динаміки елемента ГЗ, що дозволяє враховувати великі переміщення ГЗ в складі МПС. Раніше були отримані рівняння динаміки елемента ГЗ МПС [16], які дозволяють описувати значні величини його переміщень. Створена ММ двох пов'язаних елементів ГЗ МПС дозволяє розробити алгоритм розрахунку динаміки ГЗ при її великих переміщеннях [17]. Більш докладний опис ММ ГЗ МПС наведено в [2; 16–19].

Визначення векторів узагальнених сил крутіння ГЗ в ММ ГЗ МПС.

Доповнимо ММ динаміки ГЗ МПС методом визначення векторів узагальнених сил крутіння ГЗ. На рис. 1 наведено елемент ГЗ із зазначенням кута повороту кінцевого поперечного перерізу елемента ГЗ.

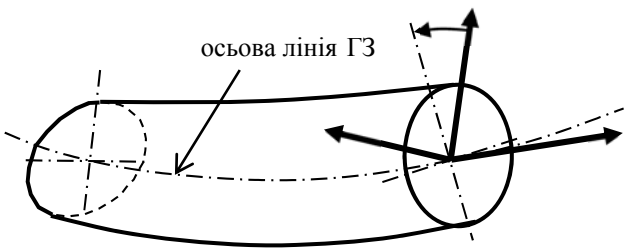


Рис. 1. Поворот кінцевого поперечного перерізу елемента ГЗ щодо нормалі репера Френе осьової лінії, що складається з вектора дотичної *t*, нормалі *n* і бінормалі *b*

Кут β визначається уздовж осьової лінії ГЗ ($p \in [0;l]$). За допомогою інтерполяційної залежності

$$\beta(p) = \beta_0 \cdot (1 - p/l) + \beta_l \cdot p/l \,. \tag{6}$$

β_k – кути повороту поперечних перерізів ГЗ в кінцевих точках елемента щодо нормалі n репера Френе осьової лінії [20; 21].

Як функції форми ГЗ використані функції Ерміта [22]

$$s_1(p) = s_3(l-p) = 1 - 3\xi^2 + 2\xi^3 \,, \tag{7}$$

$$s_2(p) = -s_4(l-p) = l \cdot (\xi - 2\xi^2 + \xi^3) \tag{8}$$

$$s_3(p) = 3\xi^2 - 2\xi^3 \,, \tag{9}$$

$$s_4(p) = l \cdot (\xi^3 - \xi^2) \,, \tag{10}$$

$$\xi = p/l \,, \tag{11}$$

що дозволяють апроксимувати форму елемента ГЗ за величиною і похідною радіуса-вектора ГЗ

$$x(p) = s_1(p) \cdot x_0 + s_2(p) \cdot x_0' + s_3(p) \cdot x_l + s_4(p) \cdot x_l' \,, \tag{12}$$

$$y(p) = s_1(p) \cdot y_0 + s_2(p) \cdot y_0' + s_3(p) \cdot y_l + s_4(p) \cdot y_l' \,, \tag{13}$$

$$z(p) = s_1(p) \cdot z_0 + s_2(p) \cdot z_0' + s_3(p) \cdot z_l + s_4(p) \cdot z_l' \,. \tag{14}$$

Вектори узагальнених сил вигину і кручення
($\vec{Q}^{\chi}_{i-1}, \vec{Q}^{\chi}_{i_1}, \vec{Q}^{\chi}_{i_2}, \vec{Q}^{\chi}_{i+1}, \vec{Q}^{\tau}_{i-1}, \vec{Q}^{\tau}_{i_1}, \vec{Q}^{\tau}_{i_2}, \vec{Q}^{\tau}_{i+1}$), що входять в рівняння (15)

$$\begin{aligned} &\mathbf{M}_1 \cdot \ddot{\vec{e}}_{i-1} + \mathbf{M}_2 \cdot \ddot{\vec{e}}_i + \mathbf{M}_3 \cdot \ddot{\vec{e}}_{i+1} + \mathbf{K}_1 \cdot \vec{e}_{i-1} + \mathbf{K}_2 \cdot \vec{e}_i + \mathbf{K}_3 \cdot \vec{e}_{i+1} + \\ &+ \vec{Q}^{\chi}_{i-1} + \vec{Q}^{\chi}_{i_1} + \vec{Q}^{\chi}_{i_2} + \vec{Q}^{\chi}_{i+1} + \vec{Q}^{\tau}_{i-1} + \vec{Q}^{\tau}_{i_1} + \vec{Q}^{\tau}_{i_2} + \vec{Q}^{\tau}_{i+1} = \vec{Q}_i \end{aligned} \,, \tag{15}$$

визначимо за формулою (16) для сил реакції вигину ГЗ

$$\vec{Q}^{\chi}_i = EJ \int_0^l \chi \frac{\partial \chi}{\partial \vec{e}_i} dp = \frac{EJ \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \chi^2}{\partial \vec{e}_i} d\xi \,. \tag{16}$$

і за формулою (17) для сил реакції кручення ГЗ

$$\vec{Q}^{\tau}_i = \frac{\partial U^{\tau}}{\partial \vec{e}_i} = G \cdot J_p \int_0^l \tau \frac{\partial \tau}{\partial \vec{e}_i} dp = \frac{G \cdot J_p \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \tau^2}{\partial \vec{e}_i} d\xi \,. \tag{17}$$

Кривизна χ осьової лінії по відношенню до головних вісей інерції площі поперечного перерізу зі згинальною жорсткістю *EJ* і кривизною осьової лінії [23]

$$\chi = \frac{\left| \vec{r}' \times \vec{r}'' \right|}{\left| \vec{r}' \right|^3} \,, \tag{18}$$

Вектори узагальнених сил вигину і кручення
($\vec{Q}^{\chi}_{i-1}, \vec{Q}^{\chi}_{i_1}, \vec{Q}^{\chi}_{i_2}, \vec{Q}^{\chi}_{i+1}, \vec{Q}^{\tau}_{i-1}, \vec{Q}^{\tau}_{i_1}, \vec{Q}^{\tau}_{i_2}, \vec{Q}^{\tau}_{i+1}$) можна обчислити за формулами (151)–(158) [19], однак процес їх визначення пов'язаний з великими проблемами обчислення похідних та інтегралів в аналітичному вигляді, зважаючи на велику складність формул, що робить цей процес вельми трудомістким і не завжди призводить до обчислення інтегралів в аналітичному вигляді.

Для вирішення цієї проблеми розроблено метод визначення векторів $\vec{Q}^{\chi}_{i-1}, \vec{Q}^{\chi}_{i_1}, \vec{Q}^{\chi}_{i_2}, \vec{Q}^{\chi}_{i+1}, \vec{Q}^{\tau}_{i-1}, \vec{Q}^{\tau}_{i_1}, \vec{Q}^{\tau}_{i_2}, \vec{Q}^{\tau}_{i+1}$ за допомогою чисельних методів обчислення похідних та інтегралів, що входять у формули (19)–(26).

$$\vec{Q}^{\chi}_{i-1} = \frac{E \cdot J \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \chi^2_{i-1}}{\partial \vec{e}_{i-1}} d\xi \,, \tag{19}$$

$$\vec{Q}^{\chi}_{i1} = \frac{E \cdot J \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \chi^2_{i1}}{\partial \vec{e}_{i1}} d\xi \,, \tag{20}$$

$$\vec{Q}^{\chi}_{i2} = \frac{E \cdot J \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \chi^2_{i2}}{\partial \vec{e}_{i2}} d\xi \,, \tag{21}$$

$$\vec{Q}^{\chi}_{i+1} = \frac{E \cdot J \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \chi^2_{i+1}}{\partial \vec{e}_{i+1}} d\xi \,, \tag{22}$$

$$\vec{Q}^{\tau}_{i-1} = \frac{G \cdot J_p \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \tau^2_{i-1}}{\partial \vec{e}_{i-1}} d\xi \,. \tag{23}$$

$$\vec{Q}^{\tau}_{i1} = \frac{G \cdot J_p \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \tau^2_{i1}}{\partial \vec{e}_{i1}} d\xi \,. \tag{24}$$

$$\vec{Q}^{\tau}_{i2} = \frac{G \cdot J_p \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \tau^2_{i2}}{\partial \vec{e}_{i2}} d\xi \,. \tag{25}$$

$$\vec{Q}^{\tau}_{i+1} = \frac{G \cdot J_p \cdot l}{2} \int_0^1 \frac{\partial \tau^2_{i+1}}{\partial \vec{e}_{i+1}} d\xi \,. \tag{26}$$

Розглянуто цей метод на прикладі обчислення координат вектора $\vec{Q}^{\chi}_{i-1}$.

Висновки. На підставі виконаного дослідження можна зробити наступні основні висновки:

1. Удосконалена ММ, а також алгоритм і КП дозволяють виконувати математичне моделювання динаміки МПС з урахуванням кручення ГЗ.

2. Коректне моделювання динаміки ГЗ з урахуванням її крутіння необхідно виконувати в тривимірній постановці завдання. У цьому випадку, спрощуючі припущення про переміщення ГЗ тільки в площині X0Z можуть призводити до якісно і кількісно неправильних висновків.

3. Кручення ГЗ може призводити до істотної зміни форми ГЗ і траєкторії руху буксируваних об'єктів, а також зміни сил, які діють на елементи МПС.

Науковою новизною даної ММ динаміки ГЗ МПС є те, що вона є комплексною, дозволяє досліджувати ГЗ з урахуванням його розтягування, вигину та кручення та умов експлуатації у складі практично всіх класів МПС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Трунін К.С. Оцінка міцності буксирного троса підводної буксируємої системи при його зачепі за дно. Машинознавство, 2012, № 2. с. 22–26.

2. V. Blintsov, K. Trunin. Construction of a mathematical model to describe the dynamics of marine technical systems with elastic links in order to improve the process of their design / eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774 /1/9 (103), 2020, UDC 629.5.01.001.63, DOI: 10.15587/1729-4061.2020.197358. pp. 56-66, p. 74.

3. Сергеев С.Т. Надёжность и долговечность подъёмных канатов. Киев: Техника, 1968. 238 с.

4. Глушко М.Ф. Стальные подъёмные канаты. Киев: Техніка, 1966. 328 с.

5. Рослик А.И. Экспериментальные исследования кручения крановых канатов. Сб. «Стальные канаты», вып. 1. Киев: Техніка, 1964. 308 с.

6. Рослик А.И. Кручение крановых канатов в процессе эксплуатации.
Сб. «Стальные канаты», вып. 4. Киев: Техніка, 1967. 328 с.

7. Казменко В.Д. Тросы для морской буксировки. Москва: Морской транспорт, 1958. 92 с.

8. Егоров В.И. Подводные буксируемые системы: Учебное пособие. Л.: Судостроение, 1981. 304 с.

9. Поддубный В.И., Шамарин Ю.Е. и др. Динамика подводных буксируемых систем. СПб.: Судостроение, 1995. 200 с.

10. Блинцов В.С., Магула В.Э. Проектирование самоходных привязных подводных систем. Киев, Наукова думка, 1997. 139 с.

11. Шамарин Ю.Е., Поддубный В.И. и др. Динамика подводных океанографических систем. Киев: Изд. Гос. НИИ гидроприборов, 2001. 228 с.

12. Виноградов Н.И., Гутман М.Л. и др. Привязные подводные системы. Прикладные задачи статики и динамики. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2000. 324 с.

13. Иконников И.Б., Гаврилов В.М., Пузырев Г.В. Подводные буксируемые системы и буи нейтральной плавучести. СПб.: Судостроение, 1992. 224 с.

14. Чукмасов С.Ф., Рослик А.И. Кручение крановых канатов от дополнительного растяжения при изгибе. Сб. «Стальные канаты», вып. 2. Киев: Техніка, 1965. 462 с.

15. Якобсон А.И. Кручение канатов на блоках и барабанах. Сб. «Стальные канаты», вып. 3. Киев: Техніка, 1966. 452 с.

16. Трунин, К.С. Уравнения динамики элемента гибкой связи морской привязной системы. Збірник наукових праць НУК, 2017, №1, с. 18–25. DOI 10.15589/jnn20170104.

17. Трунин, К.С. Математическая модель двух связанных элементов гибкой связи морской привязной системы. Збірник наукових праць НУК, 2017, №2, с. 3–10. DOI 10.15589/jnn20170201.

18. Трунин, К.С. Динамика морской привязной системы с гибкой связью. Збірник наукових праць НУК, 2017, №3, с. 3–10. DOI 10.15589/jnn20170301.

19. Трунин, К.С. Гибкие связи в морских привязных системах: Монография. – Николаев: Издатель Торубара В.В., 2019. 536 с.

20. Schwertassek R. Flexible bodies in multibody systems. – Computational methods in mechanical sysnems: mechanism analysis, synthesys and optimization / Jorge Angeles, Evtim Zakhariev. p. cm. – (NATO ASI series. Series F, Computer and systems sciences; vol. 161). – p. 329–363.

21. Shabana A.A., Yakoub R.Y. Three dimensional absolute nobal coordinate for beam elements; Theory // Journal of Mechanical Design 123, 2001, p. 606-621.

22. Калиткин, Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978. 512 с.

23. Рашевский П.К. Курс дифференциальной геометрии. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1950. 428 с.

The mathematical model of flexible link marine tethered system dynamic's with account of torsion to it tensile force

Kostiantyn S.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The important of characteristic of flexible link (FL) is rigidity in bending (RB) which is probability be taken into account at regular service conditions. The elements of rope (wire) by end-use testing also tension and bend with torsion. The method of calculation of vectors of generalized of forces of bend of FL was proposed.

One of the causes of torsional stresses in the power plant of the Underwater Tethered Systems (UTS) is the interaction with ship equipment, in which the spiral winding on the winch drum, friction on the flanges of the pulleys or winch drums, bends on various blocks and rolls cause torsion.. The source of torsional stresses in FL there may be technological reasons related to both the manufacture and storage, transportation and placement on the drooms ship's winch.

Keywords: Flexible Links (FL), Marine Tethered Systems (MTS), Underwater Tethered System (UTS), mathematical (MM) models of FL MTS and MTS with FL dynamics, method of calculation of vectors of generalized of forces of bend of FL, rigidity in bending (RB) of FL.

DYNAMIC RESPONSE ANALYSIS OF MOORING FLOATING DOCK UNDER EXTREME SEA CONDITIONS

Dong Minghai [1],Guo Yongsheng[2], Zhao,Chen [1] , Han Fang [3] ,
Wang Huaming [4]
[1]associate professor of shipbuilding, lecturer of of shipbuilding of Zhejiang International Maritime College, Zhoushan,China;
[2]senior engineer of Zhoushan Shipbuilding Engineering Research Center STRI ,Zhoushan,China;
[3]senior engineer of Zhejiang Zhoushan Zenzhou shipbuilding Co., Ltd ., Zhoushan, China;
[4]professor of shipbuilding of Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316021, China.

Abstracts: This paper takes a large floating dock as the research object, and analyzes the dynamic response of the mooring floating dock under extreme sea conditions. By combining the diffractive radiation unit and the Morrison unit, a coupled dynamic calculation model of floating dock-mooring system is established. Simulation of the motion of mooring floating dock under extreme sea conditions is based on hydrodynamic analysis software AQWA. Considering the combined effects of wind load, flow load and random wave load, the six-degree-of-freedom motion response amplitude operators (RAOs) and dynamic response of the mooring floating dock under the action of waves with different incident angles are calculated. The influence of environmental factors such as water depth and draft on the motion and dynamic response of the floating dock and the stress of the mooring chain is analyzed. The research in this paper shows that: the surging, swaying and rolling of the floating dock have a more sensitive response to the wave frequency. Six degrees of freedom RAOs in floating docks with different wave directions at different drafts are highly coincident. As the water depth increases, the vibration period of the floating dock in the time domain becomes larger.

Key words: floating dock; RAOs; dock-mooring; Typhoon

The offshore typhoon activities in China are frequent, and the offshore floating dock which is mooring-positioned may produce large drifts under the effect of typhoons, which may easily cause damage to the mooring system and the main body of the floating dock, or even cause collision accidents [1-2]. Therefore, studying the scientific position mooring of floating docks and knowing the dynamic characteristics of floating docks are of great significance to predict and guide floating docks to reasonably resist typhoons and reduce disaster losses. Yuan Meng et al [3] constructed a mathematical model of a mooring system, which combined catenary equations from the perspective of potential energy theory. Ruoyu Zhang et al. [4] used frequency domain and time domain methods to calculate the floating wind turbine, and obtained the dynamic response characteristics of the floating wind turbine. V.F. Matos et al. [5] analyzed the second-order movements of the platform with various degrees of freedom for the deep draft semi-submersible platform, through the method of combining theoretical derivation and experiment. K.A.Belibassakis [6] took the floating structure as the research object, and used the boundary element method to perform the analysis of hydrodynamic numerical, so as to study the motion characteristics of the floating structure. Haixiao Liu et al. [7] regarded synthetic fiber chain rope as the research object and used the method of dynamic analysis to study the nonlinear dynamic characteristics of chain rope under cyclic load. This paper, combining the hydrodynamic calculation software AQWA, considering the effects of random wave load and wind and current load, stimulating and analyzing the dynamic response of the floating dock under extreme sea conditions. Focusing on studying the dynamic response, six degrees of freedom, and the variation of the stress of the mooring chain for different water

Fund Project: the Zhejiang Provincial basic public welfare research project of China (LGG18E090002)
First author and correspondence author, Minghai Dong, male, master's degree, associate professor, born in 1979.

depths and different underwater floating docks. It is expected to provide reference for practical application of the project.

1The theoretical basis and analysis model of floating dock

1.1 Theoretical basis

The floating dock theoretical calculations often use the three-dimensional potential flow theory to obtain the floating dock's damping matrix, additional mass matrix, response amplitude operators (RAOs) and other hydrodynamic parameters. Based on Cummings [8] theory, the Lili Hydrodynamic Parameter Database, using the method of frequency domain to time domain, and constructing the time domain motion equation to simulate the motion history of the floating dock

$$\begin{aligned}&(M+M_a)\ddot{X}(t)+C\dot{X}(t)+KX(t)\\&=F_{wi}(t)+F_{cu}(t)+F_{wa}(t)+F_{mo}(t)\end{aligned} \tag{1}$$

In the formula: M is floating dock quality matrix. M_a is additional mass matrix. C is damping matrix. K is mooring stiffness matrix of floating dock. F_{wi}、F_{cu}、F_{wa}、F_{mo} are respective wind power matrix, ocean current force matrix, wave force matrix, and mooring force matrix. $\ddot{X}(t)$ is acceleration of floating dock movement, m/s^2. $\dot{X}(t)$ is speed of floating dock, m/s. $X(t)$ is displacement of floating dock movement, m.

Uniting the potential flow theory and Morrison equation, the wave load of the floating dock can be obtained. The wind force and flow load of the floating dock can be obtained from the wind coefficient and the flow coefficient [9].

$$F_{wi}(t)=\frac{1}{2}C_{wi}\rho_{ai}A_{wi}u_{wi}^2 \tag{2}$$

$$M_{wi}(t)=\frac{1}{2}C_{wi}\rho_{ai}A_{wi}u_{wi}^2L_{wi} \tag{3}$$

$$F_{cu}(t)=\frac{1}{2}C_{cu}\rho_{wa}A_{cu}u_{cu}^2 \tag{4}$$

$$M_{cu}(t)=\frac{1}{2}C_{cu}\rho_{wa}A_{cu}u_{cu}^2L_{cu} \tag{5}$$

In the formula: C_{wi}、C_{cu} are respective wind coefficient, flow coefficient. ρ_{ai}、ρ_{wa} are density of air and sea water, kg/m^3. A_{wi}、A_{cu} are upwind area and upflow area, m^2. u_{wi}、u_{cu} are wind speed, flow velocity, m/s. F_{wi}、F_{cu} are respective wind force and ocean current force, N. M_{wi}、M_{cu} are respective wind tilting moment, flow tilting moment, $N\cdot m$. L_{wi}、L_{cu} are respective wind tilting arm, flow tilting arm, m.

The motion response of the floating dock under the action of waves can be described by the response amplitude operator (RAO). Response amplitude operators (RAOs) is the transfer function of wave amplitude to each position parameter of floating dock [10], that is

$$\mathrm{RAO}=\frac{\eta_i}{\xi} \tag{6}$$

In the formula: η_i is the value of the i th degree of freedom of the floating dock movement. ξ is the amplitude of the wave height at a certain frequency.

In engineering, the P-M spectrum is often used to describe relatively slow-growing and full-wave waves. It is a very classic ocean wave experience spectrum [11], and its spectral density can be expressed as:

$$\mathrm{S}(\omega)=\frac{\alpha g^2}{\omega^5}\exp[-\beta(\frac{g}{U\omega})^4] \tag{7}$$

In the formula: U is wind speed at 19.5m above sea level. α and β are dimensionless constants, which can be determined by the statistical parameters of the wave spectrum.

1.2 Model establishment

The total length of the floating dock is 160m, the design draft is 4.2m, and the lifting force is 15000t. The detailed parameters are shown in Table 1. The setting size of the calculation domain is 400m × 200m (x × y), the center of the floating dock in the xy plane coincides with the center of the computing domain. Water depth H is taken 10m, 14m, 17.4m（water depth of working dock）, 20m, 25m, 30m , 35m, 40m in sequence. The floating dock adopts 8 × 1 mooring arrangement, a total of 8 mooring chains. The 1-8 coordinates of the guide chain hole are(0,-21.5,4.6)、(0,21.5,4.6)、(145.6,-21.5,4.6)、(145.6,21.5,4.6)、（36.4,21.5,4.6）、（109.2,21.5,4.6）、（36.4,-21.5,4.6）、（109.2,-21.5,4.6）. The diameter of mooring chain diameter is 124mm (GB 549.1983, level AM3). Special parameters are in Table 2. The chains 1-4 are arranged at 45 ° in 4 quadrants, and the angle of the cloth anchor is 45 ° [12]. According to experience, it is believed that the chain guide hole moves in the range of 0-12% H, so taking the length of the chain L (H / sin45 + 12% H). The specific arrangement is shown in Figure 1.

Tab.1 Main dimensions of floating dock

Parameter	Size /m
Total length	160
Shape length	46
Distance between pontoon deck and baseline	4.6
Docking depth	18.4
Draft design	4.2
Gravity center	(72.82,0,10.57)

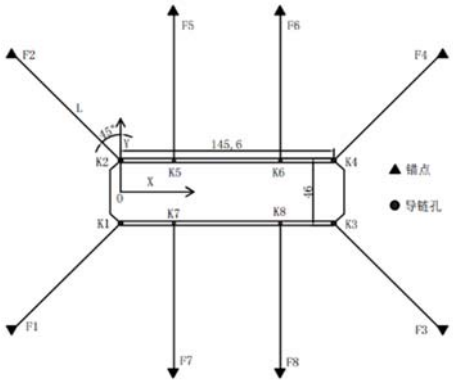


Fig.1 Mooring system layout

Tab. 2 Mooring chain parameters

Parameter	Size
Diameter /m	0.124
Breaking test load /N	1.028E+07
Tensile test load /N	7.2E+06
Additional mass coefficient	1.0
Resistance coefficient	1.2
Axial resistance coefficient	0.4
Preload /N	4.0E+05

1.3 Typhoon parameters

Considering that the floating dock is used in sheltered sea areas, the typhoon load with a recurrence period of 10 years is used, and according to the site environmental parameters, take the current velocity of 1.0m / s near the sea surface, the average wind speed of 22m / s [13-14] (10m above the reference surface), and NPD wind spectrum is adopted. The wave spectrum is JONSWAP, the significant wave height is 3.6m, the zero-crossing period is 16.4s, γ is 3.3, and the peak frequency of the spectrum is 0.15Hz [15]. The most unfavorable conditions that the wind and wave flow are in the same direction, all in the direction of 90 [13].

1.4 Mesh

According to the parameters in Table 1, a mathematical model of floating dock is established and meshed, as shown in Figure 2 and Figure 3. In the finite element calculation, when one wavelength is greater than or equal to 7 maximum cell sizes, the calculation can be carried out smoothly. Therefore, the maximum wave frequency determines the control size of the grid division. In theory, the finer the grid, the larger the wave frequency can be calculated, and the calculation time will increase.

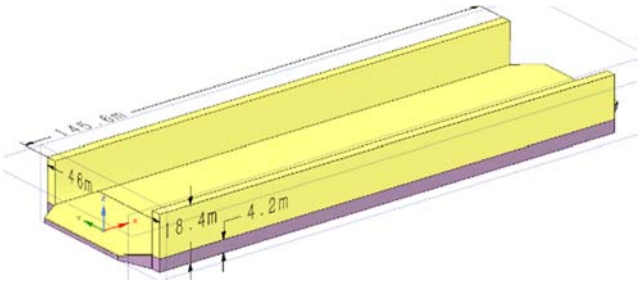


Fig.2 Floating dock model

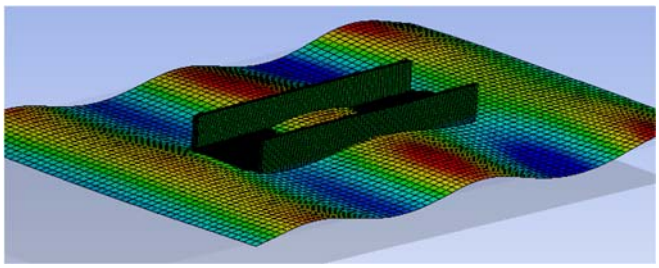
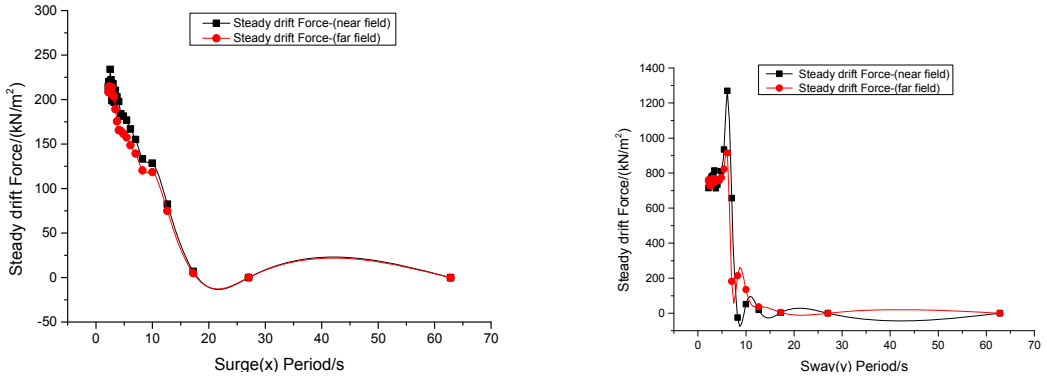


Fig.3 Floating dock mesh

Before further simulation calculations, it is necessary to judge whether the current model grid meets the requirements. Here, the method of comparing the second-order steady force calculation results of the near-field method and the far-field method is used, to determine the grid quality of the calculation model. The near-field method solves the second-order steady force by the method of wet surface integration, and the far-field method solves that by the momentum theorem. Because the near-field method depends on the calculation grid, under normal circumstances, the calculation results of the near-field method will have a certain gap with the far-field method. When the results of the far-field method and the near-field method are consistent and the error is not large, it can be approximated that the hydrodynamic calculation grid meets the requirements.



(a) Steady force and wave force in sway (x) (b) Steady force and wave force in sway (y)

Fig.4 Comparing the value of second-order steady force and wave forces' the near-field and the far-field

It can be found from Fig. 4 that the results of the near-field method and the far-field method are different, but the overall trend is consistent. It can be considered that the current grid size and quality can meet the requirements of calculation accuracy.

2 Numerical simulation and result analysis

2.1Simulation of operating mode

In order to deeply study the dynamic response of floating dock, the six degrees of freedom, and the law of mooring chain stress change, this paper defines the simulation conditions from different draft and different water depth.

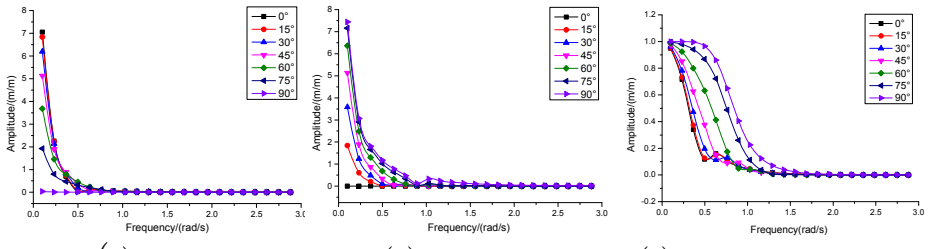
(1) According to the sinking and floating test data of floating dock provided by the shipyard, the actual draft of the empty floating dock is 1.65m, the working draft is 4.2m, and the maximum sinking and floating draft is 12m. So the draft is taken in order of 1.65m, 3m, 4.2m, 6m, 8m, 10m, 12m, and the water depth remains unchanged, defined as 17.4m. By changing the draft depth, the changes of RAOs in response to the movement of different underwater floating docks are focused on.

(2) Considering the actual situation of the floating dock working in the offshore, the water depth is taken in order of 10m, 14m, 17.4m, 20m, 25m, 30m, 35m, 40m, the draft remains unchanged,

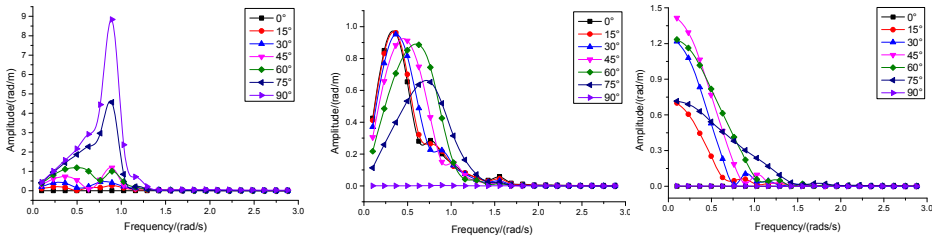
defined as working draft 4.2m. One end of the mooring chain is fixed to the seabed and the other end is tied to the floating dock. The chain adopts a catenary model. It is assumed that the chain is always arranged as shown in Figure 1, and the angle of the anchor is always 45 °.

2.2 RAOs of floating dock motion response

The wave height in the ocean is generally considered to be a zero-mean, random variation of ergodic Gaussian. The response of a floating dock to any wave component is a linear function of the wave amplitude of this component, and this wave component has nothing to do with the response of other wave components [13]. Using the motions of the floating docks by their respective degrees of freedom, RAOs gives the floating dock response at each wave frequency, and then the summation is added to obtain the motion equation of floating dock under the action of multiple waves. The water depth of 17.4m remains unchanged, the wave direction interval of the 7 draft conditions is 15 °, and a total of 23 wave direction states are calculated within the range of -180 ° ~ 180 °. Considering the symmetry of the floating dock, only 0 ° ~ 90 ° will be used for comparison below. Taking the representative working draft 4.2m as an example, Fig. 5 is the RAOs of the floating dock with 0 ° ~ 90 ° wave direction of 6 degrees of freedom when the working draft is 4.2m. Fig. 6 is RAOs with 6 degrees of freedom from 0 ° to 90 ° in the floating dock at 7 different water depths of 10m, 14m, 17.4m, 20m, 25m, 30m, 35m and 40m.

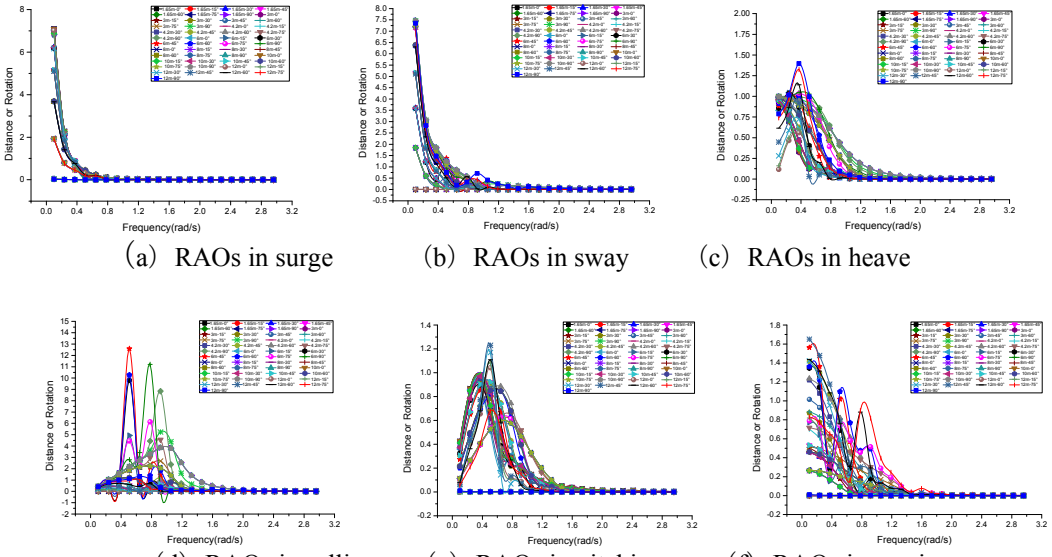


(a) RAOs in surge (b) RAOs in sway (c) RAOs in heave



(d) RAOs in rolling (e) RAOs in pitching (f) RAOs in yawing

Fig.5 Floating Dock's six degrees of freedom RAOs at 4.2m draft



(a) RAOs in surge (b) RAOs in sway (c) RAOs in heave

(d) RAOs in rolling (e) RAOs in pitching (f) RAOs in yawing

Fig.6 Floating Dock's six degrees of freedom RAOs at 7 different drafts

It can be seen from the calculation results in Figure 5:

Surging, swaying and rolling of floating dock are more sensitive to wave frequency response. Rolling of floating dock has peaks in the wave frequency range of 0.9 to 1.0 rad / s, and the peaks gradually increase from 0 ° to 90 °. The motion response of surging, swaying, heaving and yawing of the floating dock all decreased with the increase of wave frequency, and there was no obvious peak.

Comparing Figure 5 and Figure 6, it can be found that RAOs with 6 degrees of freedom from 0 ° to 90 ° in the floating dock at 7 different water depths are highly coincident, especially surging and swaying, with the highest degree of coincidence. The heaving response at 12m draft changed significantly compared to other drafts. Different drafts have different peak frequency in pitching and rolling response. Compared with other drafts, the yawing response at 12m draft has obvious periodic changes, and the amplitude gradually decreases from high to low until it disappears.

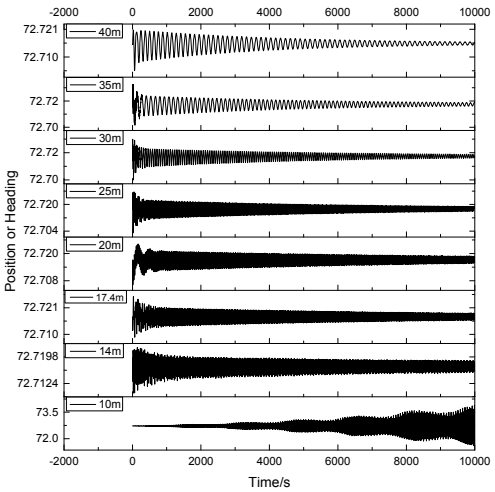
2.3 Motion response of floating dock during mooring

Based on the above theoretical method and floating dock model, AQWA software is used to calculate the main performance of the floating dock in the frequency domain. It can be calculated in the frequency domain that the natural period of floating dock of heaving is 10.92s, the natural period of rolling is 7.24s, and the natural period of pitching is 8.85s. Using the main hydrodynamic parameters obtained in the frequency domain calculations, the dynamic coupling time domain analysis is performed on the floating dock and its mooring system, and the simulation duration is 10000s.

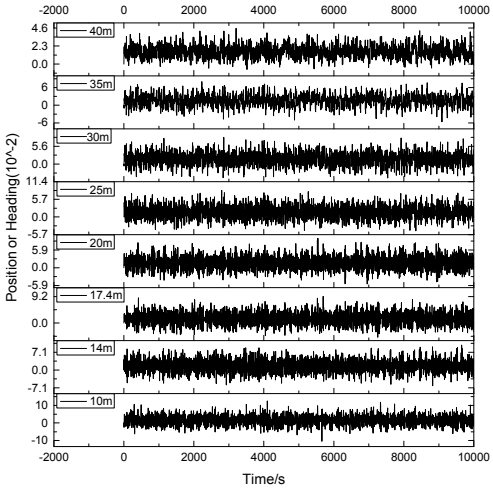
The draft depth of 4.2m remains unchanged. Figure 7 is a comparison diagram of six degrees of freedom response of gravity center position of mooring floating dock at water depth of 14m, 17.4m, 20m, 25m, 30m, 35m and 40m.

The displacement in the surging direction minus the coordinates of the center of gravity of the floating dock indicates that the direction displacement of surging (the same calculation method is adopted for other degrees of freedom) is in the range of -1.10m ~ 1.22m. Taking the water depth of 10m as an example, the average value is -0.08m, the standard deviation is 0.324m, and the surging displacement meets the requirements of the floating dock. The displacement in the swaying direction is between -0.11 ~ 0.13m. Taking water depth of 10mas an example, the average value is 0.017m, the standard deviation is 0.028m, and the swaying displacement meets the requirements of the floating dock. The displacement in the direction of heaving is in the range of -5.21 ~ 1.28m. The maximum displacement of heaving in different water depths is quite different. The specific values are shown in Table 3. The maximum displacement of heaving increases linearly with increasing water depth. The maximum deflection angle of rolling is -0.19 ~ 0.21 °. Taking 10m water depth as an example, the

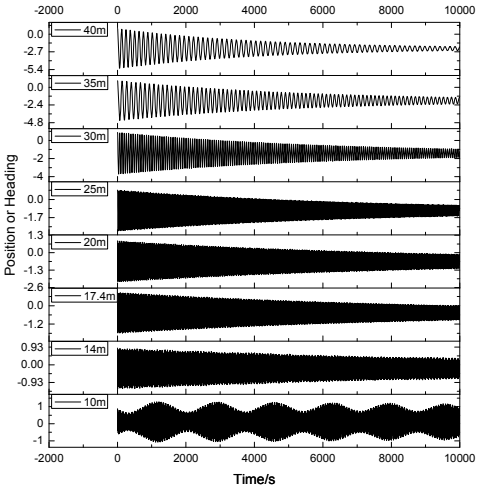
average value is -6.7e-3 °, and the standard deviation is 0.86 °. The maximum deflection angle of pitching is -2.86 ~ 2.89 °. Taking 10m water depth as an example, the average value is -6.7e-3 °, and the standard deviation is 0.86 °. The maximum deflection angle of yawing is -7.3e-4 ~ 7.1e-4 °. Taking 10m water depth as an example, the average value is -7.9e-6 °, and the standard deviation is 2.3e-4 °.



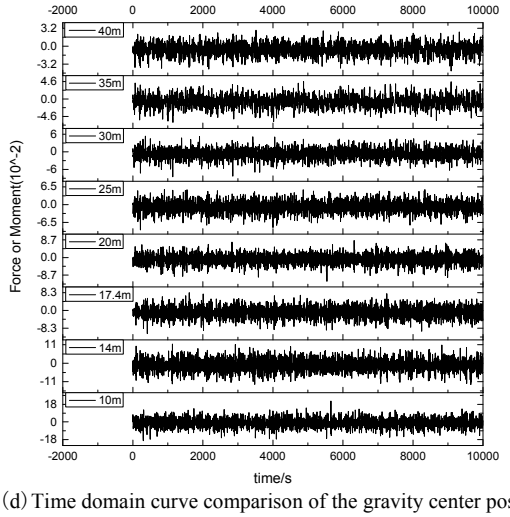
(a) Time domain curve comparison of the gravity center position in surge



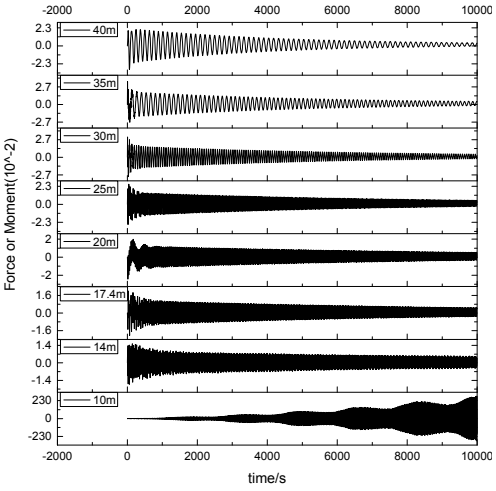
(b) Time domain curve comparison of the gravity center position in sway



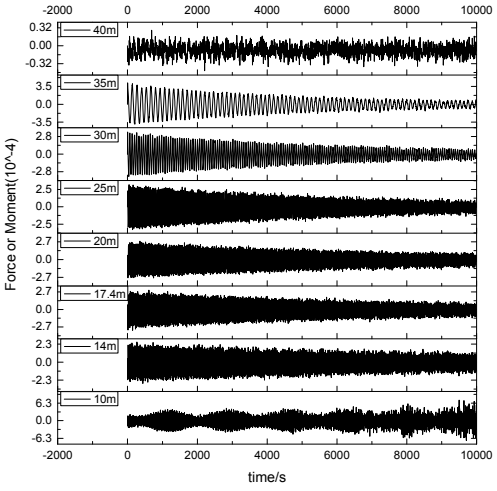
(c) Time domain curve comparison of the gravity center position in heave



(d) Time domain curve comparison of the gravity center position in rolling



(e) Time domain curve comparison of the gravity center position in pitching



(f) Time domain curve comparison of the gravity center position in yawing

Fig.7 Floating Dock's six degrees of freedom RAOs at 7 different water depths

Overall, it is known from Figure:

(1) The swaying and rolling of floating dock changes randomly, and this randomness shows no sign of change over time.

(2) The amplitude of surging, pitching, heaving and yawing of the floating dock gradually decreases with time, and there is an obvious periodicity, and the period time is continuously extended with the passage of time.

(3) As the water depth increases, the longer the vibration period of the floating dock motion time domain, the lower the vibration frequency.

(4) The displacement in the direction of heaving is the largest. The maximum displacement of heaving shows a linear increase trend with the increase of water depth. Heaving has the greatest influence on the stability of the entire floating dock.

Tab.3 Maximum displacement during floating dock heave at different water depths

Depth of water /m	10	14	17.4	20	25	30	35	40
maximum displacement /m	1.28	1.25	1.79	2.15	2.93	3.71	4.49	5.21

As shown in Figure 8, the maximum tension force of the mooring chain increases linearly with water depth. The maximum tension force appears randomly at the position of the nearly anchor of the 1 ~ 4 mooring chain. According to the regulations of OCIMF, 55% of the breaking force is taken as the safety load of the anchor chain, which is 5.654e6N.In view of the safety requirements above, when the water depth is greater than 30m, it is recommended to replace the stronger mooring chain or modify the mooring scheme to improve safety.

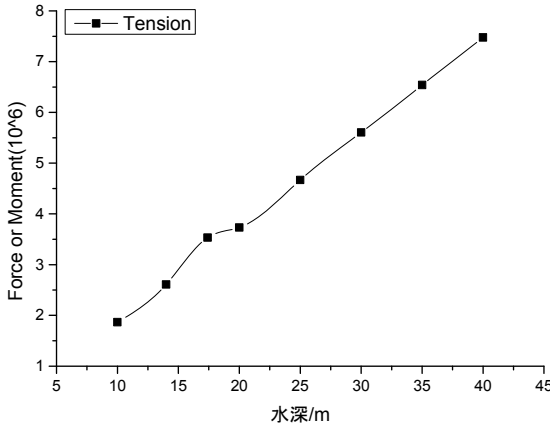


Fig.8 Maximum tension of mooring chains at different water depths

Taking 10m water depth as an example, Figure 9 and Figure 10 give the maximum tension and maximum uplifting force of the mooring chain, respectively. The maximum tensioning force changes periodically, the maximum uplifting force changes randomly, and the maximum tensioning force is much greater than the maximum uplifting force.

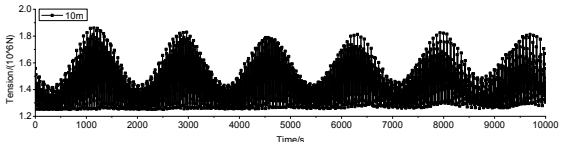


Fig.9 Maximum tension of mooring chain at 10m water depth

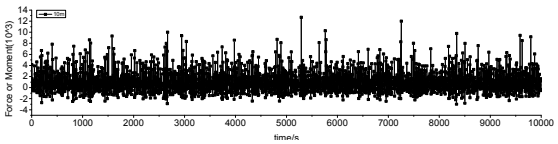


Fig.10 Maximum lifting force of mooring chain at 10m water depth

Conclusion

(1) With the help of ANSYS-AQWA hydrodynamic calculation software, the Morrison unit and the diffractive radiating unit are connected to create a coupled hydrodynamic calculation model of floating dock-mooring system. It was found that the use of three-dimensional potential flow theory and Morrison equation can well simulate the dynamic characteristics of mooring positioning floating docks and mooring systems under the effect of typhoons.

(2) Surging, swaying and rolling of floating docks have a more sensitive response to wave frequency. RAOs with 6 degrees of freedom from 0 ° to 90 ° in the floating dock at different water depths are highly coincident, especially surging and swaying, with the highest degree of coincidence.

(3) As the water depth increases, the longer the vibration period of the floating dock in the time domain, the lower the vibration frequency. In view of the safety requirements above, when the water depth is greater than 30m, it is recommended to replace the stronger mooring chain or modify the mooring scheme to improve safety.

LITERATURE

[1] He Zujun, Yu Menghong, Wang Fang, et al. Study on Control of Floating Dock Control System[J]. Journal of Jiangsu University of Science and Technology(Natural Science Edition), 2006,20(6):9-13.

[2] Liu Zhengli, Zhang Hao, Yang Wenxue, et al. The Dynamic Characteristics of Mooring Semi-Submersible Drilling Platform in Typhoon[J]. Petroleum Drilling techniques, 2015(4):37-42.

[3] Yuan Meng, Fan Ju, Zhu Renchuan, et al. Potential energy study of mooring system based on catenary method[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2011, 45(4): 597-603.

[4] Ruoyu Zhang, Tang Yougang, Hu Jun, et al. Dynamic response in frequency and time domains of a floating foundation for offshore wind turbines[J]. Ocean Engineering, 2013, 60(1): 115-123.

[5] Matos V F, Sinos A N, Sphaier S H. Second-order resonant heave, roll and pitch motions of a deep-draft semi-submersible: theoretical and experimental results[J]. Ocean Engineering, 2011, 38(17): 227-2243.

[6] Belibassakis K A. A boundary element method for the hydrodynamic analysis of floating bodies in variable bathymetry regions[J]. Engineering Analysis with Boundary Elements, 2008, 32(10):796-810.

[7] Liu Haixiao, Huang Wei, Lian Yushan, et al. An experimental investigation on nonlinear behaviors of synthetic fiber ropes for deepwater mooring under cyclic loading [J]. Applied Ocean Research,2014,45(1):22-32.

[8] Cummins W E. The Impulse Response Function and Ship Motions[J]. Schiffstechnik, 1962(9): 101-109.

[9] Zhang Wei. Hydrodynamic analysis for a deep-water semi-sub-mersible drilling platform [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, School of Naval Architecture, Ocean Engineering,2007.

[10] Li Wenkui, Zhang Bo, Tian Weifeng, et al. Method of ship motion modeling with dynamic positioning in waves [J].Chinese Journal of Scientific Instrument, 2007, 28 (6) : 105121054.

[11] Pierson W J , Moskowitz L. A proposed spectral form for fully developed wind seas based on the similarity theory of S.A.Kitaigorodskii [J]. Journal of Geophysical Research, 1964, 69(24): 5181-5190.

[12] Han Sen, Jia Baozhu, Sun Wenzheng.Influence and optimization of mooring angle in multi-point mooring positioning system[J].Chinese Journal of Ship Research,2018, 013(005): 61-67.

[13] Yan Li. Key Technologies of Ship Motion Simulation Base on Sea State[D].Shanghai: Shanghai Jiaotong University, School of Mechanical Engineering, Machine Engineering,2008(10).

[14] Jiang Hong, Zhao Zhonghua. The simulation of ship's motion [J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2001, 35(10) : 1566-1569.

[15] Statistical Collection of Northwest Pacific Waves [M]. National Defense Industry Press, Chief Editor Zhong Sheng, 1996.

AUTOMATIC GENERATION OF WATER ROUTE BASED ON AIS BIG DATA AND ECDIS

Hao Yongzhi[1], Han Zhihao[2], Yang Qilei[3]

[1]associate professor of traffic information engineering and control of Zhejiang International Maritime College,Zhoushan,China

[2]lecturer of computer science and technology of Zhejiang International Maritime College,Zhoushan,China

[3]lecturer of navigation technology of Zhejiang International Maritime College,Zhoushan,China

Abstract. With the goal of improving the real-time automatic generation of water routes and obtaining the optimal water route routes, the study is based on AIS big data and ECDIS water route automatic generation. The parallel AIS data processing technology of the distributed storage system is selected to realize the AIS big data processing that is automatically generated by the water route, the geodetic coordinates of the AIS information after the big data processing is transformed to Mercator projection, and the obtained Mercator coordinates are converted to the latitude and longitude of the sampling point to obtain the final sampling point. The Douglas-Peuker algorithm is selected to compress the sampling points, and select the turning points from the compressed sampling points according to the fixed threshold set. The connection of the obtained turning points is the automatically generated initial water route. The ECDIS electronic chart is used to detect the generated route, and the final feasible route is the generated final water route. The experimental results show that the automatically generated water route mileage of this method is shorter, and the automatic generation time is within 300ms, which has higher water route generation efficiency.

Additional index words: AIS, big data, ECDIS, water area, route, automatic generation.

Introduction. Automatic generation of water route refers to the way in which ships receive navigation instructions and make navigation plans according to the specific conditions of the port of destination to the port of destination. Automatic generation of water route is of great significance for improving safety and saving time of ships(Wang,2019). Automatic generation of water route is an important part of ship route design. Before sailing, ships shall set sailing routes according to sea area information and navigation experience. In the past, water routes were usually designed by referring to navigation books, manually analyzing charts, and manually drawing routes(Ma,Liu and Zhang,2019). The above methods have the defects of greater subjective consciousness and lower efficiency of staff, and the automatic generation of water routes requires full consideration of the economy and safety of navigation(Shao, Zhou and Pan,2018).

AIS refers to the automatic identification system, which can provide users with the ship's direction, course, accurate speed and other information contained in the ship. It has a high real-time capability, and external factors such as meteorology have little influence on it(Zhou, Huang and Zhou,2019). This system can intuitively display obstacles and terrain information, and has been widely applied in ship-related fields.

ECDIS refers to an electronic chart display and information system that presents electronic charts in vector format, providing accurate and real-time electronic charts to users(Li, Liu and Cai,2018). ECDIS can reduce the working pressure of route planners and achieve the quality management of ship and water routes(Wang and Zhang,2020). ECDIS can be well integrated with AIS. The AIS information of different ships can improve the safety of ships' navigation, and the AIS information can be displayed on the ECDIS screen, with high flexibility and complexity. At present, ECDIS has been more and more widely used in the field of navigation(Pan, Wang and Huang,2019), which is the best display method of AIS big data. The combination of AIS and ECDIS can effectively improve the safety of ships.

Yang Fan, *et al*. studied ship route planning in complex waters of bridge district based on Memetic hybrid algorithm(Yang and Wang,2018). Lv Jintao, *et al*. studied the route automatic generation method

based on the route stack(Lv, Liu and Wang,2018), which can effectively generate the route, but has the defects of poor real-time performance and excessively long generated route. In this paper, it studies the automatic generation of water routes based on AIS big data and ECDIS, combines the AIS big data technology well with ECDIS to realize the automatic generation of water route. The optimal generated route is used to improve the safety of ships and save the sailing time of ships.

Automatic Generation of Water Route Based on AIS Big Data and ECDIS

AIS Big Data Processing

The parallel AIS data processing technology of distributed storage system is used to realize the AIS big data processing automatically generated by water routes. AIS big data processing structure diagram is shown in Figure 1.

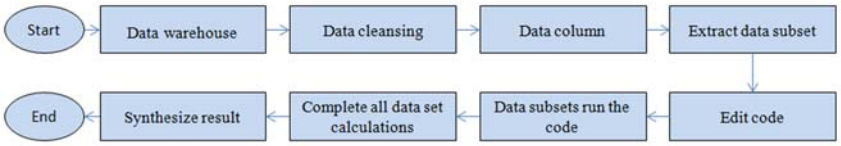


Figure 1. AIS big data processing structure diagram

The AIS collects and stores data, deletes duplicate data, cleans up the data in the store, reduces the amount of data in the database, improves the real-time performance of automatic generation of water routes, and sets data space and sampling interval according to the automatic generation requirements of water routes.

Distributed parallel AIS data processing reduces data processing time by using numerous hard disks to read related data and has high expansibility. The bus transmission speed limits it. In the process of AIS big data processing, MapReduce computing framework is selected to improve the performance of cluster computing. Distributed storage AIS big data can be partitioned to handle massive data. The data can be partitioned according to the size of 128MB, and the size of the data block can be adjusted through the amount of resource calculation(Ning, Xiong and Mou,2017). When the excessive amount of AIS data leads to too much memory of the required node, the size of the blocks can be adjusted. MapReduce computing framework reduces the complexity of reducer function and mapper function compilation through key-value calculation. The number of Mapper processes is determined by the program, and the final number of processes is obtained by dividing the total amount of data and the size of the data block.

AIS Big Data Combines With ECDIS

AIS can ensure that ships receive large amounts of data and communication signals with high timeliness, so as to improve the level of information acquired by ships in the process of automatic generation of water routes. ECDIS is an electronic chart integrating ship draft depth, meteorological information and other navigational information, which can improve the human-computer interaction of automatic generation of water route. AIS big data combined with ECDIS mainly include many modules, such as chart database, signal acquisition module, computer and output equipment, etc. The overall structure diagram is shown in Figure 2.

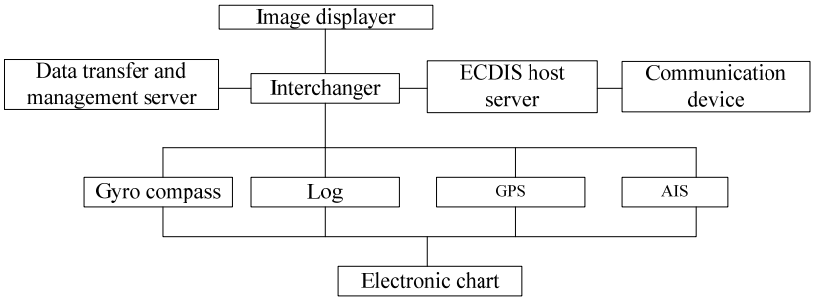


Figure 2. AIS big data combined with ECDIS structure diagram

Combined with ECDIS, the designed AIS big data can display electronic charts with accurate position information, providing numerous data such as ship sailing speed, sailing parameters and information around the ship. As can be seen from Figure 2, the combination of AIS big data with ECDIS technology includes hardware architecture and software program, communication equipment, text displayer, ECDIS host server, image displayer and many other output devices, and signal acquisition equipments include log, gyrocompass, AIS and GPS.

The AIS big data studied combined with ECDIS includes the following parts:

（1）Chart display

ECDIS can realize the chart display of the ship's traveling area, including the heading and direction display modes. The position of ships and other information is accurately within tens of meters, and the electronic chart scale is adjusted according to the demand of automatic generation of water route**.**

（2）Chart work and correction

According to the actual navigation needs of ships, ship operators are required to plot electronic charts and plan the water route (Yao,Mou and Zhang,2017), and realize real-time correction of electronic chart according to the actual situation.

（3）Positioning and navigation

The combination of AIS, ECDIS and gyrocompass can realize accurate positioning and navigation of ships.

（4）Inquire navigation information

Ships can obtain the hydrological information, meteorological information and much ship-related information of the planned waters through the comprehensive information center of ECDIS.

Automatic Generation of Water Route

(1) Geodetic Goordinate Transformation to Mercator Projection

In order to maintain the uniqueness of geographical position, the AIS system records the longitude and latitude through the state of geographical coordinates. The electronic chart shall represent the geographical coordinates by the Mercator coordinates of the fixed datum dimension, display the electronic chart data, and convert the obtained Mercator coordinates to the screen coordinates to realize the real-time display of information. Before processing AIS data, Mercator coordinates should be used to display all recorded longitude and latitude coordinates.

Set the earth centroid O for geocentric geodetic coordinate system origin, use ellipsoid equatorial plane, ellipsoid and beginning of the meridian plane of the earth as the base level, set with random point Q, and the dihedral angle formed by the initial meridian plane and the meridian of this point is the longitude α of this point; The angle between equator plane and ellipsoid normals across Q point is latitude δ. Mercator orthographic projection formula can be obtained by using the principle of equiangular normal cylindrical projection as follows:

$$\begin{cases} x = l_0 \times \alpha \\ y = l_0 \times p \end{cases} \tag{1}$$

In formula（1）, l_0 and P stands for the radius of the datum latitude and longitude and equivalent dimensionality respectively, (x,y)represents Mercator coordinates of Q point, getting:

$$l_0 = c / \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \delta} \times \cos\delta \tag{2}$$

$$p = \ln \tan\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4}\right) - \frac{e}{2} \ln \frac{1 + e\sin\delta}{1 - e\sin\delta} \tag{3}$$

In the above formula, e and c represents first eccentricity of the ellipsoid and the long axis radius of the earth ellipsoid respectively, δ stands for base dimension.

(2) Douglas-Peuker Algorithm

By sampling points to describe the current object, the ability to describe the original object is improved by the increase in the number of sampling points. The excessive number of sampling points

will lead to the increase of data volume and increase the difficulty of automatic generation of water route. In the process of automatic generation of water routes, AIS big data should imported into ECDIS platform, and AIS data time is determined according to the automatic generation demand of water routes. Douglas-peuker algorithm mainly aims to select a few points to embody the original transaction, and show the morphological characteristics of the original items in the case of minimum error.

Douglas-peuker algorithm is an improved vertical distance restriction algorithm, and is a more commonly used curved shape approximation algorithm and line element synthesis method. Its realization process is as follows:

（1）Use $Q_1(x_1,y_1)$ 、$Q_2(x_2,y_2)$ 、…、$Q_n(x_n,y_n)$to stand for discrete point in the range of generative water route, set $A= Q_1(x_1,y_1)$,$B= Q_n(x_n,y_n)$. Connect the initial destination A with the final destination B through the line segment;

（2）Find the point with the longest distance from AB in many discrete points and it is represented by C.

（3）Set a fixed threshold. When the distance between point C and line AB is less than the set threshold, all points in the line AB can be represented by AB. When the distance between point C and line AB is greater than the set threshold, connect line AC and CB respectively.

（4）Repeat the iterative step (2) to find the point with the maximum distance between line segment AC and line segment CB. The point with the longest distance from line segment AC is represented by D, and set a fixed threshold. When the distance between D and line segment AC is less than the set threshold, the original point is replaced by line segment ACD. Otherwise, connect line segment AD, DC, CB, and repeat iteration until the final path is obtained.

(3)Automatic Generation Process of Route

The needed generated water route is applied to douglas-Peuker algorithm segment, and the sampling points are marked with the longitude and latitude position in the AIS record. It can be concluded that the essence of ECDIS automatic generation water routes based on AIS technology is as follow: the key turning points that can reflect the least number of original routes are extracted from the dense AIS big data information sampling points, and the extracted sampling points are connected to obtain the initial routes.

The AIS routes is stored within the SQlite database, according to setting conditions, select relatively similar historical track from the SQlite database, use Mercator coordinate transformation to extract latitude and longitude of the sample point for obtaining final sampling points. The Douglas-Peuker algorithm is used to compress the sampling points, and the turning point is obtained according to the set threshold. The turning point is a small number of points obtained after compression. Connecting the obtained turning points is the automatically generated water course. The water course automatic generation process is shown in Figure 3.

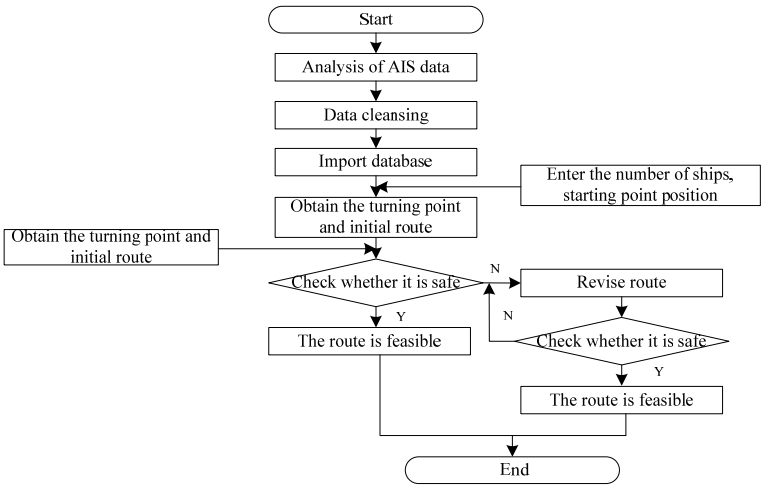


Figure 3. the automatic generation process of water course

The original AIS route is a safe and reliable route that avoids dangerous goods. After being processed by Dougla-Peuker algorithm, the original curve is changed into a straight line. In order to avoid the situation of dangerous obstacles in the straight line after conversion, the ECDIS electronic chart is used to detect the generated route(Du, Qi and Guo,2019), the specific detection content is as follows: whether the generated route passes through submerged reefs, isolated hazards, oil pipelines, submarine cables, prohibited area and other line objects and face objects. If the detection result is safe, the result of automatic generate route is feasible, so it is no need to modify the route. When there is a dangerous object mark in the detection result, the dangerous object mark is used as the center of the circle, the circle with a radius of 2n mile adopts douglas-Peuker algorithm to calculate and obtain the new key turning point, which is used to replace the original turning point to generate the latest route, and test the new route again until the detection result is safe.

RESULTS AND DISCUSSION

Matlab software is used to simulate a certain water area, and JAVA language is used to program the method in this paper. In the simulation software, A ship with 51478635 MMSI number is made to sail from destination A to destination B, and the route of the ship in the water area is generated automatically by this method. In order to visually demonstrate the performance of the proposed method for water route automatic generation, the method in this paper is compared with the Memetic hybrid method ((Yang Fan,2018) and the route stack method (Lv Jintao,2018).

The AIS historical data in the sea area in 2019 is stored in the database according to the fixed-format database table structure, and the activity regularity of the ship in 2019 is inquired. The total database size is 4TB. The method in this paper takes 41ms to query the AIS data of the ship in the database, and the obtained activity regularity of the ship is shown in figure 4.

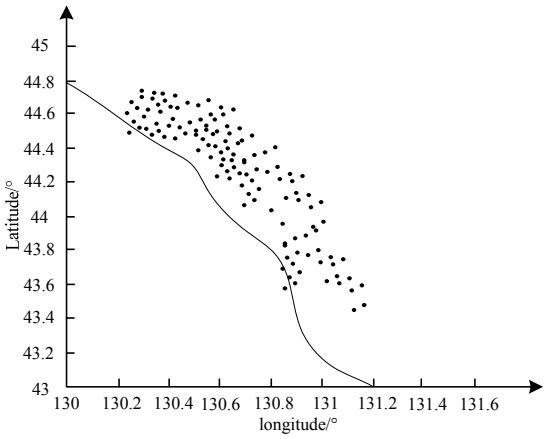


Figure 4. the activity regularity of ship 51478635

As can be seen from the experimental results in Fig. 4, the activity range of the ships used in the experiment is the coastal area of China, and they mainly travel along specific routes, providing effective theoretical basis for the automatic generation of subsequent water routes.

The distribution of ships in the required route waters in September 2019 and October 2019 was inquired from the database, and the statistical results were shown in figure 5.

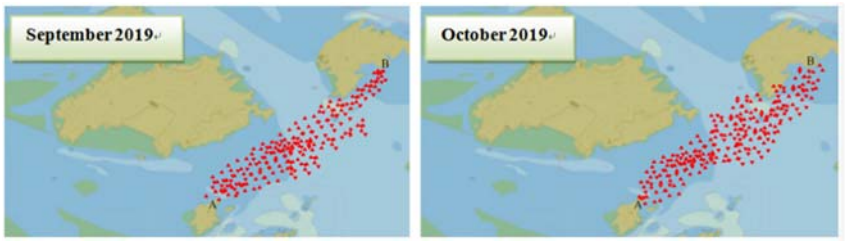


Figure 5. Distribution result of ship

As can be seen from the experimental results in Fig. 5, the main distribution of the ship in September 2019 and October 2019 can be obtained effectively by adopting the method presented in this paper. When inquiring the distribution of ships in September 2019, the total number of messages obtained is 1.6×10^9, and the query time required is 136ms; when inquiring the distribution of ships in October 2019, the total number of messages obtained is 1.7×10^9, and the query time required is 198ms. As can be seen from the statistical results, AIS is adopted in this paper to collect water and ship information, which has a high level of data processing and provides a data basis for the automatic generation of water routes.Figure 6 shows the results of water route generated by different methods.

(a) Starting point to destination point

(b) The route generated by method in this paper

(c) The route generated by Memetic mixed method

(d) The route generated by route stack method

Figure 6. the results of water route generated by different methods

As can be seen from the experimental results in Fig. 6, by combining AIS big data technology and ECDIS, the method in this paper can effectively select the optimal route. The method in this paper can abandon the current search track when the generated route is too long, and continue to generate a new optimal route, reducing the space and time complexity of automatically generating water routes.

According to the results of water route generated by three methods in figure 6, the starting point A to the end point B is divided into 10 sections. The final water route mileage generated by different methods is counted, and the statistical results are shown in Table 1.

Table 1. the results of generated water route

Line endpoint	A-C	C-D	D-E	E-F	F-G	G-H	H-I	I-J	J-K	K-B	Total
Method in this	137	186	100	106	111	126	124	116	85	73	1164
Memetic mixe	153	192	105	111	117	131	129	122	91	76	1226
Route stack method/ n mile	149	188	103	110	114	129	126	119	92	75	1206

As can be seen from the experimental results in Table 1, the total length of the water route automatically generated by method in this paper is 1164 n mile. the total length of water routes adopted in the Memetic mixed method and route stack method are 1226 n mile and 1206 n mile respectively. The total mileage of automatic generation water route adopted method in this paper is significantly lower than that of the other two methods, method in this paper can effectively overcome the defects by other methods and avoid route selection error conditions, effectively improving the quality of automatic generation routes, compared with the other two methods, the generated water route adopted the method in this paper has the shortest distance with more rationality.

Through the time-consuming generation of water routes to evaluate the efficiency of route generation of different methods, three methods are used to generate experimental sea routes to obtain the best route generation efficiency. In order to further verify the robustness of this method to the automatic generation of water routes, three methods are used to generate four optimal water routes for this water route, and the comparison result is shown in figure 7.

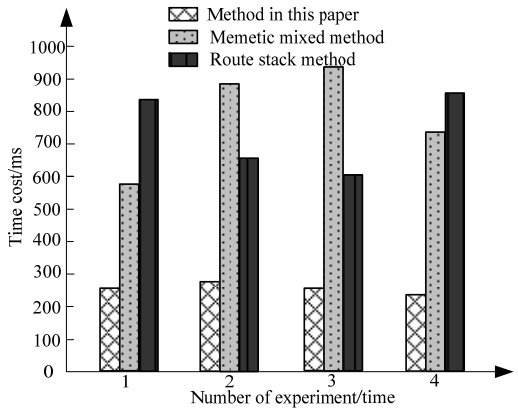


Figure 7. Generation efficiency comparison of different methods

From the experimental results in figure 7, it can be seen that automatic generation water routes adopted by method in this paper is within 300 ms, and waters route automatic generation time in different sea area adopted the method in this paper is significantly lower than that of adopted by the other two methods, results in figure 7 show that method in this paper has high efficiency of automatic generation of waters routes, and can generate the optimal route in the shortest possible time, effectively reduce the unnecessary path detection using the algorithm of Douglas -Peuker, promote efficiency of routes generation.

Conclusion

Using AIS and ECDIS to realize automatic generation of water routes, through AIS to conduct real-time collection of water and ship information, ECDIS to conduct real-time display of electronic charts, the research method has trend prediction, statistical analysis and other functions to improve the automatic generation of water routes. It is verified by experiments that this method is highly effective in automatically generating water routes, the generated path distance is shorter and the real-time performance is higher. With the continuous development of shipping business, the requirements for automatic generation of water routes are increasingly high. Therefore, scholars in the field of shipping should constantly upgrade the requirements for automatic generation of water routes, so as to make the generated water routes more perfect. The research methods do not consider the influence of many dynamic factors, such as tide, wind and waves, on ship traveling, so it can be used as the main direction of future research.

Acknowledgements

This work was supported by Zhoushan Science Bureau project (grant number 2018C31075,201831074).

Literature cited

[1] Du,Z.X.;Qi,X.R.,and Guo,K.,2019. Design on Automatic Route Planning Algorithm Based on ECDIS. Ship &Ocean Engineering, 48(01),163-167.

[2] Li,Y.p.; Liu,Z.j., and Cai,Y.,2018. Analysis of maritime traffic characteristics based on AIS data constraint clustering. Ship Ocean Engineering, 047(001),176-179.

[3] Lv,J.t..; Liu,Z.q., and Wang,N.,2018. Method for automatic ship routing based on route stack. Journal of Computer Applications, 38(S1),16-19.

[4] Ma,J.; Liu,Q., and Zhang,C.w., 2019. A method for extracting ship encounter situation based on spatio-temporal analysis of AIS data. China Safety Science Journal, 29(05),111-116.

[5] Ning,F.x.; Xiong,Y., and Mou,J.m.,2017. Ship Maneuverability Index Identification Based AIS Data. Journal of System Simulation, 29(002),402-408.

[6] Pan,J.; Wang,Y., Huang,Y.f.,2019. Study on assessment method of vessel-bridge collision probability based on AIS data. Journal of Huazhong University of Science and Technology (Natural Science Edition), 47(11),109-114.

[7] Shao,Z.P.; Zhou,T.R., Pan,J.C., 2018. Research on Dynamic Ship Domain in Restricted Water

Based on AIS Data. Geo-information Science, 20(005),564-570.

[8] Wang,Z.H.,2019. AIS data-based ship emission estimation model and real ship verification. Journal of Shanghai Maritime University, 40(4),12-16.

[9] Wang,Q.F.; Zhang,M.G., and Zhang,Y., 2020. Intelligent extraction of remote sensing information on large-scale water based on visual attention mechanism. Journal of Computer Applications, 040(004),1038-1044.

[10] Yang,F.; Wang,J.Y.,and Yang,K., 2018. Ship route planning in complex multi-bridge waters based on Memetic hybrid algorithm. Journal of Shanghai Maritime University, 39(002),7-11.

[11] Yao,X.; Mou,JJ.M.,and Zhang,X.J.,2017. Ship exhaust emission inventories at the Yangtze River estuary based on the terrestrial AIS data. Journal of Safety and Environment, 17(004),1510-1514.

[12] Zhou,C.h.; Huang,H.x.,and Zhou,L., 2019. Main engine power estimation method for the inland ship based on big data. Journal of Dalian Maritime University, 045(002),44-49

УДК 629.5.012

DEPENDENCES FOR DETERMINATION OF MEGAYACHTS MAIN DIMENSIONS IN THE INITIAL APPROXIMATION

Tokarieva O.V.[1], Labartkava Al.V.[2]

[1]Research Assistant, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

[2]PhD, Associate Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Mykolaiv, Ukraine

olga.tokareva@nuos.edu.ua

On the basis of the statistical data analysis the architectural features and the ratio of the main sizes for megayachts are determined that allows to carry out estimation calculations of characteristics of the project at initial design stage.

Keywords: megayacht, interior, exterior, yacht building. displacement, deadweight, draft, relative length, Froude number.

Appearance of new types of ships created difficulties in their design because of lack of theoretical developments. One of such rather new type are megayachts – yachts with a length of more than 24 m [1].

Analysis of sources about megayachts has shown the difference in data range and completeness. For some yachts the deadweight structure is described in details but without information about total tonnage. For others the tonnage is give, but the deadweight components are not described, which doesn't allow to obtain the mass equation directly. The speed data in many cases contain an element of uncertainty because some sources show the speed but don't indicate the displacement of the yacht and the actual engine power was installed.

Nowadays megayachts are high-tech vessels with modern equipment. Nevertheless, this type of ship has problems typical for yacht construction [2].

The first difficulty is the lack of generally accepted criteria for evaluating the yacht. The second difficulty is the absence in domestic and foreign literature of scientific publications containing the instructions on choice of the megayachts main sizes [3, p. 61]. That's why the task of developing methodology of designing for this type of yachts is actual.

The start data for determining the of megayachts characteristics are speed, length, number of passengers, purpose, type, etc. Then, using statistics, you can determine the ratio between the main sizes of the yacht, the components of the mass load, assess navigability, comfort and safety level.

During determination the main dimensions of megayachts more attention should be paid to the volume equation [3, p. 63]. Processing of statistical data gives the possiblity to obtain dependences for

the preliminary determination of the megayachts' main characteristics. The dependences of the tonnage of megayachts D on the length L, width B and draft T are shown as an example [3, p. 63.64]:

$$D = 0{,}0016L^{3{,}33};\ D = 36{,}46B^2 - 433{,}83{+}1350;\ D = 17{,}94T^{3{,}26}.$$

Magayachts data analysis [3, p. 63] shows that they are characterized by the ratio: the main dimensions – L/D = 4,77…5,6, B/T = 2,76…3,91; relative length – $l = L/V^{1/3}$, l = 5,69…6,68, where V – volumetric displacement; Froude's number – $Fr = {}^{v}/_{\sqrt{gL}}$, $Fr = 0{,}24 \ldots 0{,}38$, where v – ship speed.

The dependences for determination of the main dimensions in the initial approximation, obtained by statistical analysis, give the ability to make estimation of the future project.

LITERATURE

[1] Watson D.G.M. Practical Ship Design. – Oxford: Elsevier Science Ltd., 1998. – 556 p. 2. Демидов Е. Прекрастная незнакомка пр.09127 // Судостроение и судоремонт. – 2005. – № 2(11). - С. 12-17. 3. Токарєва О.В. Визначення головних розмірів мегаяхт у початковому наближенні // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2008. – № 4 (421). – 180 с.

RESEARCH ON EQUIPMENT FAILURE PREDICTION AND MANAGEMENT SYSTEM DEVELOPMENT FOR INTELLIGENT SHIPS

Wang Yibing[1], Zhan Yiting[2]

[1] professor of marine navigation of Zhejiang International Maritime College, Zhejiang Zhoushan, 316021, China

[2] Lecturer of intelligent ship design and building of College of Ocean Science and Engineering, Shanghai Maritime University, Shanghai, 201306, China

Abstract: In the era of big data, facing the intelligent ship needs, the paper works to solve intelligent maintenance and failure prediction of ship equipment. This paper intends to analyze and predict failure occurrence by 1-year continuous large-amount data collection from 1800 signal points set on the main devices of a ship to evaluate and diagnose the equipment in the operation and maintenance of intelligent ships, find out the trend of equipment decline in time and forecast the failure in advance, and reduce the uncertainties brought by equipment failures in ship operations and maintenance. Finally, it realizes ship-shore integration by intelligent ship operations and maintenance, build intelligent ships with independent learning and maintenance abilities.

Keywords: Ship Operation and Maintenance; Intelligent Ship; Big Data; Failure Prediction

Introduction.

In the past, ship operation and maintenance research usually adopted the traditional equipment failure judgment method based on equipment design and maintenance knowledge and analysis and decision making by observation and design algorithm. With the development and application of intelligent technology and big data analysis, the research based on equipment design manual, operation and maintenance big data as the center, analysis algorithm as the means, and intelligent data analysis and decision making as the demand has become more and more important, and equipment failure analysis and prediction based on big data is gradually adopted widely in the field of ships. The characteristic of big data analysis is that when the amount of data is large enough, the close relationship between data can be found directly based on the data itself, and the feasibility of big data application in ship equipment monitoring and failure prediction can be analyzed by algorithms. Tang Gaigai et al. applied an expert diagnostic model of fuzzy neural network for shore-based ship power plant failure

diagnosis based on the concept of intelligent ships and applied BP algorithm training examples for model accuracy verification [1]-[3]. SEERA et al. reviewed the application of hybrid intelligent models for motor failure diagnosis [4]. Perero et al. applied sensors for failure detection and data acquisition, data extension, integrity verification, and data regression after transfer to a shore-based data center, and applied various machine learning methods for big data analysis applications in the marine domain [5]-[7].

It can be seen that the multi-level monitoring and intelligent diagnosis for each equipment and working condition in ship operation and maintenance will become the focus of research and application, which is also an urgent problem to be solved in the development of intelligent ships. When the ship equipment fails, it is usually reflected in time domain and frequency domain in different degrees [8], that is, there must be some intrinsic connection between data change and failure decline.

Thus, we can develop a management system for ship equipment, and use the real-time data to analyze and discover the rules to achieve failure identification and intelligent prediction [9], and realize the visualization, control, systematization and integration of ship operation, condition monitoring and prediction, and intelligent management of repair and maintenance. Eventually, it can achieve the goals of reducing ship operation and maintenance costs and management risks, and improving equipment utilization efficiency.

Data Acquisition and Classification Dataset Building

Intelligent ship O&M (Operation and Maintenance) uses a large amount of O&M data acquisition and analysis to analyze and judge the operation status of equipment, to warn equipment failure, and to discover abnormal wear and tear or other abnormal changes in equipment through peak energy consumption curves and energy consumption abnormalities [9]. Therefore, a large amount of data should be acquired and stored firstly in the operation and maintenance management of intelligent ships. Based on the cooperation with Shanghai CRRC Hange Marine & Offshore Engineering CO., LTD. (Shanghai Zhongche in short) and Zhejiang Jianyang Shipping Co., LTD. The ship is divided into five areas, including "ship bow", "ship amidships", "ship stern", "ship superstructure" and "ship engine room". As well as 15 marine systems such as ballast water system, main propulsion system, slip oil system, oil and sewage treatment system, sea water system, domestic sewage treatment system, fresh water-cooling system, through-conductor equipment system, fuel oil system, other equipment and ship structure, fire and fire alarm system, air system, starting system, steam system, and ventilation system. 918 equipment monitors are installed as signal points with a total of 1,800 signal values, and a database is established for the large amount of O&M data collected over a continuous period of 1 year. Based on the communication protocol name and coding format provided by the detection system, MODBUS-TCP protocol is prepared to realize the function of accepting and storing the data of alarm points in the ship between the hardware detection system and the operation and maintenance management system, as shown in Figure 1.

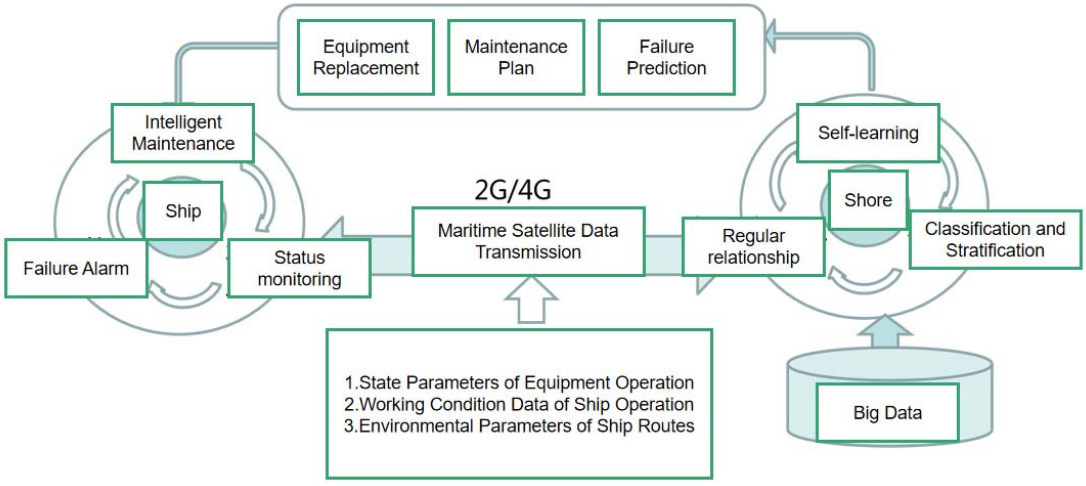


Figure 1 Ship-to-shore integrated O&M data acquisition

The collected data can be categorized into three main groups.

1. Ship equipment status parameters: The data collected by the sensors, reflecting the equipment operation and health status with the collection at an interval of 1 minute. These data serve both as original records of equipment status and as a reference for equipment status updates. The long-term accumulation of such data can be used to update the health prediction model of the equipment and help to count the average failure time of key components of the equipment, which is the basis for equipment failure monitoring and future status prediction, and can also be used as the basis for equipment design, technical improvement and spare parts quantity provision.

2. Ship equipment working condition data: The data of equipment load, rotational speed and operation mode collected by the central processor can reflect the equipment operation under normal working conditions, which is generally collected at an interval of 5 minutes. The equipment working condition data is crucial to analyze the operating condition parameters of the equipment, because only by comparing and analyzing the equipment condition parameters under the same working condition can we reflect the changes of the equipment health and performance.

3. Environmental parameters of ship routes: such as wind speed, wind direction, wave height, ocean current, temperature, weather conditions, and other environmental factors or environmental data that may affect the operating status and performance of ship equipment. In general cases, the everyday data grabbing, data acquisition, and transmission through the guide by IBS and stored once daily. The environmental parameter information collected by the environmental data distinguishes the performance changes caused by the equipment status and environmental changes, which helps to better understand the laws of equipment operation affected by the environment. Therefore, it plays an important role in analyzing the economic properties of ship operations.

As most of the equipment in ship operation is in normal working condition which leads to little changes in data with the high level of data value repeat rate in the short term. Therefore, in this case, the value of data mining is low. Thus, we can use data cleaning and merging to delete duplicate and redundant data, establish data variable mapping relationships and use source data and target data mapping to maximize the original data entropy value with a small amount of data [10]. Add tags to the target data, and automatically form a recommended data set based on the analysis content. Finally, store the tagged standardized XML format metadata in the shore-side data warehouse, then establish the data set, and then studying the data change and equipment failure prediction algorithm.

Research Based on Data Variation and Equipment Failure Prediction Algorithm

There are many factors and complex mechanisms affecting equipment failures in ship O&M (operation and maintenance) management systems, and many research methods are mainly based on a single or few state parameters and uniform diagnostic criteria, focusing more on the accuracy of the data but ignoring the value of the data itself. The characteristics of the new generation of intelligent technology can automatically determine whether the newly observed phenomenon can indicate sufficient reason to make some kind of response. In intelligent ship operations and maintenance, if there is enough data to know that a failure is likely to occur when A occurs based on interrelationship analysis, then it can be determined that A is the parameter which has a relationship to the failure. Under different operation modes and health modes, the historical data characteristics of certain equipment or similar equipment of a ship are extracted then through modeling and comparison to automatically identify the health status of the equipment and to conduct a risk assessment and failure diagnosis of the ship equipment.

Decision trees are relatively mature classification prediction algorithms with a process-like tree structure, where each internal node represents a test on an attribute, each branch represents an attribute output, and each leaf node represents a class or class distribution. Based on the obtained data set to build a decision tree model, then use the built decision tree model to predict whether a failure will occur. Taking the test attribute "Equipment Pressure" as an example, a decision tree analysis structure model is built as shown in Figure 2.

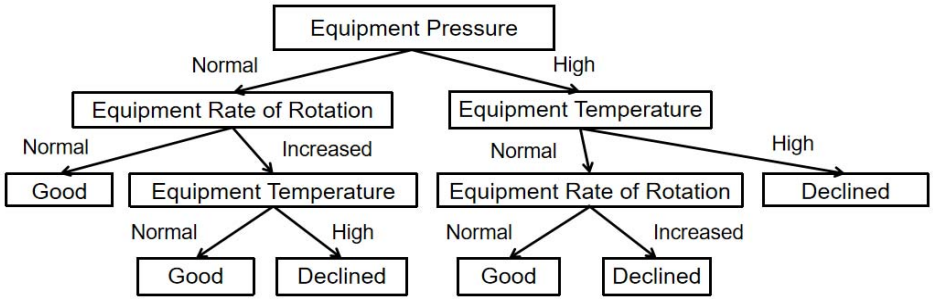


Figure 2 Decision tree analysis structural model

Firstly, set the test sample set according to the type of test attributes, and suppose S is a set of s data samples, the category attributes have m different values, and an attribute A has k different values, then S is a new leaf node on the decision tree, and A is a non-leaf node. The position of the non-leaf nodes is determined according to the values taken, and the higher the value of the attribute A, the higher its position, in descending order, and the total values can be expressed as [11].

$$I(s_1, s_2, \dots s_m) = -\sum_{i=1}^{m} \log_2(p_i) \quad (1)$$

Pi is the proportion of the current parameter value in the total sample value, and the current value of the sample taken according to the attribute value, the attribute value A can be expressed as:

$$E(A) = \sum_{j=1}^{k} \frac{s_{1j}+s_{2j}+\cdots+s_{mj}}{s} I(s_{1j}, s_{2j}, \dots s_{mj}), \quad (2)$$

Then:

$$I(s_{1j}, s_{2j}, \dots s_{mj}) = -\sum_{i=1}^{m} P_{ij} \log_2(P_{ij}) \quad (3)$$

$$P_{ij} = \frac{s_{ij}}{s_{1j}+s_{2j}+\cdots+s_{mj}} \quad (4)$$

The value G in the sample set S which is divided up by the final attribute is:

$$G(A) = I(s_2, s_2, \dots, s_m) - E(A) \quad (5)$$

According to this algorithm, it is implemented by developing a Python program to build a decision tree model according to the size of the G values, and the size of G values is used as the criterion for selecting the test attributes. Taking the test attribute device pressure as an example which was given earlier, the location of the branch is defined according to the high or low value it takes, the so-called height branch attribute (with a preference for choosing the one that takes more values). The location of the leaf nodes is then determined based on the branches, as the reason of implementation of the tree structure, and the parameter values are expressed as high, low, etc. But when conducting the project research, the sample values of the attributes which are the actual values of the parameters are defined based on the collected data. If the values of the attributes of the established decision tree model are reclassified and the tree model is dynamically updated if it is needed because of new data additions. The real-time prediction of equipment failure is completed after inputting the corresponding spatial reconstruction for the real-time data. The equipment failure model is shown in Fig. 3. The horizontal and vertical axes represent two different characteristics of the equipment, and the regions are divided in a coordinate system by feature distributions, and there are distribution regions for healthy states and distribution regions for different failure modes. During the operation of the system, the distribution area may change slowly, and its similarity to the normal state represents its health value, and its similarity to the failure state represents its failure risk, and the similarity can be quantified (e.g., 0-1). The quantified results form a time series which represents the trajectory of the decline and can predict the development trend of the equipment, thus to judging the operation status of the equipment and alarming the equipment that may fail.

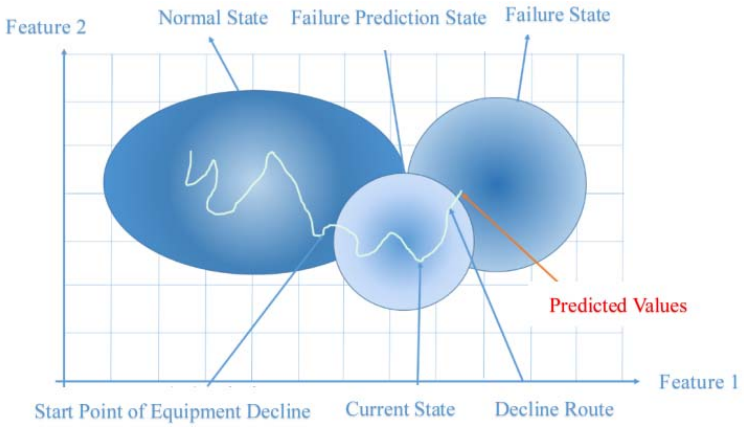


Figure 3 Equipment failure prediction model

Ship Equipment Failure Prediction and Management System Development

There are two major blocks of ship equipment failure prediction and management system: operation and maintenance management system and 3D visualization system, both of which are combined through database. And it is necessary to research and develop an intelligent software system for ship operation and maintenance management to visualize the results of ship equipment failure prediction for matters of management, repair and maintenance of ship equipment. Thus, the operation of equipment could be dynamic and visualized to realize dynamic management of ship operation and support the standardization of operation and management of shipping companies.

(1)Operations and Maintenance Management System

Taking Jian Yang 146 semi-submersible carrier as an example, the interface of O&M management system can intuitively provide shipping companies and ship managers with various equipment information with realistic sense about ship operation and maintenance. The data analysis results for the equipment will be synchronized with the analysis results of the decision tree algorithm by color through the equipment topology diagram and operation status indicator. Meanwhile, the curve of historical operation data will be displayed after the equipment is clicked to guide the daily equipment maintenance and replacement. Shipping companies and ship managers can intuitively see the results of real-time data analysis which helps them to improve equipment maintenance efficiency and ensure the safety of ship navigation.

(2)3D visualization system

3D visualization system is to display various scenes of ships in 3D with a strong sense of reality through 3D digital technology. The system has the functions of visualization, real-time and remote management which provide the shipping company and ship with the intelligent management of ship operation, maintenance and repair from area to cabin to structure, from whole ship to system to components in an easy-to-understand 3D "animation" [11]. Part of the system piping and equipment built according to the equipment of Jian Yang 146 semi-submersible carrier are shown in Figure 4.

Figure 4 3D model of ship's pipe system and equipment

Establish the equipment and pipe system model of the whole ship and visualize the data of analysis results on the equipment model. The shipping company and ship managers can clearly and intuitively see the results of data analysis, as shown in Figure 5. Displaying the individual equipment explosion model then we can see the temperature, pressure, liquid level, emergency failure and other abnormalities of core equipment in real time, and accurately locate the location of equipment to be repaired. By clicking on the control panel, we can inspect the alarm parameter values and the real-time operation status of the equipment, thus saving the equipment overhaul time and accurately locating the failure type.

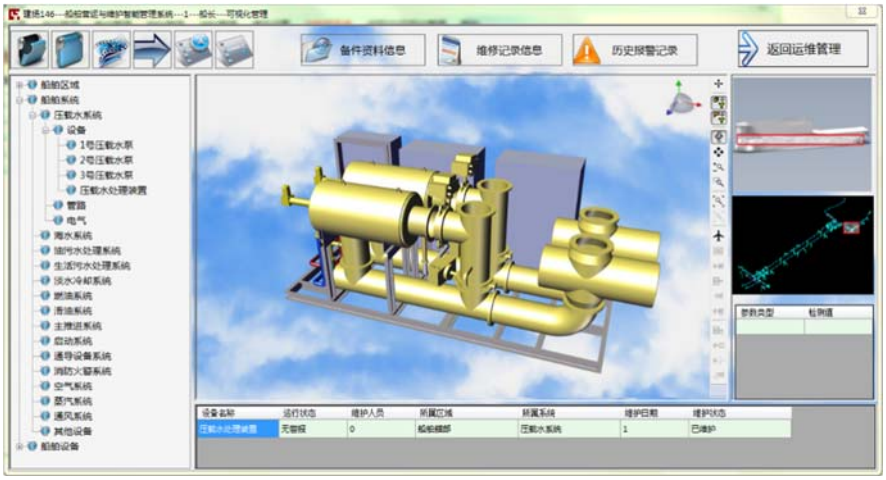


Figure 5 3D visualization device display

Conclusion

For the problem of comprehensive analysis of ship equipment operation and maintenance, propose the data analysis algorithm based on decision tree model, and develop the ship operation and maintenance management system and 3D visualization system.The O&M management system is adopted to collect and analyze the operation data of the pipe system and equipment in 15 systems on board and make advance prediction and alarm for equipment failure. Use the 3D visualization system to display the analysis results to the 3D model of equipment synchronously, which enables shipping companies and ship managers to visualize the daily operation status of ships and discover equipment failures in advance, locate and solve them quickly, so as to improve the efficiency of ship equipment maintenance and guarantee the safety of ship navigation, improve economic efficiency, and realize intelligent ship operation and maintenance.

REFERENCES

[1] Tang Gai Gai, Fu Xiangdi, Chen Ning. Jiyu B/S he C/S jiagou de chuanbo dongli zhuangzhi yuancheng guzhang zhenduan xitong(Remote fault diagnosis system for marine power plant based on B/S and C/S architecture). Ship Engineering. 2018.40(8):66-71.

[2] Ma Zilong. Caiyong zhineng danpianji de zhineng zhuanbo dianli xitong guzhang fenxi yu sheji(Fault analysis and design of intelligent ship power system using intelligent single-chip microcomputer). Ship Science and Technology. 2017.39(11):94-96.

[3] Tian Linfeng. BP shenjing wangluo zai chuanbo yuancheng jiankong zhong de yingyong yanjiu(Application research of BP neural network in ship remote monitoring). Ship Science and Technology. 2016.38(8):163-165.

[4] SEERA M, LIM C P, NAHAVANDI S, et al. Condition monitoring of induction motors: A review and an application of an ensemble of hybrid intelligent models. Expert Systems with Applications. 2014. 41(10): 4891-4903.

[5] Perera L P. Mo B. Machine Intelligence for Energy Efficient Ships: A Big Data Solution. The International Conference on Maritime Technology and Engineering. 2016:143-150.

[6] Ozturk U. Cicek K. Celik M. An intelligent fault diagnosis system on ship machinery systems based on support vector machine principles.26th European Safety and Reliability Conference.2016:318-329.

[7] Wu Yun-Feng. Bo Liu. Research on CAN open-based intelligent sensor for ship monitoring system. Applied Mechanics and Materials. 2010(9):1051-1056.

[8] LIANG B, IWNICKI S, BALL A, et al. Adaptive noise cancelling and time–frequency techniques for rail surface defect detection[J]. Mechanical Systems and Signal Processing, 2015(54): 41-51.

[9] Wang Yibing, Yang Yanbin.Jiyu CBM de chuanbo shebei jiankang guanli xitong (CBM-based ship equipment health management system). Ship Engineering. 2017.39(10):70-74.

[10] Wang Yibing, Wang Jie, Xu Xianwen. Shuju wajue julei suanfa zai chuanan yitihua pingtai zhong de yingyong(Application of data mining clustering algorithm in ship-shore integrated platform). China Navigation. 2014.37(2):122-126.

[11] Yiting Zhan, Ji Zeng. Dashuju zhichi xia chuanbo zhineng yunwei de shixian(The realization of intelligent ship operation and maintenance supported by big data). Journal of Shanghai Maritime University. 2019.40(2): 62-66.

RESEARCH ON THE APPLICATION OF UAV IN MARITIME SAFETY FIELD

WU Jia-ling[1], YANG Yi[2], WANG Jie[3]

[1-3]Zhejiang Ocean University, Zhe Jiang, 316022

Abstract: Based on the advantages of small size, strong flexibility, low construction cost and high safety factor, UAV has been widely used in the maritime field of various countries. Based on the summary method of mind mapping, this paper describes the application status of UAV in the maritime field at home and abroad, and studies the application of UAV tilt photography technology, UAV lidar technology and UAV gas emission monitoring technology in the maritime field based on the existing application.

Key words: UAV; Oblique photography; Lidar technology; Gas emission monitoring technology; applied research

0 Introduction

As a kind of modern remote control aircraft, unmanned aerial vehicle (UAV) has been widely used in military and civil fields. UAVs are widely used in maritime applications due to their characteristics such as flexibility, high timeliness, low cost, low loss, low risk, strong monitoring capability and wide coverage. The example shows that through the effective combination of UAV with patrol ship, VTS, AIS, LRIT and other regulatory systems, the maritime system can promote the construction of a safety regulatory system characterized by "all-around coverage, all-weather operation and whole-process monitoring", and comprehensively improve the maritime legal administration and public service capability and level[1].

1 Application status of UAV in maritime safety field at home and abroad

In recent years, with the continuous progress of high-definition camera, low-altitude hovering, remote operation, remote transmission and other technologies, the development of UAV technology has also reached an unprecedented level, and its application in military and civilian fields has become increasingly broad.

1.1 Application Status of UAV in China

According to the mode of mind map, the main applications of domestic UAVs in the field of maritime security are expounded from the aspects of maritime supervision [2–5], maritime search and rescue [6], maritime emissions [7–8], ports [9–10], waterways [11–12], and navigation marks [13–16].

Table 1 Application Status of UAV Maritime Safety in China

Maritime domain	Application status	Actual condition
Maritime administration	Maritime patrol enforcement, accident investigation and evidence collection	Using records, photographic equipment to record and preserve evidence
	Supervision of customs supervision sites and container sites	Observe the overall operation of the target object, observe the key parts such as container seal and container door connection
	Supervision of Water and Underwater Engineering	Unscheduled inspection of key ships docked to ensure the safety of underwater and water works
	Auxiliary observation of ship size	Identification process of whole video recording
	Navigation management	Enhance the Range of Cruise to Key Waters, Increase the Control of Ship Flow, and Obtain Evidence for Violations
	Emergency disposal	Improving the efficiency of life rescue and oil spill disposal
Maritime search and rescue	Daily sea patrols	Rapid, long-range patrols to reduce human costs
	Search for dead targets	Quick arrival, maritime emergency assistance, maritime search and rescue, the formation of land, sea and air ' trinity ' search and rescue mode
	Communication support	Intelligent technologies such as artificial intelligence, big data, cloud computing, 5G and sensors are integrated to make communication transmission more stable and communication quality more high-quality.
Ship emission	Regional Supervision of Ship Exhaust Emission Control	A high-precision gas detection sensor or gas acquisition device equipped with multiple factors to monitor ships with excessive sulfur content in fuel and illegal exhaust emissions in emission control areas
Harbor piloting	Harbor piloting	Auxiliary visit, cruise warning, coordinated avoidance, etc.
	Ship entry and exit supervision	On-site supervision and management of entry and exit port
	PSC	Port State Supervision Inspectors use unmanned aerial vehicles to carry out port State supervision and inspection of ships berthed in port areas
Fairway	Channel surveying	Aerial photography acquires measured image data, shooting equipment and sensor data, generates vector data and remote sensing acquires special targets with high efficiency and accuracy
Navigational mark	Maintenance Management of Fixed Navigation Mark	Establishment of land, sea and air three-dimensional supervision mode, real-time transmission of collected information and pictures, grasp the navigation mark trend
	Maritime emergency management	Quick Response, Field Data Acquisition, Energy Saving and Emission Reduction

1.2 Application status of foreign UAVs

At present, UAVs have been widely used in developed countries such as Europe and the United States, mainly in emergency command, land security, urban management, property tax and other industries. Foreign UAV technology has developed rapidly. In the field of maritime security, foreign [17-19] UAV technology not only has the existing domestic applications in Table 1, but also applies to other aspects, as shown in Table 2.

Table 2 Application status of foreign UAV maritime safety field

Country	Application
USA	Naval base maritime surveillance, identification of monitoring vessels, real-time transmission, etc.
Japan	Focus on the civil sector, such as agricultural production, from systems and mechanical components, ground control to the development of services and facilities, regulation and law to form a complete system
UK	Identification of ship defects, maritime diagnosis, maritime problem solving, etc.
Israel	Marine patrol, intelligence collection, detection and identification, etc.
EMSA	Border control, pollution monitoring, search and rescue, and monitoring of illegal activities such as fishing and drug trafficking, etc.

In developed countries, unmanned aerial vehicles are applied to the field of maritime safety, and the construction of air ' full coverage and full intelligence maritime control network is increasing. In recent years, in order to solve the problem of maritime disputes, UAVs have been used for maritime surveillance and reconnaissance missions. Trans-disciplinary advanced technologies such as sensor technology, AI algorithm and real-time interaction have been integrated to strengthen maritime and port control capabilities and safety. The coast guards of South Korea, the Philippines and many European countries put forward different requirements for the application of UAV.

2 Applied research in maritime security

In the field of maritime security, UAV tilt photography technology, laser radar technology and gas emission monitoring technology are rarely used in port safety management, channel mapping and gas emission. The application of the three technologies is studied below.

2.1 UAV tilt photography technology

As a rapidly developing high-tech, unmanned aerial vehicle (UAV) oblique photography technology is mainly used in urban three-dimensional scene modeling, pier slope protection measurement, channel mapping, housing health monitoring, and mine earthwork calculation. The core technology is to obtain the high-resolution, high-precision and high performance-price ratio image information of the object by obtaining the image data of each point in the region in the five directions of vertical, forward, backward, left and right [20], and quickly establish the three-dimensional real model through advanced positioning, fusion, modeling and other technologies. The main application in the maritime field is shown in Fig. 1.

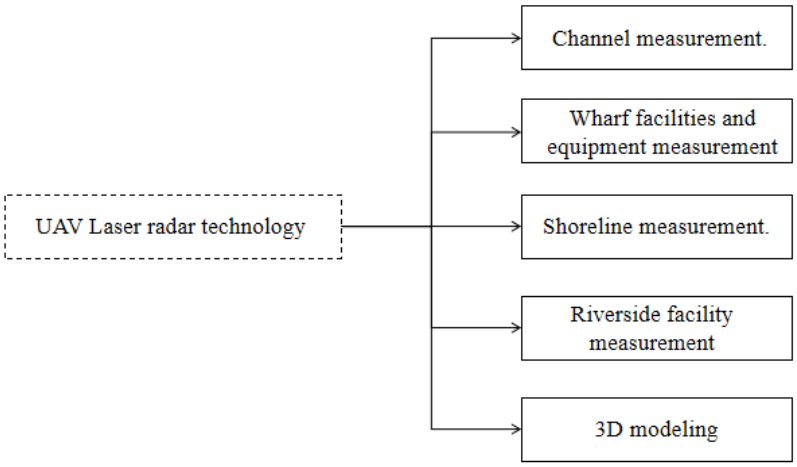


Fig 1 Implementation and application of tilt photographytechnology

Application area 1: channel, beacon light measurement. UAV as a carrier combined with the new measurement platform can effectively improve the level and efficiency of waterway measurement, and can quickly obtain the information of the changed facilities, so as to provide the latest and more accurate information and data to the maritime department in order to facilitate the safety management of the maritime department. When the ship is sailing, it will encounter a variety of emergencies, such as the collision of light floating, the collision of light ship, and the collision between ships. These have certain urgency and unpredictability. Even if there are currently UAVs used in such events, compared with the positive photography technology, oblique photography technology can photograph the damage degree of facilities from all aspects, which is convenient for the relevant departments to determine the severity of the accident, and is conducive to the rapid response of the management department and take measures.

Shoreline measurement. The establishment of uniform distribution control points and the use of UAV mapping after detailed reference and characteristics can greatly ensure that the route and measurement photos have a high coincidence.

Application area 2: wharf facilities / equipment measurement. In terms of technical evaluation of port facilities, the use of UAV tilt photogrammetry technology can comprehensively observe the overall

state of the port terminal, and the length, area and location of the observed cracks and damaged surfaces are measured in the model, which provides accurate numerical protection for the technical evaluation of port facilities. The model established by UAV field data acquisition not only has high accuracy, but also can reflect the real-time state of the port terminal, which is beneficial to the port terminal reconstruction and optimization project, and to a certain extent, promotes the process of port unmanned.

Application area 3: Surveying and mapping of riverside facilities. At present, some wharfs are non-fixed wharfs or floating wharfs, such as some wharfs along the Yangtze River. When the water level changes, the specific position and height of the wharf will change. Compared with the traditional surveying and mapping technology, UAV surveying and mapping technology is more timeliness, can reflect real-time information in time, and make up for the disadvantages of low efficiency and long cycle of traditional surveying and mapping technology, so as to provide more accurate data information for waterway management.

2.2 UAV laser radar technology

As one of the high and new technologies in the field of remote sensing, UAV airborne LiDAR mainly includes DGPS device, high resolution imaging device, high precision laser rangefinder and IMU device. The accurate three-dimensional coordinates of the measured object are obtained by observation data such as position and distance. The main application in the maritime field is shown in Fig.2.

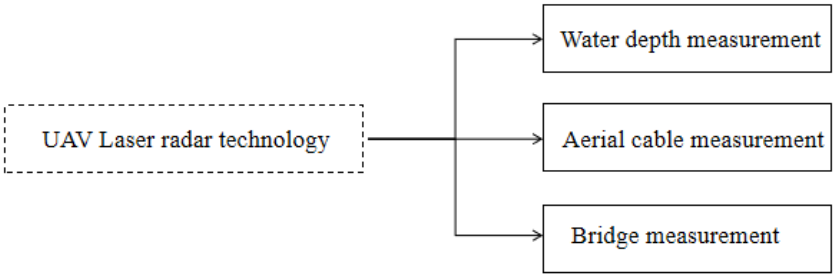


Fig 2 Implementation and Application of Laser Radar Technology

Application area 1: Water depth measurement. When the UAV lidar technology is used to measure the channel, a specific wavelength can be emitted to the channel area, and the water depth of the channel can be judged according to the laser reflection. The water depth data of the channel can be updated in time to ensure the navigation safety.

Application area2: aerial cable, bridge measurement. For the measurement of overhead cables and bridges, due to the height and shape changes affected by objective factors such as gravity and temperature, the use of UAV laser radar technology can achieve daily management and safety maintenance.

2.3 UAV Gas Emission Monitoring Technology

As a rich carrier platform, UAV can quickly and effectively carry out real-time monitoring by carrying different gas sensors. In view of the flexibility and high timeliness of UAV, it can effectively avoid the risk of artificial monitoring of contaminated gas and save labor costs, and can also improve the accuracy of measurement. The main application in the maritime field is shown in Fig. 3.

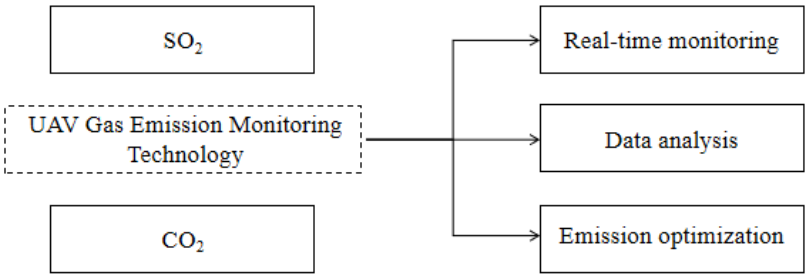


Fig 3 Implementation and Application of UAV Gas Monitoring Technology

Application area 1: Real-time monitoring of air pollution. At present, the International Maritime Organization (IMO) has issued a sulfur limitation order. As a traffic-intensive area of port and waterway navigation and transportation, it can use the UAV system to set specific routes and points, conduct all-round and three-dimensional gas emission monitoring in the monitoring area, integrate gas sensors such as SO2 and CO2 into the UAV system, and effectively monitor and analyze the gas emitted at the port terminal and the emission control area in real time.

Application area 2: data analysis and emission optimization. In order to provide data support for emission optimization research, the emission of pollution gases is predicted according to the monitored data, which is convenient for the control of relevant departments and better promotes the energy conservation and emission reduction of maritime affairs.

3 Conclusion

At present, the application of UAV in the maritime field is still in the exploratory stage. However, with the improvement of UAV technology and related infrastructure, and the rapid development of modern information technology, Internet of Things, 5G, artificial intelligence and other technologies, the process of large-scale practical application of UAV in the maritime field will be accelerated, and it will also play a vital role.

Based on the development and application status of UAV in the field of maritime safety at home and abroad, this paper explores the technology and application scenarios adopted in the next maritime field, and studies the application of UAV tilt photography technology, UAV lidar technology and UAV gas emission monitoring technology in the maritime field. The rapid development of modern shipping industry has put forward higher requirements and brought greater challenges to the safety management in the maritime field. The introduction of UAV system into the daily management of maritime affairs has undoubtedly greatly improved the daily work efficiency in the maritime field, reduced the cost of work and brought safety and security to the staff. Therefore, it is necessary to learn from the experience and achievements of UAV application in China and abroad, break through the technical barriers of UAV maritime application, and promote the formation and promotion of the three-dimensional monitoring mode of UAV maritime safety in sea, land and air.

REFERENCE

[1] The application of unmanned aerial vehicles in maritime management [J].World shipping, 2015,38 (02) : 38-40.

[2] XinLiangliang. Application and management of light multi-rotor UAVs in maritime law enforcement [J]. China Maritime, 2021 (01) : 53-55 + 65.

[3] Peng Zhen, Ding Yiwen.Application examples and problem analysis of UAV in three-dimensional maritime supervision during epidemic prevention and control [J].China Water Transport, 2020 (04) : 22-24.

[4] Wang Yanmei, Xu Haihui.Analysis of the application of UAV in maritime supervision [J].China Water Transport (second half), 2020,20 (01) : 44-45.

[5] ZhangNanxi. Design and implementation of UAV maritime supervision system based on WebGIS [D]. Beijing University of Technology, 2018.

[6] ZhaoXianfeng, Wang Chen. Research on the Framework of Local Marine Unmanned Search and Rescue System [J]. Pearl River Shipping, 2020 (14): 108-110.

[7] Wang Lei, Xu Yongfeng, Hu Mengfu. Application of ship exhaust gas monitoring in the supervision of maritime emission control zones [J]. China Maritime, 2019 (12): 59-60.

[8] Huang Jian.Research on the key technologies of UAV in ship pollution prevention and control supervision [J].China Shipping, 2019 (07) : 33-34.

[9] Hu Jie, Xie Shuangkui.The application of UAV in the field of port navigation [J].World shipping, 2020,43 (05) : 32-35.

[10] Shi Jun. Sanya Maritime Bureau: On-site supervision of foreign ships entering and leaving ports by UAV [J].China Maritime, 2020 (04) : 75.

[11] GuoKaizhen. Channel facility extraction based on UAV images [D]. Dalian Maritime University, 2020.

[12] Chongqing Waterway Surveying and Mapping Office used the new UAV aerial survey technology for the first time to complete the channel topographic survey [J]. China Water Transport. Channel Science and Technology, 2019 (02) : 28

[13] Li Ang, Liu Chun. Application of UAV in maintenance of navigation mark fixed mark [J]. China Maritime, 2021 (02) : 67-68 + 72.

[14]ICAO's circular 328 AN/190 : Unmanned Aircraft Systems.

[15] SunYuezhen. Discussion on issues related to navigation mark inspection and maintenance [J]. Water transportation in China (second half), 2017, 17 (10) : 53 – 54

[16] CuiXiaoxuan, Kan Ming. Application and exploration of diversified inspection methods in navigation mark management [J]. China Shipping, 2019 (03) : 34-35.

[17] https://www.iai.co.il/p/heron-maritime.

[18] https://www.commercialuavnews.com/security/4-ways-drones-maritime-offshore-services.

[19] https://www.ship-technology.com/features/drones-deep-new-applications-maritime-uavs/

[20] Wang Jingyu. Discussion on UAV tilt photogrammetry technology and its application [J]. Engineering construction and design, 2017 (14) : 200-201.

ON IMPROVING THE TEACHING QUALITY OF SINO-FOREIGN COOPERATION EDUCATION

Yan Tianming[1], Ye Sheng[2], Chen Xingrong[3]

[1]Associate Professor of Applied Linguistics
School of International Education of Zhejiang International Maritime College
Zhoushan, China;
[2]Associate Professor of Applied Linguistics
School of International Education of Zhejiang International Maritime College
Zhoushan, China;
[3]Assistant Lecturer of applied Linguistics
School of International Education of Zhejiang International Maritime College
Zhoushan, China;

Summary. Sino-foreign cooperation education has become an integral part of high education in China and has played an very important role in talents cultivation.But in recent years, some challenges has existed such as students' weak ability of English, unstable foreign teachers, traditional teaching methods, lack of effective monitoring of teaching Quality.We can improve the teaching quality of Sino-foreign cooperation education from four aspects: perfecting the English ability training curriculum system, setting up bilingual cross-displinary teaching team, using the "internet plus" teaching platform and enhancing the teaching quality supervision system. In this case, the teaching quality can be improved to ensure the sustainable development of Sino-foreign cooperative education.

Key words: Sino-foreign cooperation education ; Joint project; Teaching quality.

I. Brief introduction to Sino-foreign cooperation education

In China, one important function for higher colleges and universities is international exchange and cooperation, and Sino-foreign cooperation education has become an essential part of international cooperation. The paper will discuss the specialized higher education joint project in shipbuilding and marine engineering between Zhejiang international maritime college, China (hereinafter referred to as ZIMC) and Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine ((hereinafter referred to as NUOS).

Zhejiang International Maritime College is located in Zhoushan Archipelago New Area, a beautiful island city famous for its “heavenly Buddhists’ domain and rich fishing town”. The college is a vocational and technical college, government funded, led by maritime related specialties, with Marine Equipment Manufacturing, Port Trade and Logistics and Petrochemicals as its main specialties (specialty groups) and coordinated development of Marine Electronic Information Technology and Modern Marine Services.

The Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUOS) was founded in 1920. It is a leading higher educational establishment of Ukraine which trains professionals for shipbuilding and other related fields.More than 55,000 specialists have graduated from the University and now work for the national and foreign shipbuilding industries.

In order to expand Sino-foreign education joint projects and improve the level of internationalization, starting from 2010, ZIMC and NUS have reached an agreement on the “2+2” undergraduate upgrading and the “3+2” master’s degree training model. In 2012, ZIMC applied for the Sino-foreign education joint project “shipbuilding and marine engineering technology”, which was officially approved by Education Department of Zhejiang Province on January 25, 2013; In September of the same year, ZIMC started enrolling students. Up to now, 262 students have been admitted and registered in these two universities simultaneously. So far, ZIMC has sent 10 groups of students, a total of 178, to further study at NUOS in Ukraine. Among them, 132 students received the Bachelor’s degree and 52 received the Master’s degree.

II. The present situation of Sino-foreign education joint project

2.1Students’ Weak Ability of English

Although the Sino-foreign education joint project of higher colleges has been included in the National Enrollment Plan, most of the freshmen come from the fourth and fifth batches of high school graduates. On the other hand, the tuition fee for Sino-foreign education joint project is quite expensive, which is usually three times the price of other ordinary programs. Facing the challenge to recruit enough students, many colleges chose to reduce the academic requirements of students and consequently got a batch students whose academic competence are quite poor. Most of these students are from wealthy families, with a low learning motivation and unclear learning goals, therefor it is rather difficult for them to accept new knowledge, especially when their English are poor. Due to the weak listening and speaking ability, they might be totally confused at professional vocabularies and terms in courses taught in English.

2.2 The Lack of Faculty Stability

International teachers is an essential prerequisite for Sino-foreign education joint project. According to the “four one-thirds” requirement in the evaluation index system for Sino-foreign cooperative education, the introduced foreign courses and professional core courses should account for more than one-third of the total core courses. The number of professional core courses and teaching hours undertaken by foreign teachers should account for more than one-third of the total courses and teaching hours. Seeing from the current point, some undergraduate colleges do not satisfy this requirement and the situation is even worse in higher colleges. Foreign teachers’ high mobility and insufficient teaching qualifications have become main obstacles in Sino-foreign cooperative education. On the other hand, China parties always rely on on foreign parties more than they rely on us, which makes China parties more passive in cooperative education system and feel hesitated to ask for even reasonable teaching requirements. It is obviously that the instability of the teaching faculty hinder the teaching quality of Sino-foreign cooperation education to some extent.

2.3The Lack of Attractive Teaching methods

Excellent teaching methods and teaching models can improve the effectiveness of classroom teaching. Most of the professional core courses of Sino-foreign cooperative education are undertaken by foreign parties which impart professional knowledge mainly in English. On the one hand, foreign

teachers are not familiar enough with Chinese students' English ability and cognitive ability, therefore unsystematic and incoherent teaching appeared often. On the other hand, foreign teachers emphasize on knowledge teaching and adopt the traditional teacher-centered teaching method, such as the cramming method of teaching, this kind of teaching strategies and methods has obviously fallen behind the fast-growing education industry and hinder the development of high-quality talents in 21st century as well as the development of Sino-foreign cooperative education. What's more, most of the foreign teachers choose to stay in China just for a short term (ranges from half a month to a month)for saving the teaching cost, which leads to a relatively concentrated and intensive teaching plan in a short period and consequently make students hate studying.

2.4 The Lack of Effective Monitoring of Teaching Quality

Teaching quality evaluation is an effective way to promote the sustainable development of Sino-foreign cooperative education. Course assessment that undertaken by foreign teachers is lack of strict assessment and evaluation requirements because of cultural difference and teaching concept difference. Most of the time, the foreign party is responsible for classroom teaching and the China party is responsible for the monitoring of teaching content and teaching process. However, there is a lack of an effective monitoring of foreign teachers' teaching assessment and evaluation, so it is difficult to provide specific guidance and suggestions for foreign teachers' teaching.

III. Measures to improve the teaching quality of Sino-foreign Joint Project

3.1 Reform the English courses

One of the main factors affecting the quality of Sino-Ukraine Joint Project is the language level of students. The excellent language curriculum system is the premise of improving the teaching quality of Sino-Ukraine Joint Project.Some higher vocational colleges directly introduce original textbooks and foreign teachers in Sino-foreign joint projects to carry out traditional classroom teaching, with the problems of students' indigestion and low quality of classroom teaching.The reason, is that there is still a big gap between the language depth of the original textbook and the language foundation and cognition of students , it requires the Chinese and foreign teachers to actively discuss the talent training goals and optimize curriculum system.In particular, efforts should be made to set language curriculum, and a progressive English ability training curriculum system from "General English, professional English, bilingual English and English courses" to solve the language problems of students. As for Sino-Ukraine Joint Project "Shipbuilding and marine engineering", we should set up College English, basic English of shipbuilding, professional English of shipbuilding, bilingual courses from Chinese teachers, English courses from foreign teachers, etc., only in this way,we can solve the language problem of students in professional learning, and can achieve the two teaching goals of professional vocabulary and reading ability.

3.2 Establish a teaching team and innovate the teaching mode

The teaching team should consist of professional teachers from both sides, English teachers, teaching management personnel. These personnel should carry out frequent discussion on the talent training plan, curriculum, teaching methods and make out a set of appropriate plan, curriculum standard and teaching methods according to the level and real situation of Chinese students. For example, most courses of the project "shipbuilding and marine engineering" will contain some formula and calculation, which require the Chinese students to have good maths level. We both sides can discuss the maths reform and make a list of the required maths knowledge, which should be mastered by Chinese students during the Chinese maths teachers' class. In this case, the students will feel it easy in the professional classes by foreign teachers. Foreign teachers can make the best use of ZIMC's experimental training room and training practice base to carry out professional teaching, these practice teaching provide the students a real situation, and it not only improves the enthusiasm of students, but also helps to strengthen students' professional ability.

3.3. Build the "Internet plus" teaching platform to strengthen the teaching feedback

Educational informatization is the trend and product under the background of "Internet plus" . "Internet plus" , as a new development concept and a new development model, has been applied to

various fields of society.Organic integration of “Internet plus” with Sino-foreign cooperation projects will become an inevitable trend of teaching innovation, especially under the background of pandemic.In view of the impact of the pandemic, some courses are given by foreign teachers online through “Dingtalk”.Some teachers can not speak good English and the internet speed is so slow, and the teaching quality is difficult to ensure. So we should build a teaching platform, in which we should build curriculum teaching resources to upload the course related resources including PPT presentation, picture animation, videos, test and tasks to the platform.Chinese teachers should actively communicate with foreign teachers to help them make better use of the teaching platform and improve the quality of curriculum teaching. Before class, the students will complete the relevant tasks and homework assigned by foreign teachers according to the online materials. During the class, foreign teachers mainly deal with the unfinished tasks and priorities and difficulties encountered in the learning process, and highlight some important knowledge points.After class, the students continue to consolidate their knowledge through the homework and tests assigned by the teachers on the platform.In this way, the cycle mode before and after class can effectively solve the problem of foreign teachers’ short time to school. The online and offline communication and contact between students and foreign teachers are not limited by time and space, which effectively improves the quality of teaching.

3.4 Improve the teaching quality monitoring system

The monitoring of teaching quality is the lifeline to ensure the sustainable development of Sino-foreign joint projects.The two sides should strengthen the teaching reform with the high requirements of Sino-foreign joint projects in the new era, establish a good atmosphere of “leadership emphasizes teaching, policy protects teaching, management and promotes teaching”, and further improve the teaching quality supervision system. First we should establish teaching management supervision system, strengthen the standard of curriculum, teaching documents, the standardization and integrity of teaching content, carry out the teaching inspection as a work routine, timely find and solve the problems existing in the process of teaching.Secondly, it is necessary that the teaching evaluation mechanism should be improved.On the one hand, a teaching evaluation group was set up to be responsible for collecting listening records and listening evaluation opinions. On the other hand, a student evaluation system was established to score the teaching situation of foreign education through face to face interview and questionnaire survey.The relevant results will be feedback to the foreign teachers in time. For the foreign teachers who do not get ideal evaluation and students are not satisfactory, it will be a standard for shipbuilding university when selecting the teachers for Chinese students.

LITERATURE

[1] Liao Jingjing.On the Improvement of Sino-Foreign Education Joint Projects in Higher Education [J].China Higher Education Studies, 2017 (12): 41-42

[2] Yan Tianming, Wang Weiping.The Difficulties and Solving of Sino-Foreign Cooperation Education in Higher Vocational Schools in the New Era [J].Higher Education in Coal, 2015 (2): 85-87

[3] Notice of the General Office of the Ministry of Education on the approval of the termination of some Sino-foreign cooperative schools and projects [Z].2018-07-05

[4] Lin Jinhui.New characteristics, new problems and new trends of Sino-foreign cooperation education in the new era [J].Chinese Higher Education Studies, 2017 (12): 35-37

[5] Chen Weijia.Strategies for Improving the Teaching Quality of All-English Courses in Sino-Foreign Cooperation Education [J].Curriculum Research, 2017 (15): 35-37

[6] Zhang Li.Research on Construction of Sino-Foreign Cooperative Talents in Higher Vocational Colleges [J].Vocational and Technical Education in China, 2016 (20): 53-55.

THE INFLUENCE OF INDEPENDENT MESHING ACTING ON FREE SURFACE IN NUMERICAL SIMULATION

B .A., Yue Qi[1] ,M .A.,Senior Reserch Fellow,HongTao Yuan[2],M .A.,Professor,PeiLin Dou[1]
[1]Jiangsu University Of Science And Technology; [2] Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding Co., Ltd
[1] China, Zhenjiang; [2] China, Shanghai
[1] yxdpl@just.edu.cn, [2] yuanht@chinasws.com

Abstract. The research is based on green water on Floating Production Storage and Offloading unit(FPSO). For independent meshing, influences of calculational efficiency and precision are investigated in 3D numerical simulation. The impact of global size, local size, and growth rate on free surface evolution have been analyzed.

Keywords: independent meshing; global element size; free surface

1.Introduction

For Calculational Fluid Dynamics (CFD) nonlinear simulation, the volume mesh is non-ignorable to numerical simulation. Datta et al.[1] put forward that mesh around the free surface may lead to the instability of numerical simulation. The mesh and motions response ought to be validated. In Green's function, convergence is faster when parameter.

Domain-Decomposition Method is applied by Greco et al.[2] and the mesh has been dispersed into two parts. The hexahedra grids and particles are coupled around the bow. The remaining fluid is meshed by hexahedra and solved by the Finite Difference Method. There are 30 cells in a vertical direction around the bow. A cell consists of 64 particles.

The mesh type applied by Theilen et al.[3] is hexahedra dominantly. Cylindrical components, windows of the starboard side, horizontal walls and free surface are meshed by hexahedra. Oblique bulwarks and joint components are meshed by tetrahedra due to irregular geometry. The grids of starboard side windows refined in consequence of their brittleness. The free surface is dispersed into 20cells per wave amplitude while 50 cells per wavelength,1.7million volume grids are generated totally.

Froude-Krylov and body-exact-weak scatterer methods are applied by Sengupta et al.[4] to simulate mean and exact free surface. Ship motions and loads have been researched. The mesh type is hexahedra. The ratio of ship height and length is 0.1. Twenty cells have been dispersed per ship length and eight cells per ship height. Grids of the wet surface under the free surface are considered the most critical factors when ship motions.

Fine mesh used by Babu et al.[5] at the free surface, wave generation area and significant area of high gratitude quantities, while the relatively coarse mesh is used at transitional and waves damping area. Hexahedra mesh used is convenient for dynamic mesh. Wave height is 0.1m, the wavelength is 1.37m, breadth is 0.30m, the element size of fluid is 0.02m, and the free surface is 0.001m. Therefore, the wavelength is dispersed into 100 cells. The wavelength is 1370cells, and breadth is 300cells.In his opinion, structured and unstructured grids are supposed to be combined when calculating large ship motions.

In summary, independent meshing is selected to research green water on FPSO in the present work. Independent mesh is that setting local element size at high gratitude quantities district and global element size at the relative inconsequential district. With the setting of growth rate, curvature size and other parameters, volume grids are generated automatically. In the research of green water on FPSO, the most concerning area is around the hull. Therefore, setting local element size around the hull and global element size to the fluid zone.

2. Independent meshing

Present work is based on the research of green water on FPSO to research the influence of different independent meshing acting on the free surface. Independent meshing is that grids assemble to large

gratitude area automatically in the fluid zone. The concept is based on stretch grids, locating a mass of dense nodes in the area of significant gratitude in the fluid zone to improve CFD calculational precision consequently[6]. From the view of boundary layer theory, an example of slab viscous flow is given. The boundary layer is a flow lamina cling to the geometry surface when flowing around a body and at a high Reynolds number. Fig. 1 is the size of the first layer grid and is the thickness of the boundary layer. From Fig. 1, each grid size is the same and not a single node located in the physical boundary layer, which will lead to distortion. While after sketching, first layer grid size, see Fig. 2, nodes A~I located in the physical boundary layer to record physical quantities. In this process, grid numbers are stationary 30 while truncation error is lower and precision is higher.

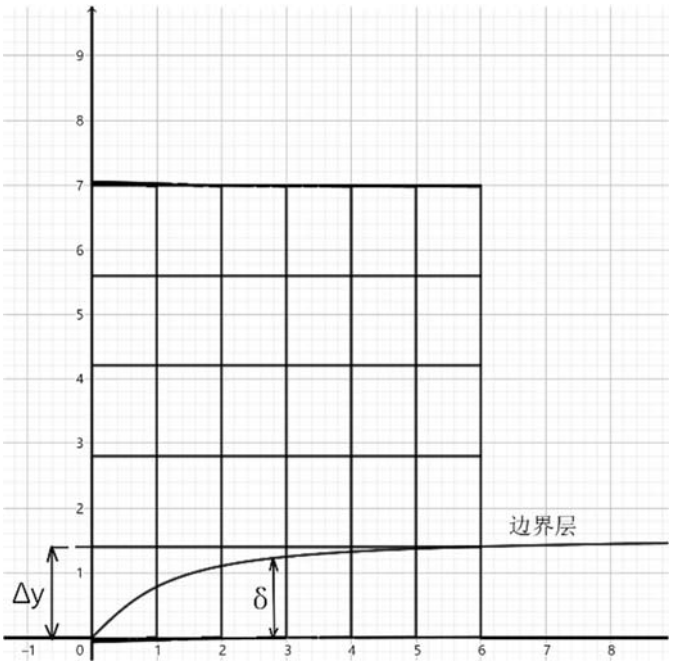


Fig.1. slab viscosity boundary layer mesh before sketching

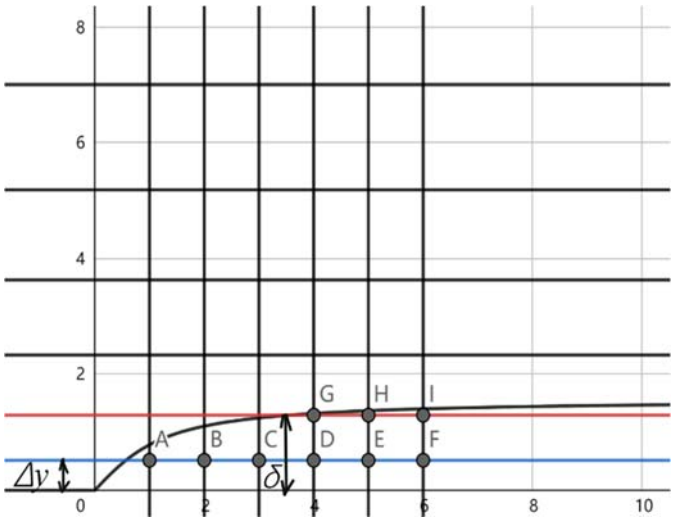


Fig. 2 slab viscosity boundary layer mesh after sketching

A series of parameters control the mesh, including global size, local size, growth rate, etc. In the present work, all parameters are controlled the same except global size. Three different mesh models are achieved by changing global size. CFD solver is used in the same reasonable setting to calculate the location of free surface respectively. Fig. 3 is the technical flowchart.

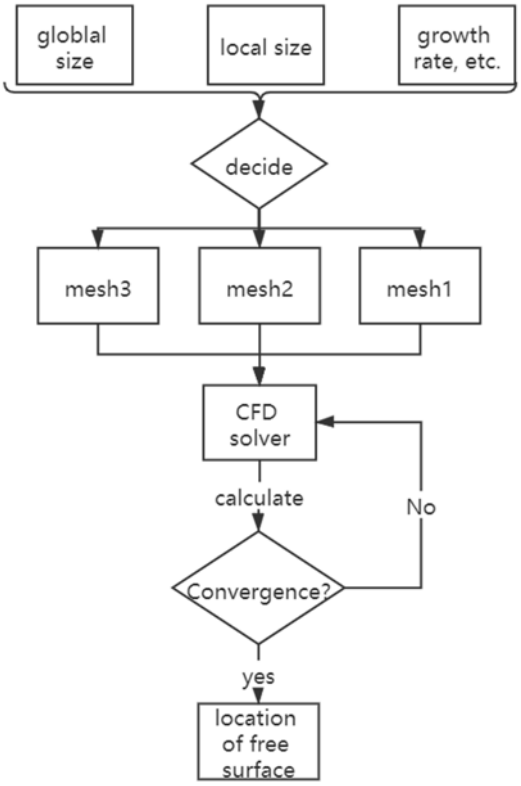


Fig. 3 technical flowchart

3.CFD simulation

The ship model is based on the world unique FPSO, which has the property of Self-propelled and various mooring methods. The main design parameters are listed in Table1.

Table 1 FPSO design parameters

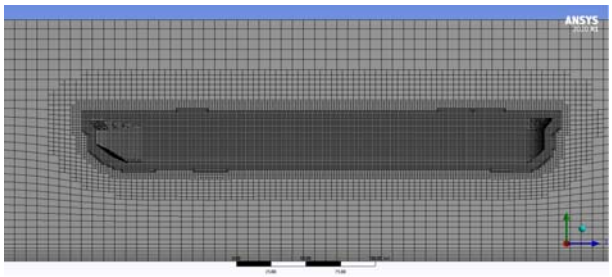
parameters	units	Full load
Length over all	m	332.7471
Breath	m	60.000
Depth at centerline	m	33.515
Depth at side	m	32.800
Summer draft	m	24.699
Flare breadth	m	36.0971
displacement	kt	460

The origin of 3-dimensional cartesian coordinates is located at the crossover point of the stern perpendicular and base plane. Ship length is x-axis, x domain is [-904.8,628.0];portside is y-axis, y domain is [0,136.1]; vertical is z-axis, z domain is [-75.0,109.0], unit is m. A half model is cut by center line plane to save calculational time. The design of the fluid zone is to reduce the effect of the reversed flow of inlet, outlet and walls to make convergence easier.

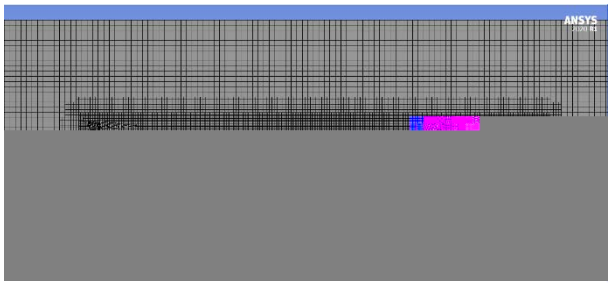
The mesh has been done in commercial software Ansys Meshing, applying the cut cell method of assembly meshing to refine the significant district of multidimensional fluid. In addition, inflation has been added to the bottom plane of the fluid. The first layer height is 1.0m, the growth rate is 1.2, the max layer numbers are 10, smoothing is medium, and the reference frame is LaGrange.

Three different mesh models see Fig. 4. The global size of A is 8m, node numbers are 447263, element numbers are 392684; The global size of B is 4m, node numbers are 1084192, element

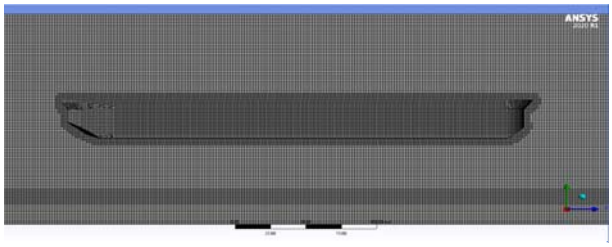
numbers are 1007228; The global size of C is 2m, node numbers are 5771212, element numbers are 5600620. The local size of the three mesh is the same 1m.In this research, regular wave amplitude is 10m, the wavelength is 100m. In wave height and wavelength, A is dispersed into 2.5,5 cells; B is dispersed into 5,25 cells, and C is dispersed into 10,100 cells. Besides, cell numbers of transitional districts vary from global to local in the bottom two indexes.



A. global size = 8m



B. global size = 4m



C. global size = 2m

Fig. 4 three different mesh models

From Fig. 4, A has a tilt angle in the transition area. The ratio of length to width below the hull is large, mesh quality is 0.73~0.82, mesh quality is poor in global for its global size; B grids are uniform at hull surface and orthogonal in the transition area. As a result of inflation and transition district below the ship, leading to relatively large at the district between them, mesh quality is 0.83~0.91, mesh quality is acceptable globally. C has only two sizes of grids. Grids are uniform at hull surface and orthogonal in the transition area, the grids below the ship are poorer than B, but the thickness is smaller than B, mesh quality is 0.70~0.80 and lower than A.

Ansys Fluent 2020R1 is applied to calculate. The same condition has been set for three different mesh models. CFD solver is pressure-based and transient; Gravity is -9.81m·s-2.seawater and air contained in multiphase; surface force is 0.073N/m; VOF (Volume Of Fluid) method and Openwave flow are applied to capture free surface and generate the wave. SST turbulence model is selected to calculate high-velocity gratitude of wave deformation; turbulence damping coefficient is ten, and heat transfer is not concerned. Draft of FPSO is 25m, wave parameters are extracted from 1500~2000m Brazilian ocean stormy waves in extreme sea state. Regular short gravity wave set to simulate Wavelength is 100m, wave amplitude is 10m, wave numbers are 2. The wave propagates in the negative direction of the x-axis, the endpoint is -904.8m, linear damping is0.230s-1, quadratic damping is 0.062m-1, the SIMPLE algorithm used to couple pressure and velocity, 'PRESTO!' used to disperse

pressure. The second-order upwind formula is used for the momentum equation. Fluid volume is compressive; initial conditions are hybrid initialization and flat free surface. Max iterations are 50; residuals are 0.001, the time step is 0.01s, time step numbers are 10000. the volume fraction is considered free surface, recording 1m from the bow at the free surface to capture wave elevation(WE), and green water event occurred when WE>33m.

Table 2 convergence parameters

Group	Nodes	elements	iterations	time	Time every iteration
First	447263	392684	68224	Δt	1.47e-5Δt
Second	1084192	1007228	95013	2Δt	2.10e-5Δt
Third	5771212	5600620	119211	6Δt	5.03e-5Δt

Time spending is relevant to computer property, including CPU frequency and core numbers, parallel 50 cores used to calculate, A time spending is Δt, B is 2Δt and C is 6Δt, Δt is about one day. Information relevant to time spending is listed in Table 2.

The trend of iterations, time and time, with elements is investigated by non-dimensionalization and linearization (see Fig. 5. All parameters are positively correlated. Time is the highest of all, secondly time every iteration, lastly iterations.

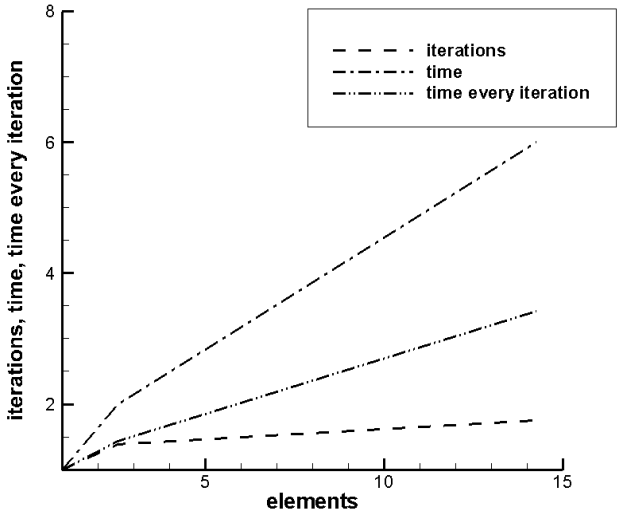


Fig. 5 iterations, time and time every iteration change

From mesh A's result in Fig. 6, no green water on deck occurred, wave interacting with bulwark and climbing along with it, then breaking and rolling over in the opposite direction of the bow. Mesh B has occurred green water on deck frequently, wave climbing, breaking, rolling over, impacting the deck and flowing along the deck in the shape of water layer eventually. Mesh C has only occurred once at first-time wave interacting and climbing along the bulwark. There are significant differences among them. At 100.0s,maximum velocity magnitude of hull surface is 22.01m/s,28.36m/s and 31.98m/s. The error is 31.17% and 11.32%, 19.85% is improved.

At 32.0s, wave climbing up to the highest position, Fig. 6 is the wave elevation of the bow and ship breadth(BL). Comparing mesh A and B with C. No nodes found from 0 to 22m in A result, but nodes can be found in B and C. One possibility is that mesh is too coarse in the wave rolling over in A, so wave motions cannot be described correctly. Another possibility is that coarser mesh in global size applied to CFD solver calculate wrongly before 32.0s and give an inaccurate initial condition to 32.0s, leading to incorrect wave motions. Here is inclined to the latter possibility because the location of a wave rolling over is a transition area, the grid sizes have minor differences. In contrast, global sizes of A, B and C differ a lot. Therefore, considerable differences in global size leading to significant differences in the green water phenomenon.

In Fig. 6, the wave shape of A is incomplete, B is irregular, and C is relatively flat. Mesh A can describe free surface inexactly but cannot describe the free surface close to walls. B can describe the free surface but cannot describe the free surface close to walls exactly. C can describe the free surface at both conditions. Around 10m, nodes of C present the shape of a convex lens, which means the free surface under the bulwark. The correctness of B and C calculation results are validated with the convergence study of Babu et al.[5],the shapes of wave elevation are analogical.

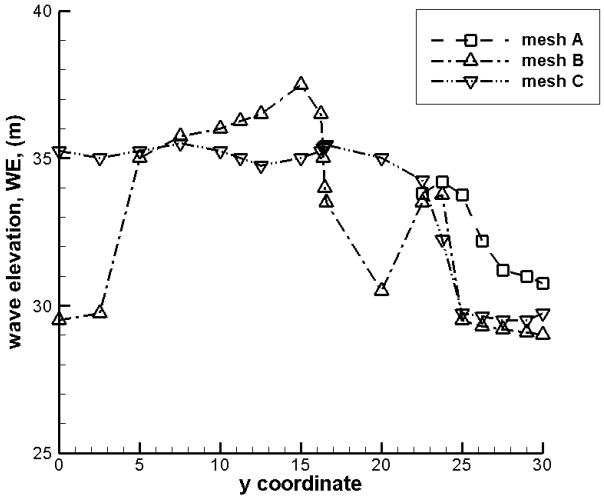


Fig. 6 wave elevation along BL

Comparing B with C, the error is 16.31% at 0m. The expression of B is not clear from 15~20m. The error is 7.14%, the remaining differences are less than 1.41% within the acceptable limit. The wave elevation is coherent at 5m and 25m.

4.Conclusion

Regarding time spending, the growth rate of total time with elements is the highest, secondly time every iteration, lastly, iterations numbers. The total time of B is two times of A, and C is three times of B.

In terms of the maximum velocity magnitude of the fluid on the hull's surface, the error between A and C is 31.17%, while B and C is 11.32%, increased accuracy is 19.85%. Mesh A's physical quantities are distorted, B is relatively accurate, and C is the most accurate, B and C meet engineering requirements.

A can describe free surface in terms of free surface inexactly but cannot describe the free surface close to walls. This phenomenon is because the grids at the wave rolling over are too coarse, and the initial conditions before wave rolling over are wrong. B can describe the free surface but cannot describe the free surface close to walls exactly. C can describe the free surface at both conditions in detail.

REFERENCES

[1] Datta, R. , Rodrigues, J. M. , & Soares, C. G. . (2011). Study of the motions of fishing vessels by a time domain panel method. Ocean Engineering, 38(5-6), 782-792.

[2] Greco, M. , Colicchio, G. , Lugni, C. , & Faltinsen, O. M. . (2013). 3d domain decomposition for violent wave-ship interactions. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 95(8), 661-684.

[3] Theilen, L. , Detlefsen, O. , Abdel-Maksoud, M. , & Bohm, M. . (2015). Efficient Simulation Method to Predict Green Water Loads on Superstructures. ASME 2015 34th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering.

[4] Sengupta, D. , Datta, R. , & Sen, D. . (2016). A simplified approach for computation of nonlinear ship loads and motions using a 3d time-domain panel method. Ocean Engineering, 117(may 1), 99-113.

[5] Babu, K. R. , R Datta, & Bhattacharyya, A. . (2019). Numerical investigation of heave and pitch motion effects on green water loading for a floating body. Journal of Marine Science and Application, 18(4), 457-471.

[6] Anderson, J. D. . (1995). Computational fluid dynamics : the basics with applications. Tsinghua University Press.

RESPONSE ANALYSIS OF SEINE BOAT DUE TO SLOSHING OF FUEL OIL AND FRESH WATER

Zhao Chen [1], Ma Yaozhu [2], Dong Minghai [3],Zhang Bo [4]
[1-4]Zhejiang International Maritime College,
Zhoushan, Zhejiang Province, China, 316021

Abstract. The sloshing of the liquid tank and the subsequent ship responses caused by it attacks much attention. Taking a seine boat as a research subject, the hydrodynamic coefficients are obtained by means of analyzing motion simulation of seine boat in frequency domain. Through comparing the responses of the sloshing and non-sloshing conditions, it is found that the sloshing of the liquid can play a certain degree of anti-rolling effect. By comparing the motion responses of the fishing boat in different wave angles, it is found that the roll motion is susceptible to the wave angle. It is also found that the resonant frequency shifts due to the variation of the filling fractions and the consumption sequence via the comparison the motion responses during the consumption process of fuel and fresh water. In addition, the selection of consumption sequence and the liquid surplus in the consumption process also affect the movement of the seine boat to varying degrees. As a result, the appropriate consumption sequence is proposed, which provides suggestions for the loading mode, consumption strategy and motion response analysis of this kind of seine boat.

Key words: seine boat, sloshing, hydrodynamic analysis, motion response, consumption strategy

Introduction. Since the 1990s, the methods for seine operation have developed rapidly, and fishing vessels have gradually changed from the trawl method to the seine method. For relatively small fishing boats, the hull swaying motion at a certain frequency will cause severe tank sloshing, which will definitely aggravate the hull swaying, reduce the fishing capacity, survivability of the ship, and the habitability of the crew. Therefore, it is particularly important to carry out the motion response prediction analysis of the coupling between tank sloshing and hull swaying.

In recent years, more and more scholars started to consider the problems of ship motion in tank sloshing. Sun et al. (2019) performed a multi-program comparison to get the FPSO coupling motion between two sloshing tanks, and found that tank loading would change the roll resonance frequency; Wang et al. (2017) discussed the effects of tank layout on FSRU motion; Zhang et al. (2017) compared the roll motion of oil tankers with or without liquid cargo sloshing, and found that the increase of oil loading will exacerbate the tanker roll, and in certain loading, sloshing can play a roll reduction effect; Wu et al. (2008) made numerical simulations of the coupling motions of pitch and heave under head-wave navigation, with the subject of Wigley ship model. Dien et al. (2012) studied the effect of different ship types on the roll motion of small the purse seine fishing boat and found that the ship type had a large effect on the roll motion; Kim et al. (2007) used the impulse response function method to get the linear motion of the ship and found that ship motion has strong sensitivity to wave slope; Weymouth et al. (2005) calculated the pitch and heave motion response of the ITTC S175 ship model under the heading wave, and analyzed the movement changes of the ship model in waves.

In addition, Kawahashi et al. (2018) discussed the coupling effects of FLNG motion and internal liquid sloshing, and the sloshing effect of the system was calculated through time-domain coupling simulation; Saripillia and Senb (2018) proposed a coupling algorithm for ship motion, they studied the severity of coupling effects under different filling conditions, and found that the coupling was more serious under low filling conditions; Bulian and Cercos-Pita (2018) proposed a method to get coupling motion of hull and tank sloshing, and the resulting joint simulation method can deal with nonlinear ship motion and nonlinear sloshing of internal tanks. The simulation results reveal the nonlinear phenomenon and show that the proposed method can effectively reduce shaking in small tanks or large excitation waves. As time goes on, scholars at home and abroad have gradually switches from studying the hydrodynamic characteristics of classic models to studying the hydrodynamic characteristics of actual

ship types(Neri, 2019; Kozynchenko and Kozynchenko, 2018; Alujević et al., 2019; Bassler et al., 2019; Chen et al., 2018).

In this paper, we take a purse seine fishing boat as the research object, and perform the motion response analysis by 1:1 hull modeling. First, the target fishing boat was analyzed and calculated, with the consideration of six-degree-of-freedom motion response. In those simulation cases, the conditions with and without fuel oil and fresh water sloshing were taken into account, as well as the effect of the wave angle on the motion response. Secondly, the influence about the filling rate of three tanks and the consumption method on the roll motion of the hull during the fuel oil and fresh water consumption were also considered. As a result, the change law of the hull motion caused by liquid sloshing was obtained. The appropriate consumption order was further determined through analysis, which provided a reference for the research on the loading method, consumption strategy and motion response of the purse seine fishing boat.

Mathematical model. According to the rigid body mechanics equation, the ship motion response equation considering the influence of tank sloshing can be expressed as:

$$\mathrm{F(t)} + \mathrm{F}^{s}\mathrm{(t)} = \left[M_{ij} + \alpha_{ij}(\omega)\right]\ddot{\delta} + [C(\omega) + C_{44}^{*}(\omega)]\dot{\delta} + K\delta \tag{1}$$

In the formula: M_{ij} is a generalized mass matrix; $\alpha_{ij}(\omega)$ is an additional mass matrix; $C(\omega)$ is a damping coefficient matrix; $C_{44}^{*}(\omega)$ is an additional linear damping coefficient matrix; K is a restoring force stiffness matrix.

Without considering the inertia force in the tank, the force acting on the hull of the tank can be expressed as:

$$\mathrm{F}^{s}(t) = F^{as}(\omega)\ddot{\delta} + C^{s}(\omega)\dot{\delta} + K^{s}\delta \tag{2}$$

By equation (1) and equation (2), the coupled motion equation of ship motion and tank sloshing based on linear potential flow theory can be obtained:

$$\mathrm{F(t)} = \left[M_{ij} + \alpha_{ij}(\omega) - F^{\mathrm{as}}(\omega)\right]\ddot{\delta} + [C(\omega) + C_{44}^{*}(\omega) - C^{s}(\omega)]\dot{\delta} + (K - K^{s}) \tag{3}$$

Numerical solution

Main dimensions of the purse seine fishing boat. The calculated object is a single-deck, double-bottomed, steel fly-scissor, square tail purse fishing boat. Its design navigation area is Chinese open sea. The ship has 15 fuel tanks arranged on the double bottom and 6 fresh water tanks arranged on the midship stern bow. Its main ship type parameters are shown in Table 1. The finite element model of the purse seine fishing boat is shown in Fig. 1.

Table 1. Type parameters of target fishing boat

Parameter	Size		Parameter	Size
Total length (m)	59		Vertical line length (m)	48.5
Shape width (m)	8.3		Shape depth (m)	4.3
Draft design (m)	3.45		Designed displacement (t)	1343

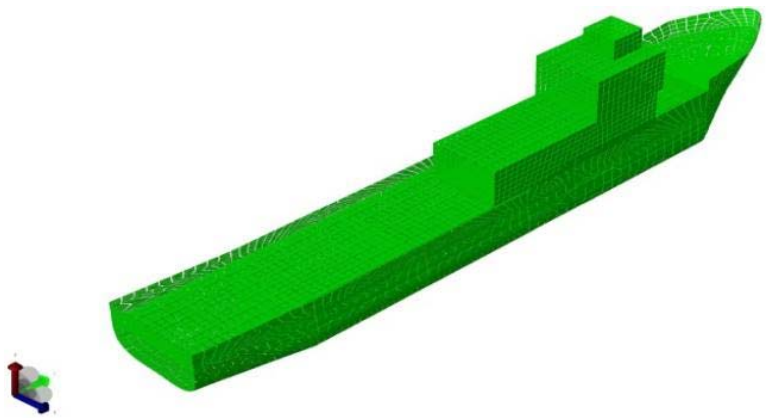


Fig. 1 Finite element structural model of hull

Hydrodynamic model of hull

The origin of the coordinates is taken at the intersection of the longitudinal section (perpendicular to ZX plane), the seal plate (perpendicular to ZY plane) and the base plane (Parallel to XY plane) of the hull. The positive X-axis points to starboard, the positive Y-axis points to bow, and the positive Z-axis is vertically upward. The movement of the seine fishing boat in the waves can be decomposed into six linear degrees of freedom in axial linear motion and rotation around the axis. Details in table 2.

Table 2. Basic information of the six degrees of freedom of motion

Coordinate axis	Rotation		Linear motion	
	Unidirectional motion	Reciprocating motion	Unidirectional motion	Reciprocating motion
X	Heeling	Rolling	Forward, backward	Surging
Y	Trim	Pitch	lateral drift	Swaying
Z	Rotation	Yawing	Come-up, Sink	Heaving

The wave period ranges from 2s to 25s. A total of 24 sets of incident waves are set as environmental loads, and the interval between wave periods taken in adjacent conditions is 1s. According to the requirements of the "Classification of Classification of Sea-going Steel Ships" and the symmetry of the ship, the range of the wave angle was determined to be 0º ~ 180º. In the adjacent working conditions, the step angle of the wave direction is 15º, and there are 13 incident directions . The schematic diagram about the direction angle of incident wave direction angle is shown in Fig. 2.

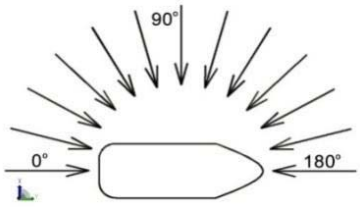


Fig. 2 Diagram of incident wave angle

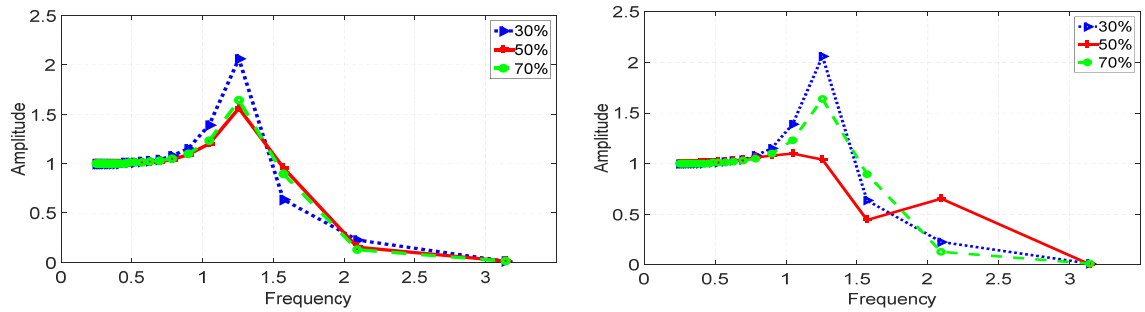
Analysis of hydrodynamic performance. This section analyzes the impact of the sloshing problem on the purse seine fishing boat firstly. The seine fishing boat motion response in the two cases of neglecting fuel oil and fresh water sloshing and considering the effects of fuel oil and fresh water sloshing was simulated, at the total tank filling rate of 70%, 50%, and 30% (Yang, 2016). Secondly, the influence of the wave direction angle on the purse seine fishing boat is analyzed, and 70%, 50%, and 30% the total tank filling rates of fuel oil and fresh water are selected to analyze the motion response of the seine fishery under different wave angles.

Influence of total tank filling rate on the motion response

Roll motion response at different total tank filling rates

It can be seen that changes in the filling rate of the total tank easily lead to changes in the amplitude of the roll motion response in Fig. 3. When considering fuel oil and fresh water sway, the consumption of fuel oil and fresh water will affect the roll motion of the purse seine boat, which mainly appear as the magnitude of the response peak and the wave frequency corresponding to the peak. As the total tank filling rate decreases, the peak value gradually decreases, and the corresponding wave frequency decreases first and then increases.

When 50% of the fuel oil and fresh water is left, the roll motion response difference is the largest. For the roll motion of the purse seine fishing boat, the response of the roll motion of the vessel decreases rapidly with the consumption of fuel oil and fresh water.



(a) Cases ignoring of fuel oil and fresh water swaying (b) Cases taking fuel oil and fresh water swaying into account

Fig. 3 RAO of heave motion in different tank filling fractions (unit: amplitude: m/m, frequency: rad/s)

Table 3. The Roll motion in different liquid tank filling fractions

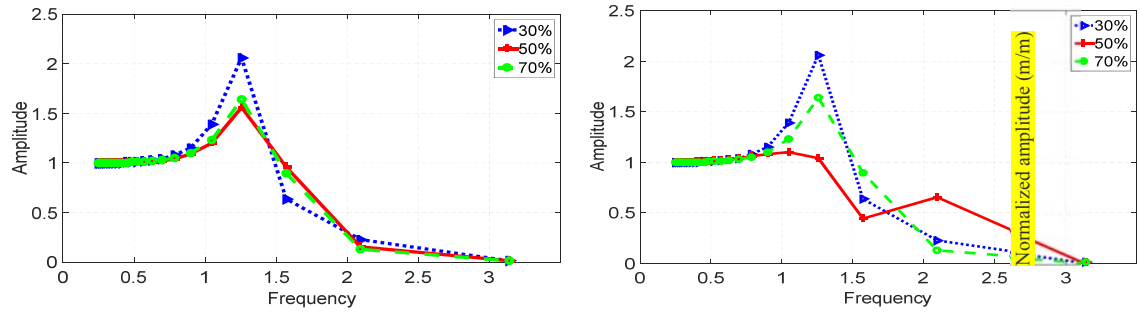
Total tank filling rate (%)	Ignore swaying		Consider swaying		Amplitude difference (%)
	Wave frequency (rad/s)	Amplitude (°/m)	Wave frequency (rad/s)	amplitude (°/m)	
30	0.37	1.08	0.37	0.985	9.64
50	1.047	6.52	1.047	5.37	21.42
70	0.898	12.3	0.898	11.2	9.82

The maximum roll motion amplitude and corresponding wave frequency of the purse seine fishing boat at total tank filling rates of 70%, 50% and 30% respectively, are shown in Table 3. By comparing the total tank filling rates of 70%, 50% and 30%, it is found that the effects of sloshing on ship roll are different. In those cases, the difference in roll motion response between fuel oil and fresh water sloshing and neglecting fuel oil and fresh water sloshing was taken into account.

It can be seen from Table 3 that with the decrease of the total tank filling rate, the influence of sloshing on the movement of the purse seine fishing boat increases first and then decreases. As the total tank filling rate decreases, the influence of sloshing on the movement of the purse seine fishing boat increases first and then decreases. When the seine fishing boat has only 30% fuel oil and fresh water remaining, the difference in roll motion response between the two is the smallest, because fuel oil and fresh water accounts for only a portion of the total displacement of the purse seine fishing boat. When the fuel oil and fresh water are consumed to 30% remaining, the fluid in the tank decreases and the effect of the sloshing on the movement of the seine fishing boat becomes smaller, attributing to the increase of the loading of the catch and the draught of the fishing boat. It can be found that the sloshing of fuel oil and fresh water can play a certain "anti-shaking" effect of the ship.

Heave motion response at different total tank filling rates

By observing subplot (a) of Fig. 4, we can get that the response of the ship's heaving motion is larger under low-frequency waves, and the response increases first and then decreases as the wave frequency increases, and an extreme value is obtained near the wave frequency of 1.257rad/s. At different total tank filling rates, there is a certain difference in the sloshing movement of the hull. As the total tank filling rate decreases, the maximum response amplitude decreases first and then increases.

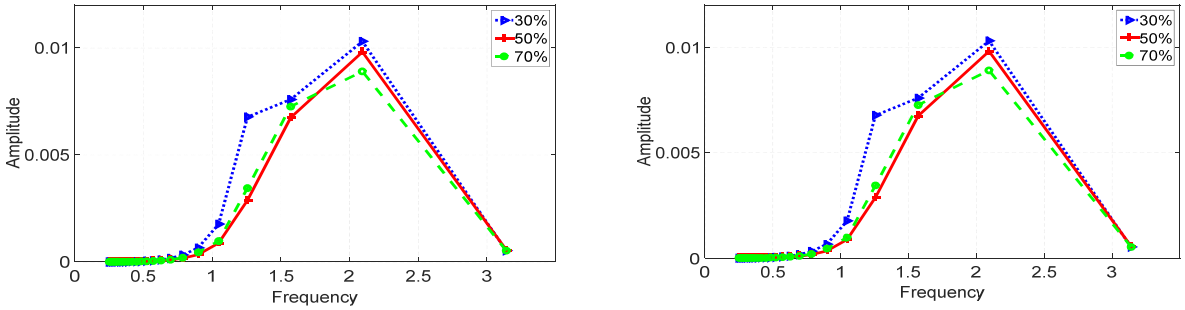


(a) Cases ignoring fuel oil and fresh water swaying (b) Cases taking fuel oil and fresh water swaying into account

Fig. 4 RAO of heave motion in different tank filling fractions(unit: amplitude: m/m, frequency: rad/s)

Based on the comparison of above two subplots in Fig. 4, when the remaining fuel oil and fresh water is 50%, the effect of fuel oil and fresh water sloshing is most obvious. Fuel oil and fresh water sloshing at a certain total tank filling rate can reduce heaving motion response.

Pitch motion response at different total tank filling rates



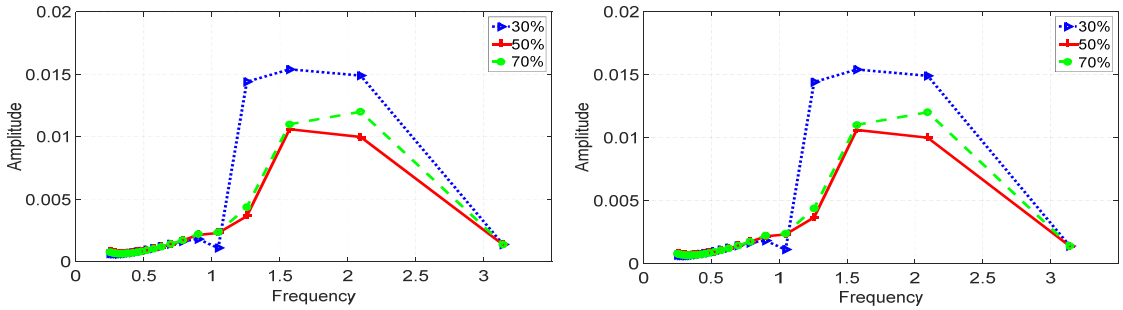
(a) Cases ignoring fuel oil and fresh water swaying (b) Cases taking fuel oil and fresh water swaying into account

Fig. 5 RAO of pitch motion in different tank filling fractions (unit: amplitude: °/m , frequency: rad/s)

It can be seen from subplot (a) of Fig. 5 that there is an extreme response of pitching motion near 2.1 rad/s wave frequency, and the difference in pitching motion is small at different total tank filling rates. However, whether fuel oil and fresh water sloshing are considered or not, the amplitude of the pitch motion response is very small, and does not exceed 0.11° /m. Compared to heave motion, it can be ignored.

Based on the comparison of above two subplots in Fig. 5, it is considered that the pitching motion of the hull is not affected by the tank sloshing.

Surge motion response at different total tank filling rates



(a) Cases ignoring fuel oil and fresh water swaying (b) Cases taking fuel oil and fresh water swaying into account

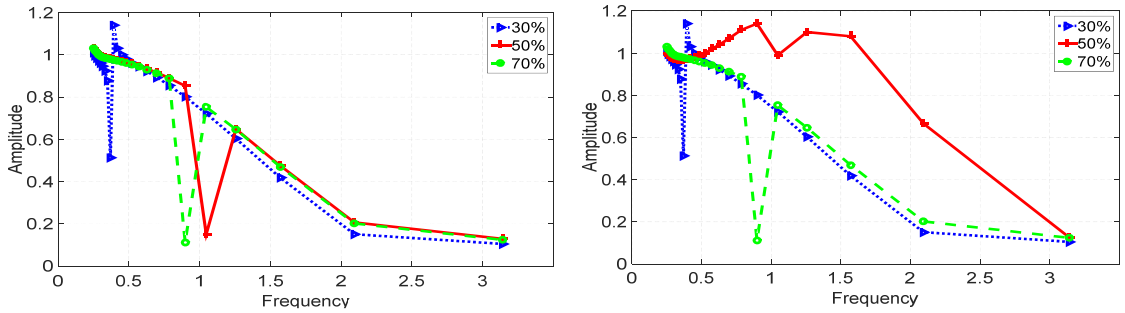
Fig. 6 RAO of surge motion in different tank filling fractions (unit: amplitude: °/m , frequency: rad/s)

From subplot (a) of Fig. 6, it can be seen that near wave frequency of 1.571rad/s, the response of surge motion of hull reaches the maximum when it remains 30% fuel oil and fresh water. Surge motion and pitch trend of hull is similar at different total tank filling rates, and the maximum response amplitude of surge motion decreases first and then increases with the consumption of fuel oil and fresh water. In subplot (b) of Fig. 6, there is the same trend in surge movements that consider tank sloshing. Meanwhile, because the amplitude of the surge response is not large, compared with the response of the roll motion, this part can be ignored when considering the motion response of the purse seine fishing boat.

Sway motion response at different total tank filling rates

The swaying motion response results of the purse seine fishing boat in different total tank filling rates while neglecting fuel oil and fresh water sway and considering fuel oil and fresh water sway motion, are shown in Fig. 7. It can be found by comparison that when 50% fuel oil and fresh water remains, the response results of the two are quite different. The consideration of the sloshing problem has intensified the swaying movement of the purse seine fishing boat.

Based on the comparison of above two subplots in Fig. 7, it can be found that the sloshing of the fluid in the ship cannot be ignored in actual process. The purpose is to more accurately and reliably study the variation of the sloshing movement of the purse seine fishing boat.

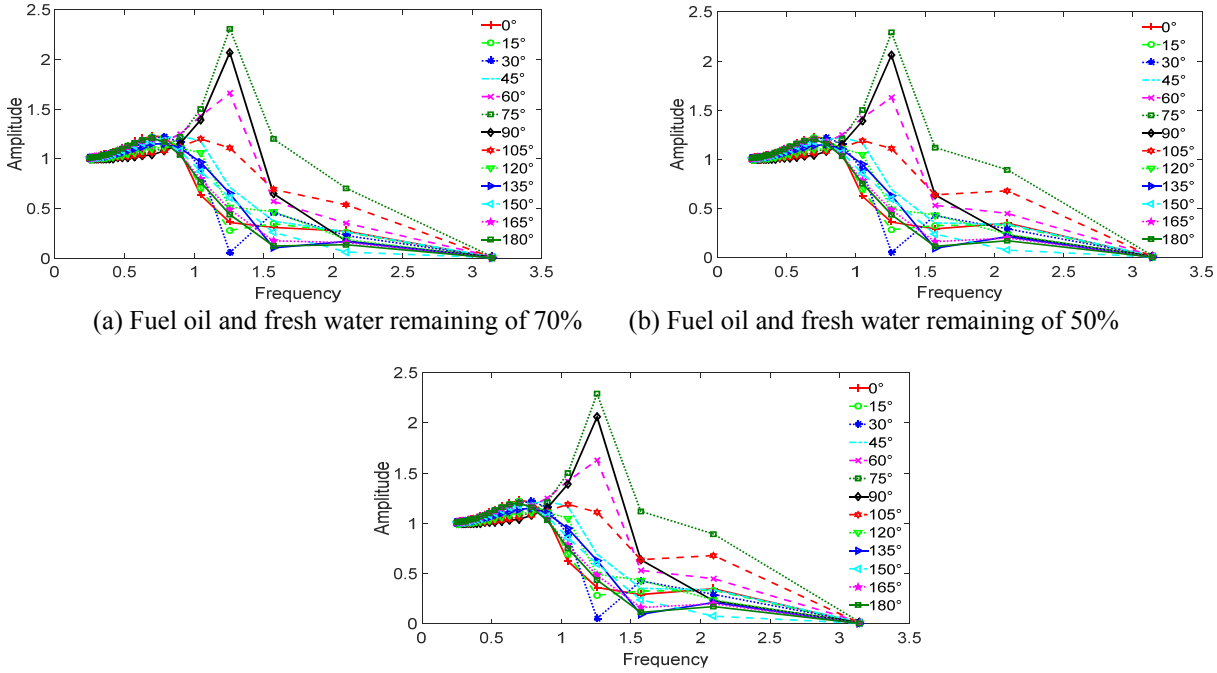


(a) Cases ignoring fuel oil and fresh water swaying (b) Cases taking fuel oil and fresh water swaying

Fig. 7 RAO of sway motion in different tank filling fractions (unit: amplitude: °/m , frequency: rad/s)

Effect of the wave direction angle on the motion response. Considering the liquid sloshing, the purse seine fishing boat with different total tank filling rates have different effects on the six degrees of freedom motion response. Among them, the roll motion is most susceptible to sloshing, and the heaving and swaying motions will also change due to the sloshing of the fluid in the boat. However, the amplitudes of pitch, surge and yaw motion responses are small, and there will not be much difference due to sloshing. Therefore, only the heave, roll and sway motion response results of the purse seine fishing boat in different wave angles are analyzed below, and the motion responses in other directions will not be analyzed in detail. In this section, the wave angle is used as the main environmental variable, and the total tank filling rate is taken as a constant to analyze the motion response results.

Heave motion response at different wave direction angles



(a) Fuel oil and fresh water remaining of 70% (b) Fuel oil and fresh water remaining of 50%

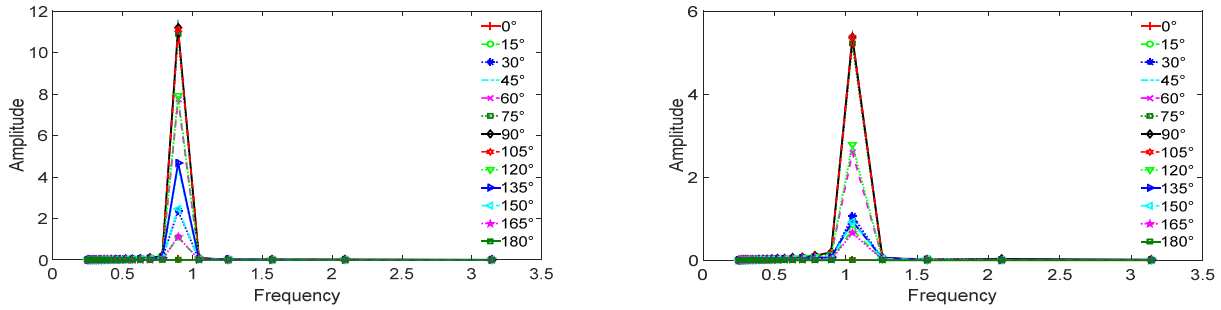
(c) Fuel oil and fresh water remaining of 30%

Fig. 8 RAO of heave motion in different wave direction angles (unit: amplitude: °/m , frequency: rad/s)

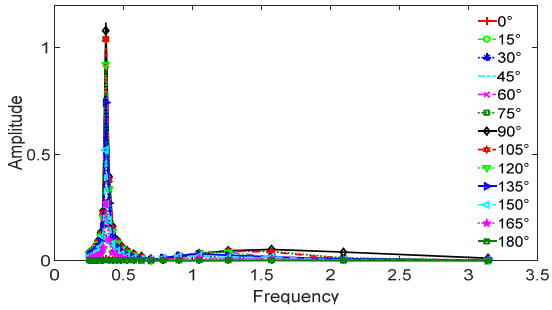
With the increase wave frequency, the heave response at all wave angles increases from 1 m/m and then decreases to 0 m/m, shown in Fig. 8. In the low frequency, the amplitude of the heave change is small, and in the high frequency, the amplitude of the heave response changes drastically, and the

amplitude of the heave response reaches an extreme value between 1 rad/s and 1.257rad/s. As far as the wave angle is concerned, waves between 60º and 105º will increase the amplitude of heave response, and the amplitude of heave response is the largest at 75º, and followed by 90º and 60º. The increase is minimal at 105º. The hull heave is more sensitive to lateral waves than to longitudinal waves. As the total tank filling rate decreases, the maximum amplitude of heave response decreases first and then increases, and it does not affect the resonance frequency of the heave motion response of the hull.

Roll motion response at different wave direction angles. By comparing the above three subplots in Fig. 9, we can get the change law of the roll motion response of the seine fishing boat. As the frequency of wave becomes larger, the amplitude of the roll motion response is a small amount firstly, then the increases abruptly to a maximum, then it decreases rapidly and finally tends to be steady. The roll response is the largest at 90º wave angle and the smallest at 0º and 180º. As the angle between the incident wave and the cross section is larger, the roll motion gradually becomes smaller.



(a) Fuel oil and fresh water remaining of 70% (b) Fuel oil and fresh water remaining of 50%



(c) Fuel oil and fresh water remaining of 30%

Fig. 9 RAO of roll motion in different wave direction angles (unit: amplitude: º/m , frequency: rad/s)

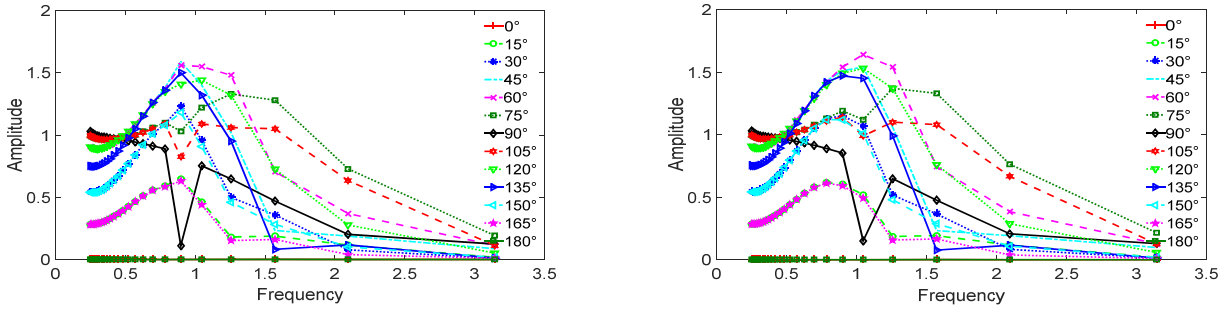
At the same time, the motion response amplitude curves of the two sets of downward waves that complement each other can be considered to be coincident, indicating that the line of the stern and bow of the seine fishing boat doesn't affect the hull roll motion too much. According to the effect of the wave angle on the response of the rolling motion, it can be sorted as case with 90º > case with 75º(105º) > case with 60º(120º) > case with 45º(135º) > case with 30º(150º) > case with 15º(165º) > case with 0º(180º). In comparison, the sensitivity interval of the roll of hull to wave frequency with 50% total liquid filling rate is greater than that of 70% total liquid filling rate, and the sensitivity interval of the roll of hull to wave frequency with 30% total liquid filling rate is the smallest.

Sway response motion at different wave direction angles

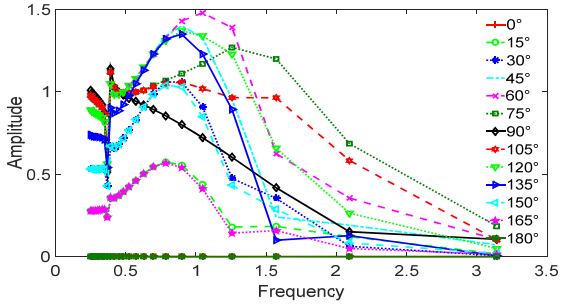
By comparing the above three subplots in Fig. 10, we can get the change law of the response of the purse seine fishing boat to the sway motion. As the total tank filling rate decreases, the maximum amplitude of sway response increases first and then decreases. As the frequency of wave increases, the sway response increases first and then decreases in general. The sway motion response is minimal at the angles of 0º and 180º. The motion response amplitude curves of the two sets of downward waves that complement each other still overlap, and the surge motion response amplitudes curves of downward waves with non-complementary angles are significantly different. We can also find when the total tank

filling rate is 70% and 50%, sway motion has a sudden-shift minimum near the wave frequency of 1.047 rad/s at the wave angle of 75º (105º) and 90º. But at the total tank filling rate of 30%, the amplitude of the sway response is too small to observe except for the wave angle of 0º (180º). And the swaying motion curves at other wave angles all have a sudden-shift minimum near 0.37rad/s. It is thought that the wave has a suppressive effect on the sway response to some extent.

Calculation analysis of consumption order.



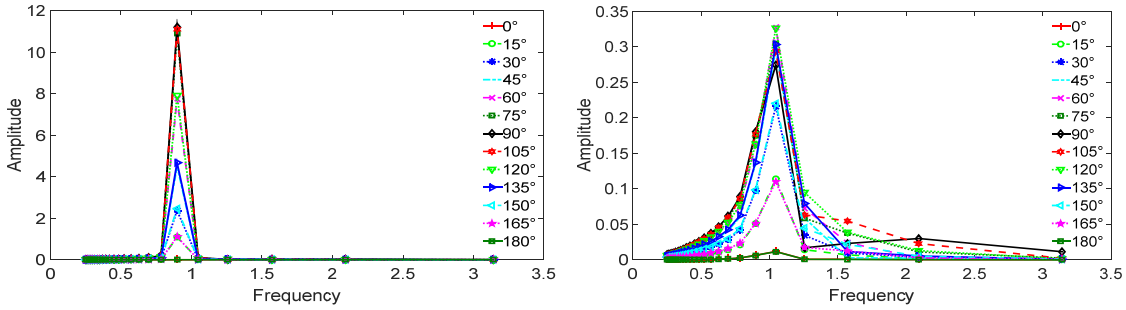
(a) Fuel oil and fresh water remaining of 70% (b) Fuel oil and fresh water remaining of 50%



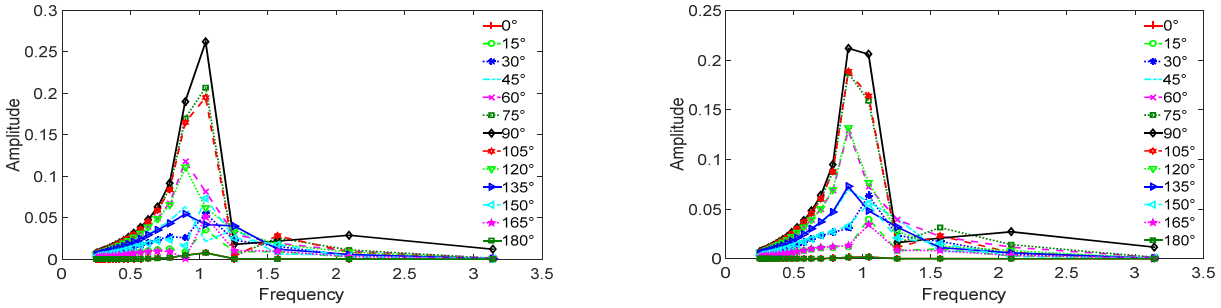
(c) Fuel oil and fresh water remaining of 30%

Fig. 10 RAO of sway motion in different wave direction angles (unit: amplitude: º/m , frequency: rad/s)

As the fuel oil and fresh water is continuously consumed by the fishing boat when going out to sea, three loading conditions were used to study the effect of fuel oil and fresh water sloshing on roll motion under different arrangements. They are 70% fuel oil and fresh water remaining when the fishing land is reached, 50% fuel oil and fresh water remaining during the fishing process and 30% fuel oil and fresh water remaining when the fishing is fully loaded. In this section, four representative consumption orders are selected. By calculating the roll motion response of the purse seine fishing boat at different fuel oil and fresh water filling rates, this section studies the change of roll motion of the purse seine fishing boat and select the most appropriate consumption order to reduce response of small fuel oil and fresh water sloshing to hull movement. Fig. 11~13 shows the roll motion response of the purse seine fishing boat with 70%, 50%, and 30% fuel oil and fresh water remaining at different wave angles, respectively.

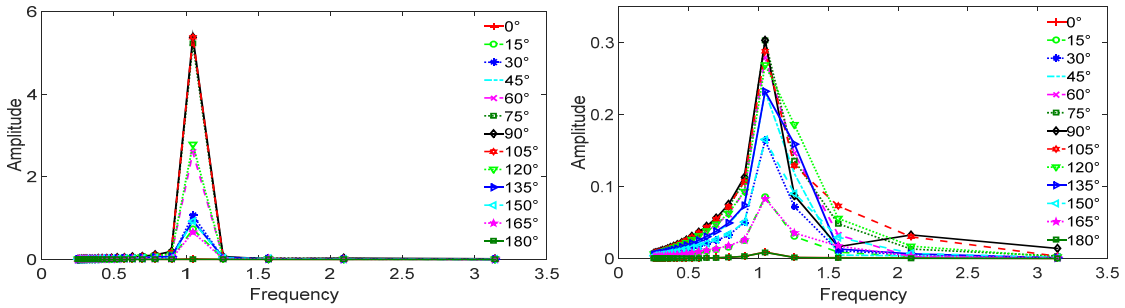


(a) Average consumption of fuel oil and fresh water (b) Consumption of fuel oil and fresh water from bow to stern

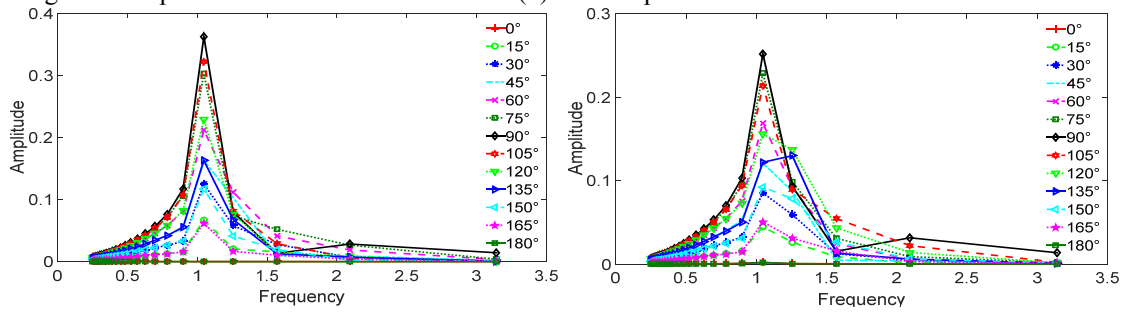


(c) Consumption of fuel oil and fresh water from amidships to two sides (d) Consumption of fuel oil and fresh water from stern to bow

Fig. 11 Oil and fresh water roll by 70% (unit: amplitude: °/m , frequency: rad/s)

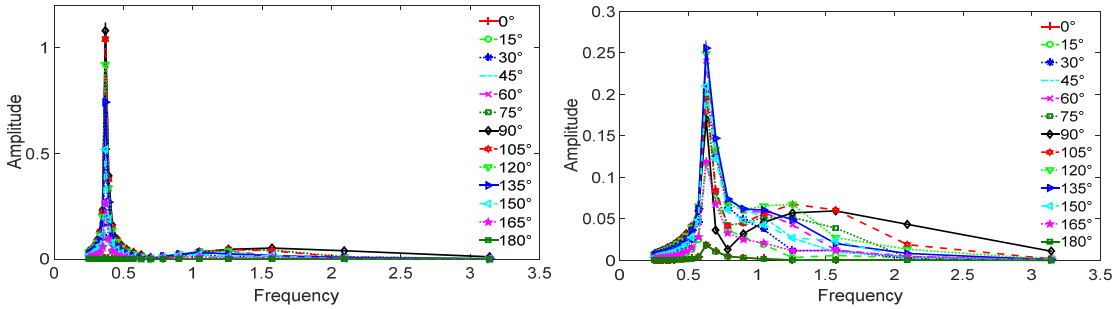


(a) Average consumption of fuel oil and fresh water (b) Consumption of fuel oil and fresh water from bow to stern

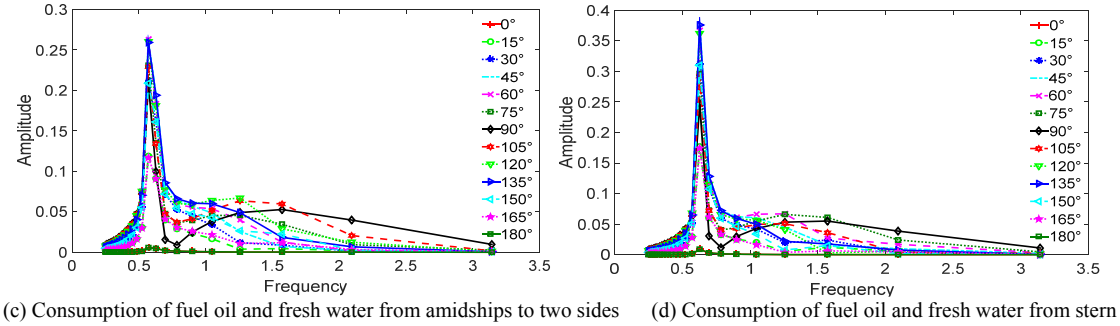


(c) Consumption of fuel oil and fresh water from amidships to two sides (d) Consumption of fuel oil and fresh water from stern to bow

Fig. 12 Oil and fresh water roll by 50% (unit: amplitude: °/m , frequency: rad/s)



(a) Average consumption of fuel oil and fresh water (b) Consumption of fuel oil and fresh water from bow to stern



(c) Consumption of fuel oil and fresh water from amidships to two sides (d) Consumption of fuel oil and fresh water from stern to bow

Fig. 13 Oil and fresh water roll by 30% (unit: amplitude: °/m , frequency: rad/s)

Comparing Figs.11~13, it can be found that the roll motion response of hull is consistent with frequency change in different consumption modes. As the frequency increases, the roll motion increases, and around the frequency 1rad/s, roll motion response of the hull with 50% and 70% fuel oil and fresh water remaining reaches the maximum. Then it quickly becomes smaller, and next gradually becomes smaller at high frequency. For the hull with 30% fuel oil and fresh water remaining, its roll motion response reaches the maximum near 0.5rad/s. It can be found that the difference in the wave angles do not change the resonance frequency of the fuel oil and fresh water and the hull. The change in the total tank filling rate and different consumption order will affect the resonance frequency of the fuel oil, fresh water and the hull.

Table 4. Maximum roll amplitude

Total tank filling rate (%)	Consumption mode	Wave frequency (rad/s)	Amplitude (°/m)
70	a	0.898	11.2
	b	1.047	0.33
	c	1.047	0.26
	d	0.898	0.21
50	a	1.047	5.37
	b	1.047	0.30
	c	1.047	0.36
	d	1.257	0.25
30	a	0.37	1.1
	b	0.628	0.25
	c	0.524	0.26
	d	0.628	0.38

It is found that the method about the average consumption of the fuel tank-fresh water tank causes the over-roll of the hull by the comparison shown in table 4. The reason is that there are too many fuel oil and fresh water tanks, and the average consumption method will cause the liquid in each compartment to slosh, which greatly aggravates the motion of hull and easily lead to the overturning of the purse seine fishing boat. Therefore, this consumption method is not recommended. According to the "Statutory Inspection Rules for Fishery Ships 2015", when the liquid filling rate of the cabin is over 98%, the effect of free liquid sloshing can be ignored, and the number of compartments with free liquid sloshing can be reduced one by one and better reduce roll motion.

When 70% fuel oil and fresh water is left, the amplitude of the roll motion response consumed from bow is greater than the amplitude of the roll motion response consumed from amidships, the difference is 26.9%. The amplitude of the roll motion response consumed from amidships is also larger than the amplitude of the roll motion response consumed from stern, the difference is 23.8%. When 50% fuel oil and fresh water are remained, the amplitude of the roll motion response consumed from bow is smaller than the amplitude of the roll motion response consumed from amidships, the difference is -16.7%. The amplitude of the roll motion response consumed from amidships is greater than the amplitude of the roll motion response consumed from stern, the difference is 44.0%. When 30% fuel oil and fresh water is left, the amplitude of the roll motion response consumed from bow is smaller than the amplitude of the roll motion response consumed from amidships, the difference is 3.85%. The amplitude of the roll motion response consumed from amidships is smaller than the amplitude of the roll motion response consumed from stern, the difference is -31.6%.

Because the change of the hull roll motion response is relatively small and the amplitude of roll motion is smaller than the other three methods during the process of consuming fuel oil and fresh water from the stern, this method is considered to be more suitable.

Concluding remarks. It is analyzed that the six degrees of freedom motion response of the purse seine fishing boat with or without fuel oil and fresh water sloshing, the effect of the wave angle change on the motion response, and the influence of the three tanks' filling rate and the order of consumption on the hull roll motion during the fuel oil and fresh water consumption of the fishing boat in this paper. Thus, the change law of the influence of hull motion caused by liquid sloshing is obtained. The contents analyzed in this paper provide a reference for the study of loading methods, consumption strategies and motion response of the purse seine fishing boat.

The purse seine fishing boat with different total tank filling rates have different effects on the six degrees of freedom motion response due to liquid sloshing. Among them, the roll motion is most susceptible to sloshing, heaving and swaying movements will also change due to the sloshing of fluids in the ship. However, the amplitudes of pitching, surging and boat swaying motion responses are small, and there will not be much difference due to sway.

At 90º incident wave angle, the roll motion response is the largest. As the angle between the incident wave and the cross section becomes larger, the roll motion becomes smaller gradually.

The change of the heading angle does not change the resonance frequency of the fuel oil and fresh water and the hull, but the change of the total tank filling rate and the different consumption order will affect the resonance frequency of the fuel oil and fresh water and the hull.

The average consumption of fuel oil and fresh water is unreasonable, and one-by-one consumption method will better reduce the roll motion. Compared with the consumption from the amidships and the consumption from the stern, the fuel tank-fresh water tank from the bow is a better solution.

REFERENCES

[1] Alujević, N, Ćatipović, I, and Malenica, S (2019). "Ship roll control and power absorption using a U-tube anti-roll tank," Ocean Engineering, 172, 857-870.

[2] Bulian, G and Cercos-Pita, JL (2018). "Co-simulation of ship motions and sloshing in tanks," Ocean Engineering, 152, 353-376.

[3] Bassler, CC, Miller, RW, and Reed, AM (2019). Considerations for Bilge Keel Force Models in Potential Flow Simulations of Ship Maneuvering in Waves: Risk of Capsizing.

[4] Chen, S, Hino, T, and Ma, N (2018). "RANS investigation of influence of wave steepness on ship motions and added resistance in regular waves," Journal of Marine Science Technology.

[5] Dien, H, Yasuma, H, and Fujimori, Y (2012). "Wavelet Analysis for Ship Rolling Motion of Purse Seiners in North Sulawesi, Indonesia," The Journal of Japan Institute of Navigation, 126, 277-282.

[6] Kim, Y, Nam, BW, and Kim, DW (2007). "Study on coupling effects of ship motion and sloshing," Ocean Engineering, 34(16), 2176-2187.

[7] Kawahashi, T, Arai, M, and Wang, X (2018). "A study on the coupling effect between sloshing and motion of FLNG with partially filled tanks," Journal of Marine Science Technology.

[8] Kozynchenko, AI and Kozynchenko, SA (2018). "Applying the dynamic predictive guidance to ship collision avoidance: Crossing case study simulation," Ocean Engineering, 164, 640-649.

[9] Neri, P (2018). "Time-domain simulator for short-term ship manoeuvring prediction: development and applications," Ships and Offshore Structures, 1-16.

[10] Sun, L, L, CX, and L, CF (2019). "Frequency domain calculation method of ship motion and tank sloshing coupling," Chinese Ship Research, 14(01), 9-18.

[11] Saripillia, JR and Senb, D (2018). "Numerical studies on effects of slosh coupling on ship motions and derived slosh loads," Applied Ocean Research, 76(July), 71-87.

[12] Shao, ZF (2017). "Model test and numerical analysis of the motion response of liquid cargo cabin," Zhejiang Ocean University.

[13] Wang, QF, w, JJ, G, X.Q, WS (2017). "Coupling analysis of ship motion and tank slogging in FSRU," Journal of Jiangsu University of Science and Technology (Natural Science Edition), 31(05), 684-688.

[14] Wu, CS, Z, DX and M, G (2008). "Simulation of ship crest motion in a numerical wave tank," Ship Mechanics, 05, 692-696.

[15] Weymouth, GD, Wilson, RV and Stern, F (2005). "RANS Computational Fluid Dynamics Predictions of Pitch and Heave Ship Motions in Head Seas," Journal of Ship Research, 49(2), 80-97.

[16] Yang, Y (2016). "Study on dynamic response of liquid cargo ships considering slosh," Zhejiang Ocean University.

[17] Zhang, JP, F, SZ, Y, Y (2017). "Study on the motion and structural response of oil tanker considering sloshing of liquid cargo," China shipbuilding, 58(04), 83-90.

RISK ANALYSIS AND CONTROL STRATEGIES RESEARCH OF INTELLIGENT SHIP TESTING

Zhou Chaojie[1], ZhaoSi Chongyang[2], Wang Jie[3]
[1-3]Zhejiang Ocean University,
Zhoushan 316022, China

Abstract: With the rapid development of intelligent ship-related technologies and systems, China and some developed countries in the shipping industry have put ships with different intelligence levels into operation. However, in general, the construction of intelligent ship standard system, test and verification system and intelligent ship test field is still in the initial stage of exploration and development. As an important node in the process of industrial application, the immature system rules and technology development of intelligent ship test will bring test risk problems. In this paper, aiming at the problem of intelligent ship test risk, based on the research on maritime management in the intelligent ship test stage, the development status of intelligent ship test is expounded. The PSR model is used as the overall idea of risk analysis in the test stage, and the test risk factor set is established according to the principle of human-machine-environment. The risks in the intelligent ship test stage are analyzed in many aspects relevant risk prevention and control strategies are put forward from three aspects: human, equipment and system, and test environment, which provides reference for the risk prevention and control of intelligent ship test in China.

Key words: intelligent ship; test stage; test field; risk control; strategies

Introduction

Intelligent shipping is the deep integration of traditional shipping elements with modern information, communication, sensing and artificial intelligence and other high-tech, forming a new format of modern shipping, including intelligent ships, intelligent navigation, intelligent ports, intelligent shipping supervision and intelligent shipping services. It is the frontier trend of today 's global shipping development, and also the key areas for China to promote the construction of transportation power, marine power and shipping power. International shipping industry attaches great importance to the development of relevant major strategies and plans. In 2018, China ' s Ministry of Industry and Information Technology and other three departments jointly issued " Intelligent Ship Development Action Plan (2019-2021) " comprehensively strengthening top-level design, breaking through key intelligent technologies and promoting intelligent upgrading of marine equipment [1]. In 2019, the "Guidance on Intelligent Shipping Development" jointly issued by the Ministry of Transport and other seven departments clarified the development prospect, main tasks and safeguard measures for the next 30 years, and gradually formed a high-quality intelligent

shipping system with standards such as top-level design and key technologies. In September of the same year, the Central Committee of the Communist Party of China and the State Council issued "Outline of Building a Strong Transportation Country" focusing on the application of intelligent shipping in the future shipping industry. It is proposed that the level of traffic intelligence should be ranked in the forefront of the world as one of the development goals of traffic power construction. In addition, in 2017, the Committee on Ships and Marine Technology (ISO/TC8) under the International Standards Organization began to compile the standardized road map of intelligent shipping and clarify the key issues of intelligent shipping development. In 2019, Britain issued the Maritime 2050 plan, putting forward the route of maritime technology innovation, which will promote the development of autonomous ships as an important task. Finland has developed an ' intelligent transportation development strategy ' and plans to achieve unmanned ships sailing in the Baltic Sea in 2025.

As the core element of intelligent shipping, the International Maritime Organization (IMO) defines intelligent ships as surface autonomous ships (MASS) with the ultimate goal of autonomous navigation of unmanned ships.However, before the intelligent ship is officially put into operation, it is necessary to carry out various types of functional and reliability tests. Because the intelligent degree of the intelligent ship system is higher than that of the conventional ship and it needs to be tested in a specific environment, the test content is more than that of the conventional ship. It is necessary to establish a comprehensive offshore test field to meet the specific test and verification needs of the intelligent ship [2]. At the same time, it is necessary to construct the test technical standards and specifications and maritime safety management in the test stage of the intelligent ship to meet the development needs of the intelligent ship. At present, the development of test field construction, test related technology and verification system is not mature, and the maritime safety management in the test stage is not perfect, which will inevitably affect the safety of maritime test. Therefore, in order to speed up the development of intelligent shipping and the industrial application of intelligent ships, and adapt to the basic requirements of the development of intelligent ships in the primary stage, it is urgent to analyze and study the general and special risks in the test stage of intelligent ships, and take reasonable measures to ensure the risk control in the test process.

1 Status of intelligent ship testing

1.1. Intelligent Ship Regulation

The relevant enterprises and research institutions in the field of ships in China, Japan, South Korea, Europe and other countries regard ship intelligence, autonomy and unmanned as an important development direction, and have issued the standard standards on intelligent ships. The relevant regulations of intelligent ships proposed by classification societies reflect the general idea and technical path of the development of intelligent ships in various countries. However, the classification and classification of intelligent ships and the division of functions are focused and different, and there is no fixed and recognized standard. According to the " Intelligent ship specification (2020) " released by CCS , the intelligent ship contains eight functional modules, including intelligent navigation, intelligent hull and intelligent energy efficiency management [3], as shown in Fig 1.

According to the classification method of intelligent ship function, " Digital ships " published by LR describes the connotation of intelligent ship related functions, including ship safety operation, equipment intelligent operation and maintenance, ship operation optimization, network security. In Code for Unmanned Marine Systems, ship intelligence is divided into seven categories according to Autonomous Levels (AL), as shown in Table 1.

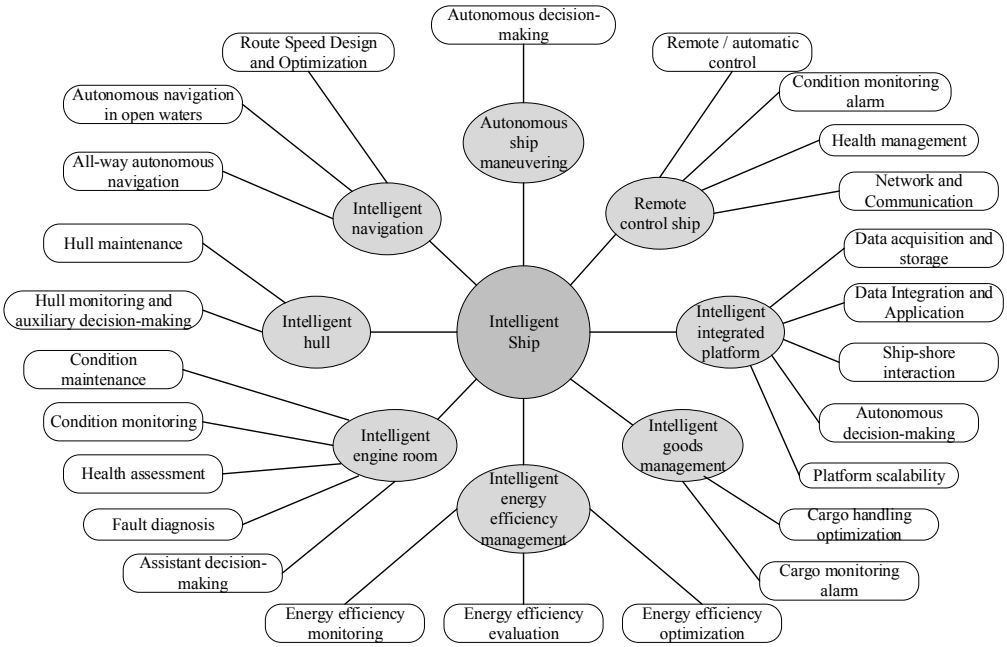


Fig 1 Intelligent Ship Specification

AL	
AL0	Human agent system
AL1、AL2	Human monitoring system gives suggestions for decision support
AL3、AL4	Data analysis for processing operations and situational awareness by connecting other things
AL5、AL6	Fully autonomous unmanned driving

In the "Smart-descriptive notation "released by DNV GL, the intelligent characteristics of ships are defined, and it is considered that the intelligent ships at this stage are the enhancement of the functions of various systems, including basic enhancement, operational capability enhancement (OE), performance enhancement (PE), reliability and safety enhancement (RSE), and condition monitoring enhancement (CME), as shown in Table 2.

Table 2 Classification of DNV GL Intelligent Enhancement Types

Enhancement Types	
Basic enhancement	Unmanned / manned aircraft cabin, ship computer system, tail shaft monitoring.
OE	Dynamic positioning system, integrated navigation system, cargo control system, container loading system, decision support system, autonomous and remote control ship.
PE	Fleet performance management scheme, pitch optimization system, digital intelligent fleet management system, digital intelligent ship voyage management system.
RSE	Enhance system verification, integration of software dependent systems, network security.
CME	Ship monitoring system, Boiler monitoring system, Machine condition monitoring system, Machine routine maintenance system, Machine condition maintenance.

IMO divide MASS into four levels [4]. L1: automatic processing and decision support functions : crew operate and control ship systems and functions, equivalent to conventional ships. L2: crew in the ship but can achieve remote control : control and operation of ships from other locations, crew on board can operate and control ship systems and functions. L3: remote control and crew are not on board: to control and operate ships from other locations, without crew on board. L4: fully autonomous ship: the ship operating system can make decisions and take action on its own. As shown in Table 3:

Table 3 IMO's classification of the autonomy of Intelligent ships

LEVEL		Dependence on crew on board
L	Crew on board / Assistant decision making	100%
L2	Crew on board / Remote control	<30%
L3	Remote control	0
L4	Full Autonomy	0

1.2 Intelligent Ship Testing Field

Compared with traditional ships, intelligent ships, as a more complex system engineering, must undergo functional and systematic testing and verification to ensure the reliability, availability, maintainability and safety of intelligent ships. Therefore, the establishment of specialized test and verification environment and standard system as a key link to promote intelligent ship technology breakthrough and intelligent application has become a hot spot of international shipping industry. Mainly reflected in the construction of offshore test field. Since September 2016, Norway has established four intelligent ships testing field[5] : Trondheimsfjorden, Storfjord, Horten and Grenland. In August 2017, Finland established the first open maritime autonomous ship test area in the world, the Jaakonmeri test field[6]. In August 2018, the United States established an autonomous ship test facility in the Great Lakes, the Marine Autonomy Research Site (MARS)[7]. In November 2018, Zhuhai Municipal Government, CCS, Wuhan University of Technology and Yunzhou Smart jointly established the world ' s largest and first unmanned marine test field in Asia - Zhuhai Wanshan unmanned marine test field. In October 2019, the Key Laboratory of Marine Intelligent Equipment and Systems, Ministry of Education, Shanghai Jiaotong University constructed the Shandong Rizhao Unmanned Boat Test Field. Throughout the construction of test fields at home and abroad, has been committed to the construction of multifunctional offshore test sites with perfect functions, complete facilities and complete system to meet the test and verification of intelligent equipment, intelligent systems and intelligent technologies contained in intelligent ships. The degree of technical means and infrastructure construction for test and verification is to develop to a comprehensive offshore test field with scientific observation, method research, standard formulation and related technical equipment inspection[8]. However, at the present stage, there are also problems such as relatively small construction scale, narrow service field, single equipment and function, relatively dispersed site, low sharing degree, and most of the test systems for capacity verification of small unmanned craft, insufficient marine environment information support and insufficient support for health management and comprehensive security[9].

1.3 Intelligent Ship Test Specification

As an important part of the application process of intelligent ships, testing is still in the primary stage of development due to the limitations of international conventions, legal rules and other relevant norms such as relevant testing technology, verification methods and evaluation standard system, which has obvious shortcomings and restricts the development of its industrialization. The Finnish Maritime Bureau proposed a proposal for the construction of autonomous ship test area at the 99 th meeting of MSC [10], and cooperated with the Digital, Network, Materials and Engineering Innovation Cooperation Organization (DIMECC) to establish the corresponding test area use procedures, management processes, test requirements, and form a tripartite contact mechanism among test parties, operators and government departments. At MSC 100th meeting, the Norwegian Maritime Authority proposed "Temporary Guidelines for Surface Independent Ship Test" as operational and managerial guidance for testing

activities [11], indicating rules to be followed by all parties in testing, such as rules for collision avoidance at sea, navigational warnings and announcements, and approval by management. In the 100 th meeting of IMO, Korea proposed the establishment of temporary test rules for intelligent ships[12]. It mainly stated the action guidance and management guidance, including crew and shore-based operators, data processing and sharing, communication system and remote control system, network security and other aspects. IMO adopted the "Interim Guide for Autonomous Ship Trial" at the 101st meeting to clarify the scope and objectives of the trial voyage, and carry out safe and reliable trial voyages for autonomous ships according to requirements, and focus on the control of different risks during the test of intelligent ships[13].

2. Intelligent ship test risk index system

2.1 Construction principle

The construction of risk index system in the test phase of intelligent ship is the core issue. The constructed system can comprehensively reflect the risk factors that may affect the safety in the test phase. However, due to the complex and changeable internal and external factors in the test process of intelligent ship, and there is a certain resistance, it is difficult to construct a complete index system. In this paper, the PSR model is used as the overall working idea of risk analysis in the test phase of intelligent ships. As shown in Fig 2, an architecture that can relatively comprehensively reflect the influencing factors of test safety is constructed, further analyzed and processed, and corresponding countermeasures are put forward.

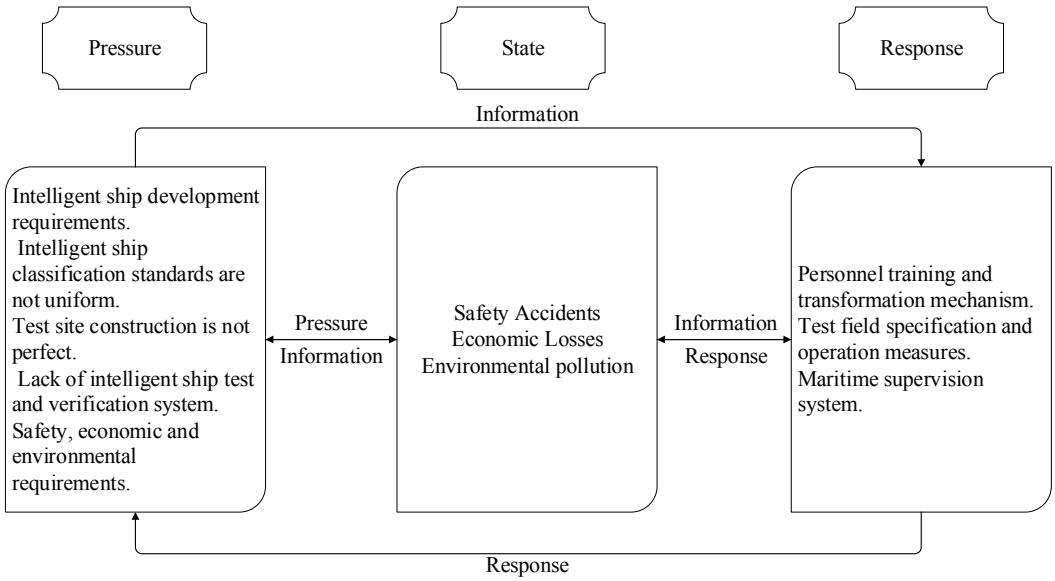


Fig 2 The overall working idea based on the PSR model

2.2 Architecture

Safety and accidents are conceptually excluded, and many potential unsafe factors exist behind the accident-free events[14]. Therefore, each risk factor is classified, and a comprehensive and reasonable factor system is constructed according to certain permutations and combinations and logical associations, which systematically reflects the risk situation. This paper is constructed according to the classification principle of unsafe factors in human, machine and environment [15], including human factors, equipment and system factors and test environment factors of intelligent ships.

2.3 Factor establishment

There is a certain particularity in the risk analysis of intelligent ship test. When establishing the risk factors, the complexity of the factors is high. In this paper, the brainstorming method and Delphi method are used to establish a reasonable risk factors as the main index of the system[16]. Further analysis and comparison are carried out, as shown in Fig 3.

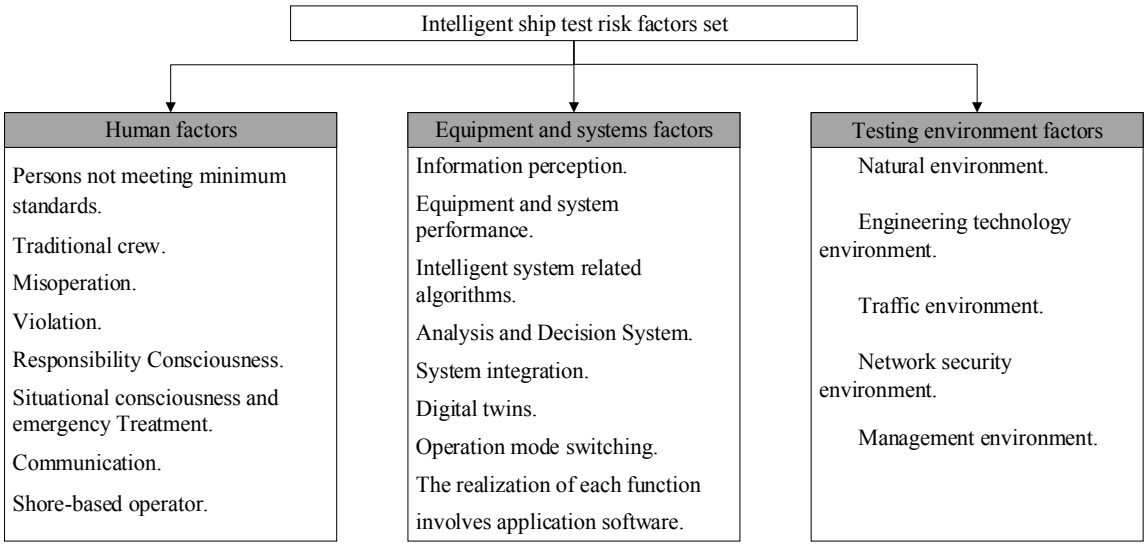


Fig 3 Intelligent ship test risk factors set

3 Risk factors analysis of Intelligent ship testing

The traditional research on ship-related risk identification and analysis generally regards the ship as a whole safety system. The risk factors affecting the overall system safety are identified and compared. The risk analysis of intelligent ship test stage also involves these links, but it focuses more on the risk of ship safety and environmental factors, shore-based operators, test site environmental factors and so on. For the test risk of intelligent ship, human factors, that is, a small number of on-board personnel and shore-based operators, have a great impact on the risk. The impact of intelligent ship's own system, equipment and other factors and test field environment on the risk cannot be ignored [17]. This paper makes specific analysis from the following three aspects.

3.1 Human risk factors for Intelligent ships

Division of MASS by IMO, the first three human factors will not be completely eliminated from the system. Therefore, the risk caused by human factors in this paper is only targeted at the first three intelligent ship grades. Compared with conventional ships, the human risk factors of intelligent ships mainly increase the crew ' s operation of intelligent systems, as well as the improper manipulation of shore-based operators, low situational awareness, communication and communication skills, and their own knowledge of intelligent systems. The specific human risk factors are shown in Table 4:

Table 4 Human risk factors for Intelligent ships

Human risk factors	
Persons not meeting minimum standards	Without education, training, assessment or license.
Traditional crew	Lack of knowledge of intelligent systems, lack of operational experience.
Misoperation	Distracted attention, Information overload, Paralysis, Excessive dependence on intelligent systems, Decision-making mistakes.
Violation	Fatigue driving.
Responsibility consciousness	Understanding the responsibilities of operational parties。
Situational consciousness and emergency treatment	Identification of possible accidents and measures。
Communication	Intelligent ship controllers cannot fully communicate with other parties (other ships, VTS, shore-based personnel, etc.)
Shore-based operator	Lack of practical navigation experience, departure from the actual perception of the sea area leads to decision-making errors, and supervision of multiple ships, lack of communication with the crew.

3.2 Equipment and systems risk factors for Intelligent ships

At present, the development of intelligent ships is at the primary stage. Different levels of autonomy and intelligence have different functions and degrees of realization [18]. There are also great risks in the operation of the equipment and system of the ship itself, and there is still the possibility of collision, fire and explosion [19]. According to the intelligent level of intelligent ships, intelligent equipment and systems are unstable, and the technical risks are also changing [20]. Moreover, the sharp decrease in the number of intelligent ship members and the gradual increase in the dependence on the ship network will make the industry understanding of ship safety transit from emphasizing the safety of maritime life to focusing on the safety of systems and networks. Therefore, the maturity of the relevant technology and whether the application scenarios meet the requirements of the special environment of the test field, the reliability of the equipment of the technology application are also the main sources of risk. In addition to the risk of conventional ship equipment, intelligent ships mainly increase the risk such as integrated system, control algorithm, network communication and so on. The specific risk factors are shown in Table 5:

Table 5 Equipment and systems risk factors for Intelligent ships

Equipment and systems risk factors	Description
Information perception	Sensor equipment and sensor network failures
Equipment and system performance	Equipment and system failures (sensors, machinery and control systems, etc) cannot reliably identify obstacles and risks.
Intelligent system related algorithms	Validated software and algorithms fail.
Analysis and Decision System	System failure.
System integration	Data is stolen and tampered. Data were lost. Integrated system failure.
Digital twins	Cannot be digital mapping, collaborative interaction.
Operation mode switching.	Ship operation mode (autonomous driving, manned driving, etc.) can be switched and quickly adapted.
The realization of each function involves application software	Software not updated in time, imperfect data, etc.。

3.3 Testing environment risk factors for Intelligent ships

The intelligent ship test needs to go through three forms of numerical simulation test, model test and real ship test [21], and will eventually go through the actual sea area test field. The construction of the actual sea area test site is a complex system engineering. Based on the natural environment requirements of the traditional ship test site, it is necessary to further construct the facilities and equipment required for the functional test of intelligent ships, such as underwater communication and sensing network, three-dimensional monitoring of the sea environment, shore-based control center, etc. At the same time, it is necessary to construct the basic management environment of intelligent ship safety management and water traffic safety management. Therefore, the complex and random environmental system in the test site is different from the requirements of land and air test environment, which may pose a greater risk to intelligent boats in test activities. The specific risk factors are shown in Table 6:

Table 6 Testing environment risk factors for Intelligent ships

Testing environment risk factors	Description
Natural environment	Effects of random waves, currents and winds on navigation of intelligent ships. Electromagnetic interference between ship intelligent equipment and shore base.

Engineering technology environment	Communication and sensing equipment failed. Planning and control systems fail. The shore-based control center is disconnected. Information overload of shore-based control center.
Traffic environment	Non-test ships enter the test area. Miscoordinated multi-ship testing.
Network security environment	Hackers attack ship-borne systems, control systems and equipment, and interfere with satellite navigation communication and data transmission. Virus destroys ship-borne systems, equipment and communication networks. Leak key data.
Management environment	Inadequate Intelligent ship safety management. Inadequate management of water traffic safety

4 Intelligent ship test risk control strategies

In order to avoid the economic loss and environmental impact caused by intelligent ship test accidents, risk analysis and control of intelligent ship test are particularly important. This chapter will be based on the existing ship trial phase of the system and laws and regulations, developed countries intelligent ship test phase experience and other intelligent transportation system experience, according to the above mentioned Man-made, Equipment and systems, Environmental risk factors are put forward corresponding countermeasures.

4.1 Human factors risk control strategies

According to the classification of MASS by IMO, the proportion of crew and shore-based operators is different in different degrees of ship intelligence. In the early stage, only intelligent applications are used to provide optimization suggestions for crew to analyze ship operation, so as to make up for the objective deficiencies of crew in monitoring, experience and decision-making. Therefore, intelligent ship does not mean that the ship does not need crew, there are still great risks. The following strategies are proposed for crew and shore-based operators, as shown in Table 7:

Table 7 Human factors risk control strategies

Human factors	Control strategies
Crew on board	Clearly add new eligibility requirements and specific training programme.
Shore-based operator	Identify the identity of personnel, legal status and power obligations. Develop relevant training programme. Establish existing crew transition mechanisms.

The first is to actively study the new appointment requirements of intelligent ship crew on board, add a specific training program, respond to the update of intelligent equipment and systems, and revise the STCW Convention to adapt to different levels of intelligent ships, increase the crew allocation standards and requirements of different levels of intelligent ships on board, ensure that the remaining crew are familiar with the corresponding intelligent system of the ship, and cooperate with the shore-based manipulator to complete the relevant functional tests.

The second is to speed up the construction of the suitability requirements for shore-based controllers of intelligent ships, clarify the identity attributes of shore-based controllers, and formulate the training scheme for shore-based controllers. Establish the qualification system of shore-based operators, modify the relevant international maritime conventions and regulations, and clarify the legal status and power obligations of shore-based operators. According to the requirements of remote control of intelligent ships, the new shore-based control personnel team ensures targeted training programs for ship control characteristics, safety control rules, control instructions, etc., and regularly arranges corresponding regulations for sailing along the ship to increase the navigation experience and situational

awareness of shore-based personnel. At the same time, the transformation mechanism of traditional crew to shore-based operators is established to ensure the stability of the existing crew.

4.2 Equipment and systems factor risk control strategies

At present, the development of intelligent ships is in its infancy, and there are many differences in the construction level of various equipment and systems. While meeting the general specification standards of various conventional ships, it is necessary to present the overall intelligence and autonomy of the ship for each main system and sub-function, and realize the functions of independent perception, decision-making and control in the navigation, collision avoidance, berthing and berthing projects in the process of ship testing. The following strategies are proposed for the risks in the testing process of intelligent ship equipment and systems, as shown in Table 8:

Table 8 Equipment and systems factor risk control strategies

Equipment and systems factor	Control strategies
Functional System and Testing Standards	Clear the main responsibility standard system. Establish scientific and reasonable standards for intelligent ship test and verification.
Testing supervision	Establish ' information platform ' control scheme. Establish test dynamic monitoring ' one network control '.

The first is to actively study the functional standard system of the main responsible party and construct the intelligent ship test verification standard. The functional standard system of ship repair and construction enterprises and ship inspection institutions in the intelligent ship test stage is clarified, and the reasonable process plan, safety guarantee plan and emergency plan for trial navigation are formulated before and during the test. Aiming at the software and hardware of different levels and fields of test objects, digital twin technology, simulation technology and big data analysis technology are used to carry out the virtual-real integration test scheme, and the corresponding test technology, verification method and evaluation standard are established to ensure that the equipment and system meet the functional design requirements.

The second is to develop the whole ship system ' information platform ' control scheme and dynamic monitoring ' one network control ' scheme, realize the real-time sharing of ship shore. The intelligent ship test supervision system is built to implement the registration and audit of test ships through the platform. Based on the sensing equipment of land, sea and sky, a network information platform is built. By means of big data, cloud computing and artificial intelligence, a dynamic supervision system with comprehensive coverage, intelligent analysis, efficient decision-making, risk monitoring and early warning is formed to realize the ' one network control ' of safety dynamic and static information of test activities.

4.3 Testing environment factor risk control strategies

The operation of intelligent ships requires a large number of sea tests and verification. The establishment of intelligent ship test field is conducive to ensuring the quality of intelligent ship test and the safety and reliability of test. The following strategies are proposed for the prevention and control of test environmental risks, as shown in Table 9:

Table 9 Testing environment factor risk control strategies

Testing environment factor	Control strategies
Basic construction of test field	Construction of basic physical environment facilities and equipment. Construct innovative operation mode.
Network security	Establish network communication solutions and propose corresponding network standards. Establish network security communication scheme and safeguard mechanism.

The first is to clarify the new requirements of maritime business faced by different levels of intelligent ships for supervision and service objects, and establish the standards for the construction and

operation of the test field waters. The reasonable test area of the actual physical marine environment is selected, and the infrastructure construction of communication base station, test dock and underwater sensor network is constructed to meet the test requirements of communication navigation, remote monitoring and human-computer interaction. Create an innovative operation mode with the cooperation of government, universities, enterprises or other research institutions and the advantages of the joint industry, expand the service object of the test field, carry out the research of marine equipment and test technology in many ways, and share test data.

The second is to actively study the security and reliability solutions of test environment network, and put forward relevant network standards according to the requirements of intelligent ship test network. Give full play to the advantages of existing communication technology, combined with wireless broadband cluster communication, satellite communication, multi-test ship cooperative communication scheme, according to the communication conditions to develop communication protocol switching standard. Clear risk prevention and supervision tasks, the establishment of network risk protection mechanism, research to prevent hacker attacks, data plagiarism, virus implantation and other network security problems of technical application.

5 Conclusion

Intelligent ships are the main trend of the future development of the shipping industry, the key to the transformation and upgrading of the global shipping industry, and will gradually replace the market trend of traditional ships. Improving the advanced level of national marine science and technology and marine equipment is inseparable from attaching importance to the innovation of marine science and technology equipment and the construction of specialized test work. The research and development of intelligent ships involves many problems and is a complex and long-term systematic project. This paper constructs the risk index system of intelligent ship testing stage, analyzes from three aspects of human factors, intelligent ship equipment and system factors, and test environment factors, and puts forward corresponding strategies respectively. Under the background of unbalanced development of conventions and laws and technology, it can be used for reference and in-depth study by relevant units to achieve better results.

REFERENCES

[1] Three departments jointly issue “Intelligent Ship Development Action Plan (2019-2021)”[J]. Ship Standardization Engineer,2019,52(01):1-4(in Chinese).

[2] Wang Hongdong, Huang Yi, Zhao Kai, Yi Hong. It is urgent to jointly promote the construction of intelligent ship test yard in real sea area [J]. China Ship Inspection,2020(01):64-67(in Chinese).

[3] Sun Wu. China Classification Society released “Rules for Intelligent ship (2020)” [J]. Ship Engineering, 2020, 42 (03) : 13-14(in Chinese).

[4] Feng Bo.Study on the strategic planning of intelligent ship development [J].ship engineering, 2020,42 (03) : 1-8(in Chinese).

[5] *TRONDHEIMSFJORDEN TEST AREA*. Navisp. (2019). Retrieved 20 June 2021, from https://navisp.esa.int/project/details/59/show.

[6] *Autonomous ships: Test areas and research centers making headlines*. safety4sea. (2019). Retrieved 19 June 2021, from https://safety4sea.com/cm-autonomous-ships-test-areas-and-research-centers-making headlines.

[7] *Marine Autonomy Research Site (MARS)*. Smart Ships Coalition. (2021). Retrieved 20 June 2021, from https://smartshipscoalition.org/maritime-autonomy-research-site-mars/.

[8] Xu Kaiwei, Zhang Haihua, Yan Kai, Zhu Asia, Liu Jiarui. The construction status and development trend of intelligent ship offshore test site [J].Ship Science and Technology, 2020,42 (15) : 1-6(in Chinese).

[9]Mu Haifang. Study on the demand demonstration of unmanned boat offshore comprehensive test and evaluation test site [J]. China Shipbuilding, 2020,61 (S1) : 164-172(in Chinese).

[10] MSC 99/INF. 13. Establishing international test area "Jaa-konmeri" for autonomous vessels [R]. Finland: MSC, 2018.

[11] MSC 100/5/2. Interim guidelines for MASS trials[R]. Norway and BIMCO: MSC.

[12] MSC 100/5/3. Proposals for the development of interim guidelines for maritime autonomous surface ships (MASS) trials[R]. Republic of Korea,MSC.

[13] Lin Dehui. MSC 100-MSC 101 and its requirements for MASS and related resolutions [J].Ship, 2020,31 (01) : 79-90(in Chinese).

[14] Wu Zhaolin, Zhu Jun. Maritime Traffic Engineering [M]. Dalian : Dalian Maritime University Press, 2004(in Chinese).

[15] Hu Shenping. Marine traffic risk assessment technology and method : Risk assessment on maritime transport : approach and technology [M].People ' s Transportation Press Co., Ltd., 2014 (in Chinese).

[16] Xu Aitting. The application and difficulties of the Delphi method [J]. China Statistics, 2006 (09) :57-59(in Chinese).

[17] Zhang Kai, Zhang Di, Fan Cun Long, Yao Houjie, Zhang Mingyang. Safety Research on Autonomous Transportation Systems - Summary of ESREL 2018 International Conference [J]. Traffic Information and Safety, 2018,36 (05) : 10-17 + 48(in Chinese).

[18] Christoph Alexander Thieme,Ingrid Bouwer Utne,Stein Haugen. Assessing ship risk model applicability to Marine Autonomous Surface Ships[J]. Ocean Engineering,2018,165.

[19] Krzysztof Wróbel,Jakub Montewka,Pentti Kujala. Towards the assessment of potential impact of unmanned vessels on maritime transportation safety[J]. Reliability Engineering and System Safety,2017,165.

[20] Cun long Fan,Krzysztof Wróbel,Jakub Montewka,Mateusz Gil,Chengpeng Wan,Di Zhang. A framework to identify factors influencing navigational risk for Maritime Autonomous Surface Ships[J]. Ocean Engineering,2020,202.

[21] Yan Xinping, Liu Jialun, Fan Ailong, Ma Feng, Li Chen. Brief description of development and trend of intelligent ship technology [J]. Ship Engineering, 2020,42 (03) : 15-20(in Chinese).

RESEARCH ON THE APPLICATION OF ALL-OPTICAL SEABED OBSERVATION TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

Xu Mingwei Shu Kaiyue

Assistant lecturer of shipbuilding of Zhejiang International Maritime College,Zhoushan,China

Lecturer of marine electrics and automation of Zhejiang International Maritime College,Zhoushan,China

Abstract: With the development of major marine projects in the world, marine disaster forecasting and early warning technology is a major research project in preventing typhoons, hurricanes, storm surges, and tsunamis, and ensuring the daily safety of humans; fishery fishing, ocean transportation, offshore oil exploration The smooth development of other production activities is inseparable from timely and accurate forecasting and monitoring of sea temperature, ocean currents, waves, etc., and these need to rely on marine stereo observation technology and equipment for detection, which is to integrate various types of marine space, environment, ecology, resources, etc. Data, integrate advanced ocean observation technologies and methods to achieve high-density, multi-element, all-weather, and fully automatic global ocean stereo observation. It will be used in marine economic development, marine scientific research, marine disaster prevention and mitigation, marine pollution prevention and marine ecology Environmental protection and other aspects play an important role. Ocean observation provides important technical support for marine ecological protection, marine disaster prevention and mitigation, response to marine climate change, marine economic security, and participation in global marine governance.

Keywords: Ocean Observation; National Seabed Observation Network; Optical Fiber Sensing; Underwater Unmanned Submarine

1.Introduction

In recent years, sensors have been developing in the direction of accuracy, sensitivity, intelligence, compactness and adaptability. In this process, fiber optic sensors are popular due to their excellent performance. For example: anti-electromagnetic interference and atomic radiation performance, small size, easy bending, light weight mechanical properties; moisture resistance, high temperature and high pressure resistance, resistance to toxic and harmful substances corrosion chemical properties; non-inductive, insulating electrical properties, etc., it can be external Space, deep seas and other areas that humans cannot reach, or areas that are harmful to humans (such as nuclear radiation pollution areas), play a role in collecting detection information and replacing human ears.

The basic working principle of the optical fiber sensor is to send the light beam incident from the light source to the modulation area through the optical fiber. After the external parameters to be measured (such as vibration, pressure, sound field, etc.) interact with the light entering the modulation area, the phase and deviation of the light are caused. The optical properties of light such as normality, amplitude, wavelength, and frequency change and become modulated signal light, which is then sent to the photodetector through the optical fiber, and after demodulation, the measured parameters are obtained.

Optical fiber sensing technology is a new technology formed with the popularization of optical fiber and the rapid development of optical communication technology. In the communication process, people discovered that when the external conditions change, the optical fiber is affected by external environmental factors such as electric field, magnetic field, pressure, temperature, etc., which will cause the intensity, phase, frequency, polarization state and other characteristics of the light transmitted in the optical fiber to change. Therefore, it is inferred that if the magnitude of the change in light wave quantity can be measured, the pressure, temperature, electric field, magnetic field and other physical quantities that cause the change in light wave quantity can be known. Hence the emergence of fiber optic sensor technology.

After years of development, optical fiber sensor technology has become more and more perfect and mature, and more and more parameters can be detected by optical fiber sensors. It can measure a wide range of objects, such as temperature, vibration, nuclear radiation, impurity content, sound field, electric field, and pressure. Various physical and chemical quantities such as, angular velocity, etc. are gradually applied to coal mining, petroleum exploration, ocean exploration and other fields. Common optical fiber sensors can replace traditional electrical sensors to detect seawater temperature, salinity, pressure and other parameters and related information. It can also be combined with optical fiber telemetry technology to achieve remote measurement and control. With the research on optical fiber sensing technology, more and more ocean parameters can be obtained through optical fiber.

2.Optical fiber energy supply module technology

Optical fiber energy supply module technology (power-over-fiber, PoF) is to transmit the energy of a high-power laser to a specific place through the optical fiber of the energy supply module, and achieve a certain DC power supply through photoelectric conversion. [1] After decades of development, the PoF system has achieved practical applications in areas that are susceptible to electromagnetic interference, such as strong magnetic fields and high-voltage substations, from the initial technical verification type. The system has achieved long-term development. Compared with power transmission, using optical fiber to transmit energy has the following advantages:

2.1 It only transmits light and does not conduct electricity, is less affected by electromagnetic interference, is safe and has low loss.

Electric energy is generally used for transmission of alternating current, and alternating current will generate current during the transmission process, [2] this will increase the loss during long-distance transmission and may cause accidents. Optical fiber transmission uses the principle of total reflection or

photonic band gap effect to confine the light beam in the fiber core to propagate. Since the fiber is not conductive, the electromagnetic energy outside the fiber cannot enter the fiber core from the outer wall of the fiber to interfere with its transmission energy. While blocking external interference, the optical fiber also restrains the transmitted light very well, making it not easy to cause leakage. Compared with traditional power transmission, optical fiber transmission has higher reliability and safety. [3] In special flammable environments such as oil exploration and natural gas exploitation on the seabed, the use of optical fiber power supply can effectively avoid problems such as electric sparks. At the same time, the use of optical fiber to transmit energy can also effectively avoid problems such as circuit short-circuits caused by line damage. However, since the laser attenuation is relatively large underwater, light leakage will cause little damage to the underwater environment. At the same time, the use of optical fiber to transmit energy and data has good confidentiality and is less subject to electromagnetic interference. It is suitable for military eavesdropping, monitoring and other occasions, and the equipment is flexible and difficult to find.

2.2 The transmission medium is light in weight, small in size, wide in raw material sources, strong in corrosion resistance, long service life, and optical fiber transmission loss is less affected by temperature.

The power transmission uses a metal medium, generally copper wire or aluminum wire. The metal density is large, the weight of the made cable is heavy, and it is generally not corrosion-resistant, and it has high environmental requirements. Nowadays, underground pipelines are generally used for power grid laying, and the environment is more severe, and the requirements for the chemical stability of the transmission medium are also higher. The raw material of the energy supply module medium of the optical fiber energy supply module is generally derived from semiconductor materials, and the most common is silicon dioxide. Silica has stable chemical and physical properties and exists widely on the earth. From the perspective of sustainable development, if optical fiber can be used to transmit energy, it will greatly save the cost of metal resources and solve the problem of shortage of metal resources. Compared with metal materials, the density of silica is low, the drawn optical fiber is small in size, light in weight, easy to lay, and generally has high chemical stability, and it can still work in a strong acid and alkali environment. Nowadays, submarine optical cables have been widely used in underwater optical communications.

The LD drive circuit in the base station drives the high-power laser to output light energy. Link the optical energy supply module to the photovoltaic cell on the video remote unit through the optical fiber energy supply module. Photovoltaic cells produce photovoltaic effects to convert high-power light energy into electrical energy. The power management unit matches the impedance of the photovoltaic cell with the load impedance, so that the photovoltaic cell can output the maximum electric power. The power management module manages the energy of the downstream power supply and supplies it to the microprocessor, camera, and optical transceiver module in the downstream circuit. The microprocessor loads the processed video information to the transmitting end of the optical transceiver module and sends out the image information. In the central base station, the optical transceiver module receives the information of the remote video signal, which is finally displayed on the interface of the video host computer.

The underwater communication network based on optical fiber energy transmission and sensing is a new type of submarine observation network. The communication network is composed of multiple optical fiber composite cables. Each optical fiber composite cable has environmental perception, underwater detection, and information collection. , High-speed optical fiber communication and energy supply capabilities. The communication network uses specially processed optical fibers as underwater sensors, uses optical fiber energy transmission technology for underwater communication energy supply, and uses optical fiber composite cables to combine the above two functions into one. The organic combination of optical fiber communication is used to conduct research on the networking of the all-optical submarine observation network. The schematic diagram of the submarine observation network is shown in Figure 2, which proposes new technical ideas and implementation methods for my country's deep sea information transmission and fusion.

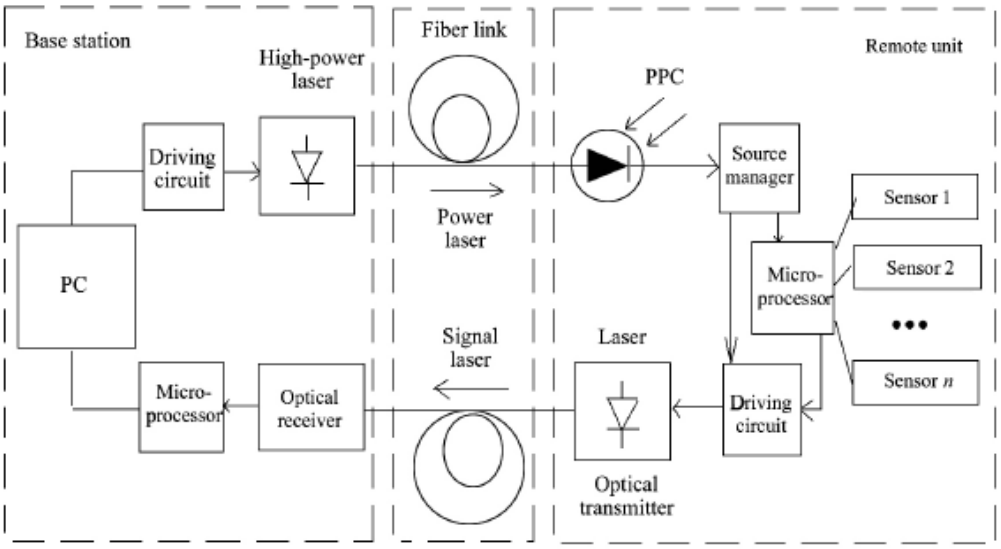


Fig 1 Block diagram of fiber optic energy supply sensing system

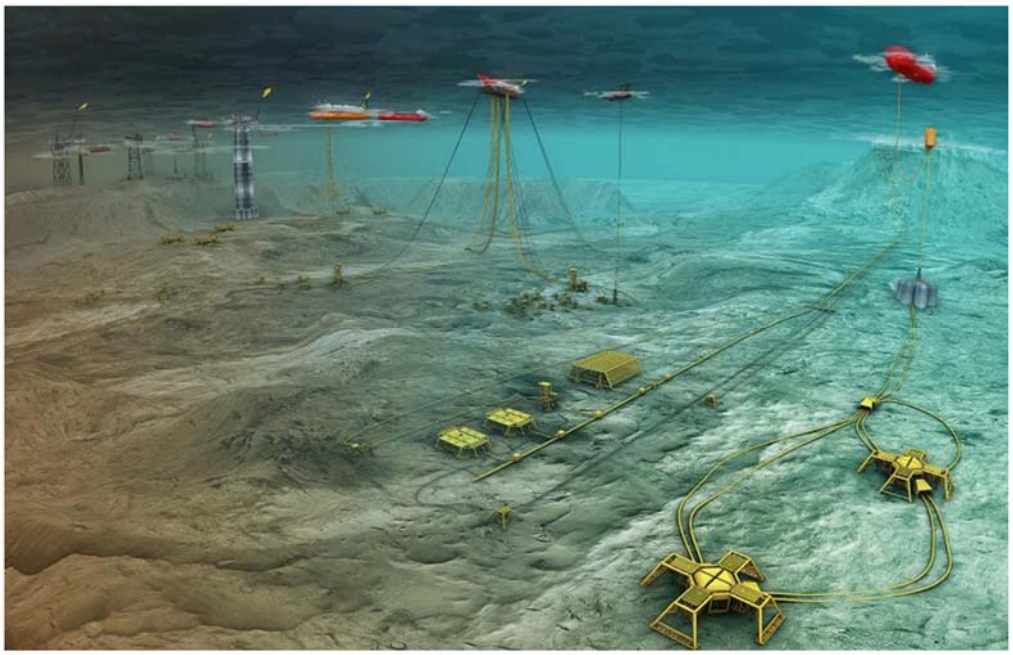


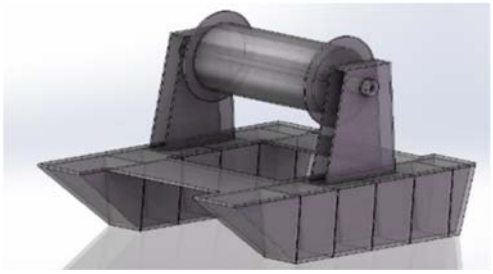
Fig2 Schematic diagram of the seabed observation network

3. All-optical submarine observation technology and equipment based on the design of unmanned submarine vehicle carrying technology

In the research of the optical fiber unmanned submarine carrying technology, the hull adopts a mother ship. The mother ship uses a laser with a wavelength between blue and green light to transmit information in the sea water, allowing the child ship to work underwater. The sub-ship goes to the bottom of the sea, and then the sub-ship conducts underwater exploration through optical communication and conducts various explorations of the underwater environment. The system is conducive to monitoring and exploring the conditions of the seabed, can respond to the underwater conditions in a timely manner, and avoids the limitations and inconveniences of wired transmission. It provides great convenience for maritime exploration.

Underwater optical fiber communication has the characteristics of large communication capacity, long relay distance, immunity to electromagnetic interference, abundant resources, light weight and small size of optical fiber. Underwater laser communication has the advantages of large capacity, good

confidentiality, and fast transmission speed. Fast transmission rate is the biggest advantage of underwater optical communication, which greatly improves the operation speed of underwater unmanned exploration vessels.



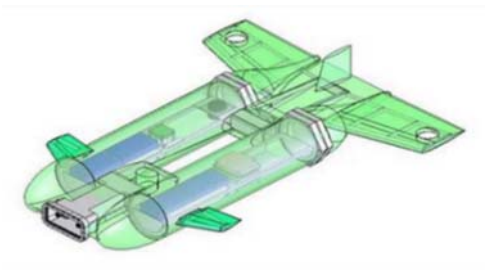
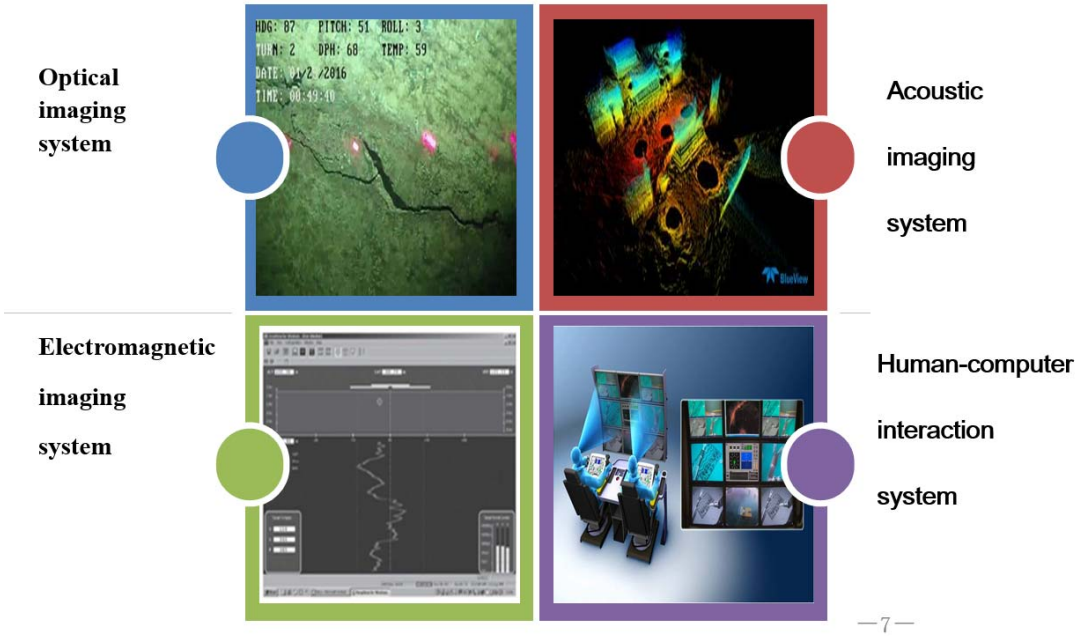


Fig 3 Mother-ship design **Fig 4 Sub-ship design**

Through the design of the submarine, the optical imaging system, acoustic imaging system, electromagnetic imaging system, and human-machine exchange system are effectively equipped to ensure effective data transmission.



4. Design and research of all-optical seabed stereo observation technology

Through exploring the scientific mechanism and key technology of optical fiber energy supply module and optical fiber communication, the network research of all-optical submarine observation network is carried out. The design concept is shown in Figure 4. Using the characteristics of high communication capacity, high spectrum efficiency and high security brought by optical fiber communication, the research of optical fiber communication network under dynamically changing seawater channel conditions is realized, and the synchronous transmission of more than 20 optical fiber sensor network nodes is realized, and the seabed is promoted at the same time. The ultra-long-distance (2000km) optical fiber communication network solves the problem of relay amplification through the research of key technologies such as optical vortex erbium-doped gain fiber, and proposes new technical ideas and implementation methods for my country's deep sea information transmission and fusion.

The submarine observation network is essentially a submarine laboratory, which is composed of submarine observation nodes and shore base stations. The stations are connected through optical fibers to form a submarine observation network. The important feature of the seafloor observation system lies in its long-term continuity and real-time observation. Long-term on-site observation is a requirement of contemporary earth science research, because only through process observation can the mechanism be

revealed. As shown in Figure 4, the optical fiber is pulled into the sea through the base station on the shore, and the laser light transmitted in the optical fiber is converted by photovoltaic cell array (PV). Since the electric power obtained after the conversion is small, it cannot be directly supplied to the equipment, so power is required. The amplifier (PA) amplifies the electrical power after photoelectric conversion. When the surrounding environment changes abnormally, the optical fiber will be affected by external environmental factors such as electric field, magnetic field, pressure, temperature, vibration, nuclear radiation, impurity content, sound field, angular velocity, etc. Makes the laser intensity, phase, frequency, polarization state and other characteristics in the fiber change. Therefore, if the magnitude of the change in the light wave quantity can be measured, the electric field, magnetic field, pressure, temperature, vibration, and nuclear energy that cause the change in the light wave quantity can be known. The size of physical quantities such as radiation, impurity content, sound field, angular velocity, etc., constitutes an optical fiber sensor network, which is widely distributed underwater and can be used for submarine pipeline monitoring, underwater oil well exploration, and geological image acquisition. The biggest advantage of the seabed observation system is in-situ analysis. The optical fiber sensor is directly placed in the sea for direct detection. In-situ analysis is a basic requirement for marine environmental research. The establishment of the seabed observation network has fundamentally got rid of the influence of battery life, ship time and space, bad weather and data delay, etc., so that oceanographers can monitor deep-sea experiments in real time through the network from land, and realize the understanding of marine physics. Continuous observation of the process of chemistry, biology, and geology.

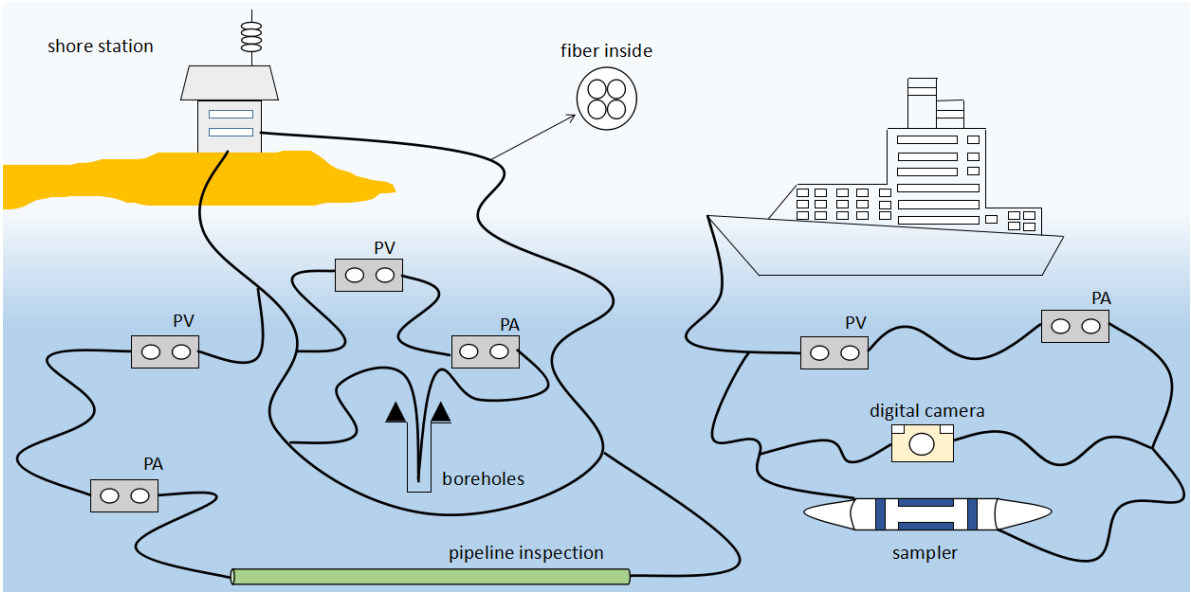


Figure 5 Design of all-optical seabed observation network

5. Summary

The all-optical submarine observation network is a new type of underwater optical communication network. The optical fiber sensor has the capabilities of deep-sea operations, underwater detection, information collection and exchange, and service carrying capabilities, and has the characteristics of safety and carrying capacity. It can meet the application requirements of complex and dangerous underwater environment operations, military reconnaissance, underwater environment anomaly detection, marine biological observation, archeology, etc.; optical fiber sensor network can realize intelligent perception and information collection and transmission, and each communication sensor network node is distributed Operation to ensure that even if several network nodes in the seabed observation network fail, the seabed observation network as a whole can continue to work. The optical fiber energy supply module has the ability of energy supply, energy control and energy storage, and has the characteristics of high efficiency and intelligence. It can solve the problem of energy supply in the optical fiber sensor network, and facilitate the expansion and maintenance of the submarine observation

network in the future. The two are cross-integrated and supplemented in the submarine observation network to realize all-optical submarine stereo observation.

References

[1]School of Naval Architecture and Ocean Engineering, Guangzhou Maritime University/Duan Muyu, Chen Yizhong, Li Zhenxin Shipbuilding Industry [J] Jiangsu Science and Technology Information 2019, 33

[2]South China Sea Rescue Bureau of the Ministry of Transport/Liu Xiaoyu Shipbuilding Industry [J] Pearl River Water Transport 2019, Issue 14

[3] School of Energy and Power Engineering, Inner Mongolia University of Technology/Fan Kedi, Li Chen, Lan Yuezheng Shipbuilding Industry[J] Shipbuilding Engineering, Issue 08, 2020

[4] School of Energy and Power Engineering, Inner Mongolia University of Technology/Fan Kedi, Li Chen, Lan Yuezheng Shipbuilding Industry[J] Shipbuilding Engineering, Issue 08, 2020

[5] National Ocean Technology Center/Zhao Jihao, Ocean Technology [J]Vol.27, No.4Dec, 2008

[6] School of Naval Architecture, Ocean and Civil Engineering, Shanghai Jiaotong University/Ma Rui, DOI 10.15302/J-SSCAE-2020.06.003

[7] Institute of Ocean Technology, State Oceanic Administration/Hui Shaotang, Ocean Technology[J]Vol.20,No.4Dec,2001

[8] School of Naval Architecture, Ocean and Civil Engineering, Shanghai Jiaotong University/Chen Xuwei, Ocean Engineering [J] Vol. 28No. 2May2010

Секція № 3. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

УДК: 537.523

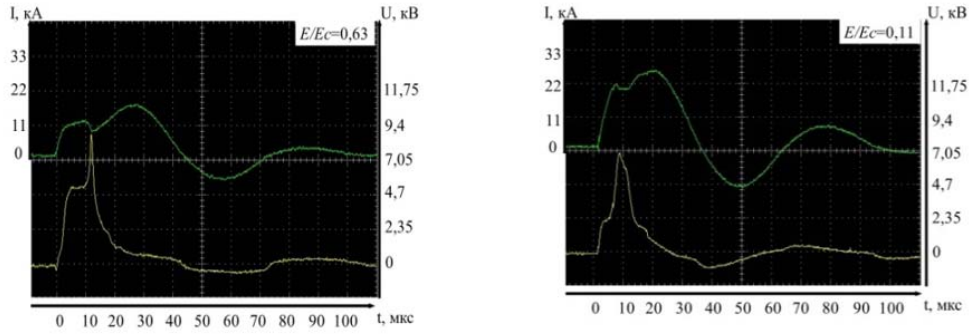
ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ПРОВІДНИК ПРИ ВИСОКОВОЛЬТНОМУ ВИБУХУ ПРОВІДНИКА ДЛЯ СИНТЕЗУ КАРБІДІВ ТУГОПЛАВКИХ МАТЕРІАЛІВ

Адамчук Ю.О.[1]
[1]*молодший науковий співробітник Інституту імпульсних процессів і технологій НАН України, м.Миколаїв, Україна*
Adamchuk.Yuriy@nas.gov.ua

Анотація. В роботі наведені результати досліджень що до виявлення залежності швидкості наростання струму при електровибуху провідника від накопиченої енергії.
Ключові слова: електровибух провідника, карбіди.

В судобудуванні зростає потреба в використнні нових матеріалів у тому числі карбідів тугоплавких матеріалів [1]. Також в цілому надтверді матеріали використовуються у багатьох сферах машинобудування [2]. Одним з методів отримання карбідів тугоплавких матеріалів є вибух провідника у вуглецевовмісному серидовищі [3]. Тому підвищення виходу карбідів є актуальною задачею.

Отримання газоподібних продуктів електровибуху провідника (ЕВП) полегшується, якщо збільшувати швидкість енергювводу в розрахунку на інерційний характер випаровування матеріалу провідника. Визначена за осцилограмами вибуху скруток (рис. 1) електрична потужність, яку забезпечує режим 1 (дод. 1), в кінцевій точці висхідної гілки, тобто в початковій точці плавлення провідника, становила 56,1 МВт для титану і 23 МВт для вольфраму.



а б

Рисунок. 1. Осцилограми електровибуху скруток Ti (а) і W (б), режим 1.

Для порівняння на рис. 2 наведено часові залежності напруги вибуху одинарних провідників і режимів 2-6, побудовані за осцилограмами першого напівперіоду ЕВП, а також графіки наростання електричної потужності на висхідному прямо лінійному відрізку i(t), що передує утворенню плато.

Можна бачити, що зі збільшенням U_0, та відповідно енергії, накопиченої конденсатором E_0, ширина першого напівперіоду напруги значно зменшується, а пік перенапруги, за яким слідує різкий обвал, зсувається вгору і вліво, тобто в бік меншого часу, що відповідає збільшенню швидкості введення в провідник електричної енергії. У діапазоні початкових напруг зарядки

конденсатора U_0=25-40 кВ пікові значення перенапруги, що виникає при вибуху титанового дроту, досягають 78-93% U_0, а перша чверть періоду, що характеризує стадію резистивного нагріву провідника, скорочується майже вдвічі. Пікові перенапруги, характерні для вибуху вольфрамового дроту, трохи нижчі відносно початкової напруги зарядки конденсатора і складають 55-58% U_0, час резистивного нагріву провідника в міру зростання U_0 також скорочується, але не так відчутно, в порівнянні з ЕВП титану.

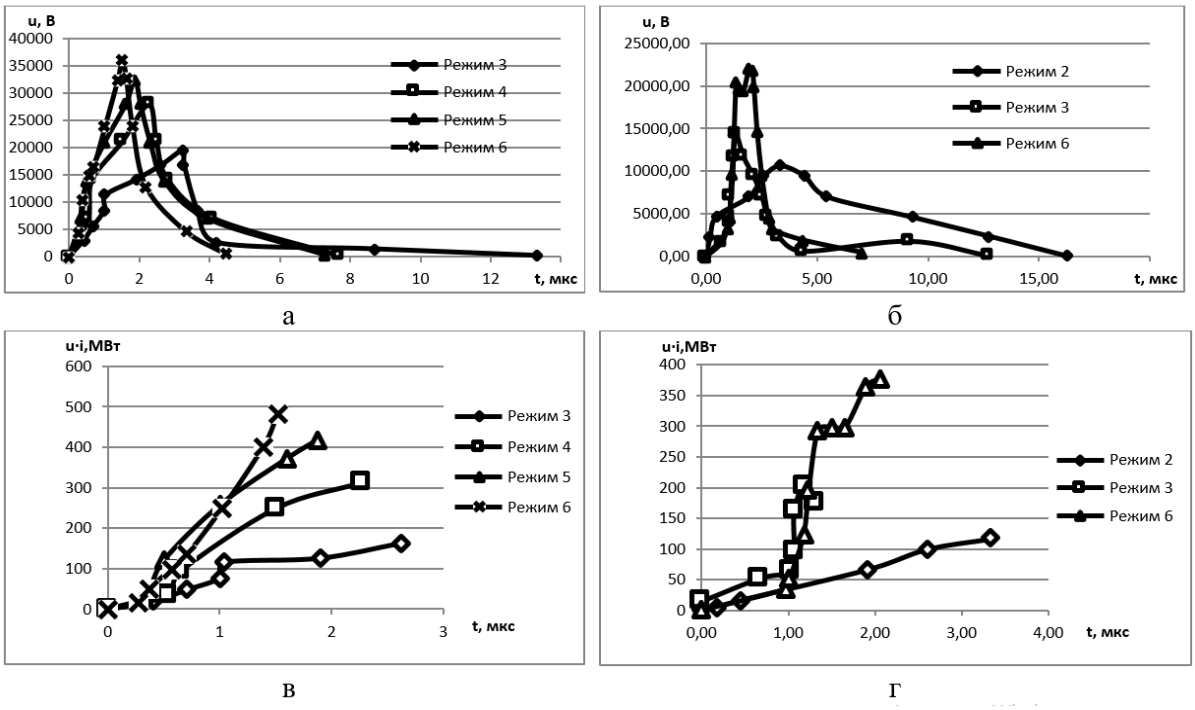


Рисунок. 2. Залежності напруги і електричної потужності при вибуху одинарних провідників від часу *d*=0,3 мм з Ti (а, в) і W (б, г).

Дані рис. 3 і табл. 1 дають можливість проаналізувати, яка кількість енергії E вводиться до вибуху в одинарні провідники тугоплавких металів однакової геометрії, і яка частка енергії E_0, накопиченої конденсатором, використовується для реалізації ЕВП.

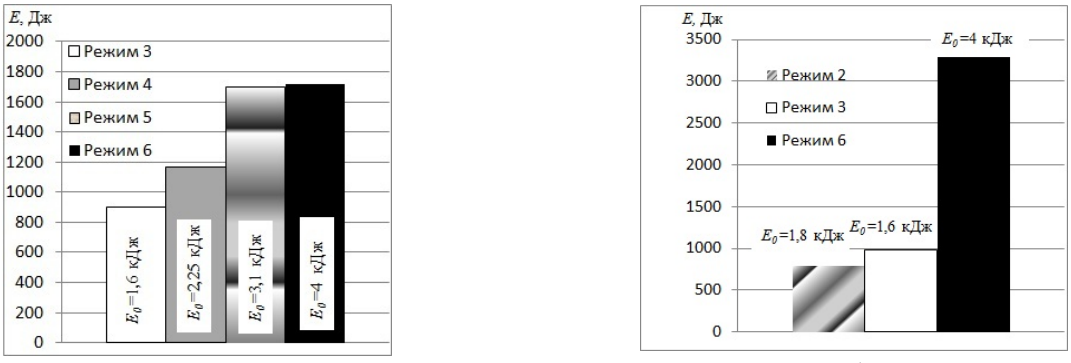


Рисунок. 3. Енергія, введена в одинарний провідник на момент вибуху *d*=0,3 мм з Ti (а) і W (б).

У провідник з Ti при напрузі U_0=25-40 кВ на стадії резистивного нагріву можна ввести порцію енергії, що перевищує енергію сублімації E_c провідника в кілька разів, використовуючи для цього тільки 0,44–0,56% енергії, накопиченої конденсатором. Для реалізації ЕВП з повним випаровуванням більш тугоплавкого W така можливість впевнено реалізується з підвищенням напруги до U_0 = 40 кВ при використанні 80% енергії, накопиченої конденсатором. Таким чином,

навіть з урахуванням відсутності в табл. 1 експериментальних даних для деяких режимів, можна констатувати, що при однакових інших умовах реалізація ЕВП провідників з Ti вимагає в кілька разів меншої енергії.

Таблиця 1. Енергетична ефективність ЕВП. Одинарні провідники *d*=0,3 мм

Режим №	Ti		W	
	E/E_c	E/E_0	E/E_c	E/E_0
2	0,98	0,35	0,6	0,4
3	3	0,56	0,88	0,63
4	3,83	0,51	–	–
5	5,5	0,53	–	–
6	5,83	0,44	2,85	0,8

Висновок

У титанові провідники при напрузі 25-40 кВ на стадії резистивного нагрівання можна ввести порцію енергії, що перевищує енергію сублімації провідника в кілька разів, використовуючи для цього 0,44–0,56% енергії, накопиченої конденсатором. ЕВП з повним випаровуванням більш тугоплавкого вольфраму такого ж діаметру реалізується при використанні не менше 80% енергії, накопиченої конденсатором.

Таблица 1. Режимы ЭВП.

Режим №	Початкова напруга U_0, кВ	Ємність конденсатора C, мкФ	Накопичена енергія E_0, кДж
1	8	50	1,6
2	12	25	1,8
3	25	5	1,6
4	30	5	2,25
5	35	5	3,1
6	40	5	4

ЛІТЕРАТУРА

[1] Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие. Часть 1. Материаловедение. Стандарт третьего поколения / В.М. Александров. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2015. – 327 с.

[2] Compaction of composites, dispersion-strengthened by nanoparticles, based on Ti–TiC system with the method of spark plasma sintering / O. M. Syzonenko, P. Tashev, M. S. Prystash, A. S. Torpakov, Ye. V. Lypian, V. Dyakova, M. Kandeva, E. I. Taftai, Y. G. Kostova // Engineering Sciences. – 2021. – Vol. 58, No. 2. – P. 79–94. – ISSN 2603-3542. – DOI : 10.7546/EngSci.LVIII.

[3] Утворення наноструктурних карбідних покриттів на конструкційних поверхнях із продуктів електровибухового руйнування тугоплавких провідників. Журнал фізичних досліджень 4(3), Стаття 3501 [8 стор.] (2020) Богуславський Л.З., Сінчук А.В., Назарова Н.С., Адамчук Ю.О., Чушак С.В.

Influence of the rate of energy input to the conductor during high-voltage discharge of the conductor for the synthesis of carbides of refractory materials

Yu. A.[1] Adamchuk

[1]Institute of Pulse processes and technologies of the National Academy of Sciences of Ukraine, Nikolaev, Ukraine

Abstract. The paper presents the results of studies to identify the dependence of the current rise rate during an electric explosion of a conductor on the stored energy.

Key words: electric explosion of the conductor, carbides.

УДК 621.313

СТЕНД ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ УПОРНИХ ПІДШИПНИКІВ

Андрєєв А.А[1]., Уваров В.А.[2], Маханько О.В.[3]

[1]кандидат технічних наук, доцент Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

[2] кандидат технічних наук, доцент Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

[3]викладач спеціальних дисциплін Херсонського морського коледжу рибної промисловості, Херсон, Україна

Анотація. Запропоновано стенд для випробування упорних підшипників суднових валопроводів та термомагнітної обробки для виробів з високими масогабаритними характеристиками.

Ключові слова: термомагнітна обробка, упорний підшипник, електромагніт

Винахід належить до галузі суднового машинобудування, зокрема стосується конструкції стендів для випробувань упорних підшипників суднових валопроводів, і може бути використаний при виготовленні і налагодженні високонавантажених конструкцій. В основу даного технічного рішення поставлена задача створення стенда для випробувань упорних підшипників, що дозволив би розширити функціональні можливості пристрою, тобто не тільки виконувати випробування, але і термомагнітну обробку одночасно для виробів з високими масо-габаритними характеристиками. Поставлена задача вирішується тим, що стенд оснащений вантажопідйомним електромагнітом з фігурними або маятниковими полюсами, який установлений на корпусі упорного підшипника з магнітною рідиною всередині для виконання термомагнітної обробки упорного підшипника в навантаженому стані, з можливістю зняття внутрішніх напружень, а також оснащений токарно-гвинторізним верстатом як фундаментною рамою, причому він оснащений приладом для безконтактного виміру температур на корпусі упорного підшипника - пірометром. Пропонований винахід дозволяє знизити внутрішні напруження в корпусі упорного підшипника. У результаті цього збільшується надійність і ефективність роботи упорного підшипника в цілому і забезпечується електробезпечність при вимірі температур у процесі випробувань і одночасної термомагнітної обробки.

Стенд складається (рис. 1) з токарно-гвинторізного верстата *1*, на станині якого закріплений корпус *2* упорного підшипника *3* у зборі з упорним валом *4*, який за допомогою півмуфти *5* зв'язаний з кулачковим патроном *6*, а за допомогою півмуфти *7*, підшипника *8*, обойми *9* і динамоментра 10зв'язаний із задньою бабкою верстата *1*. Причому корпус *2*, півмуфт *5* і *7* виконані з немагнітного матеріалу. Стенд містить вантажопідйомний електромагніт *11* з фігурними або маятниковими полюсами і пірометр *12* для безконтактного виміру температур на корпусі *2* упорного підшипника *3*.

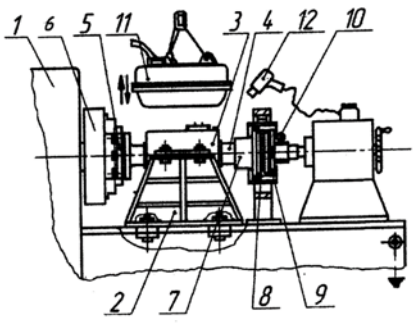


Рис. 1 Стенд для випробування упорних підшипників

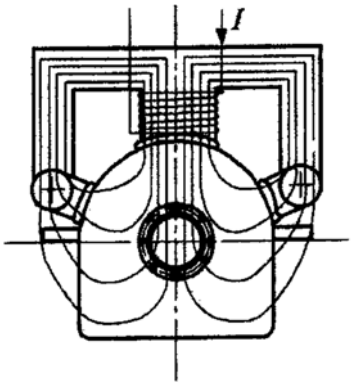


Рис. 2 Магнітна схема прямокутного вантажопідйомного електромагніта з маятниковими полюсами

Стенд працює в такий спосіб. Включенням приводу кулачкового патрона *6* верстата *1* здійснюють обертання упорного вала *4*, а переміщенням глухого центра задньої бабки верстата *1* здійснюють осьове навантаження упорного вала *4* для передачі навантаження на корпус *2* упорного підшипника *3*. Включенням вантажопідйомного електромагніта *11* розташованого на корпусі *2* упорного підшипника *3* виконують термомагнітну обробку упорного підшипника у навантаженому стані. У результаті чого релаксація внутрішніх напружень у корпусі *2* упорного підшипника *3* підсилюється. Одночасно за допомогою пірометра *12* виконується безконтактний вимір температур і визначаються координати теплового перегріву корпусу *2* упорного підшипника *3*.

ЛІТЕРАТУРА

Винахід № 122503, Україна, МПК G01/M (2019.01). Стенд для випробування упорних підшипників/ Уваров В.А., Маханько О.В., Андрєєв А.А., Авдюнін Р.Ю. – Заявл. 25.05.2018; Опубл. 25.11.2020. – Бюл. № 22

Stand for testing trust bearings

Andrieiev Artem[1], Uvarov Volodymyr[2], Makhanko Oleksandr[3]
[1-3]Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract. The stand for testing of thrust bearings of ship shafts and thermomagnetic processing for products with high mass and dimensional characteristics is offered.

Key words: thermomagnetic treatment, thrust bearing, electromagnet

УДК 666.75

СИСТЕМНО-АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ СКЛЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

Казимиренко Ю.О.[1], Дрозд О.В.[2]
[1]доктор технічних наук, професор кафедри матеріалознавства і технології металів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
u.a.kazimirenko@gmail.com
[2]кандидат технічних наук, декан енерготехнічного факультету Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
oksanadrozd183@gmail.com

Анотація. За допомогою системного підходу проаналізована перспектива рециклінгу відходів, які утворюються на підприємствах з виробництва скляних виробів будівельного, побутового, декоративного призначення, предметів мистецтва. Визначено, що скляний бій являє собою стратегічно важливу сировину базу, застосування якої створює передумови для одержання нових функціональних композиційних матеріалів. За ідентифікаційні ознаки системи прийнято цільове призначення, хімічний склад стекол, тип структури, теплову історію, вартісні показники переробки. Підкреслена необхідність застосування електронно-довідникової інформації. Запропонована технологічна схема переробки бою скла на порошок.

Ключові слова: рециклінг, скляний бій, виробництво, порошок, технології, електронно-довідникова інформація, системний підхід.

На сьогоднішній час скляна галузь в Україні є однією з найбільш стабільних, що обумовлено зростаючим попитом населення на різновиди продукції, а саме: листове скло (армоване, пофарбоване, забарвлене), тарні та посудні вироби (зокрема парфумерної та медичної тари), оптичні прилади, скловолокно, медичні інструменти та ін. Зростання обсягів будівництва, впровадження нових технологій у харчову, медичну промисловість, фармацію визначатиме певний вклад в показник ВВП країни. Сировиною для виробництва скла є різнозернисті кварцові піски, сода, крейда, гіпс, поташ [1]. Крім того, українські заводи у повній мірі використовують 35-40 % склобою (≈ 350…400 тис. тон склобою на рік): 10 %становлять внутрішні виробничі відходи, решта транспортується з Білорусі (≈ 63 % від всього імпорту), Угорщини (≈ 21 %), Литви (≈ 13 %), Молдови (≈1,5 %) [2, p. 80-82]. Ефективне використання виробничих відходів допоможе суттєво зекономити сировинні та енергетичні ресурси та розшити асортимент функціональних композиційних матеріалів. Таким чином, рециклінг слід вважати важливою складовою стратегічного управління, дослідження якого можливе методами системного аналіза.

Метою роботи є аналіз перспектив розвитку технологій рециклінгу відходів, які утворюються на підприємствах з виробництва скляних виробів з виявленням ідентифікаційних ознак для їх систематизації.

Методологія досліджень полягатиме у формулюванні цілісної системи ідентифікаційних ознак; аналітичному підборі інструментарію досліджень; систематизації інформації за допомогою електронних ресурсів.

Виходячи з класичних технологій декоративної обробки стекол та скловиробів [3] за ідентифікаційні ознаки рециклінгу прийнято: цільове призначення майбутньої продукції, хімічний склад скла, тип структури, теплову історію та вартісні показники. Витратну частину на внутрішні відходи скляного виробництва вже покладено у собівартість продукції.

За даними роботи [4, с. 222-225] одним з перспективних видів переробки скляних відходів вважається одержання порошку. Саме скляний порошок застосовується для виготовлення ізоляційної продукції (піскла, скловати тощо), виробництва керамічної сантехніки, цегли, ландшафтному дизайні, для виготовлення дизайнерських виробів та композиційних матеріалів, зокрема абразивів. На рис. 1 наведено розроблену авторами технологічну схему переробки бою скла та бракованих кришталевих виробів на стеклопорошок [5, с. 180-185].

Основний обсяг внутрішніх відходів скляного виробництва перепадатиме на бій випадкового характеру, обрізки листів, браковані вироби. Тому виникатиме потреба у систематизації вихідних даних з розробкою вузькопрофільного електронного довідника з базою даних документально-фактографічного типу, до якої можна додавати як існуючі, так і нові дані про хімічний склад стекол, їх структуру з цифровими мікрофотографіями, діаграмами стану, фрагментами дифратограм або ІЧ-спектрів, фізико-механічні властивості, теплову історію тощо. У найбільшій мірі ефективним вимогам користувача відповідатиме інформаційно-довідникова система «*NemetalsData*» або «*CompositeData*», авторський опис якої наведено у роботі [6, с. 496-498].

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у розгляді ситуаційниї сценаріїв щодо пошуку найбільш ефективних шляхів зі створення нових функціональних матеріалів.

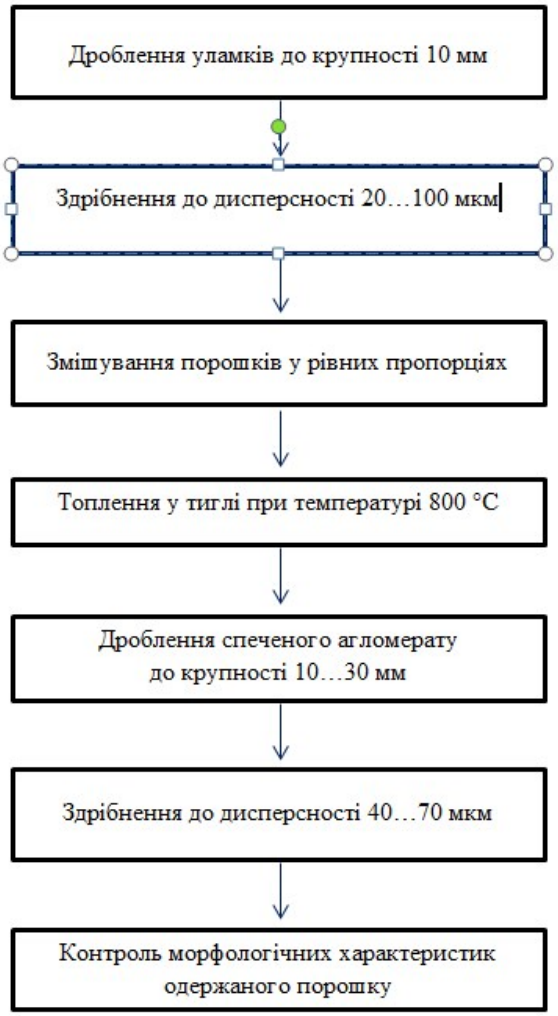


Рис. 1. Технологічна схема переробки бою скла та бракованих кришталевих виробів на стеклопорошок

Висновки

1. Скляний бій являє собою стратегічно важливу сировину базу, застосування якої створює передумови для одержання нових функціональних композиційних матеріалів. Запропонована технологічна схема переробки бою скла на порошок.

2. За ідентифікаційні ознаки системи прийнято цільове призначення, хімічний склад стекол, тип структури, теплова історію, вартісні показники переробки; для їх систематизації запропоновано нову інформаційно-довідникову систему.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Маневич В. Е., Субботин К. Ю., Ефременков В. В. Сырьевые материалы, шихта и стекловарение : монография. : Стройматериалы. 2008. 223 с.

[2] Ukraine Glass industrymaitains sustainable operation // Glass Worldwide: November/Dezember. 2020. P. 80-82.

[3] Гулоян Ю. А. Декоративная обработка стекла и стеклоизделий. М. : Высшая школа. 1989. 223 с.

[4] Чупрова Л. В., Мишурина О. А. Экологические и экономичесике аспекты утилизации отходов стекла // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 11-2. С. 222-225.

[5] Казимиренко Ю. О., Дрозд О. В., Жарський Є. І. Технологічні особливості і фізико-хімічні процеси переробки кришталевих стекол на порошок // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, 2020. Серія : Технічні науки.– Том 31 (70), № 4. С. 180-185.

[6] Фарионова Т. А., Казимиренко Ю. А., Аистова Ю. С. Компьютерные информационные ресурсы в исследовании и проектировании неметаллических композиционных материалов // Матеріали IV міжнар. Наук.-техн. Конф. «Інновації у суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2013. С. 496-498.

System-analytical research of waste processing technologies of glass manufactoring

Y. Kazymyrenko[1], O. Drozd[2]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. With the help of a systematic approach, the prospect of recycling of waste which is generated at the enterprises for the production of glass products for construction, household, decorative purposes, art objects has been analyzed.

It is determined that broken glass is a strategically important raw material base, the use of which creates the preconditions for obtaining new functional composite materials. The purpose, chemical composition of glasses, type of structure, thermal history, cost indicators of processing are accepted as identification signs of the system. The need to use electronic reference information has been emphasized. The technological scheme of processing of broken glass into powder has been offered.

Key words: recycling, broken glass, production, powder, technologies, electronic reference information, system approach.

УДК 621.793.7

ОТРИМАННЯ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ З КОМПЛЕКСОМ ПІДВИЩЕНИХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Карпеченко А.А.[1], Бобров М.М.[2], Савенков О.І.[3], Кондратьєва А.А.[4]
[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри матеріалознавства і технології металів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[2]кандидат технічних наук, асистент кафедри матеріалознавства і технології металів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[3]асистент кафедри механіки та конструювання машин Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[4]студентка Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна.

Анотація. Досліджено можливість підвищення комплексу фізико-механічних і експлуатаційних властивостей плазмових покриттів з порошків марок ПГ-19М-01 і ПРХ18Н9 за рахунок електроімпульсного впливу на гетерофазний високотемпературний струмінь при напиленні і подальшої поверхневої пластичної деформації нанесених покриттів дробоструменевою обробкою. Показано, що дробоструменева обробка забезпечує формування зміцненого шару товщиною до 180...200 мкм, при цьому максимальний рівень мікротвердості спостерігається на глибині близько 60 мкм. Мікротвердість покриття з порошку ПГ-19М-01 в точці максимального зміцнення підвищується на 35%; сталевих покриттів з порошку ПР-Х18Н9 – на 48% в порівнянні зі станом після напилення. Проведено експериментальні дослідження впливу зазначеної обробки на міцність зчеплення і зносостійкість отриманих покриттів.

Показано, що після проведення дробоструменевої обробки міцність зчеплення покриттів знижується на 10...15%, а зносостійкість підвищується на 32...38%.

Ключові слова: плазмові покриття, поверхнева пластична деформація, твердість, зносостійкість, міцність зчеплення.

У сучасних тенденціях розвитку технології плазмового напилення можна виділити ряд перспективних напрямків. Найбільш кардинальним є підвищення комплексу функціональних властивостей покриттів за рахунок їх наноструктурування. Отримують такі покриття напиленням агломерованих порошків з нанорозмірними частинками [1]. При цьому підготовлені порошки мікронних розмірів подають у високотемпературний плазмовий струмінь традиційним способом за рахунок використання транспортувального газу. Також для подачі ультрадисперсних порошків використовують суспензії [2], а сам процес їх нанесення отримав назву Suspension Plasma Spraying (SPS). Останнім часом запропоновано плазмову технологію нанесення покриттів з використанням прекурсорів, що містять дрібнодисперсні порошки керамік – Solution Precursor Plasma Spraying (SPPS). Процес складається з послідовного швидкого випаровування розчинника при вприскуванні прекурсора в плазмовий факел на зріз сопла плазмотрону, піролізу в плазмовому високотемпературному струмені і кристалізацією на підкладці [3]. Зазначені способи характеризуються складністю додаткового обладнання, необхідністю трудомісткої підготовки матеріалів, що напилюються. Досить перспективними вважаються способи формування нанокристалічного стану в поверхневому шарі за рахунок поверхневої пластичної деформації ультразвуковою ударною або електромеханічною обробкою [4, 5]. Окремий напрямок складають способи які спрямовані на створення композиційних плазмових покриттів за рахунок застосування металевих матеріалів і наповнювачів (скло, полімер, кераміка, карбіди) [6] або напилення плакованих порошків [7]. Багатообіцяючими вважаються способи, в яких використовується імпульсний вплив на процес напилення. Попередні дослідження [8] показали, що саме електроімпульсний вплив на гетерофазний високотемпературний потік при напиленні дозволяє значно підвищити міцність зчеплення з основою, щільність і твердість покриттів за рахунок зменшення середнього розміру частинок, що напилюються і збільшення їх швидкості. При цьому додаткове обладнання є досить недорогим у виробництві і простим у застосуванні.

Актуальним є дослідження можливості комбінації декількох способів, що дозволяє значно підвищити фізико-механічні та експлуатаційні властивості функціональних плазмових покриттів і забезпечити їх необхідний рівень.

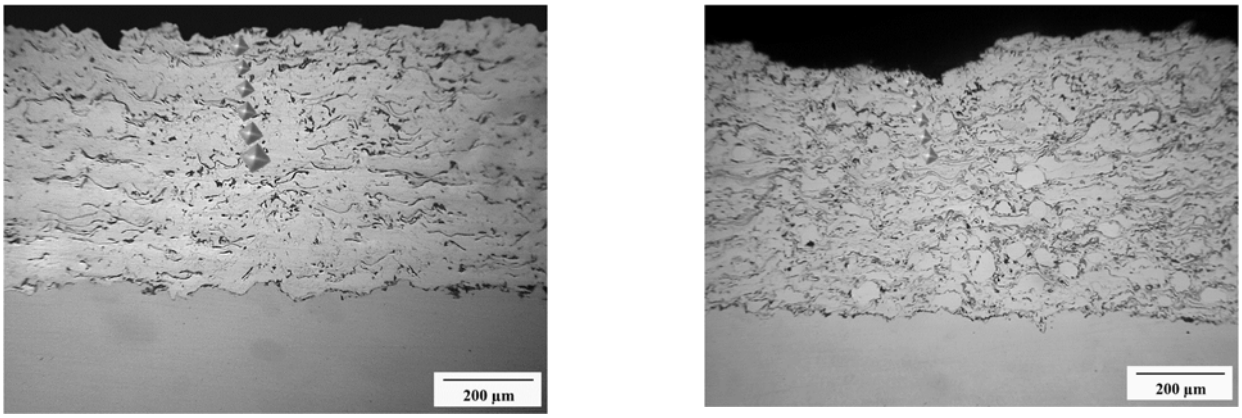
Для отримання плазмових покриттів з підвищеними фізико-механічними та експлуатаційними властивостями їх формування здійснювали із застосуванням електроімпульсного впливу на гетерофазний високотемпературний струмінь. Для подальшого підвищення їх властивостей, отримані зразки з плазмовими покриттями піддавали дробоструйній обробці.

Тривалість дробоструминної обробки розраховували за формулою [10]:

$$t = \frac{7.6ld\sqrt{H}}{k_i v m_{др} \sin^2 \alpha} \qquad (1)$$

де l – відстань від сопла до оброблювальної поверхні, мм; d - діаметр дробу, мм; H – твердість оброблювального матеріалу; k_i - коефіцієнт, який враховує кількість необхідних ударів для забезпечення зміцнення (k_i = 0,8); v – швидкість часток дробу, м/с; $m_{др}$ - витрати дробу, кг/хв; α - кут між потоком дробу та оброблювальною поверхнею, град.

Тривалість дробоструменевої обробки зразків з плазмовими покриттями становила 1 хв. Необхідність визначення часу пов'язана з тим, що більш тривалий наклеп знижує твердість поверхні за рахунок появи великої кількості дефектів, які сприяють передчасному руйнуванню покриття. Глибину наклепаного шару встановлювали шляхом визначення значень мікротвердості плазмового покриття на поперечних шліфах (рис. 1).



а б

Рис. 1. Розмір відбитків індентору в залежності від глибини наклепаного шару плазмового покриття, отриманого з порошків марок ПГ-19М-01 (а) та ПР-Х18Н9 (б)

Згідно з отриманими результатами визначення значень мікротвердості у всіх випадках максимальна їх величина спостерігаються не поблизу поверхневого шару плазмового покриття (рис. 1), а на глибині приблизно 60 мкм від місця дробоструменевої обробки. Пояснюється це тим, що в місці удару дробу виникає локальний нагрів поверхневого шару, який і приводить до зниження наклепу тонких приповерхневих шарів, а зона максимального зміцнення зміщується до підповерхневого шару. Мікротвердість покриття отриманого з порошку ПГ-19М-01 в точці максимального зміцнення підвищується з 1,6 ГПа до 2,16 ГПа (+ 35%); нержавіючих сталевих покриттів з порошку марки ПР-Х18Н9 з 2,95 ГПа до 4,37 ГПа (+ 48%). Більший ефект підвищення твердості покриттів з нержавіючої сталі пояснюється їх здатністю до деформаційного зміцнення за рахунок формування α'-фази мартенситного типу [10]. Глибина наклепаного шару складає 180…200 мкм, після чого мікротвердість приймає значення, які відповідають необробленому матеріалу покриття.

У даній роботі для визначення міцності зчеплення з металевою основою використовували штифтовий метод, оскільки він дозволяє оперативно проводити випробування безпосередньо після нанесення покриття на зразки. Згідно з отриманими даними, після проведення дробоструменевої обробки міцність зчеплення покриттів зі сталевою основою знижується на 10...15% у порівнянні зі станом після напилення, ймовірно, за рахунок виникнення додаткових внутрішніх напружень в поверхневих шарах плазмового покриття.

Дробоструминна обробка забезпечує підвищення зносостійкості на 32% для покриттів, отриманих з порошку марки ПГ-19М-01; на 38% для покриттів, сформованих з порошку нержавіючої сталі марки ПР-Х18Н9. Ефект збільшення зносостійкості покриттів корелюється з ефектом підвищення їх твердості. Знос контртіла обернено пропорційний зносу покриття: чим більша твердість і зносостійкість покриття, тим більше зношується контртіло, але остання характеристика зростає менш інтенсивно, ніж твердість покриття.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Gao Y. A novel plasma-sprayed nanostructured coating with agglomerated-unsintered feedstock / Y. Gao, Y. Zhao, D. Yang, J. Gao // Journal of Thermal Spray Technology. – 2016. – Vol. 25, pp. 291-300. doi: 10.1007/s11666-015-0340-1.

[2] Qiu C. Manufacturing process of nanostructured alumina coatings by suspension plasma spraying / C. Qiu, Y. Chen // Journal of Thermal Spray Technology. – 2009. – Vol. 18, pp. 272-283. doi: 10.1007/s11666-009-9295-4.

[3] Lohia A. Deposition of nanocomposite coatings employing a hybrid APS + SPPS technique / A. Lohia, G. Sivakumar, M. Ramakrishna // Journal of Thermal Spray Technology. – 2014. – Vol. 23, pp. 1054-1064. doi: 10.1007/s11666-014-0071-8.

[4] Васильєв М.О. Синтез деформаційних нанокомпозитів на поверхні алюмінійового сплаву Д16 за допомогою ультразвукового ударного оброблення / М.О. Васильєв, Б. М. Мордюк,

С. І. Сидоренко // Металофізика та новітні технології. – 2016. - №4 - С.545 563. doi: 10.15407/mfint.38.04.0545.

[5] Ivannikov A.Y. The effect of electromechanical treatment on structure and properties of plasma-sprayed Fe-30Cr coating / Journal of Thermal Spray Technology. – 2019. – Vol. 28, pp. 883-892. doi: 10.1007/s11666-019-00868-y.

[6] Mal'tseva S. V. Structure and properties of modified plasma-sprayed composite coatings on a titanium base / S. V. Mal'tseva, I. P. Mel'nikova, A. V. Lyasnikova, A. M. Zaharevich // Mechanics of Composite Materials. – 2016. – Vol. 52, pp. 531-534. doi:10.1007/s11029-016-9603-2.

[7] Borisov Y.S. High-velocity air plasma spraying of (Ti, Cr)C–32 wt.% Ni clad powder / Y.S. Borisov, A.L. Borisova, M.V. Kolomytsev // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2017. – Vol. 56, pp. 305-315. doi: 10.1007/s11106-017-9898-0.

[8] Dubovyi O.M. Perspectives of improving physical and mechanical properties of thermal coatings by electropulse exposure / O.M. Dubovyi, O.V. Chechel, M.M. Bobrov, Yu. Ye. Nedelko // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2017. – Vol. 1, pp. 82-87.

[9] Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник / Л.Г. Одинцов. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.

[10] Бородулин Г.М. Нержавеющая сталь / Г.М. Бородулин, Е.И. Мошкевич. – М.: Металлургия, 1973. – 319 с.

Obtaining of plasma coatings with the complex of improved physical-mechanical and operating properties

Anton Karpechenko[1], Maksym Bobrov[2], Oleg Savenkov[3], Anna Kondratieva[4]
[1-4]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The possibility of improving of the complex of physical, mechanical and operational properties of plasma coatings from the powders of PG-19M-01 and PRH18N9 due to the electric pulse effect on the heterophase high-temperature flow during spraying and further surface plastic deformation of the deposited coatings by the shot blasting has been investigated. It is shown that the shot blasting provides the formation of the hardening layer with the thickness of up to 180...200 μm, while the maximum level of microhardness is observed at the depth of about 60 μm. The microhardness of the coating from PG-19M-01 powder at the point of maximum hardening increases by 35%; steel coatings from PR-H18N9 powder – by 48% compared to the post-spraying state. Experimental studies of the effect of this treatment on the bond strength and wear resistance of the obtained coatings have been carried out. It is shown that after shot-blasting the bond strength of the coatings decreases by 10...15%, and the wear resistance increases by 32...38%.

Keywords: plasma sprayed coatings, surface plastic deformation, hardness, wear resistance, bond strength.

УДК 621.534.762.134

МОДУЛИРОВАННЫЕ И ИМПУЛЬСНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И УСТАНОВОК

Лебедев В.А.[1], Лой С.А.[2]

[1]доктор технических наук, профессор кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина

[2]доцент НУК, старший преподаватель кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина

welding.kherson@nuos.edu.ua

Аннотация. В работе рассматриваются возможности применения импульсных и модулированных режимов работы при ведении процесса плазменного напыления. На основе анализа определено, что эти режимы могут существенно повлиять на характеристики наплавленного слоя. Это относится к прочности твёрдости, стойкости и др. Выявлены основные варианты технических средств с возможностью реализации импульсных и модулированных режимов, которые функционируют в настоящее время. Показаны возможности инверторных источников питания для совершенствования плазменного напыления.

Ключевые слова: плазменное напыление, характеристики покрытия, модуляция. технические средства.

Рассматривая возможные варианты повышения качества рабочих поверхностей узлов и деталей по технико-технологическим и экономическим показателям очевидно, что одними их основных в настоящее время и в обозримом будущем будут технологии упрочнения и восстановления узлов и деталей, среди которых электродуговая наплавка и различные виды газотермического напыления. При этом следует учитывать особенности применения выбранных видов модифицирования поверхностей

Тенденции развития техники приводят к росту удельных нагрузок на детали машин, что требует применения современных технологий, позволяющих повысить качество новых и восстанавливаемых изделий. Это относится к условиям эксплуатации узлов и деталей газотурбинных двигателей и установок [1].

Распространённый способ восстановления и защиты узлов и деталей - плазменное напыление является достаточно эффективным инструментом поэтому постоянно совершенствуется, как по оборудованию, так и по технологическим приёмам и особенно по напыляемым материалам с особенностью применения для эффективного решения отдельных задач, например, термобарьерные, повышающие механическую стойкость и др.

Следует отметить, что плазменное напыление имеет ряд достаточно выраженных ограничений в использовании, к числу которых относятся: недостаточная прочность покрытия, как когезионная и адгезионная, остаточные растягивающие напряжения для большого числа покрытий, которые отрицательно влияет на сопротивление усталости. Всё это в значительной мере ограничивает толщину напыления, и др.

Актуальными для техники и технологии плазменного напыления с потребляемыми им мощностями являются задачи энерго и ресурсосбережения.

Проблема обеспечения высокого качества процессов плазменного напыления покрытий является темой многих исследований учёных и конструкторов, при этом очевидно, что наиболее перспективными из них являются процессы с динамизацией напыления с помощью модуляции его параметров (модуляции мощностей дуги плазмотрона, с изменением амплитуды, длительностей и формы импульсов и частоты). Важным и перспективным может быть применение импульсного изменения параметров плазменного напыления. Всё это может улучшить физико-механические характеристики покрытий по параметрам прочности, износостойкости, пористости, твердости и др.

Можно добавить, что модуляция электрических параметров плазмотрона заключается в наложении импульсов тока прямой и обратной полярности на средний ток дуги, что обеспечивает импульсное изменение мощности дуги – увеличивает или уменьшает её.

Очевидно, что такое воздействие, в частности в управляемом режиме позволяет широком диапазоне влиять на параметры плазменного напыления, его энергетические характеристики и, как следствие, качеством покрытий.

Получение модулированных режимов работы плазмотрона по электрическим параметрам, а также организация импульсных алгоритмов достаточно непростая задача. Отмечено [2, С17-19], что в технологических плазмотронах можно наблюдать значительные по величине неконтролируемые колебания технологических параметров плазмотрона. Происхождение таких колебаний связано с рядом особенностей функционирования установки

для плазменного напыления. Прежде всего, это колебания напряжения источника питания, тип плазматрона и колебания самой дуги. При этом колебания потребляемой мощности могут колебаться в пределах 50…100% от среднего значения параметра.

Существенные изменения параметров работы плазмотрона затрудняет подачу порошка в плазменный поток струю, что это зачастую может приводить к ухудшению качества покрытий из за того, что часть частиц может быть недогрета, а часть перегрета. Это затрудняет или даже исключает применение уже имеющихся источников для комплектования плазменных установок для создания их модулированных режимов.

Модулированные и импульсные режимы установок для плазменного напыления могут обеспечиваться различными способами. Для примера отметим те которые в настоящее время применяются в установках:

- модуляция выносной дуги прямой полярности позволяет получить покрытия с высокими физико-механическими и триботехническими свойствами, при этом прочность соединения покрытия с основой увеличивается в 1,15…1,25 раза, износостойкость покрытий – в 1,25…1,35 раза;

- наложение импульсов тока прямой и обратной полярности на средний ток дуги, что приводит соответственно к импульсному увеличению или снижению мощности дуги, что является эффективным методом, позволяющим просто управлять технологическими параметрами плазменного напыления, его энергетическими характеристиками и, как следствие, качеством покрытий.

Указанные и другие способы и устройства для модуляции электрических характеристик плазменного напыления имеют общий недостаток – сложность технической реализации, зачастую требующей наличия двух достаточно мощных, а, следовательно, дорогих источников.

Широкое распространение в последнее время инверторных технологий в том числе и малоинерционных источников для сварки и плазменных технологий с регулируемыми параметрами динамических и статических характеристик. Такие источники, разрабатываемые специально для установок плазменного напыления, практически исключают отмеченные выше возможность неуправляемых колебаний мощности. Кроме этого, целенаправленно разработанные компьютеризованные источники данного типа позволяют получить выходные характеристики с одновременным поддержанием установленной величины среднего тока с одновременной модуляцией тока различной формы, частоты и скважности, задаваемые программно.

Применение инверторных источников тока для реализации процессов плазменного напыления, в том числе и с введением обратных связей по параметрам процесса, является перспективным направлением в совершенствовании техники и технологии плазменного напыления.

Можно отметить, что движением порошковых материалами в процессе напыления также можно управлять в импульсном и модулированном режимах, создавая определённые условия формирования слоя. Важно выделить, что разработка направления, в котором определённым образом синхронизируются алгоритмы подачи напыляемого материала и электрические параметры дуги может дать новые возможности промышленным процессам плазменного напыления.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Будиновский, С. А. Современные способы нанесения теплозащитных покрытий на лопатки газотурбинных двигателей (обзор) / С. А. Будиновский, Д. А. Чубаров, П. В Матвеев /*Авиационные материалы и технологии*. – 2014. – S5. – С. 38–44. – doi: 10.18577/2071-9140-2014-0-s5-38-44.

[2] Гутман, Б. Е. Влияние модуляции плазменной дуги на некоторые параметры технологии напыления [Текст] / Б. Е. Гутман // Сварочное производство. — 1984. — № 9. — С. 17–19

Modulated and pulsed effects on the process plasma spraying of components and parts of gas turbine engines and installations

V.O. Lebedev[1], S.A. Loi[2]
[1-2]Kherson Branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract. The paper considers the possibilities of using pulsed and modulated modes of operation in the process of plasma spraying. On the basis of the analysis it is determined that these modes can significantly affect the characteristics of the deposited layer. This refers to hardness strength, durability, etc. The main variants of technical means with the possibility of implementing pulsed and modulated modes, which are in operation at present, have been revealed. The possibilities of inverter power sources for improvement of plasma spraying are shown.

Key words: plasma spraying, coating characteristics, modulation. technical means.

УДК 621.793.72

ОБЪЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И УСТАНОВОК

Лебедев В.А.[1], Лой С.А.[2], Ермолаев Г.В.[3], Матвиенко М.В.[4]
[1]доктор технических наук, профессор кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина
[2]доцент НУК, старший преподаватель кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина
welding.kherson@nuos.edu.ua;
[3]кандидат технических наук, профессор НУК, заведующий кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
[4]кандидат технических наук, доцент кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина

Аннотация. Методом компьютерного моделирования и аналитическим расчетом выполнен анализ напряженного состояния при испытаниях на прочность сцепления, изгиб и термостойкость образцов с напыленными покрытиями. Предложены конструкции установок для определения прочности сцепления покрытий и их термостойкости.

Ключевые слова: покрытие, прочность сцепления, термостойкость, напряженное состояние.

Эффективное использование современных газотурбинных двигателей и установок в значительной степени зависит от его технического состояния. К настоящему времени большое число отмеченного оборудования судов находится в эксплуатации длительный период, поэтому объемы ремонтных работ для поддержания их работоспособности постоянно увеличиваются [1, С.38-44]. Поскольку экономичность и безопасность работы газотурбинных двигателей и установок непосредственно зависят от рабочего состояния основных узлов и деталей, например лопатки, то к параметрам надежности их работы предъявляются повышенные требования. Для примера отметим, что в условиях повышенных температур стойкость рабочих лопаток газотурбинных двигателей в значительной степени определяется возможностью их защиты жаропрочными покрытиями

Эффективным способом защиты внутренней и проточной поверхностей лопаток от коррозионного повреждения и высокотемпературного окисления является нанесение

современных теплозащитных покрытий плазменным напылением, предназначенных, в том числе и для снижения теплопритока к материалу лопатки, которые, в основном, обеспечиваются термобарьерными покрытиями.

Для получения качественного покрытия существуют и далее разрабатываются методы их анализа и контроля, что позволяет оценить их качество, способ нанесения и, что очень важно прогнозировать направления совершенствования способов систем, материалов плазменного напыления. К их числу необходимо отнести методы с аналитическим описанием, математическим и моделированием качества покрытия, а также методы экспериментального исследования.

Предложена методика расчёта с компьютерным моделированием напряженного состояния покрытий, которая в достаточно значимом объёме описывает основные явления напряжённого состояния с выводами необходимых зависимостей. Они могут быть основанием для выработки целенаправленных технологических рекомендаций при напылении конкретных узлов и деталей как для авиационной техники, например, лопаток турбин, так и для других видов технических систем, где одним из основных требований является надёжность и ресурс.

Осмотр полученного покрытия – первый этап его оценки может выявить наиболее явные отклонения от качественного результата, среди которых трещины, отслоения, наплывы, непокрытия и др.

Очень информативным для оценки покрытий, в том числе и многослойных, являются металлографические исследования, которые позволяют не только выявить структуру покрытий, но и показать направления выбора напыляемых материалов.

Для исследования микроструктуры используется оптическая и растровая электронная микростроскопия.

Твердость образцов традиционно измеряется с помощью твердомера Виккерса.

Для оценки специфичных особенностей покрытий используется рентгенофазовый анализ покрытий.

Однако особое внимание при определении качества плазменных покрытий следует уделить характеристикам механической прочности или адгезионной прочности - определяющей целостность напиленного слоя [2, С.10-12].

Можно заметить, что адгезионная прочность зависит не только от характеристик напыляемого материала и выбранных режимов работы установки, но и от условий эксплуатации газотурбинного оборудования и определяется как частица отделенная разрушающей нагрузкой на площадь торцевой поверхности в виде следующего выражения

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

где σ - прочность сцепления с основой; P - растягивающая сила; F - площадь поперечного сечения исследуемого образца.

Для определения прочности покрытий используется, в основном метод вытягивания конусного штифта. Такое сравнительное испытание покрытия на отрыв для ряда образцов выполняется методом вытягивания упомянутых штифтов на специально разработанной установке. В таких установках используют, как правило, механический принцип вытягивания.

Нами предложена конструкция установки, в которой предложен электромеханический принцип. Для создания усилия вытягивания используется современная конструкция регулируемого электропривода на базе вентильного электродвигателя с программируемой системой управления параметрами движения. Такая установка позволяет с высокой точностью задавать и фиксировать движения вытягиваемого штифта, а также программно задавать алгоритм вытягивания вплоть до вибраций, что позволяет оценить прочность покрытия в условиях существенных колебаний узлов и деталей оборудования.

Исходя из условий эксплуатации газотурбинных двигателей и установок, большое значение для оценки качества покрытий имеет их термостойкость -прочность при различных видах тепловых воздействий.

Для нагрева образца использовалась разработанная установка определения стойкости покрытий к теплосменам. В качестве источника нагрева применяется источник инверторного типа с блоком программируемого управления регулирования, позволяющий задавать необходимый уровень температуры нагрева поддерживать его и необходимое время выдержки. Важной особенностью блока является контролируемо ограничение тока короткого замыкания. установка может быть использована для ряда исследовательских задач. Схема установки представлена на рис.1

Для комплектования установки выбран терморегулятор UDS-12.R TP995 с автоматическим удержанием заданной температуры в зоне нагрева. В состав регулятора включен цифровой индикатор температуры.

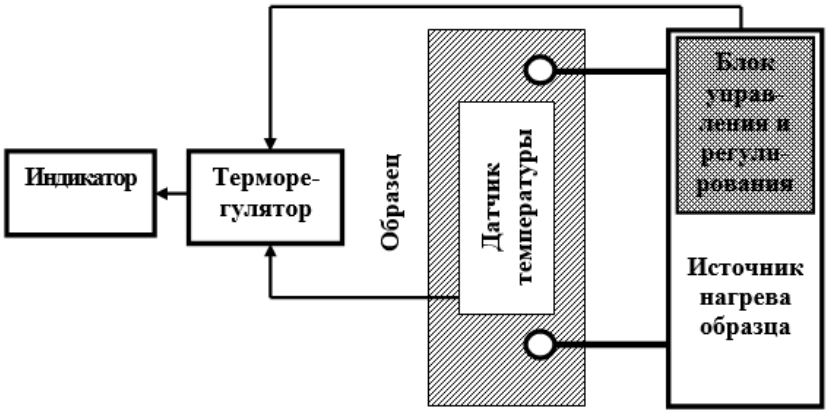


Рис. 1 Структурна схема установки для определения стойкости покрытий к теплосменам

Установка используется для сравнительного исследования плазменных уплотнительных покрытий узлов газотурбинных, которые используются в составе судового оборудования.

Приведенный краткий перечень говорит о широком спектре методов анализа и контроля плазменных покрытий и не исключает применение других методов оценки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Будиновский, С. А. Современные способы нанесения теплозащитных покрытий на лопатки газотурбинных двигателей (обзор) / С. А. Будиновский, Д. А. Чубаров, П. В Матвеев /Авиационные материалы и технологии. – 2014. – S5. – С. 38–44. – doi: 10.18577/2071-9140-2014-0-s5-38-44.

[2] Лебедев В.А., Лой С.А. Прочность покрытий при плазменном напылении рабочих органов газотурбинных двигателей и установок при испытаниях на отрыв //”Актуальні напрями матеріалознавства: збільшення ресурсу конструкцій на основі конвергенції сучасних технологій обробки матеріалов” (24-25 вересня 2020). С.10-12.

Objective methods of analysis and control of plasma coatings for units and parts of gas turbine engines and units

V. Lebedev[1], S. Loi[2], G. Yermolayev[3], M. Matviienko[4]
[1-4]Kherson branch Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The method of computer simulation and analytical calculation performed the analysis of the stress state during tests for adhesion, bending and heat resistance of samples with sprayed coatings. The designs of installations for determining the adhesion strength of coatings and their heat resistance are proposed.

Key words: coating, adhesion strength, heat resistance, stress state.

УДК 542.46

НАНОСТРУКТУРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ДЕФОРМОВАНИХ СТАЛЕЙ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗЦІЙНОЮ ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

Макруха Т.О.[1], Дубовий О.М.[2]

[1]кандидат технічних наук, асистент кафедри матеріалознавства та технології металів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна; tmakruha@gmail.com

[2]доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри матеріалознавства та технології металів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянуто вплив комбінованої деформації на термічну стабільність технічно чистого заліза, сталей 20, 45, У8, 12Х13 та 40Х шляхом комбінування різновидів деформацій. Метою роботи є підвищення термічної стабільності полігонізаційної субструктури технічно чистого заліза, сталей 20, 45, У8, 40Х та 12Х13 шляхом комбінованої деформації. Експериментально досліджено вплив розміру областей когерентного розсіювання, кількості наноструктурних елементів та кута дезорієнтації субзерен на фізико-механічні властивості, а саме твердості заліза та сталей. Установлена можливість термічної стабільності полігонізаційної субструктури в процесі передрекристалізаційної термічної обробки після попередньої комбінованої деформації.

Ключові слова: комбінована деформація; проблеми матеріалознавства; субзерна; наноструктурні матеріали.

Підвищення фізико-механічних властивостей деформованих сталей можливе за рахунок передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО), яка забезпечує формування здрібненої субструктури протягом короткого (до 10 хв) часу витримки [1] є актуальним завданням сучасного матеріалознавства.

В роботі [2] встановлено можливість підвищення термічної стабільності полігонізаційної субструктури в процесі передрекристалізаційної термічної обробки (ПТО) технічно чистих заліза і нікелю, яка полягає у проведенні холодної динамічної і статичної деформації.

Відпалені зразки технічно чистого заліза та сталей піддавали різним видам комбінованого деформування і наступній ПТО при температурі 500°С з витримкою 60 хв.

У підсумку за оптимальний вид деформації обрано комбінування холодної динамічної на 30% та статичної на 30% деформацій (сумарно на 60%), так як вона забезпечує стабільну твердість при 500°С при витримці до 60 хв. Далі застосовували саме цей спосіб комбінованого деформування.

Визначення середнього розміру областей когерентного розсіювання (ОКР) сталей 20; 45; У8; 40Х, 12Х13 (табл. 1) здійснювали за допомогою формули Шеррера (у чисельнику вказано твердість та розмір ОКР після комбінованого деформування, а у знаменнику – після комбінованого деформування та термообробки при 500°С з витримкою 60 хв).

Таблиця 1 – Твердість та середній розмір ОКР комбіновано-деформованих зразків вуглецевих та легованих сталей до (чисельник) та після (знаменник) ПТО

Марка сталі	Твердість HV_5, ГПа	Середній розмір ОКР, нм
Сталь 20	1,97/2,28	145/190
Сталь 40	2,24/2,44	110/180
У8	2,57/3,00	130/130
40Х	1,86/2,52	130/120
12Х13	2,02/2,83	120/110

Застосування обраної комбінованої деформації з наступною ПТО при температурі 500°С протягом 60 хв забезпечує більший розмір субзерна, ніж після деформування (сталі 20; 45) та однаковий у сталі У8, при цьому для усіх сталей характерне підвищення твердості (на 9…17 %) після комбінованого деформування і ПТО (500°С, 60 хв). У легованих сталей розмір субзерен після комбінованої деформації та ПТО менший, ніж після деформування, що забезпечує суттєве збільшення твердості (на 35…40%).

Властивості матеріалів в значній мірі залежать від відносної кількості нанорозмірних субзерен, тому визначення долі нанорозмірної складової в певній мірі дозволяє прогнозувати властивості матеріалів [3, 4]. Крім того, розміри субзерен і кути їх дезорієнтації свідчать про накопичення дислокацій у комірках, а кут дезорієнтації субзерен ще визначає термічну стабільність субграниць (табл. 2).

Наведені в табл. 2 дані свідчать про те, що комбінована деформація та наступна ПТО, яка забезпечує максимальні значення твердості, забезпечують збільшення кількості нанорозмірних субзерен щонайменше на 18% (сталь 20), максимально на 89% (сталь 12Х13), що пов'язано з великим вмістом у складі хрому. Кут дезорієнтації субзерен сталей суттєво більший після ПТО, ніж після комбінованого деформування.

Таблиця 2 – Відносна кількість нанорозмірних субзерен (чисельник, %) і кути їх дезорієнтації (знаменник, град.) деформованих технічно чистого заліза та сталей до та після передрекристалізаційної термічної обробки

Обробка	Технічно чисте залізо	Сталь 20	Сталь 45	У8	40Х	12Х13
комбіноване деформування	54/1,40	17/0,04	15/0,04	28/0,14	37/0,05	18/0,08
комбіноване деформування та термічна обробка з короткотривалою витримкою	75/2,16	20/0,10	22/0,88	42/0,21	65/0,08	34/0,16
комбіноване деформування та термічна обробка протягом 60 хв	58/1,80	16/0,08	18/0,24	19/0,19	16/0,06	12/0,14

ЛІТЕРАТУРА

[1] Пат. 95378 Україна МПК (2009) C21D8/00, C22F 1/00. Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів [Текст] / О. М. Дубовий, Т. А. Янковець, Н. Ю. Лебедєва, Ю. О. Казимиренко, О. О. Жданов, М. М. Бобров; заявник и патентовласник Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – № а 201120102248, заявл. 01.03.2010; опубл. 25.07.2011, бюл. № 14. – 6 с.

[2] Дубовий, О. М. Вплив комбінованого деформування на термічну стабільність полігонізаційної субструктури заліза, нікелю й сталей 20; 45 [Текст] / О. М. Дубовий, Лю Шен, Т. О. Макруха // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2017. - № 1. – С. 39-47.

[3] Долгушева, Е. Б. Влияние размера и формы свободных наночастиц на локальные изменения параметра решетки и структурную стабильность ОЦК-Zr и Fe / Е. Б. Долгушева, В. Ю. Трубицые // Физика твердого тела, 2010, том 52, вып. 6. – С. 1163-1171.

[4] Марахова, А. Определение размеров наночастиц в коллоидных растворах методом динамического рассеяния света / А. Марахова, В. Жилкина, Е. Блынская, К. Алексеев, Я. Станишевский // Нано Индустрия, 2016, №1/63. – С. 88-93.

Nanostructuring of industrial deformed steels by pre-crystallization heat treatment

Makhruha Tetiana[1], Aleksandr Dubovoy[2]
[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The influence of the combined deformation on the thermal stability of the poligonization substructure of the technically clean iron and steels are shown in the article. So, the purpose of the work is the increasing of the thermal stability of the poligonization substructure by combined deformation of iron, steel 20, 45, У8, 12Х13 and 40Х. The possibility of the increasing hardness on the maximum indexes are investigated and installed the optimum magnitude and species of the deformation and modes, namely temperature and time of the exposure, of the heat treatment. The possibility of the thermal stability of the poligonization substructure during pre-recrystallization heat treatment of the Fe and carbon and alloyed steels by using combined deformation is established. The decreasing of the sizes of the regions of the coherent scattering of the values of the physical and mechanical properties, such as hardness, is proved. Indexes of the quantities of nanoscale substructure elements and angle of orientation of the subgrains are calculated by methods of the harmonic analysis. The combined deformation allows the using this method for machine parts and appliances. It was shown that pre-crystallization thermal treatment allows to form a substructure with nanosized elements of size 80 nm (steel 45) in a combination of deformed steels, and their quantity can reach 75 % of the total number of structural components with a maximum angle of divergence of subgrains 2.16º (technically pure iron).

Keywords: combined deformation; problem of Material Science; subgrains; nanostructure materials.

621.923.04

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОГО НАСИЧЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ «КОЛІНЧАСТИЙ ВАЛ – ВКЛАДИШІ» АЛМАЗНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ

Ошовський В.Я.[1]
[1]кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Україна
oshovskyvikt@ukr.net

Анотація. Установка призначена для дослідження впливу насичення поверхонь тертя "колінчастий вал - вкладиші" алмазними включеннями на характеристики з'єднання. Процес насичення виконується сумішшю алмазної пасти і мастила при терті та стисненні поверхонь. Установка дозволяє визначати зміни мікроструктури поверхонь та триботехнічних характеристик спряження при різних режимах насичення торців циліндричних зразків. Передбачається, що можна визначити режими для одержання унікальних характеристик спряження, близьких до беззносності, з мікроструктурою поверхонь відповідно до класичного "принципу Шарпі".

Ключові слова: установка для дослідження, колінчастий вал, вкладиші, алмазна паста, притирання під тиском, насичення поверхонь, мікроструктура.

При ремонті двигунів внутрішнього згоряння та компресорів важливим питанням є відновлення і підвищення зносостійкості спряжень шийок колінчастого валу. Так існують різні

методи підвищення зносостійкості шийок валу при ремонті, наприклад - електролітичне хромування, електромеханічна обробка, газотермічні напилення різними порошковими матеріалами та інші.

Зносостійкість вкладишів колінчастого валу підвищують окремо від валу використанням різних підшипникових сплавів та їх покрить.

Кожен з методів відокремленої обробки валу і вкладишів визначає певні обмеження терміну роботи спряження. Деталь, яка зношується швидше визначає ресурс двигуна до ремонту.

Унікально високі триботехнічні властивості спряженням дає створення мікроструктури з алмазними включеннями в поверхнях тертя.

Так, експериментально доведено, що притирання металевих поверхонь алмазними пастами насичує їх алмазними частинками та зміцнює [1, с.40].

Відомо, що насичення поверхонь алмазними включеннями зменшує коефіцієнт тертя при обробці тиском [2].

Встановлено, що процес притирання під тиском поверхонь «шийка колінчастого валу – бабітові вкладиші» сумішшю алмазної пасти з дісульфідмолібденовою присадкою для масел надає спряженню унікальних властивостей, до беззносності [3, с. 285].

Припускається, що алмазні частинки в процесі тертя під тиском роздрібнюються, частково втискуються і завальцьовуються в поверхні, утворюючи мікроструктуру за класичним «принципом Шарпі», але з самими твердими включеннями, яку неможливо отримати широко відомими методами зміцнення. Алмазні включення підвищують зносостійкість, зменшують коефіцієнт тертя та надають інших важливих триботехнічних характеристик спряженню. Одна з яких в тому, що алмазні виступи мікронерівностей при локальних високих навантаженнях і температурах, з розривом масляної плівки, не приварюються до іншої поверхні, а перетворюються в графіт і згладжуються.

Для впровадження підвищення зносостійкості пар тертя насиченням алмазними включеннями ще недостатньо досліджені методи, процеси і режими.

Розроблена установка з метою дослідження режимів втиснення алмазних включень в обидві поверхні спряження зразків при їх терті під тиском.

Зразки мають циліндричну форму, зручну для мікроаналізу до і після насичення поверхонь. Один зразок з матеріалу колінчастого валу, а другий – з покриттям матеріалом підшипникового сплаву вкладиша.

Установка складається з токарного верстату та пристосувань, які під контролем температури зразків забезпечують задану питому силу їх стискання та визначення коефіцієнту тертя.

Токарний верстат установки дозволяє проводити насичення при різних швидкостях в процесі тертя стиснутих заданою силою зразків, робочі поверхні яких періодично покриваються сумішшю алмазної пасти з мастилом.

Основний вузол пристосування закріплюється конусним наконечником в пінолі задньої бабки токарного верстату. Цей вузол починаючи від пінолі складається з конусу Морзе у вигляді перехідної втулки з привареною до торця головкою болта. Далі болтом через резинове ущільнююче кільце кріпиться глухий корпус гідравлічного циліндра з манометром і додатковою пневматичною системою для регулювання сили тиску між зразками. Поршень гідроциліндра через оправку з'єднується з одним кільцем упорного шарикового підшипника. До другого кільця шарикового підшипника за допомогою оправки закріплюється один із зразків. З'єднання зразка з оправкою виконано таким чином, щоб осьова сила стиску передавалася через плаваючу опору для рівномірного і щільного прилягання поверхонь тертя зразків. Оправка із закріпленим зразком має важіль і може повертатися на певний кут для визначення з використанням динамометру чи іншого пристрою моменту сили, яка виникає при терті зразків, що необхідно для розрахунку коефіцієнта тертя.

Другий зразок пари тертя закріплюється в патроні передньої бабки токарного верстата та може мати центральний отвір для центрування зразків штирем. Зразок з'єднаний з піноллю задньої бабки також може мати отвір для центрування і подачі алмазної пасти у суміші з мастилом в процесі механічного насичення (шаржування) під тиском і притирання поверхонь.

Залежно від складу і властивостей поверхонь, питомого тиску і часу обробки можна отримати різну будову в поверхневих шарах зразків. Для дослідження мікроструктури поверхонь зразків та отримання її електронних фотокопій служить оптичний металографічний мікроскоп з електронним окуляром та ноутбуком з відповідною програмою.

Дослідження будови поверхонь і коефіцієнту тертя можна проводити залежно від складу і попередніх властивостей поверхонь, питомого стиску поверхонь, часу обробки і властивостей компонентів, що насичуються. За кожним дослідом визначаються триботехнічні характеристики і мікроструктура поверхонь зразків до і після насичення та притирання.

Таким чином установка дасть можливість визначення і наукового обґрунтування режимів підвищення зносостійкості, близької до беззносності, і зменшення коефіцієнту тертя - методом механічного насичення поверхонь алмазними включеннями в процесі їх тертя під тиском, що може надати спряженню «колінчастий вал - вкладиші» ДВЗ або компресора унікальних триботехнічних властивостей.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Барышников С.О. Нанотехнологии и работа двигателей внутреннего сгорания (постановка эксперимента) // Журнал университета водных коммуникаций. СПб : СПГУВК, 2009. Вып. 3. С. 33-42.

[2] Пат. RU №2371272 C1 VGR B21D41/02 (2006.01.) Способ поверхностного дорнования титановых сплавов / Рыбинская государственная авиационная технологическая академия им. П.А. Соловьева; А.В.Колобков. – Заявл. 05.06.2008; Опубл. 27.10.2009.

[3] Ошовський В.Я. Підвищення ресурсу колінчастого валу алмазно-дісульфідмолібденовою приробкою поверхонь тертя // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Кіровоград : КНТУ, 2016. Вип. 46. С. 279-286.

Installation for research of mechanical saturation of frictional surfaces "Crank shaft - inserts" by diamond inclusions

Viktor Oshovskyi[1]

[1]Pervomaysk Branch of National Shipbuilding University named after admiral Makarov.

Abstract. The installation is intended to study the influence of saturation of friction surfaces "Crank shaft - inserts" by diamond inclusions on the characteristics of the connection. The saturation process is performed by a mixture of diamond paste and lubricant with rubbed and compression of surfaces. The installation allows you to determine the changes in the microstructure of surfaces and tribotechnical characteristics of the compound with different saturation modes - on the ends of cylindrical samples. It is assumed that it is possible to determine the modes to obtain unique characteristics of the compound close to without wear, with the microstructure of surfaces according to the classical "Principle of Sharpi".

Keywords: Installation for research, crankshaft, inserts, diamond paste, pressing under pressure, saturation of surfaces, microstructure.

УДК 621.793.7

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ САМОФЛЮСУЮЩИМИСЯ СПЛАВАМИ

Спихтаренко В.В.[1], Матвиенко М.В.[2], Бокий О.А.[3], Лепилова М.В.[4]
[1]доцент кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина, vladimirkherson11@gmail.com
[2]кандидат технических наук, доцент кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина, maksym.matvienko@nuos.edu.ua
[3]заведующий лабораторией кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина
[4]оператор ПК кафедры сварки Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина

Аннотация. Изучено влияние добавок «борного шлака» на адгезионную прочность самофлюсующего сплава системы Ni-Cr-B-Si. Получено уравнение регрессии для определения параметров режима напыления. Определены оптимальные режимы плазменного напыления и количество флюсующей добавки.

Ключевые слова: плазменное напыление, самофлюсующийся сплав, прочность сцепления, «борный шлак»

Одним из наиболее опасных и быстротечных процессов, приводящих к отказам оборудования, является изнашивание. Проблема нанесения износостойких покрытий на рабочие поверхности трибосопряжений решается весьма интенсивно, накоплен положительный опыт скоростной химико-термической обработки деталей, наплавки композиционных твердых сплавов, газотермического напыления порошковых материалов сложного состава и т.д. Экономическая эффективность широкого внедрения износостойких покрытий связана с тем, что покрытия, составляя тысячные доли объема деталей, позволяют увеличить срок их технической службы во много раз. По существу, реализация различных технологических методов нанесения покрытий сводится к созданию износостойких слоев на базе легирующих компонентов лишь на рабочих поверхностях трудящихся деталей. Экономия дорогостоящих компонентов, расход которых определяется лишь размерами поверхностных слоев деталей, но не ее объемом, и лежит в основе эффективности использования износостойких покрытий. Наряду с этим установлено, что в тонких поверхностных слоях представляется возможным достичь весьма высокого уровня физико-механических свойств материалов, практически недостижимого в объеме деталей. Наконец, достоинством некоторых из рассматриваемых технологий служит возможность использования их не только при изготовлении изделий с износостойкими покрытиями, но и при восстановлении изношенных деталей. Эта особенность позволяет применять некоторые методы не только в условиях крупных машиностроительных заводов, но и на предприятиях не машиностроительного профиля, в ремонтных мастерских и базах.

Наряду с высокой износостойкостью покрытия должны обладать достаточной прочностью сцепления с основой [1, 2]. Основная проблема газо-термического напыления заключается трудности получения покрытий с высокой адгезионной прочностью, которая обычно составляет 10…60 МПа. Повысить этот показатель можно за счет образования химической связи между покрытием и подложкой. Это в определенной мере реализуется напылением самофлюсующихся сплавов системы Ni-Cr-B-Si путем рафинирования контактной поверхности при оплавлении.

Целью проведенной работы является определение оптимальных режимов плазменного напыления покрытий из самофлюсующихся сплавов с добавлением флюсующего компонента, увеличивающего прочность сцепления покрытия с основой. Известно [3], что для повышения

адгезионной прочности паяных соединений применяются флюсы, содержащие бораты, в которые для повышения активности вводят лигатуру, состоящую из алюминия, меди и магния. Представляет интерес изучения соединений бора с магнием («борного шлака»), на адгезионную прочность напыленного покрытия из самофлюсующего сплава. «Борный шлак» представляет собой сплав обезвоженной буры и двойного метабората натрия и магния ($Na_2B_4O_6 \cdot MgO$) в соотношении 1,15:1,00. Получали его сплавлением без доступа воздуха при температуре 1050°С обезвоженной буры $Na_2B_4O_7$ (95%) и магния (5%) с последующим измельчением в шаровой мельнице и просеиванием через сито с ячейками 100…120 мкм [4].

В процессе исследования осуществляли напыление механических смесей состоящих из самофлюсующего порошка ПГ-12Н-01 (100 – 98) вес. % и «борного шлака» (0 – 2) вес. %. Напыление выполняли на стандартной установке УПУ-3Д плазматроном ПП-14М. Покрытие наносилось с последующим оплавлением.

В качестве подложки использовали образцы из стали 45 диаметром 20 мм. На испытуемые образцы наносился слой толщиной 3 мм. Напыленный слой обтачивали по наружной поверхности до диаметра 24 мм. В нанесенном слое делали проточки до основного металла (диаметр 20 мм) для разделения напыленного слоя на отдельные кольца шириной 2 мм, после этого образцы испытывали на срез. Испытания проводились на прессе У-20 [5].

Для определения оптимальных параметров режима напыления покрытий использовалась методика математического планирования экспериментов Бокса-Уилсона [6]. В качестве параметра оптимизации была принята прочность сцепления покрытия с основой, являющаяся одним из главных критериев, характеризующих качество напыленных покрытий. По результатам постановочных экспериментов было определено, что наибольшее влияние на прочность сцепления покрытий с основой оказывают следующие параметры: ток дуги (I), напряжение дуги (U) и количество флюсующего компонента (n). Они и были выбраны в качестве основных факторов при определении уравнения регрессии.

Поскольку характер влияния каждого фактора не был известен, использовался самый общий случай уравнения регрессии, основанный на линейной модели.

Для получения уравнения регрессии с матрицей планирования проведены 8 серий экспериментов (по 5 в каждом). С этой целью каждый из факторов изменялся в определенном диапазоне, называемом интервалом выравнивания. При одинаковом числе параллельных опытов воспроизводимость процесса проверялась по критерию Кохрена. В случае воспроизводимости процесса рассчитывались коэффициенты регрессии. Адекватность модели определялась по критерию Фишера. Получено уравнение регрессии:

$$Y = 312{,}75 + 8{,}25 \cdot X_1 + 16{,}25 \cdot X_2 + 54{,}75 \cdot X_3 - 17{,}75 \cdot X_2 \cdot X_3 - 8{,}25 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

где $\boldsymbol{X_1}$ – ток плазматрона, А; $\boldsymbol{X_2}$ – напряжение на дуге, В; $\boldsymbol{X_3}$ – количество флюсующего компонента, %.

Полученное уравнение регрессии было использовано для поиска оптимального значения параметра оптимизации. Установленно, что прочность сцепления покрытия с основой увеличивается с повышением тока дуги и напряжения. С увеличением содержания «борного шлака» в напыляемом порошке (от одного до трех процентов) увеличивается прочность сцепления покрытия с основой. При содержании «борного шлака» более трех процентов прочность сцепления покрытия с основой уменьшается. Это связано с увеличением интенсивности выгорания флюсующего компонента из напыляемого материала и на подложку попадают продукты сгорания «борного шлака».

В результате расчета по уравнению регрессии определены оптимальные режимы плазменного напыления при получении максимальной прочности сцепления покрытия с основой σ = 448 МПа, которое достигается при следующих значениях факторов: I = 360 А, U = 150 В, n = 3,0%.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Износостойкие покрытия системы Ni-Cr-B-Si-C / Н.В. Копцева, М.В. Чукин, А.Н. Емелюшин, С.В. Зотов // Металлургия на пороге XXI века: достижения и прогнозы: Всерос. науч.-практ. конф. Новокузнецк, 2000. С. 247–251.

[2] Теоретическое и экспериментальное исследование самофлюсующихся материалов на основе никеля / А. С. Криворогова, Н. И. Ильиных, С. А. Ильиных, Б. Р. Гельчинский // Екатеринбург: Расплавы 2020, № 1, с. 87–97

[3] Справочник по пайке / Под ред. И.Е. Петрунина. – М.: Машиностроение, 1984.– 400 с.

[4] Положительное решение по заявке № 4627076/31-02/180445 /А.Н. Дубовой, И.Н. Горбатов, В.В. Спихтаренко и др. Самофлюсующийся состав для нанесения покрытий, С23С 4/04 от 08.06.1989.

[5] Спихтаренко В.В., Симаненков Л.Н., Дубовой А.Н., Хачатуров Э.Б. Повышение эффективности напыления и износостойкости покрытий. В кн.: Триботехнология судового машиностроения. – Николаев: 1990.-19-23 с.

[6] Винарский М.С., Лурье. М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. К.: Техника, 1975. – 167 с.

Select the optimum mode plasma spraying self-fluxing alloys

V. Spikhtarenko[1], M. Matviienko[2], O. Bokii[3], M. Liepilova[4]

[1-4]Kherson branch Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The effect of additives of "boric slag" on the adhesive strength of a self-fluxing alloy of the Ni-Cr-B-Si system has been studied. A regression equation is obtained to determine the parameters of the spraying regime. The optimal modes of plasma spraying and the amount of fluxing additive have been determined.

Key words: plasma spraying, self-fluxing alloy, adhesion strength, Boric slag

УДК 678.026:621.762.3:537.528

ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНИЙ СИНТЕЗ НАПОВНЮВАЧА СИСТЕМИ Ti–TiC ДЛЯ ЕПОКСИПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ

Торпаков А.С.[1], Липян Є.В.[2], Сизоненко О.М.[3], Трегуб В.О.[4]

[1]кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України,
м. Миколаїв, Україна
torpakov@gmail.com;
[2]кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України,
м. Миколаїв, Україна;
[3]доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник
Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України,
м. Миколаїв, Україна;
[4]кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Досліджено властивості епоксикомпозитів із наповнювачем, отриманим методом високовольтного електророзрядного синтезу у гасі. Показано, що використання синтезованого наповнювача системи Ti – TiC дозволяє підвищити ударну в'язкість, міцність при

згині та модуль пружності епоксидного композиту. Визначено оптимальну концентрацію наповнювача у складі композиту.

Ключові слова: епоксикомпозит; високовольтний електричний розряд; титан; гас.

Епоксикомпозити знайшли широке застосування у морському транспорті у вигляді захисних покриттів, а також як матеріали для ущільнення кріплення корпусу кондиціонерів, пружинних віброгасників корпусів компресорів та нагнітальних патрубків.

Інтерес до розробки епоксикомпозитів обумовлений доброю адгезією епоксидних олігомерів до металів та сплавів, які використовуються для виготовлення деталей та корпусів морського транспорту. Композиційні матеріали (КМ) на основі епоксидних смол стійкі до корозії та забезпечують відносну простоту формування покриттів і виробів, а також можливість істотного підвищення експлуатаційних характеристик при їх модифікації різноманітними наповнювачами.

Суттєвого підвищення фізико-механічних властивостей композиційних матеріалів вдається досягти при використанні дисперсних наповнювачів субмікронного та ультрадисперсного діапазону. Ефект від застосування таких наповнювачів проявляється при відносно малих їх концентраціях ($q \sim 0{,}1$), що підвищує економічний ефект при впровадженні подібного матеріалу у промисловість.

Однак сучасні методи синтезу субмікронних і ультрадисперсних порошків мають багато недоліків: низька продуктивність і якість одержуваного продукту, висока собівартість і різного роду складнощі, пов'язані з технологічною реалізацією в промислових масштабах.

В Інституті імпульсних процесів і технологій НАН України розроблено перспективний метод високовольтного електророзрядного (ВЕР) синтезу субмікронних та ультрадисперсних порошків металів у вуглецевмісній рідині [1]. Однак для розвитку методу електророзрядного синтезу наповнювачів для епоксикомпозитів як технології, необхідне більш детальне вивчення процесів, що мають місце при високовольтному електричному розряді в дисперсній системі «вуглецевмісна рідина – металевий порошок».

Тому метою роботи є дослідження режимів високовольтного електророзрядного синтезу дисперсного наповнювача системи Ti–TiC для КМ на основі епоксидної смоли ЕД-20 та визначення оптимальної концентрації такого наповнювача.

Для створення дисперсного наповнювача використовували порошок Ti із середнім розміром ~70 мкм та гас освітлювальний. Морфологія частинок порошку досліджувалась оптичною мікроскопією, а фазовий склад – методом рентгенофазового аналізу. Епоксидні композити готували з використанням епоксидної діанової смоли марки ЕД-20 (ГОСТ 10687-76), яка у скловидному стані характеризується високими фізико-механічними та теплофізичними властивостями, адгезійною міцністю до металів і сплавів, а у якості отверджувача використовували поліетиленполіамін (ПЕПА) (ТУ 6-02-594-73).

У таблиці 1 наведено склад та дисперсність наповнювача системи Ti – TiC, отриманого циклічною дією високовольтних електричних розрядів на порошок титану у вуглеводневій рідині. Епоксидну діанову смолу та наповнювач з кожної синтезованої порошкової шихти (див. табл. 1) гідродинамічно суміщували до отримання однорідної суміші механічним перемішуванням. Співвідношення епоксидної діанової смоли до наповнювача становило 100 : 0,1; 100 : 1 та 100 : 5 мас. ч.

Таблиця 1 – Склад наповнювача системи Ti – TiC, отриманого за допомогою ВЕР

№	Наповнювач	Середня дисперсність, мкм	Склад, %		
	Шихта № 1				
	Шихта № 2				
	Шихта № 3				

Також було виготовлено контрольний зразок епоксикомпозиту без наповнювача. Для композиту обрано співвідношення епоксидної діанової смоли до отверджувача як 100 : 10 мас. ч. Експериментально встановлено, що введення отверджувача понад 11 мас.ч. на 100 мас.ч. ЕД-20

зумовлює передчасну втому матеріалу, зниження модуля пружності при згині та ударної в'язкості. Введення отверджувача кількістю до 9 мас.ч. на 100 мас.ч. ЕД-20 призводить до неповної полімерізації смоли, що суттєво погіршує фізико-механічні властивості композиту. До однорідної суміші епоксидної діанової смоли та наповнювача вводили отверджувач і після цього обробляли ультразвуком.

Композицію заливали у прямокутні форми, через 24 години одержаний епоксикомпозит виймали з форми та визначали такі характеристики: ударну в'язкість визначали за методом Шарпі (ГОСТ 4647-80), границю міцності (ГОСТ 4648-71) та модуль пружності при згинанні (ГОСТ 9550-81). Властивості одержаного епоксидного композиту при різному співвідношенні епоксидної діанової смоли до наповнювача з синтезованої порошкової шихти наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Властивості одержаного епоксидного композиту

№		Контрольний зразок	Шихта № 1			Шихта № 2			Шихта № 3		
	Співвідношення епоксидної діанової смоли до наповнювача, мас.ч.										
Властивості											
	Ударна в'язкість, МДж/м^2		12,82	9,98	4,77	9,44	12,95	7,36	14,42	8,57	9,99
	Границя міцності при згині, МПа										
	Модуль пружності, ГПа										

Результати досліджень свідчать, що введення до епоксидної діанової смоли ЕД-20 наповнювача у співвідношенні 100 : 0,1 мас.ч. суттєво підвищує ударну в'язкість, міцність при згині та модуль пружності епоксидного композиту. Введення наповнювача кількістю до 1 мас.ч. на 100 мас.ч. викликає деяке зниження величини ударної в'язкості та міцності при згині (відносно співвідношення 100 : 0,1) та подальше зростання модуля пружності. Введення наповнювача кількістю більш ніж 1 мас.ч. на 100 мас.ч. зумовлює зменшення змочування часток макромолекулами смоли, що підвищує пористість композиту і зменшує його комплексні експлуатаційні характеристики. Отже, одержуваний композит має найкращі комплексні характеристики при співвідношенні епоксидної діанової смоли до наповнювача від 100 : 0,1 до 100 : 1 мас. ч.

Таким чином, використання синтезованого ВЕР наповнювача системи Ti – TiC при виготовленні епоксидного композиту дозволяє забезпечити міцний зв'язок між компонентами композиту та рівномірного заповнення всіх шарів композиту наповнювачем, і внаслідок цього підвищити фізико-механічні властивості виготовленого композиту.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Sizonenko O.N., Grigoryev E.G., Pristash N.S. et al. Plasma methods of obtainment of multifunctional composite materials, dispersion-hardened by nanoparticles. *High Temperature Materials and Processes*. 2017. Vol. 36, No. 9. P. 891–896.

Electric discharge synthesis of the filler of the ti – tic system for epoxypolymer composites

Andrii Torpakov[1], Yevhen Lypian[2], Olha Syzonenko[3], Volodymyr Trehub[4]
Institute of Pulse Processes and Technologies of the NAS of Ukraine,
Mykolaiv, Ukraine

Abstract: The properties of epoxy composites with a filler, obtained by the method of high-voltage electric discharge synthesis in kerosene, were studied. It is shown that the use of the synthesized filler of the Ti – TiC system allows increasing the toughness, flexural strength and modulus of elasticity of the epoxy composite. The optimal concentration of filler in the composition of the composite was determined.

Key words: epoxy composite; high-voltage electric discharge; titanium; kerosene.

Секція № 4. ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

UDC 621.4:629.5

USE OF THERMOCHEMICAL RECUPERATION OF WASTE HEAT TO ENHANCE ENERGY EFFICIENCY OF LNG CARRIERS

Cherednichenko O.K.[1], Lychko B.M.[2], Mitienkova V.S.[3]
[1]Dr. Sc., Assoc. Prof,
Department of Ship Power Plants Operation & Heat-power Engineering
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
oleksandr.cherednichenko@nuos.edu.ua
[2]PhD, Assoc. Prof,
Department of Ship Power Plants Operation & Heat-power Engineering
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
bogdan.lychko@gmail.com
[3]PhD, Assoc. Prof,
Department of Ship Power Plants Operation & Heat-power Engineering
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
vera.mytenkova@nuos.edu.ua

Abstract. Growth the fleet of LNG carriers will increase carbon dioxide emissions. The International Maritime Organization (IMO) has developed the energy efficiency design index (EEDI) to cut carbon dioxide emission for new ships. To meet the stringent EEDI requirements, applying thermochemical regenerators (TCRs) fed by main engines exhaust gases is suggested on LNG carriers.

Keywords: gas carriers, liquified natural gas (LNG), energy efficiency design index, thermochemical heat recovery.

Global energy demands will continue to grow to meet various needs. Developed countries focus on renewable energy sources. However, despite the proliferation of the technologies using these energy sources, the share of such fossil fuel as natural gas will continue to grow. Gas consumption in the world energy balance will increase from 23% in 2016 to 26% in 2040 [1].

It is predicted that almost 50% of natural gas is expected to be transported by sea as liquified natural gas (LNG) in 2035 [2]. The share of LNG carriers continues to rise and is currently 3% of the world fleet [3]. However, enlarging the number of gas carriers will result in additional emission of carbon dioxide.

The level of carbon dioxide emission from vessels is measured by the energy efficiency design index (EEDI) for new ships. Several groups of parameters have an impact on the attained EEDI: ship's power plant parameters and sea-going qualities, as well as non-dimensional factors that consider the ship design features, region of navigation, and availability of innovative energy saving technologies [4].

It is worth to mention that EEDI calculation for LNG-carriers has distinctive features for ice-class ships, vessels with various propulsion systems (direct diesel-driven, diesel-electrical, steam turbine), those with dual-fuel engines operating on fuel oils and natural gas, and those with a re-liquefaction system or compressors for supplying pressured gas, so-called boil-off gas (BOG). BOG is a part of the cargo, evaporating because of heat exchange between the surfaces of the cargo transportation system and the environment.

In this paper there are results of estimation EEDI for modern 17 LNG carriers. Four out of them are equipped with steam turbine (ST) propulsion systems, the rest are equipped with diesel propulsion systems with dual-fuel engines (DF). Only one ship has a direct diesel-driven propulsion system with

a low-speed engine, while others with diesel propulsion systems have main medium-speed engines. Ships were selected from the Significant Ships issues published by the Royal Institution of Naval Architects in 2011–2017.

A comparison of the EEDI data for LNG carriers operating on fuel oils and natural gas is shown in Fig. 1. The attained EEDI for ships operating on natural gas complies with the current EEDI requirements. However, even operation on natural gas cannot provide the compliance of some LNG carriers with the EEDI requirements of the most rigorous Phase 3.

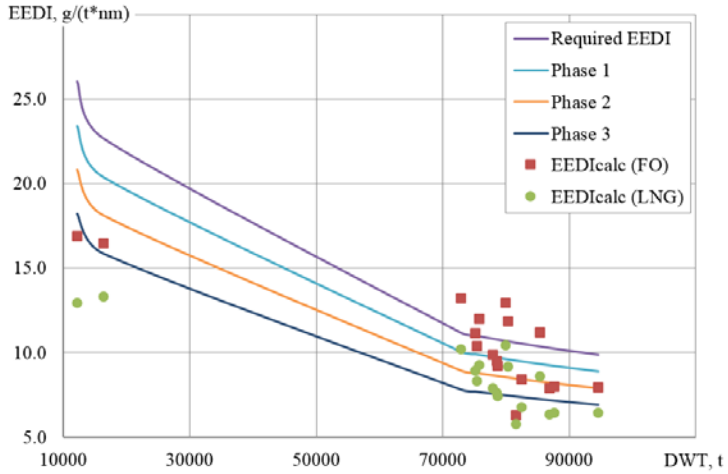


Fig. 1 Comparison of the attained EEDI and the EEDI reference lines for LNG carriers operating on various fuels: EEDIcalc (FO) is the attained EEDI for operation on fuel oils; EEDIcalc (LNG) is the attained EEDI for operation on LNG

A promising solution for reducing carbon dioxide emission is the application of thermochemical regenerators (TCRs) fed by main engine exhaust gases. As indicated by numerous studies, the use of TCRs ensures not only a decrease in specific fuel consumption (SFC) in the propulsion system but also a significant reduction in carbon dioxide generated at fuel combustion.

The estimation of efficiency of TCRs application on LNG-carriers has been made on the example of a ship with the diesel-electrical power plant with a total output of 64.35 MW based on DF four-stroke engines (D4S) [5]. Calculations show that the attained EEDI is 12.89 g/(t·nm) when the engines operate on fuel oils and 10.4 g/(t·m) when they operate on BOG (Fig. 2).

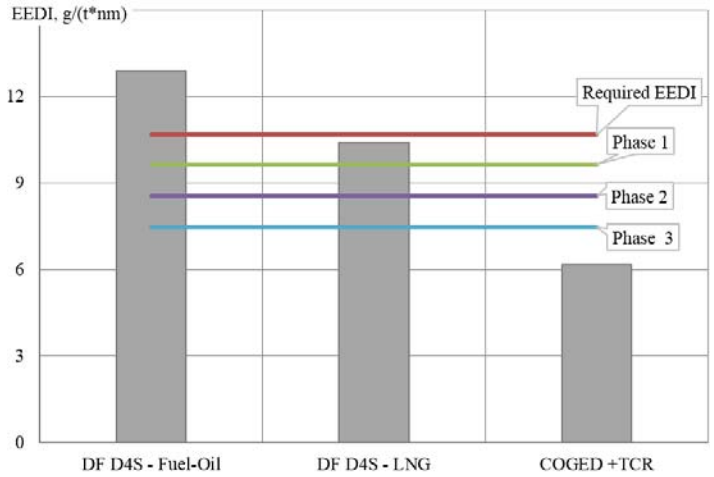


Fig. 2 Comparison of the attained EEDI and the EEDI reference lines for various power plants on the LNG carrier

The alternative combined power plant (COGED) with TCR and total output of 65.55 MW consists of one gas-turbine (GT) engine and five diesel engines. Results show that despite the application

of a GT engine with a considerably lower efficiency than a diesel engine, the total efficiency of the power plant is almost the same and makes up 49% on engine flanges. This is because TCR utilization can reduce specific fuel consumption in the power plant engine by 7%. Thus, the SFC is 0.137 kg/(kWh)$^{-1}$ for diesel engines and 0.189 kg·(kW·h)$^{-1}$ for GT engines (Fig. 2).

Although the hourly fuel consumptions for the basic and alternative plants are almost the same (9.5 tons per hour), TCR utilization can significantly decrease the EEDI by reducing the carbon content in the fuel. According to the calculations, the attained EEDI for the alternative plant is 6.18 g/(t·nm).

To summarize, operation on BOG (methane) cannot ensure the energy efficiency of LNG carriers built in 2017, and the carriers are thus subject to the Phase 1 requirements. However, EEDI declines by 20% in this case compared with the EEDI associated with operation on fuel oils. Meanwhile, the application of the COGED with TCR ensures the energy efficiency of LNG carriers at the level of the most stringent requirements for carbon emission, which almost halves.

REFERENCES

[1] Outlook for Energy, 2018. Outlook for energy: A View to 2040. ExxonMobil, Available from: https://cdn.exxonmobil.com/~/media/ global/files/outlook- for-energy/ 2018/2018 -outlook-for-energy.pdf.

[2] IGU, 2018. IGU world LNG report — 2018 edition. Available from: https://www.igu. org/sites/ default/files/node-document-field_ file/IGU_LNG_2018_0.pdf. [3] Adeosun M, 2017. Will new LNG trade routes support demand for LNG carriers? Available from: http://www. maritime-executive. com/editorials/will-new-lng-trade-routes-support-demand-for-lng-carriers.

[4] IMO, 2014. Guidelines on the method of calculation of the Attained Energy Efficiency Design Index (EEDI) for new ships. MEPC.245(66). MEPC 66/21/Add.1 p: 1.

[5] RINA, 2017. Significant Ships of 2016. The Royal Institution of Naval Architects, London, 32–88.

УДК 621.352.6:536.7

AN FUEL CELL STACK DESIGN COMBINING THE ADVANTAGES OF CROSS-, CO- AND COUNTER FLOW ARRANGEMENT PATTERNS

Jiapei Liu[1], Ali Raza[1], Hongzhe Zhang[1], Zongming Yang[1], Serhiy Serbin[2], Daifen Chen[1]

[1] School of Energy and Power, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212003, China

[2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Email: dfchen@just.edu.cn

Summary. Physics fields distributing characteristics within solid oxide fuel cell (SOFC) stack are greatly affected by the key structure factors. These distribution qualities are essential to the stack performance and durations. In this paper, a new structure design for the SOFC stacks is firstly proposed to achieve high physics fields distribution qualities. A 3D large scale multi-physics model basing on the realistic solid, space and porous components of a 24-cells stack is successful developed with 15,656,579 specially designed meshes. The results show that the special designed interconnect with 27-parallel serpentine fuel rib channels on one side and discrete cylindrical air rib channels on the other side can conveniently divide the *N*-cells air flow path into two oppositely placed *N*/2-cells flow paths by 180ºC rotating the even interconnects. This is benefit to the construction of big stacks. For a 48-cells stack, all the cell units can be supplied at an average air mass flow rate more than 84%. The deviation of the average temperature among the piled units is only 95 K. Most electrolyte surfaces can obtain the oxygen over 15%. Trapezoidal distributor is important to ensure the similar flow feeding rates among 4 inlet manifolds with a deviation <3%.

Keywords: Stack structure design; 3D modeling of large scale stack, stack with realistic structure, Multi-physics simulating.

Text. Fuel cell is a typical electrochemical power generating device which converts the chemical energy in fuel directly into electric energy [1-4]. Solid oxide fuel cells (SOFCs) have attracted increasing attentions due to its high heat-electric co-supply application prospect and flexible fuel alternations features, which are generally considered to be an ideal potential power plant for the ship applications [5-6].

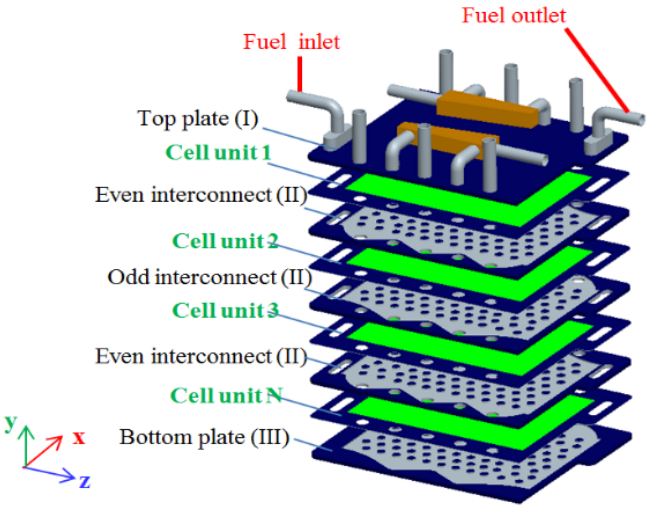


Figure 1. Stack structure and the components.

Fig. 1 shows the scheme of the proposed stack structure. The stack components includes the top cover plate (I), bottom plate (III), odd and even interconnect plates (II), and SOFC units (IV). The SOFC units are inserted between the odd and even interconnect plates. In current stack, the even and odd interconnect plates are designed to have the completely same structure, which includes same air manifolds, fuel manifolds, cathode rib channels and fuel rib channels. They can contribute to two air flow path groups and one fuel flow path group within a SOFC stack without any other additional components requirements.

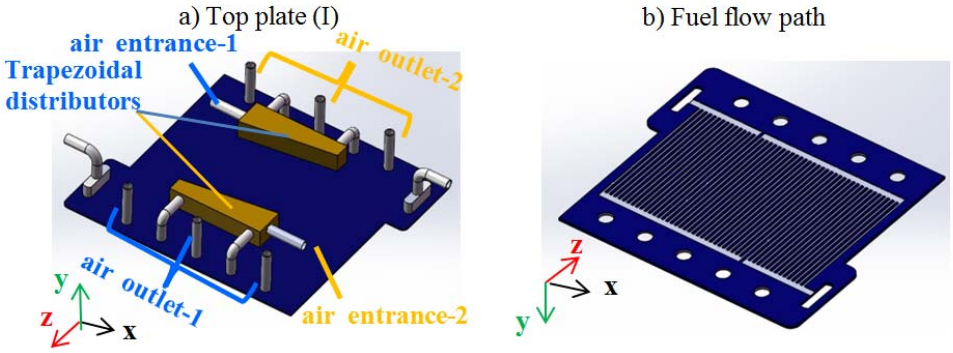


Figure 2. a) Top cover plate (I), b) Fuel flow rib channels on the button side of the top, even and odd interconnect plates.

The top cover plate (I) in ***Fig. 2a,*** consists of import and exit manifolds of two air flow path groups, import and exit manifolds of one fuel flow path, and two trapezoidal distributors.

a) air flow path group-1: As reported in our previous papers [3], for U-type configuration with $A_{in} \geq A_{out}$ (cross section areas of the inlet and outlet manifolds), the air flow rates input to the cell units will be monotonically decreased along the air flowing direction (cell number increasing

direction in **Fig 1**) in any situation. On the contrary, for the flow path of U-shaped configuration, the characteristics of open outlet structure are adopted (A_{in}<<A_{out}) as reported in Ref. [7], The flow rate of air is input to the cell units will be monotonically increased along the air flowing direction in any situation [8]. The overall cross section areas ratio A_{in}/A_{out} is a key factor to determine the air flow distributing condition among the piled units; and the optimized ratio value should be increased with the increasing stack scale (piled cell number) [3]. In current 24-cells stack, the air flow path group-1 will in charge of the air flow feeding for the cell units 2, 4, 6…24. Thus, two air inlet manifolds-1 in one side for flow feeding and three outlet manifolds-1 in the opposite side for cathodic exhaust gases collecting is adopted. It's inlet/outlet manifolds numbers over the SOFC unit surface is called as "2 inlet-3 outlet".

b) trapezoidal distributor: As the air flow statics pressure will be decreased, while it passes through a T-dividing junctions [3, 9], thus distributor using constant cross section area pipe may lead to different air flow feeding rate between two air inlet manifolds-1. In current design, a trapezoidal distributor-1 with a ratio between large and small cross section areas equaling to 2.5 is adopted to maintain the same air pressures between the entrances of two inlet manifolds-1.

c) As shown in **Fig. 1** the configurations of both the air flow path groups 1 and 2 on the *XY* plane are U types. Because the air flow static pressure will be increased (or decreased) while it passes through the dividing (or combining) T junction of the inlet (or outlet) manifold, the use of U-shaped rather than Z-shaped flat SOFC stacking ensures a more even distribution of pressure drop across the stacking units.

d) Similarly, the air flow path group-2 has the complete same structure with the air flow path group-1 and will in charge of the air flow feeding for the cell units 1, 3, 5…23. The air flow path groups-1 and -2 are oppositely arranged in the counter directions, respectively.

e) The fuel flow path has one fuel entrance (5) and one fuel exit (6). They are arranged at the opposite corners of the top cover plate for fuel feeding and the corresponding exhaust collecting. The fuel flow entrance/exit and air flow entrance/exit are separately placed at different sides of the stack like the traditional cross flow arrangement pattern. This could greatly decrease the sealing difficulty and mixing risk between fuel and air flows.

2) *The fuel flow rib channels,* on the button sides of the top, even and odd interconnect plates are shown in **Fig. 2b**. Parallel serpentine rib channels are adopted to distributing fuel flow over anode surface of each SOFC unit (IV). Ensuring relevant high fuel flow resistance and pressure over the anode surfaces can enhance the hydrogen diffusion within the porous anode, relieve the vapor blockage risk and increase the fuel utilization.

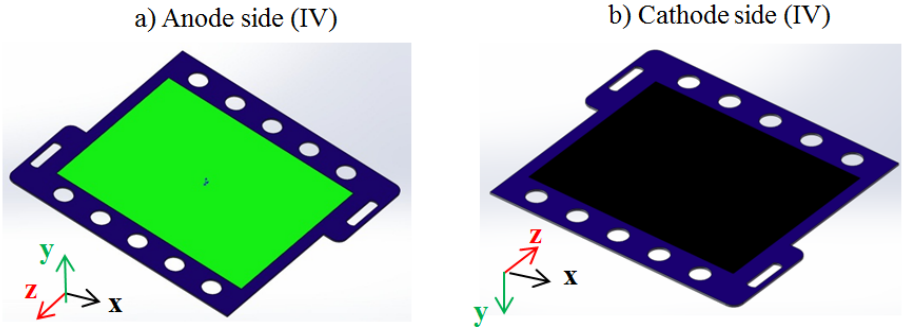


Figure 3. a) Anode surface of the cell unit (IV), b) Cathode surface of the cell unit (IV).

3) The upper and button sides of a SOFC unit (IV), are shown in **Fig. 3a** and **3b**, respectively. Each SOFC unit consists of the porous anode, anode functional layer, dense electrolyte, cathode functional layer and porous cathode.

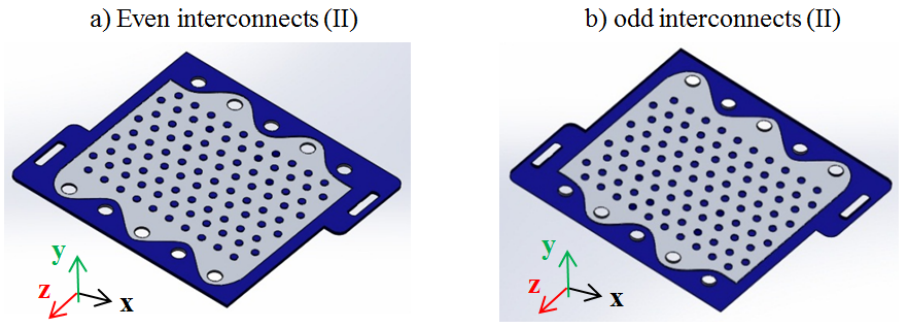


Figure 4. a) Even interconnect plate (II), b) Odd interconnect plate (II).

4) *The air flow rib channels* on the upper surfaces of the oven and odd interconnect plates are shown in **Fig. 4a** and **4b.** It includes two flow inlets, three outlets and rib channels consist of the discrete cylindrical solid ribs. Adopting this discrete cylindrical rib channels for the porous cathodes not only could decrease the total air flow resistance loss within the stack, but also could decease the risk of oxygen depletion on those cathode/electrolyte interfaces zone wrapped by the solid ribs. In other words, different rib channels over the anode and cathode surfaces are recommended to satisfy the different functional requirements and species properties of air and fuel flow transports.

It is interesting to note that rotating the even interconnect (shown in **Fig. 4a**) along *Y* axis with 180^{o} , we can get the air flow rib channels of the odd interconnect plate in **Fig. 4b**. At the same time, the fuel flow rib channels on the button side of the interconnect will not be changed. In other words, rotating all the even interconnect plates can divide the air flow path into two separately two groups without changing the configurations of the fuel flow rib channels.

LITERATURE

[1] Chuan Xia, Yang Xia, Peng Zhu, Lei Fan, H. Wang. Direct electrosynthesis of pure aqueous H2O2 solutions up to 20% by weight using a solid electrolyte. Science. 366 (2019) 226–31.

[2] C. Duan, R.J. Kee, H. Zhu, C. Karakaya, Y. Chen, S. Ricote, et al. Highly durable, coking and sulfur tolerant, fuel-flexible protonic ceramic fuel cells. Nature. 557 (2018) 217-22.

[3] D. Chen, Y. Xu, M.O. Tade, Z. Shao. General Regulation of Air Flow Distribution Characteristics within Planar Solid Oxide Fuel Cell Stacks. ACS Energy Letters. 2 (2017) 319-26.

[4] J.-h. Myung, D. Neagu, D.N. Miller, J.T.S. Irvine. Switching on electrocatalytic activity in solid oxide cells. Nature. 537 (2016) 528-31.

[5] T. Parhizkar, S. Hafeznezami. Degradation based operational optimization model to improve the productivity of energy systems, case study: Solid oxide fuel cell stacks. Energy Conversion and Management. 158 (2018) 81-91.

[6] Y. Huang, Q. Lin, H. Liu, M. Ni, X. Zhang. Evaluation of the waste heat and residual fuel from the solid oxide fuel cell and system power optimization. International Journal of Heat and Mass Transfer. 115 (2017) 1166-73.

[7] W. Guan, W.G. Wang. Electrochemical Performance of Planar Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) Stacks: From Repeat Unit to Module. Energy Technology. 2 (2014) 692-7.

[8] D. Chen, K. Ding, Z. Chen, T. Wei, K. Liu. Physics field distributions within fuel cell stacks with manifolds penetrating through the plane zone and open outlet features. Energy Conversion and Management. 178 (2018) 190-9.

[9] H. Hirata, T. Nakagaki, M. Hori. Pressure losses at dividing and combining junctions in a molten carbonate fuel cell stack. Journal of Power Sources. 102 (2001) 118-23.

УДК 621.352.6:539.4

STRESS AND CONTACT ANALYSIS OF SYMMETRICAL DOUBLE-SIDE CATHODE SOLID OXIDE FUEL CELL

Jun Zheng[1], Siyu Lu[2], Delphine Uwaneza[3], Man Zhang[4], Wei Kong[5]
[1-4]School of Energy and Power, Jiangsu University of Science and Technology, 212100, Zhenjiang, Jiangsu, China (wkong@just.edu.cn)
[5]Associate Professor in School of Energy and Power, Jiangsu University of Science and Technology

Summary. The advantages of Symmetrical Double-Side Cathode Solid Oxide Fuel Cell (DSC-SOFC) are high mechanical stability and good reducibility, which is ability of anti-reduction is 1.3~2.7 times than that of the traditional flat-plate SOFC. In recent years, the research on DSC-SOFC mainly focuses on the electrochemical and mechanical properties. It is still lack of research about residual stress and contact performance of DSC-SOFC. In this study, the sintering model of the cell was established. And then, interconnect and end plate are added in sintering model to analysis the influence of the temperature, the thickness of end plate and anode support layer on contact area and contact resistance when considering the effect of preload. It will provide reference for optimization of mechanical properties of DSC-SOFC.

Keywords: Symmetrical Double-Side Cathode Solid Oxide Fuel Cell; Residual stress; Contact area; Contact stress; Contact resistance; End plate design

Text: As shown in Fig. 1, the distribution of contact stress on the cathode surface covered by rib is quite uneven. The contact stress on the cathode surface covered by rib-1 is only greater than zero in the upper part, and the stress in most areas is zero, which means that the contact between rib-1 and the cathode surface is poor causing large ohm loss. From rib-1 to rib-5, the average contact stress on the cathode surface under the rib increases gradually; From rib 6 to rib-13, the average contact stress on the cathode surface under the rib cover has little difference.

As shown in Fig. 2, the average contact resistance of the cathode surface covered by rib-1 is 338.15 m Ω ·cm^2, while that of rib-6 is only 87.86 mΩ·cm^2. In addition, from rib-6 to rib-13, the average contact resistance of the cathode surface under the rib cover is about 80 mΩ·cm^2. By averaging the contact resistance of the cathode surface with all the ribs covered, the average contact resistance of the cathode is 132.21 mΩ ·cm^2. Such a large contact resistance will cause a very large ohmic loss, which will seriously restrict the performance of the DSC-SOFC. Therefore, it is of great significance to study the contact problem of DSC-SOFC.

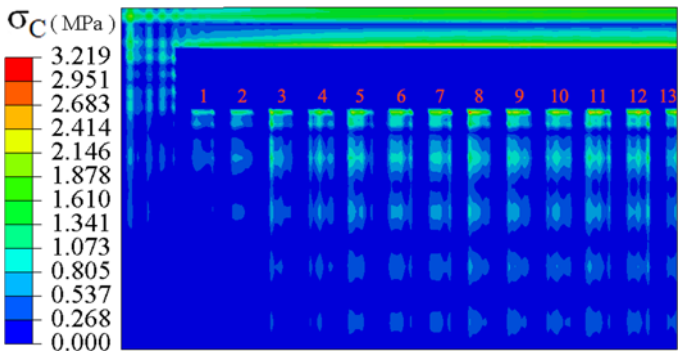


Fig. 1 Contact stress distribution of cathode surface

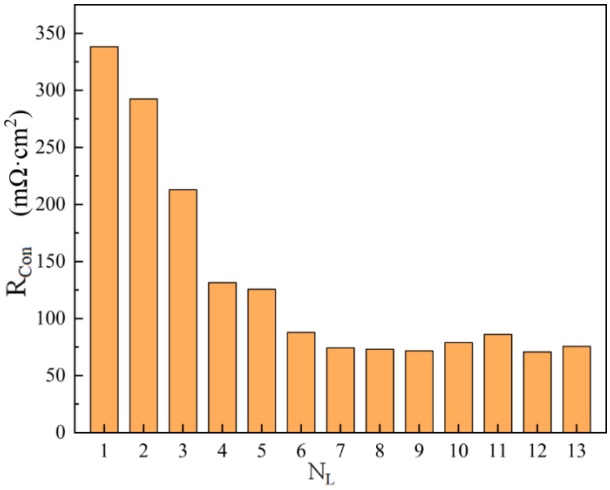


Fig. 2 Average contact resistance of the cathode surface under different ribs (Unit: mΩ·cm^2)

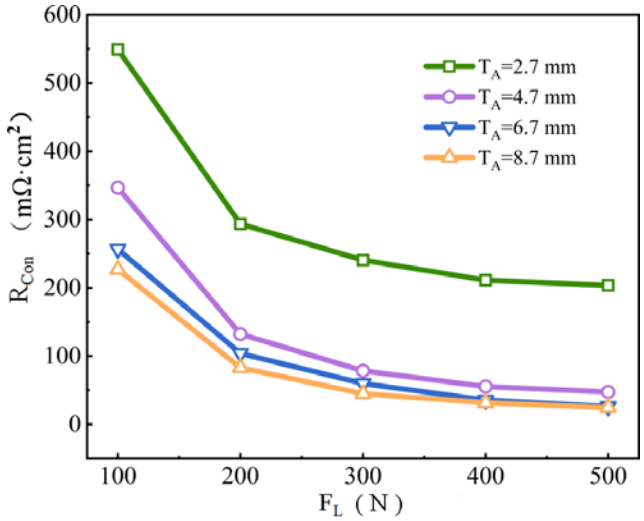


Fig. 3 Influence of the thickness of anode support layer on contact resistance (Unit: mΩ·cm²)

Fig. 3 shows the influence of different thickness of anode support layer on the average contact resistance of cathode. When the bolt preload is 500 N, the contact resistance of the cathode decreases by 156.16 mΩ ·cm^2 when the thickness of the anode support layer increases from 2.7 mm to 4.7 mm, but decreases by 1.26 mΩ ·cm^2 when the thickness of the anode support layer increases from 6.7 mm to 8.7 mm. Thus, the thickness of the anode support layer is recommended to be 6.7 mm to save cost.

LITERATURE

[1] Y. Ru, J. Sang, C. Xia, et al. Durability of direct internal reforming of methanol as fuel for solid oxide fuel cell with double-sided cathodes[J]. International Journal of Hydrogen Energy, 2020, 45(11): 7069-7076.

[2] H. Zhang, W. Liu, Y. Wang, et al. Performance and long-term durability of direct-methane flat-tube solid oxide fuel cells with symmetric double-sided cathodes [J]. International Journal of Hydrogen Energy, 2019, 44(54): 28947-28957.

[3] W. Liu, Z. Zou, F. Miao, et al. Anode-Supported Planar Solid Oxide Fuel Cells Based on Double-sided Cathodes[J]. Energy Technology, 2019, 7(2): 240-244.

УДК 621.438 (075)

DESIGN OF GAS TURBINE UNIT WITH EJECTION OVER-EXPANSION OF GAS IN THE TURBINE

Patlaichuk V.M.[1], Patlaichuk O.V.[2], Borschov O.M.[3],

[1]Head of the Department of Turbines Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

[2]Associate Professor of Social Sciences and Humanities Department Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

[3]student, group 5232m, Admiral Makarov National University of Shipbuilding Mykolayiv, Ukraine

The paper deals with the development of the design of a gas turbine unit with ejection over-expansion of gas in the turbine. The influence of the air-jet ejector on the dimensions, weight and efficiency of the GTU, as well as on the features of its design and operation, has been analyzed.

Keywords: gas turbine unit; air-jet ejector; gas over-expansion; design features; heat drop.

One of the possible ways to increase the efficiency and useful power of gas turbine units is the use of gas over-expansion in the turbine part of these units.

It is known that the power of the turbine part is directly proportional to the heat drop in it, which is the difference of the enthalpies of the gas before and after the turbine part. Enthalpy, as a characteristic of potential energy, is functionally dependent on pressure and temperature. The greater the pressure and temperature, the greater the enthalpy of the working fluid. Therefore, to increase the heat drop, it is necessary to strive, on the one hand, to increase the parameters of the gas (pressure and temperature) in front of the turbine, and on the other – to reduce them behind the turbine.

The increase in the parameters of the gas in front of the turbine is provided by the structural parts of the GTU, located earlier. The pressure increases in the compressor part during air compression; the temperature rises mainly in the combustion chamber due to fuel combustion.

Consider what depends on the parameters of the gas at the outlet of the turbine. In open thermodynamic cycle gas turbine plants, in which the emission of exhaust gases is carried out into the atmosphere, the pressure at the outlet of the turbine part of the GTU is set approximately equal to atmospheric pressure. It is only slightly larger than this value by the amount of pressure loss in the exhaust tract. Open-cycle gas turbine units, in which the pressure at the outlet of the turbine in order to increase the heat drop is organized less than atmospheric, are called "units with gas over-expansion in the turbine".

GTU with gas over-expansion has much larger heat drop in the turbine, but they need additional structural elements for the emission of exhaust gas into the atmosphere, because independently, without these elements, the gas can no longer enter it. These additional elements should increase the gas pressure to atmospheric (taking into account the pressure loss in the exhaust tract).

As such additional pressure devices it is possible to use:

a) special compressors (exhausters);

b) air-jet ejectors.

It should be noted that in both cases the mechanical energy of the turbine part of the GTU will be spent on the operation of the pressure device, which significantly reduces the positive effect of gas over-expansion. Since the use of over-expansion in this way will affect the efficiency of GTU ambiguously (on the one hand to increase the power of the turbine due to greater heat drop, and on the other hand to reduce it due to the power take-off to the pressure device), the choice of parameters of the gas turbine unit of this type should be made by a series of optimization calculations taking into account specific features of its design.

This paper research the possibility of creating a gas turbine unit with gas over-expansion, which uses an air-jet ejector as a pressure device. The role of the working substance involves the use of air, which is extracted from the intermediate stages of the compressor part of the GTU. As already mentioned, the operation of this device will consume the mechanical energy of the turbine part of the GTU, as the ejection will be extracted for air, the compression of which has already been spent mechanical energy.

The general structure of the gas turbine unit with ejection over-expansion of the gas in the turbine part is shown in Fig. 1.

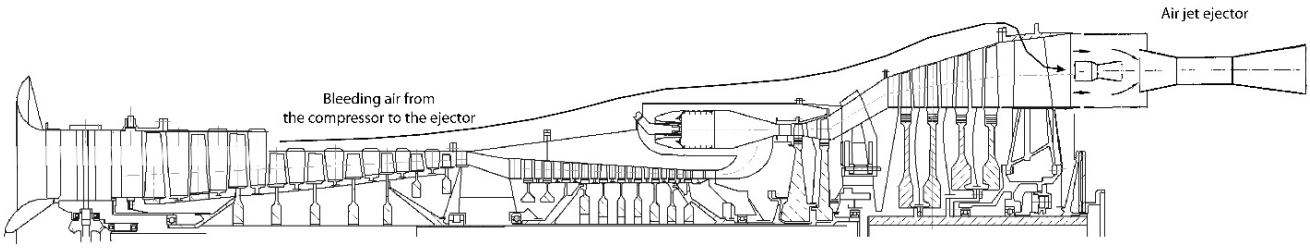


Fig. 1. Design of gas turbine unit with ejection over-expansion of gas

Creation of this GTU took place by modifying the design of the gas turbine unit of the simple thermodynamic cycle UGT 25000 (DG80), which is mass-produced by the state enterprise NVKG "Zorya" - "Mashproekt" (Mykolaiv, Ukraine) [1].

The extraction of air for the ejector is carried out from the intermediate stages of the compressor part of the GTU (in the figure – 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.

It should be noted that structurally such a gas turbine unit somewhat resembles aircraft turbofan engines with mixing flows in the jet nozzle [2]. The first stages of the compressor part, which are located before the extraction of air, in the turbofan engines are traditionally called "fans" and their structure is largely similar to the structure of the same stages of the projected gas turbine unit. The organization of the movement of air extraction from the place of intake to the ejector will also be similar to the movement of air of the outer circuit in the turbofan engines with mixing flows.

In comparison with GTU of a simple cycle the gas turbine unit with ejection gas over-expansion [3]:

– will have more length;

– his work will be more noisy;

– fan compressor blades, due to their longer length, will experience large loads from centrifugal forces;

– the surging phenomena in the compressor at partial power modes is not entirely clear;

– the air moving to the ejector along the annular space will cool the outer casing of the gas turbine unit, which will make it possible not to use traditional means of this cooling.

When calculating, it will be necessary to take into account the significant pressure loss of the ejection air on the way from the extraction point to the ejection point.

References

[1] Романовський, Г.Ф., Сербін С.І., Патлайчук В.М. Сучасні газотурбінні агрегати : у 2 т. Т. 1. Агрегати виробництва України та Росії. – Миколаїв : НУК, 2005. – 344 с.

[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] Романовський, Г.Ф., Сербін С.І., Патлайчук В.М. Газотурбінні агрегати : у 2 ч. Ч. 2. Елементи конструкцій. – Миколаїв : НУК, 2017. – 198 с.

UDC 539.3

GAS TURBINE ENGINE ROTORS FORCED VIBRATION STUDY ON THE BASE OF REFINED FEM MODEL

Serhii Morhun

Candidate of Sciences, Associate Professor of the Engineering mechanics and technology of machinebuilding Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

serhii.morhun@nuos.edu.ua

Abstract. The method of the highly loaded gas turbine non-cooled impeller with damping links vibration research is described. Using the finite element method, a refined mathematical model was developed for the impeller's section, consisting of a disk sector and a bandaged blade. The developed mathematical model takes into consideration the structural heterogeneity of the blade itself and the disk. The results of the impeller vibration frequencies calculation, caused by the influence of non-stationary gas flow, can be used for the rotor stress-strain state calculation.

Key words: gas turbine rotor, impeller, forced vibration, vibration frequency, non-stationary gas flow.

The development of a set of measures for the gas turbines reliability increase is not feasible without a detailed study of vibration processes occurring in such critical details as impellers, influenced by non-stationary gas-dynamic forces of high temperature. However, as follows from the above analysis of recent research on this topic, some important aspects remain insufficiently illuminated, therefore, it is necessary to develop a refined mathematical model of the impeller forced vibration. It is also necessary to take into consideration the significant constructional heterogeneity of the impellers cooled blades. Therefore, the aim of this work is to develop a refined mathematical model of the marine gas turbine cooled impeller with damping links, based on the usage of finite elements method. Full description of the finite elements that are suitable for the impeller correct modeling is given in the works [1 – 8]

The task of the gas turbine impeller forced vibration amplitudes and frequencies determining is given. It is also assumed that the considered system of solid bodies (impeller) has the properties of cyclic symmetry. So it can be interpreted as a set of *h* subsystems (sections) with the same geometric, inertial and stiffness properties [7]

The finite element model of an impeller blade was built on the basis of superparametric curvilinear finite elements. Each of them consisted of 20 nodes with 5 degrees of freedom in every node. The damper links, connecting the blades in a unity were modeled using a rod finite element. The disk model included 230 first-order hexagonal finite elements with 1254 degrees of freedom totally [9].

In order to study the practical suitability of the developed mathematical model, calculations of the second stage gas turbine impeller forced vibration amplitudes and frequencies are calculated. As it is well-known, for the marine gas turbine engines there are two main constructional types of the impellers: an impeller with a disk having a central shaft hole and with a solid disk. The heterogeneity of the gas flow, which is the main source of the impeller forced vibration, was set by the deviation of the nozzle vanes installation angle from its nominal value. Also the unevenness of the twist angle along the blades height was taken into consideration. In addition, damping was taken into account at the points of contact between the blades, the blades and the disk and the blades and damper links.

REFERENCES

[1] *Samaras C.* Emissions and lifetime estimation modeling of industrial gas turbines. / C. Samaras // M. Sc. Progress Review, Cranfield University, UK, 2009. P. 30–35.

[2] *Krishnakanth P. V.* Structural and Thermal Analysis of Gas Turbine Blade by using FEM / P. V. Krishnakanth, G. Narasa Raju et. al. // International Journal of Scientific Research Engineering and Technology. 2013 Vol. 2, Issue 2. P. 060–065.

[3] *Mrinaline M.* Steady state structural analysis of single crystal turbine blade / M. Mrinaline // International Journal of Engineering Research and Technology. 2016. Vol. V5, Issue 10. P. 382–384. doi: 10.17577/ijertv5is100314

[4] *Rzadkowski R.* Unsteady forces acting on the rotor blades in the turbine stage in 3D viscous flow in nominal and off-design regimes / R. Rzadkowski, V. Gnesin, L. Kolodyazhnaya // Journal of Vibration Engineering, and Technologies. 2014. Vol. 2, Issue 2. P. 89–95.

[5] *Postnov V.V.* Theoretical and experimental stress-strain analysis of machining gas turbine engine parts made of the high energy structural efficiency alloy / V. V. Postnov, S. V. Starovoitov, S. Yu. Fomin, R. R. Basharov // Journal of Engineering Science and Technology Review. 2014. Vol. 7, Issue 5. P. 47–50.

[6] *Sosunov V.A.* The theory, calculation and design of the aircraft engines / V. A. Sosunov, V. M. Chepkin // Moscow: Mosk.energ. in-t., 2003. 677 p.

[7] *Pyhalov A.A.* Static and dynamic analysis of the turbine rotors assemblies / A. A. Pyhalov, A. E. Milov // Irkutsk: Izd-vo Irkut. tekhn. un-ta, 2007. 194 p.

[8] *Morgun S.* The blades constructions finite elements models development / S. Morgun // Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: New Solutions in Modern Technologies. 2016. Issue 42 (1214). P. 86–91. doi: 10.20998/2413-4295.2016.42.14

[9] *Morhun S.* The influence of the blade feather constructional inhomogeneity on the turbine cooling blades stress-strain state // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Series: Applied Mechanics. 2018. Issue 2/7 (92). P. 11-17. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.125937.

УДК 621.313.32

РЕЗУЛЬТАТИ МІНІМІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ СУДНОВИХ МОД

Андреєв А.А.[1], Хоменко В.С.[2], Авдюнін Р.Ю.[3]

[1]кандидат технічних наук, професор кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

andreev.cme@gmail.com

[2]викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

khomenkovictoria93@gmail.com

[3]викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

Roman021187@gmail.com

Анотація. Збільшення паливної економічності двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) стала можливою не лише за рахунок вдосконалення процесів, що відбуваються в дизелях, а також через раціональне співвідношення основних розмірів циліндра (ходу поршня до діаметру циліндра, $S/D_ц$). Шляхом мінімізації питомої поверхні охолодження циліндра можна створити умови при яких будуть зменшені теплові втрати ще на етапі ескізного проектування, що в свою чергу підвищить економічність двигуна. Найбільш доцільно проводити такі заходи для суднових довгохідних малообертових двигунів (МОД).

Ключові слова: ДВЗ, мінімізація

В останні роки спостерігається значний прогрес у підвищенні паливної економічності та зниженні вмісту токсичних компонентів у відхідних газах автомобільних і суднових двигунів. Цьому сприяє посилений контроль чистоти довкілля та ощадливого використання непоновлюваних природних ресурсів. Провідні двигунобудівні фірми, беручи участь в безперервній гонці за екологічними нормами і борючись за споживача, змушені вдосконалювати двигуни, використовуючи найнвітніші конструктивні та технологічні рішення.

Реалізовані в двигунах нововведення відносяться до вдосконалення його систем і агрегатів, в першу чергу елементів паливної апаратури, для поліпшення проходження робочих процесів. Однак, при моделюванні робочих процесів ДВЗ не враховувалось, і в розрахункових і конструкторських розробках питання впливу співвідношення між ходом поршня (S) і діаметром робочого циліндра ($D_ц$), хоча вплив цих факторів на індикаторний процес було досліджено в ряді робіт [1, 2].

Зниження питомої поверхні охолодження неминуче приводить до зменшення теплових втрат через стінки циліндра. Вперше на це було вказано в роботі [1].

Для побудови алгоритму мінімізації слід взяти за основу декілька основних даних по двигуну, для якого буде проводиться мінімізація. Такі дані можна взяти із теплового розрахунку двигуна: $D_ц$ – діаметр циліндра (для двигуна прототипу), м; S – хід поршня, м; ε – дійсна ступінь стискання; ρ – ступінь попереднього розширення

Після цього слід розрахувати робочий об'єм циліндра $V_s = 0{,}785 \cdot D_ц^2 \cdot S$, який при подальших розрахунках зберігається як стала величина ($V_s = const$).

Крім цього, ε, ρ – теж зберігаються як сталі величини.

Діаметр циліндра $D_ц$ пов'язаний із переміщенням поршня ΔS залежністю $\nu = \frac{\Delta S}{D_ц}$.

Виразимо $D_ц$ із останньої наведеної формули. Зберігаючи величину робочого об'єму циліндра, отримаємо ряд значень $D_ц$ при $V_s = const$, але при змінних значеннях ν.

Порядок розрахунків наведено в методиці [3, 4]. За даними таблиць отримаємо залежність $D_ц = f(ν)$, за характером якої знаходимо мінімальне значення питомої площі $β_{min} = F_{охол}/V$, якій відповідає конкретне отримане значення відносної величини $\nu_{опт} = \frac{\Delta S}{D_ц}$.

Таблиця 1. Результати мінімізації питомої поверхні охолодження циліндра для деяких сучасних суднових МОД

№ з/п	Марка двигуна	$ν = S/D_ц$	$β_б$, м$^{-1}$	$ν_{опт} = S/D_ц$	$β_{min}$, м$^{-1}$
1	S26MC6-II	3,77	30,54	7,5	28,93
2	S35MC7-TII	4,00	22,03	7,5	21,07
3	S46MC-C7-TII	4,20	16,38	7,5	15,77
4	S50MC6-TII	3,82	15,77	7,5	14,98
5	G50ME-B9	5,00	13,94	7,5	13,96
6	G60ME-C9	4,17	12,61	7,5	12,12
7	G70ME-C9	4,65	10,27	7,5	10,02
8	S80MC-C9-TII	4,34	9,28	7,5	8,97
9	G80ME-C9-TII	4,65	8,99	7,5	8,77
10	K90ME9-TII	3,19	9,62	7,5	8,84
11	K108ME-CT	2,46	9,29	7,5	8,02
12	RT- flex60C (B)	3,75	13,27	7,5	12,56
13	RT- flex68 (D)	4,00	11,34	7,5	10,84
14	RT- flex96C (B)	2,34	10,77	7,5	9,18
15	UEC80LSE - Eco - B1	3,94	9,71	7,5	9,27

Для мінімізації теплових втрат для моделювання процесів вибрані сучасні суднові МОД, для яких проведено мінімізацію у напрямку зменшення питомої поверхні охолодження. Результати наведені у табл. 1.

Дійсні значення питомої поверхні охолодження двигуна якісно співпадають з розрахунковими результатами, що підтверджує правильність запропонованої моделі мінімізації теплових втрат у надпоршневій порожнині двигуна.

Висновки:

1. Відношення між параметрами $S/D_ц$, а також геометрична форма камери згоряння суттєво впливає на питому поверхню охолодження циліндра β.

2. На стадії ескізного проектування двигунів можна передбачити мінімальну питому площу охолодження циліндра, що призведе до зменшення теплових втрат двигуна.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Ткаченко С. Г., Хоменко В. С. (2002) О рациональном соотношении хода (S) поршня и диаметра цилиндра (Dц) двигателей внутреннего сгорания. Международный сборник научных трудов «Прогрессивные технологии и системы машиностроения» - ДДТУ, выпуск 22, Донецк, 172 с.

[2] Ткаченко С.Г., Хоменко В.С., Авдюнін Р.Ю. Вибір раціональних співвідношень розмірів деталей та розрахункове дослідження процесів двигуна за допомогою методів комп'ютерного проектування: Методичні вказівки до виконання курсового проекту студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" (спеціалізація "Двигуни внутрішнього згоряння") денної та заочної форм навчання. – Миколаїв: видавець Торубара В.В., 2016. – 32 с.

[3] Можливості дослідження робочого процесу ДВЗ на підставі енергетичного балансу в межах робочого циліндру друк. Збірник наукових праць НУК. –Миколаїв: НУК, 2009. - № 6 (429) – 196 с.

[4] Андреєв А.А. Комп'ютерні технології у теплотехнічних розрахунках. Частина І: Навчальний посібник з грифом МОНУ (лист №1/11-6723 від 07.05.2014 р.)/ А.А. Андреєв, О.М. Дудченко, С.А. Лой, В.В. Спіхтаренко, В.С. Цвікліс. – Херсон: Видавець Грінь Д.С., 2014. – 244 с.

Results of minimization of heat losses of marine low-speed engines

Andreev Andrii[1], Khomenko Viktoriia[2], Avdiunin Roman[3]
[1-3]Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Increasing the fuel efficiency of internal combustion engines has become possible not only due to the improvement of processes occurring in diesels, but also due to the rational ratio of the main dimensions of the cylinder (piston stroke to cylinder diameter, S/Dc). By minimizing the specific cooling surface of the cylinder, it is possible to create conditions under which heat losses will be reduced at the stage of sketch design, which in turn will increase the efficiency of the engine. It is most expedient to carry out such measures for marine long stroke engines.

Key words: ICE, minimization

УДК 621.515

НОВИЙ ПІДХІД ДО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ *S*-ПОДІБНИХ СЕРЕДНІХ ЛІНІЙ ПРОФІЛІВ ЛОПАТОК ОСЬОВИХ КОМПРЕСОРІВ

Борисенко В.Д.[1], Устенко С.А.[2], Устенко І.В.[3]

[1]доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних технологій Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського, м. Миколаїв, Україна

[2]доктор технічних наук професор кафедри проектного навчання в інформаційних технологіях Державного університету "Одеська політехніка", м. Одеса, Україна

[3]кандидат технічних наук, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Дослідження присвячене розробці нового підходу до геометричного моделювання середніх ліній профілів лопаток осьових компресорів S-подібної форми. Підхід базується на застосуванні кривих ліній, які подаються у натуральній параметризації. Середня лінія подається двома ділянками, які стикуються із забезпеченням третього порядку гладкості.

Ключові слова: середня лінія, S-подібна форма, профіль, осьовий компресор.

Моделювання *S*-подібної середньої лінії профілю лопатки осьового компресора будемо виконувати із застосуванням кривих, які подаються у натуральній параметризації. Моделювання починають із розміщення чотирьох опорних точок (рис. 1).

Середню лінію будуватимемо як складену з двох ділянок криву, які стикуватимуться в точці *1* із забезпеченням третього порядку гладкості.

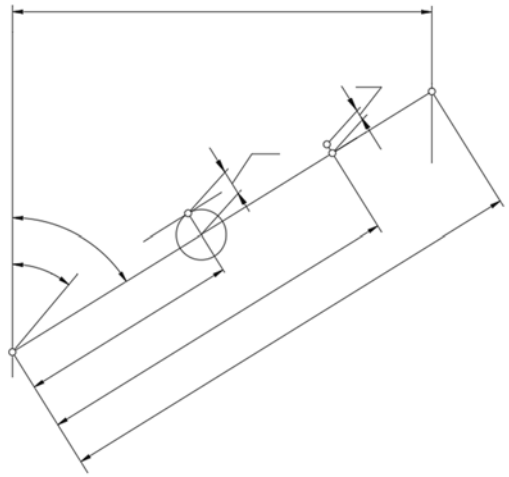


Рис.1. Вихідні дані до моделювання середньої лінії профілю

Вхідну ділянку кривої моделюватимемо із застосуванням квадратичного закону розподілу кривини, взятому у наступному вигляді:

$$k_1 = a_1 S^2 + b_1 S + c_1. \tag{1}$$

За додаткову умову приймемо те, що різниця між кривиною в точках *1* і *0* має бути мінімальною. В точці *0*, де довжина дуги є нульовою, кривина кривої k_0 буде дорівнювати коефіцієнту c_1 виразу (1).

Взявши похідну від різниці кривини в точках *1* і *0* по довжині дуги і прирівнявши її нулю матимемо:

$$d(k_1 - k_0)/dS = d(a_1 S^2 + b_1 S)/dS = 0.$$

Звідки отримаємо наступне

$$2a_1 S + b_1 = 0. \tag{2}$$

З цього виразу знаходимо залежність для коефіцієнта b_1

$$b_1 = -2a_1 S.$$

Для квадратичного закону розподілу кривини при *s* рівному довжині дуги між нульовою та першою точками з урахуванням $c_1 = k_0$ залежність кута нахилу дотичної від довжини дуги матиме вигляд:

$$\varphi_1 = \varphi_0 + a_1 S^3/3 + b_1 S^2/2 + k_0 S.$$

Маючи залежність для коефіцієнта b_1, отримаємо вираз для коефіцієнта a_1:

$$a_1 = 1{,}5[k_0 - (\varphi_1 - \varphi_0)/S]/S^2 .$$

Вираз для коефіцієнта b_1 остаточно матиме вигляд:

$$b_1 = \frac{3}{S}\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_0}{S} - k_0\right).$$

У результаті виконаних перетворень приходимо до висновку, що для побудови першої ділянки кривої необхідно знайти значення довжини дуги *S* і кривини k_0. Для їх знаходження маємо два рівняння

$$x(s) = x(0) + \int_0^s \cos\varphi(s)ds; \quad y(s) = y(0) + \int_0^s \sin\varphi(s)ds,$$

які застосовуємо для розрахунку координат точки *1*. Невідомі величини визначаємо числовим методом мінімізації відстані між проміжно отриманою кінцевою точкою та її вихідним значенням.

Для забезпечення стикування ділянок складеної кривої в точці *1* з третім порядком гладкості, а також проведення кривої через точку *2* необхідно підвищити степінь полінома закону розподілу кривини і взяти його в наступному вигляді:

$$k = a_2 s^4 + b_2 s^3 + c_2 s^2 + d_2 s + e_2. \quad (3)$$

Довжину дуги на другій ділянці складеної кривої почнемо відраховувати з нульового значення. Приймаючи до уваги, що кривини двох ділянок в точці *1* мають бути рівними, з виразу (3) знаходимо $e_2 = k_1$.

Для отримання третього порядку гладкості стикування ділянок кривих забезпечуємо в точці стику рівність похідних кривини від довжини дуги. На другій ділянці похідна від закону розподілу кривини подається залежністю:

$$k' = dk/ds = 4a_2 s^3 + 3b_2 s^2 + 2c_2 s + d_2.$$

Похідна від закону розподілу кривини на першій ділянці складеної кривої від довжини дуги в точці *1* має вигляд:

$$k' = 2a_1 S + b_1$$

і згідно з (2) дорівнює нулю.

Похідна від кривини кривої в точці *1* на другій її ділянці також дорівнює нулю. З урахуванням того, що в цій точці $s = 0$, будемо мати $d_2 = 0$.

З урахуванням значень коефіцієнтів d_2 і e_2 вираз для розподілу кута нахилу дотичної на другій ділянці кривої для кінцевої точки *3* набуде вигляду:

$$\varphi_3 = \varphi_1 + a_2 S^5/5 + b_2 S^4/4 + c_2 S^3/3 + k_1 S.$$

З цього виразу визначаємо коефіцієнт a_2:

$$a_2 = \frac{5}{S^4}\left(\frac{\varphi_3 - \varphi_1}{S} - \frac{b_2 S^3}{4} - \frac{c_2 S^2}{3} - k_1\right).$$

Решту коефіцієнтів і довжину дуги другої ділянки знаходимо шляхом розв'язання задачі мінімізації віддалення проміжно отриманих точок від заданих опорних точок. Оскільки модельована крива має пройти через точки *2* і *3*, то розглядувана задача є двокритеріальною. Цільова функція складатиметься з двох компонентів і матиме вигляд:

$$f_{\text{ц}} = \lambda_1 \sqrt{(\bar{x}_2 - x_2)^2 + (\bar{y}_2 - y_2)} + \lambda_2 \sqrt{(\bar{x}_3 - x_3)^2 + (\bar{y}_3 - y_3)}.$$

У цій функціональній залежності під координатами з рисками розуміються координати проміжно отриманих точок, а під λ_i – нормувальні коефіцієнти, сума яких має дорівнювати одиниці.

На підставі запропонованого методу моделювання середньої лінії *S*-подібної форми профілю лопатки осьового компресора розроблено програмний код, який, окрім числових результатів, видає їх у графічній формі. На рис. 2 наведено результати візуалізації середньої лінії тестового прикладу. З розгляду цього рисунку видно, що в опорній точці *2* відбувається перегин кривої.

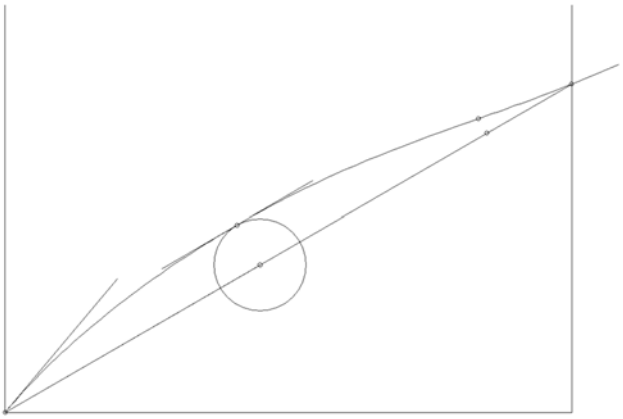


Рис.2. Тестовий приклад *S*-подібної середньої лінії

На рис. 3 наведені графіки розподілу кривини і похідної від неї для тестового прикладу. Видно, що розподіл кривини від відносної довжини дуги має плавний характер. Точка на цій кривій вказує місце перегину кривої, в якій кривина дорівнює нулю.

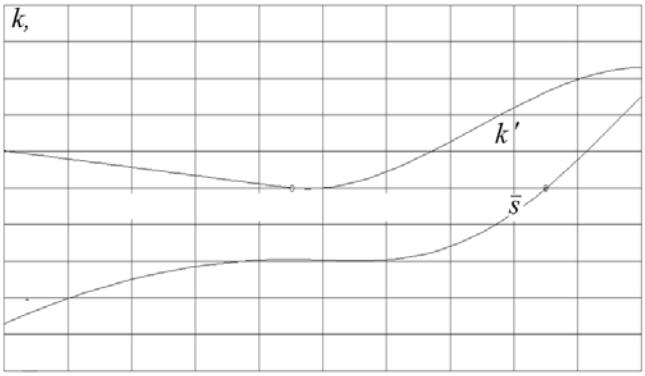


Рис.3. Графіки розподілу кривини та її похідної

Графік розподілу похідної від довжини дуги також має плавний характер. Криві похідних ділянок не терплять розрив, що є свідченням третього порядку гладкості стикування ділянок складеної кривої.

A new approach to geometric modeling of s-shaped camber lines of axial flow compressor blade airfoils

Borisenko Valeriy[1], Ustenko Serhiy[2], Ustenko Iryna[3]
[1]V.O. Sukhomlynsky Mykolayiv National University, [2]Odessa Polytechnic State University, [3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The research is devoted to the development of a new approach to geometric modeling of the S-shaped camber lines of the profiles of the blades of axial flow compressors. The approach is based on the use of curved lines, which are given in natural parameterization. The camber line is fed by two sections, which are joined to ensure the third order of smoothness.

Key words: camber line, S-shape, profile, axial flow compressor.

УДК 621.4:629.5

ВИКОРИСТАННЯ СУДНОВИХ ГІБРИДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ АТМОСФЕРНОЇ ЕМІСІЇ

Горбов В.М.[1], Мітєнкова В.С.[2]

[1]кандидат технічних наук, професор, завідуючий кафедрою експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв

viktor.gorbov@nuos.edu.ua

[2]кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв

vera.mytenkova@nuos.edu.ua

Анотація. Посилення екологічних норм щодо викидів з суден стимулює активне впровадження і розповсюдження нових технологій. Серед таких технічних рішень досить перспективним вважається використання на суднах гібридних енергетичних установок, що зазвичай включать дизель-генератори та системи акумулювання енергії. Наведено стислий аналіз переваг та недоліків подібних установок, а також огляд їх області застосування.

Ключові слова: гібридні енергетичні установки, дизель-генератори, зріджений природний газ, паливні елементи, система акумулювання енергії.

За даними Міжнародної морської організації (ІМО) морський транспорт генерує майже 2,5% парникових газів у світі. ІМО прогнозує, що к 2050 р. забруднення повітря суднами зросте щонайменше на 50% за оптимістичним сценарієм та на 250% – за песимістичним. Також у дослідженні, представленому парламентом ЄС, зазначається, що до 2050 р. світовий флот буде генерувати до 20% глобальних викидів CO_2 [1].

Саме тому значно посилюється інтерес до використання на суднах більш «чистих» технологій та джерел енергії. Досить перспективним вважається отримання електричної енергії для суднових потреб без спалювання вуглеводневих палив у дизельних двигунах (внаслідок чого зазвичай і генерується CO_2). Це можна реалізувати шляхом використання акумуляторних батарей, сонячних батарей або паливних елементів (ПЕ) у складі так званих гібридних енергетичних установок (ГЕУ). Для ПЕ в якості основних палив для протікання електрохімічних реакцій розглядаються зріджений природний газ (ЗПГ), водень, аміак і метанол. З огляду на розвиток технологій зберігання цих палив на борту, а також наявної бункерувальної інфраструктури, ЗПГ є найбільш реальним варіантом для активного впровадження у найближчий перспективі.

Можна виділити декілька концепцій використання електричної енергії на суднах [1]:

- дизель-електричні енергетичні установки;
- ГЕУ – батареї замість одного або декількох дизель-генераторів, що працюють додатково до двигунів внутрішнього згоряння;
- повністю електрична енергетична установка, що включає лише батареї та/або паливні елементи в якості єдиних джерел енергії на борту.

Відповідно до нормативних документах класифікаційного товариства ABS (American Bureau of Shipping) гібридні електроенергетичні системи включають електрогенератори, приводом яких є двигуни внутрішнього згоряння, або валогенератори, або двигуни, що приводяться в дію головним двигуном, з системою акумулювання енергії, яка може складатися з батарей, суперконденсаторів, паливних елементів або іншого обладнання для отримання електричної енергії на загальносуднові та пропульсивні потреби. Схема та склад ГЕУ може підібрана індивідуально для кожного судна в залежності від вимог і, таким чином, оптимізована під використання кожного компонента з максимальною ефективністю [2].

Важливою особливістю гібридних енергетичних установок є можливість хоча би частину ходового часу працювати без двигунів внутрішнього згоряння, лише за рахунок енергії в акумуляторних батареях або ПЕ.

Активною розробкою ГЕУ займаються провідні компанії-виробники суднового обладнання, такі як Wärtsilä, MAN Energy Solution, Rolls-Royce та інші.

Так, компанія Wärtsilä представила інноваційні концепції гібридних енергетичних установок для буксирів, круїзних лайнерів, поромів, земснарядів, офшорних суден, що включають електричні батареї у поєднанні з паливними елементами, що працюють на водні або ЗПГ для забезпечення можливості експлуатації з нульовою емісією вуглецю протягом частини ходового часу [3].

Випробування, проведені Wärtsilä на буксирах, показали що при застосуванні ГЕУ викиди діоксиду вуглецю знижуються на 23%, оксидів азоту – на 40%, сірки – на 22%, твердих часток – на 48% порівняно із традиційними дизель-механічними установками [4].

Окрім покращення екологічних характеристик до переваг гібридних енергетичних установок можна віднести [5]:

- оптимальне завантаження дизельних двигунів, що дозволяє мінімізувати питому витрату палива;
- швидке покриття пропульсивних та загальносуднових потреб у енергії, що виникають раптово;
- обмеження максимального навантаження та запобігання невстановленим навантаженням на дизельних двигунах, що знижує витрати на їх обслуговування;
- наявність запасу електроенергії, що дозволяє відмовитися від резервного дизель-генератора та, в деяких випадках, зменшити кількість двигунів, що знаходяться в експлуатації;
- нульова емісія при роботі лише на батареях.

Отже, використання гібридних енергетичних установок дозволяє суттєво знизити викиди у атмосферу основних забруднюючих компонентів, зокрема парникового газу CO_2. На відміну від повністю електричних установок ГЕУ можуть використовуватися не тільки на малих, але і на середніх та великих за розмірами суднах, в т. ч. необмеженого району плавання. Найбільш перспективним сегментом флоту в коротко- та середньостроковій перспективі є ті групи суден, де вже ефективно застосовуються дизель-електричні установки, а саме буксири, різні типи поромів, круїзні лайнери, судна технічного флоту, офшорні судна. В разі включення до складу ГЕУ паливних елементів для них можна використовувати в якості джерела водню природний газ та метанол, що одночасно можуть застосуватися в якості палив і для дизельних двигунів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Why ships of the future will run on electricity. Available from: https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/electrified-ships/.

[2] American Bureau of Shipping, 2020. Guide for Hybrid Electric Power Systems for Marine and Offshore Applications. 3. Wärtsilä, 2018, Wärtsilä HY. Available from: https://www.wartsila.com/docs/default-source/product-files/hybrid/wartsila-hy-2018.pdf.

[3] Wärtsilä, 2018, Wärtsilä HY Tug propulsion system. Available from: https://www.wartsila.com/docs/default-source/marine-documents/business-white-papers/white-paper_wartsila-hy-tug-propulsion-system.pdf.

[4] MAN Energy Solution, Technology for ecology. Available from: https://www.man-es.com/docs/default-source/marine/2366382_technology-for-ecology_21082020.pdf?sfvrsn=d3e51a68_4.

Application of ship hybrid power plants to decrease air pollution

Gorbov V.M[1]., Mitienkova V.S.[2]

[1,2] Department of Ship Power Plants Operation & Heat-power Engineering Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Strengthening the environmental requirements for ship emission stimulates the active application and proliferation of new technologies. Among such technical solutions, the use of hybrid power plants on ships, which usually include diesel-generator sets and energy storage systems, is considered to be quite promising. A brief analysis of the advantages and disadvantages of these plants, as well as an overview of their scope is presented.

Keywords: hybrid power plants, diesel engine driven generators, liquified natural gas, fuel cells, energy storage system.

УДК 621.181.27

О МЕХАНИЗМЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ ПРИ СЖИГАНИИ ВОДОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Горячкин А.В.[1], Колбасенко О.В.[2], Филипщук А.Н.[3], Корниенко В.С.[4], Тендитный Ю.Г.[5], Тендитная Н.В. [6]

[1]кандидат технических наук Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
[2]аспирант Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
[3]старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
[4]кандидат технических наук Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина; kornienkovika1987@gmail.com,
[5]старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
[6]старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

Аннотация. Рассмотрен механизм низкотемпературной коррозии при сжигании водотопливных эмульсий. Установлено, что на скорость коррозии большое влияние оказывает степень увлажненности отложений поверхности нагрева.

Ключевые слова: водотопливные эмульсии, горение, коррозионные процессы, тепловая эффективность.

По вопросу механизма низкотемпературной коррозии (НТК) опубликовано немного работ, особенно по совместному воздействию различных факторов. Поэтому нет единого мнения по этому вопросу и трудно указать какой из факторов оказывает преимущественное влияние и определяет в основном механизм и интенсивность коррозионного процесса.

При воздействии на поверхность металла продуктов сгорания, содержащих кислород и пары серной кислоты, по мнению авторов [1] возможно протекание двух процессов (рис. 1): окисления стали с образованием оксидов железа и взаимодействия стали с кислотой с выделением сульфатов.

В результате взаимного влияния этих двух процессов возможно образование двух коррозионных зон: зоны *I*, где значение *K* определяется скоростью взаимодействия металла с кислотой, а продуктами коррозии являются сульфаты (участок *AB*), и зоны *II*, где скорости обоих процессов соизмеримы. Во второй зоне суммарная кривая *K* будет иметь минимум (участок *BC)*. Продуктами коррозии являются сульфаты и оксиды железа. При сравнительно высокой температуре стенки ($t_{ст}$ > 90…110 °С) на поверхности должен конденсироваться раствор H_2SO_4

высокой концентрации (более 70 %). При такой концентрации кислота уже не взаимодействует со сталью, и поверхность металла пассивируется [1]. В результате сульфаты железа не образуются, а процесс газовой коррозии, протекающий с образованием оксидов железа, тормозится. Следствием этого является возникновение третьей коррозионной зоны, где кривая скорости коррозии имеет максимум (участок *DE*).

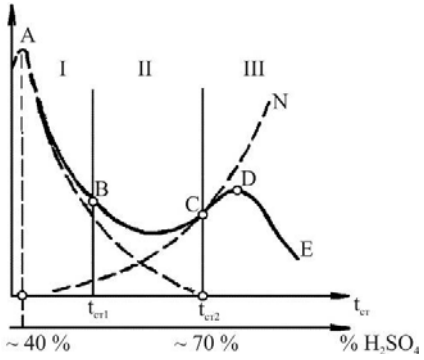


Рис. 1. Принципиальная кривая зависимости скорости коррозии от температуры стенки

Появление минимума скорости коррозии при $t_{ст} \approx 80$ °С по мнению [2, 3] обусловлено появлением тумана серной кислоты, что наблюдается и в процессах сернокислотного производства контактным способом [4]. Пары конденсируются в объеме с образованием тумана, состоящего из мельчайших капелек кислоты, при определенном критическом пересыщении пара $S_{кр}$, а также при $S > S_{кр}$. После достижения максимального значения S, особенно при образовании тумана, количество конденсирующейся кислоты снижается [4, 5] (рис. 2, *а*).

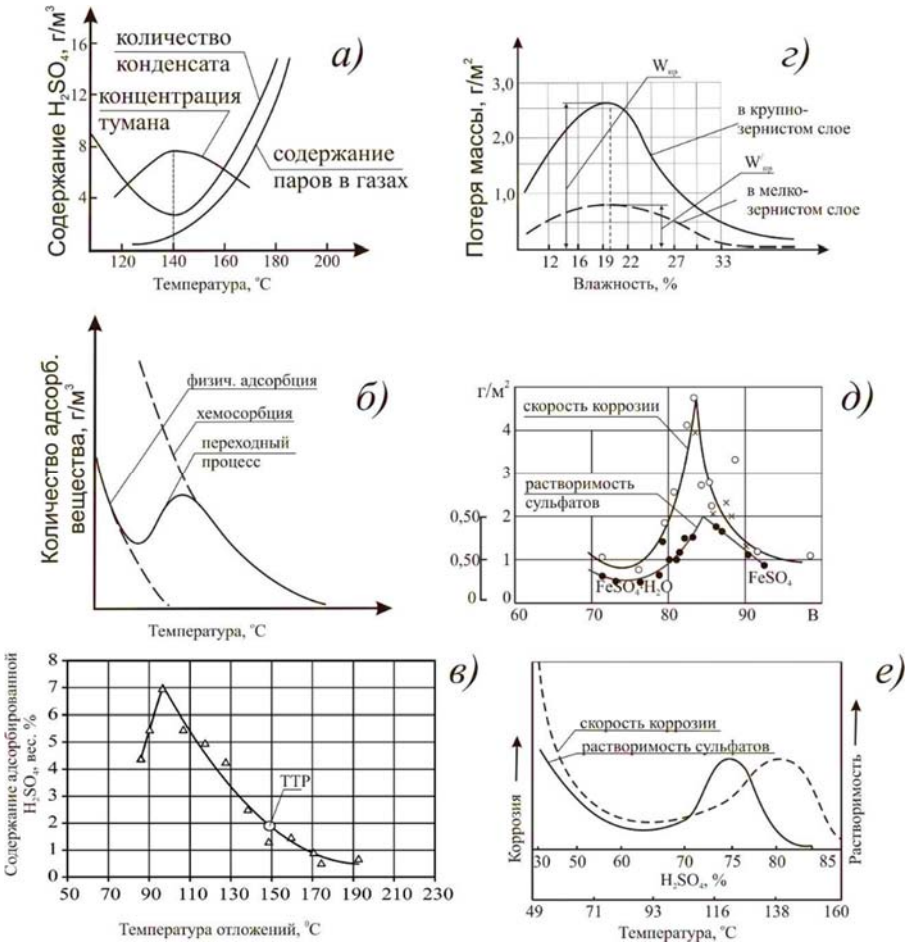


Рис. 2. Влияние различных факторов на интенсивность НТК процессов

Опытные данные многочисленных измерений температуры точки росы по методике построения зависимости скорости роста тока между электродами $di/d\tau = f(t_{ст})$, которая соответствует количеству сконденсировавшейся кислоты [3], также подтверждают существование максимума и минимума на кривой зависимости количества адсорбированной влаги от температуры (рис. 3, *а*, *б*). Необходимо обратить внимание на наличие максимума и минимума при измерении электродвижущей силы $dE/d\tau = f(t_{ст})$, а также незначительное увеличение ее максимального значения и некоторого смещения в сторону меньших температур при увеличении содержания воды [8] (рис. 3, *б*, *в*). Аналогичные результаты при наших исследованиях массопотока кислоты при сжигании ВМЭ (рис. 3, *г*) путем оценки изменения скорости изменения емкости $dc/d\tau = f(t_{ст})$.

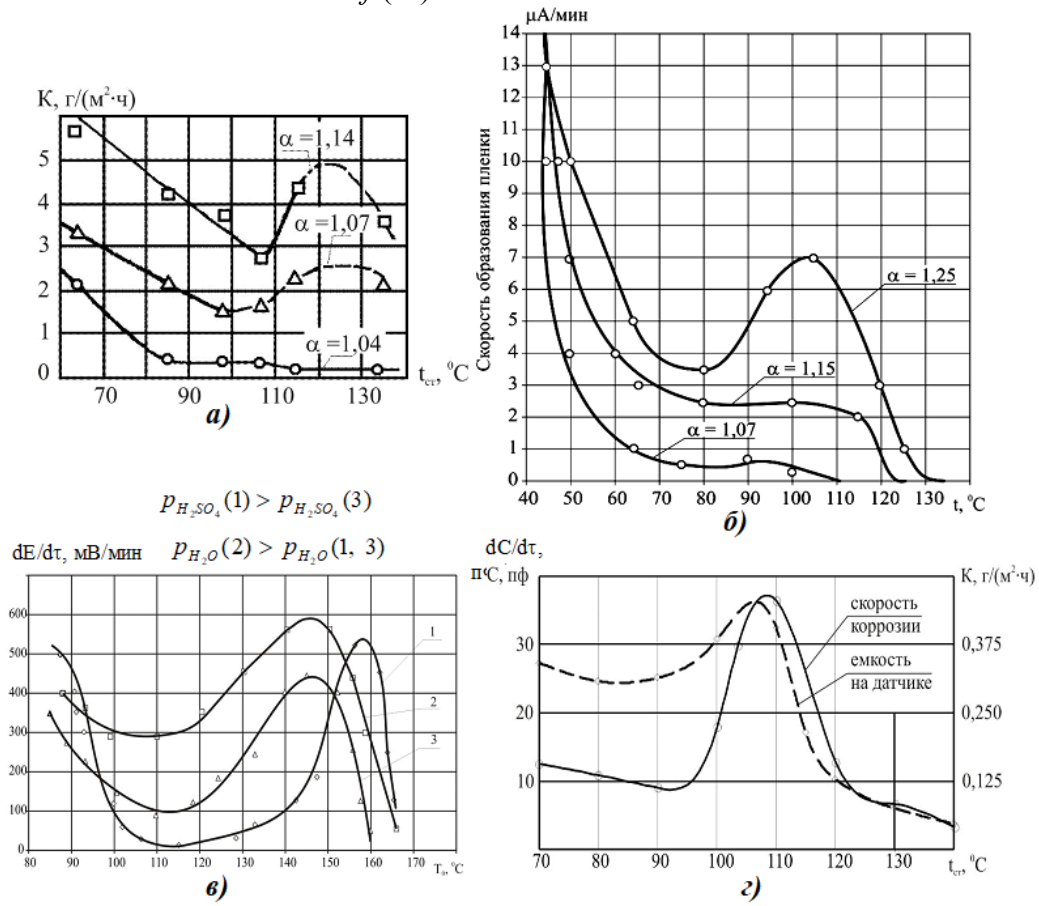


Рис. 3. Косвенные методы оценки интенсивности коррозионного процесса:
***а* – прямые измерения скорости коррозии, по данным; *б* – измерение скорости изменения тока di/dτ;**
***в* – измерение скорости изменения ЭДС; *г* – измерение скорости изменения емкости (наши данные)**

При коррозии низкотемпературной поверхности в атмосфере дымовых газов поглощение паров H_2SO_4 происходит в результате действия трех типов адсорбции (по данным исследований атмосферной коррозии [5]): хемосорбции (начиная от высоких температур и до температуры, соответствующей кислотному максимуму), активированной (неустойчивой) хемосорбции (при температурах более низких) и физической адсорбции (при температурах 80…60 °С), при которых снова наблюдается рост количества поглощенных паров H_2SO_4 и начинается конденсация H_2O (рис. 2, *б*). Вследствие этого и наблюдаются максимумы и минимумы на кривой этой зависимости. Данные прямых измерений [7] подтверждают существование максимума на кривой зависимости количества адсорбированной H_2SO_4 от температуры отложений (рис. 2, *в*).

На скорость коррозии большое влияние оказывает степень увлажненности отложений поверхности нагрева [8, 9]. При влажности около 15…25 % независимо от состава отложений наблюдается максимальная скорость коррозии металла (рис. 2, *г*). Увеличение скорости коррозии

при изменении влажности от 0 до 15…25 % объясняется уменьшением омического сопротивления возникающих коррозионных элементов [8]. При влажности отложений большей критической диффузия деполяризаторов O_2 и SO_2 к металлу затрудняется и скорость коррозии снижается.

Важным фактором, заметно влияющим на скорость электрохимической коррозии, является растворимость продуктов коррозии в сконденсировавшейся серной кислоте, что определяет эффективность протекания анодного процесса. Согласно [3, 8] ход кривой растворимости сульфатов железа в H_2SO_4 идет почти эквидистантно скорости коррозии (рис. 2, *д*, *е*).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Романов В.А., Дмитриев Г.И., Щербинкин В.И. Низкотемпературная коррозия поверхности нагрева судового котла. Судостроение. 1976. №4. С. 32-35.

[2] Альшевский В.Н. Исследование состава раствора, конденсирующегося из дымовых газов на поверхности. Теплоэнергетика. 1974. №1. С. 14-17.

[3] Внуков А.К. Теплохимические процессы в газовом тракте паровых котлов. М.: Энергоиздат, 1981. 296 с.

[4] Амелин А.Г. Производство серной кислоты. М.:Химия, 1967. 472 с.

[5] Романков П.Г., Лепилин В.Н. Непрерывная адсорбция паров и газов. М.: Химия, 1968. 228 с.

[6] Левина Т.А. Особенности электрического и электрохимического методов исследования конденсации паров H_2SO_4 в котлах. Теплоэнергетика. 1983. №11. С.54-58.

[7] Needham A.M., Ounsted D. Investigations into the origins and properties of acid smuts from oil-fired power stations. J. of the Inst. Fuel. 1964. Vol. 37. №278. pp.14-19.

[8] Жук Н.П. Курс коррозии и защиты металлов. М.: Металлургия, 1968. 408 с.

[9] Проценко Г.В. Массоотдача паров серной кислоты из потока продуктов сгорания топлив к поперечно-омываемой трубе. Труды ЛКИ: Проблемы повышения эффективности СЭУ. 1985. С.51-56.

About the mechanism of low-temperature corrosion during of water-fuel emulsions combustion

Goryachkin A.V., Kolbasenko O.V., Filipschuk A.N., Kornienko V.S., Tenditny Y.G., Tenditnaya N.V.
Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The mechanism of low-temperature corrosion during of water-fuel emulsions combustion is considered. It has been established that the rate of corrosion is greatly influenced by the degree of moisture content of the heating surface deposits.

Keywords: water-fuel emulsions, combustion, corrosion processes, thermal efficiency.

УДК 621.181.27

ПАССИВАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ СТЕНКИ НИЖЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОЧКИ РОСЫ ПАРОВ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Горячкин А.В.[1], Колбасенко О.В.[2], Филипщук А.Н.[3], Корниенко В.С.[4], Тендитный Ю.Г.[5], Тендитная Н.В. [6]

[1]кандидат технических наук Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
[2]аспирант Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
[3]старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
[4]кандидат технических наук Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
kornienkovika1987@gmail.com,

[5]старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;
[6]старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

Аннотация. Установлено, что основным фактором, обуславливающим существенное снижение интенсивности низкотемпературной коррозии при сжигании водотопливных эмульсий с содержанием воды более 20 % (и особенно при 30 % воды), является возникновение пассивации металла.

Ключевые слова: водотопливные эмульсии, горение, коррозионные процессы, тепловая эффективность.

Зафиксированное при исследованиях поглощение оксидов азота подтверждает возможность их участия в процессе образования H_2SO_4 по нитрозному механизму дополнительно к контактному (основному) методу. Это подтверждают измерения концентрации H_2SO_4 в отложениях, которая определяет скорость низкотемпературной коррозии. Результаты обработки литературных данных [1-3] и проведенных нами исследований представлены на рис. 1.

Как видим, полученные концентрации H_2SO_4 в конденсате на поверхности нагрева при сжигании водотопливных эмульсий (ВТЭ) (кривые 5, 6, 7) смещены в сторону более высоких температур стенки. С увеличением водосодержания W^r в сжигаемом топливе наблюдается увеличение температуры стенки $t_{ст}$, соответствующей 60%-ой концентрации: при $W^r = 17$ % $t_{ст} = 112$ °С, а при $W^r = 30$ % $t_{ст} = 116$ °С. Сдвиг полученных зависимостей может быть объяснен прохождением реакций при абсорбции оксидов азота конденсатом. По результатам наших исследований концентрация серной кислоты при сжигании "сухого топлива" в области "кислотного пика" составляет 72 %, а при сжигании ВТЭ – 60 %, что соответствует режиму нитрозного механизма.

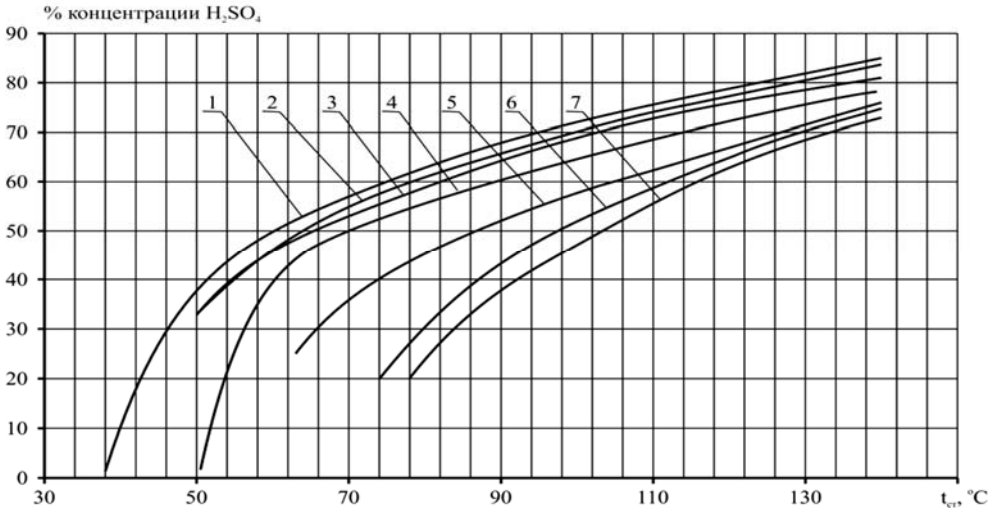


Рис. 1. Зависимость концентрации H_2SO_4 от температуры стенки:
1 – лабораторные исследования (при p_{H_2O} = 0,01 МПа) [1, 2]; 2 – расчетные значения с учетом наличия инертных газов [1]; 3 – экспериментальные значения [2]; 4 – экспериментальные значения при температуре газов 170 °С [2]; 5 – при сжигании (М40+Ф12) (S^r = 1,5 %; W^r = 2 %) α = 1,35; 6 – при сжигании ВТЭ (S^r = 1,8 %; W^r = 17 %) α = 1,35; 7 – при сжигании ВТЭ (S^r = 1,8 %; W^r = 30 %) α = 1,45

Наличие оксидов азота в растворе серной кислоты должно привести к проявлению процесса пассивации поверхности металла. В теории пассивации [4-7] важная роль отводится как адсорбции O_2, так и образованию оксидных слоев, которые и составляют пассивирующий защитный слой. Источником O_2, участвующего в образовании пассивирующих слоев, может

быть HNO_3. Пассивации могут способствовать анионы, дающие с металлом труднорастворимые соли или смешанные оксиды. Оксидной пассивации железа в кислых растворах может предшествовать появление на его поверхности солевой пленки. В частности, это относится к растворам H_2SO_4, где образуются пленки $FeSO_4$ и $Fe_2(SO_4)_3$, т.е. при наличии Fe^{3+} в растворе, снижающие критический ток пассивации [4, 6].

При сжигании ВТЭ с $W^r = 10$ % удалось определить содержание Fe^{3+} в смыве отложений. На рис. 2 представлено содержание Fe^{3+} по отношению к сумме $Fe^{3+} + Fe^{2+}$. При сопоставлении с кривой $K = f(t_{ст})$ четко видно, что минимальному содержанию Fe^{3+} соответствует максимальная скорость коррозии, а максимальному содержанию Fe^{3+} - минимальное ее значение, что подтверждает влияние явления пассивации.

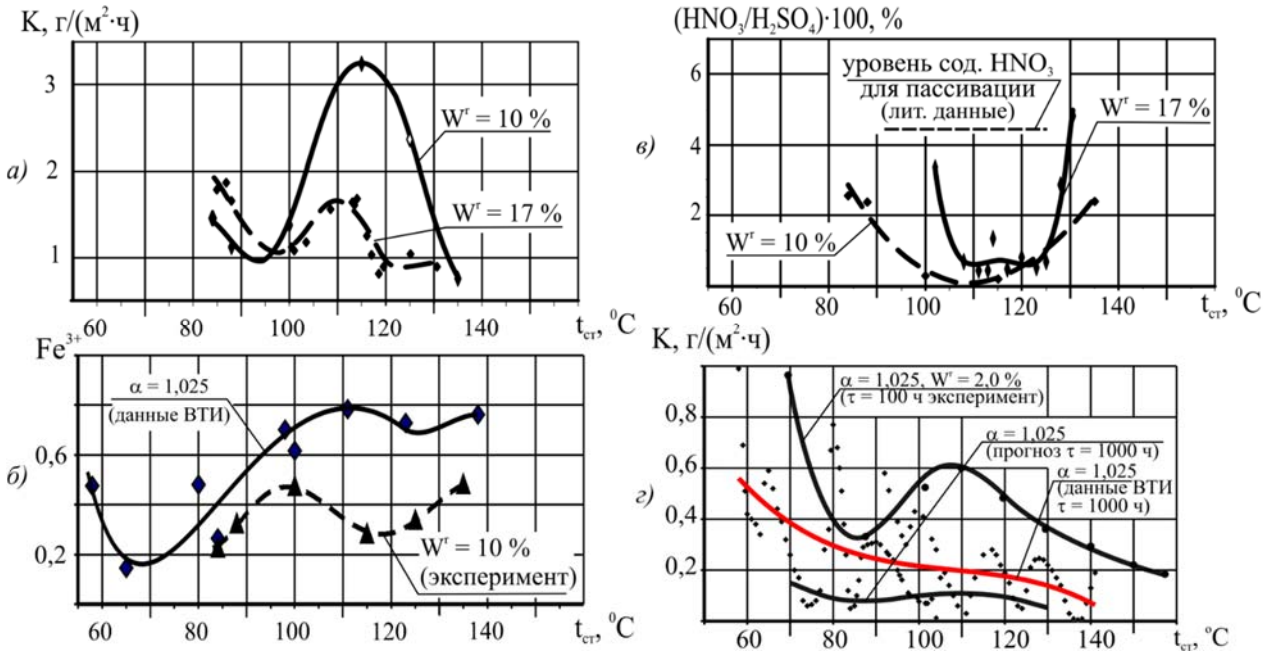


Рис. 2. Зависимость скорости коррозии от температуры стенки (*а*), сравнение отношений $Fe^{3+}/Fe_{общ}$ (*б*) и HNO_3/H_2SO_4 (*в*), характеризующих возможность пассивации поверхности металла и сравнение наших экспериментальных данных с данными (*г*) при постоянных и переменных режимах

Присутствие некоторых ионов в растворе либо тормозит, либо ускоряет анодный процесс [4-6]. Активирующее влияние на железо оказывает SO_4^{2-}, так как ток пассивации $i_п$ увеличивается при добавке SO_4^{2-}. Следовательно, SO_4^{2-} принимает определенное участие в анодном растворении железа (пассивирующие ионы вытесняются ионами SO_4^{2-}). При этом поверхность электрода подвергается точечному разъеданию (питтингу). С ростом концентрации SO_4^{2-} число язв увеличивается, а потенциал, при котором электрод активируется, становится более отрицательным, что и наблюдается при НТК в котлах при сжигании стандартных топлив.

Многие анионы подавляют образование питтинга при определенном отношении концентраций некоторого аниона A^- в растворе. Наиболее эффективен в этом отношении анион NO_3^-. Если расположить исследованные анионы в порядке их эффективности, то получится ряд: $NO_3^- \succ ClO_3^- \succ ClO_4^- \succ CrO_4^{2-} \succ SO_4^{2-}$ [5]. В [6] приведены данные о пассивном состоянии металла при 50%-ой концентрации H_2SO_4 при введении в раствор 5 % HNO_3. По данным [6] пассивирующее влияние оксидов азота проявляется до температуры 100 °С, т.е. до температуры стенки, при которой наблюдается "пик" НТК. Добавка NO_3^- стабилизирует потенциал, и электрод остается в пассивном состоянии [5, 6]. Действие NO_3^- проявляется при значительном сдвиге

потенциала в положительную сторону [5]. Эти процессы объясняют уменьшение образования питингов при сжигании ВТЭ.

Таким образом, наши предположения о возможных причинах снижения НТК на основе результатов измерений содержания NO_3^-, Fe^{3+} подтверждаются представленными сведениями о пассивации поверхности металла. Поэтому считаем, что основным фактором, обуславливающим существенное снижение НТК при сжигании ВТЭ с содержанием воды более 20 % (и особенно при 30 % воды), является возникновение пассивации металла.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Альшевский В.Н. Исследование состава раствора, конденсирующегося из дымовых газов на поверхности. Теплоэнергетика. 1974. №1. С. 14-17.

[2] Внуков А.К. Теплохимические процессы в газовом тракте паровых котлов. М.: Энергоиздат, 1981. 296 с.

[3] Амелин А.Г. Производство серной кислоты. М.:Химия, 1967. 472 с.

[4] Капиллярная химия. Пер. с японского. Под ред. К.М. Тамару. М.: Мир, 1983. 272 с.

[5] Скорчеллетти В.В. Теоретические основы коррозии металлов. Л.: Химия, 1973. 264 с.

[6]. Сухотин А.М. Физическая химия пассивирующих пленок на железе. Л.: Химия, 1989. 320 с.

[7]. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Пассивность и защита металлов от коррозии. М.: Наука, 1965. 208с.

Passivation of heating surfaces at wall temperatures below the dew point of sulfuric acid vapors

Goryachkin A.V., Kolbasenko O.V., Filipschuk A.N., Kornienko V.S., Tenditny Y.G., Tenditnaya N.V.
Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The assumptions about the possible reasons for the decrease in LTC based on the results of measurements of the Fe^{3+} content are confirmed by the presented information on the passivation of the metal surface.

Keywords: water-fuel emulsions, combustion, corrosion processes, thermal efficiency.

УДК 621.181.27

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ

Горячкин А.В.[1], Колбасенко О.В.[2], Филипщук А.Н.[3], Корниенко В.С.[4], Тендитный Ю.Г.[5], Тендитная Н.В.[6]

[1]кандидат технических наук Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

[2]аспирант Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

[3]старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

[4]кандидат технических наук Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина; kornienkovika1987@gmail.com,

[5]старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

[6]старший преподаватель Херсонского филиала Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Херсон, Украина;

Аннотация. Для оценки интенсивности и выяснения механизма низкотемпературной коррозии при сжигании водотопливных эмульсий были проведены комплексные исследования процессов, определяющих скорость коррозии, при водосодержании эмульсии 10, 15, 17 %.

Ключевые слова: водотопливные эмульсии, горение, коррозионные процессы.

Для оценки интенсивности и выяснения механизма низкотемпературной коррозии (НТК) при сжигании водотопливных эмульсий (ВТЭ) были проведены комплексные исследования процессов, определяющих скорость НТК, при водосодержании W^r в эмульсии 10, 15, 17 %.

Исследования процессов загрязнения, коррозии и массопереноса были проведены при сжигании ВТЭ на основе мазута М40 (S^r=1,8 %, W^r=15 %) при α = 1,5 и при сжигании того же мазута при W^r=2 % и α, равном 1,5, т.е. с повышенными избытками воздуха, имеющими место в реальных условиях эксплуатации котлов. Продолжительность опытов составляла 6 часов. В [1] приводятся значения скорости коррозии также за 6 часов испытаний при сжигании мазута (S^r=2,5…3 %) при α = 1,03…1,04, что дает возможность сравнить интенсивности коррозии при сжигании ВТЭ с большим W^r при повышенных α и обычного мазута, сжигаемого при низких α.

Зависимости интенсивности загрязнения поверхности нагрева при сжигании ВТЭ с W^r=15 % и мазута М40 с W^r =2 % приведены на рис. 1, *а*. Результаты исследований показывают, что загрязнение поверхности нагрева при сжигании ВТЭ происходит более интенсивно, чем при сжигании обычного мазута [1] (с учетом меньшей скорости коррозии).

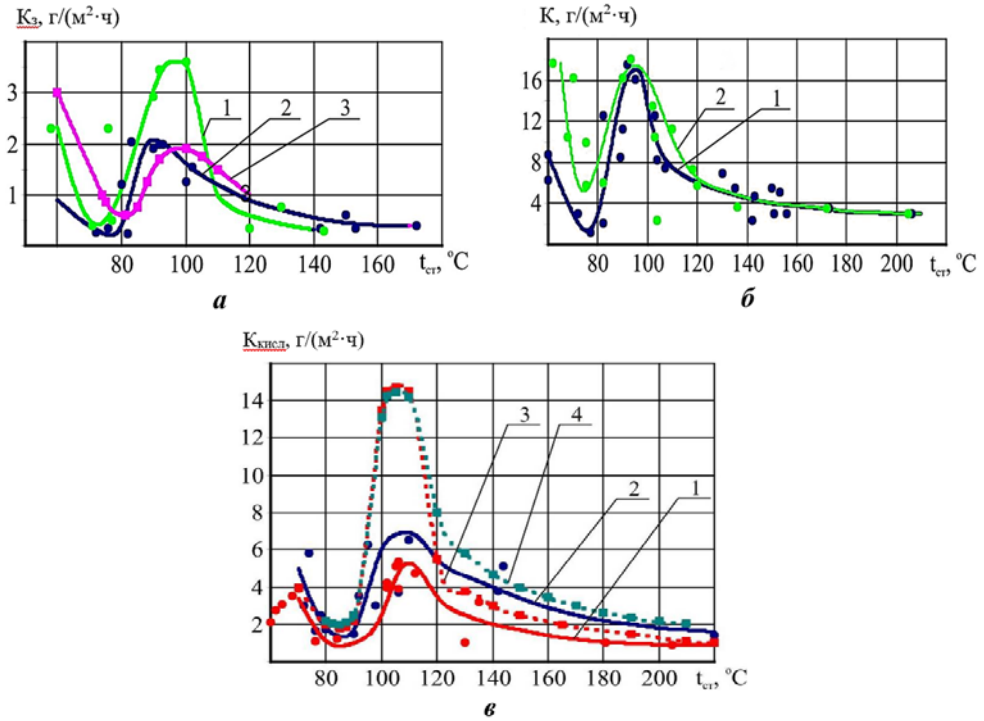


Рис. 1. Зависимость интенсивности загрязнения (*а*), коррозии (*б*) и массопотока H_2SO_4 (*в*) от температуры стенки при сжигании мазута М40 (S^r = 1,8 %; W^r = 2 %) при α = 1,5 и ВТЭ на основе этого мазута при W^r = 15 %: *а*) 1 – мазут М40; 2 – ВТЭ; *б*) 1 – мазут М40; 2 – ВТЭ; 3 – мазут М100 (S^r = 2,5 %; W^r = 2 % при α = 1,03…1,04) [1]; *в*) 1 – массопоток оставшейся в отложениях кислоты при сжигании мазута М40; 2 – массопоток оставшейся кислоты при сжигании ВТЭ; 3 – массопоток конденсирующейся кислоты при сжигании мазута М40; 4 – массопоток конденсирующейся кислоты при сжигании ВТЭ

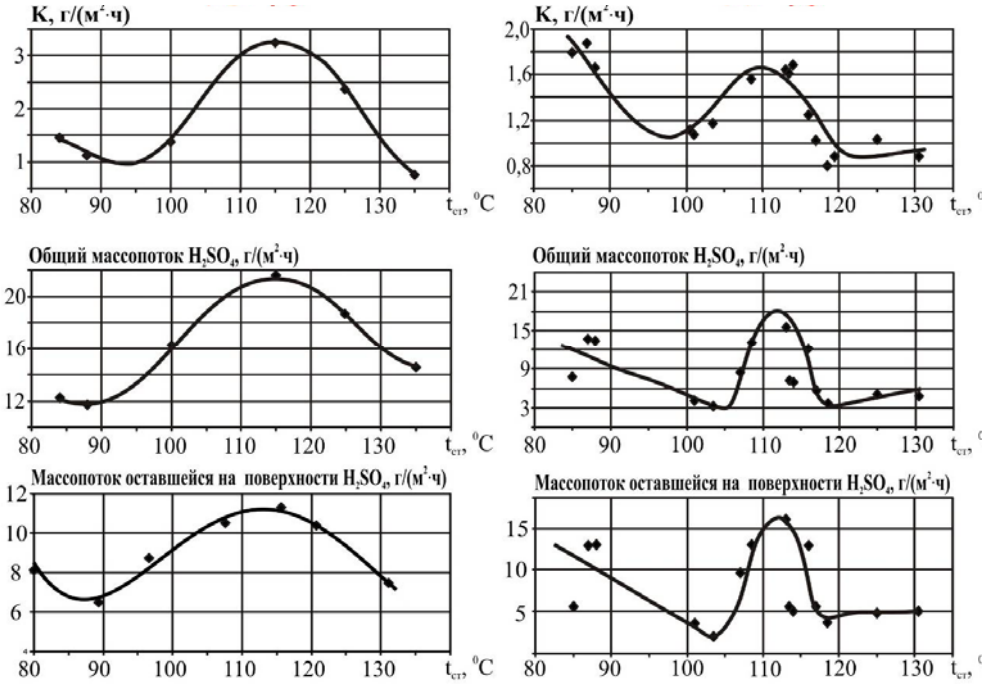
Объясняется это, скорее всего тем, что вследствие большей непроницаемости пленки сульфатов отложения на поверхности нагрева при сжигании эмульсии более влажные, чем при сжигании необводненного мазута, что способствует налипанию золовых и сажистых частиц на этой поверхности. Необходимо отметить различия во внешнем виде отложений, что обусловлено, по-видимому, их составом. При сжигании необводненного мазута отложения в районе

"кислотного пика" черного цвета и влажные. При сжигании эмульсии отложения более влажные и многослойные: верхний слой серого цвета предположительно из-за наличия нитрозы, под ним слой отложений сажи черного цвета, а непосредственно на поверхности металла плотный слой продуктов коррозии. При температуре стенки выше 130 °С интенсивность процесса при сжигании эмульсии и обычного мазута практически одинакова.

Зависимости $K = f(t_{ст})$ при этих режимах представлены на рис. 1, *б*. При сжигании эмульсии скорость коррозии K меньше, чем при сжигании обычного мазута. В области "кислотного пика" при температуре стенки 95…100 °С наблюдается существенная разница в скорости коррозии. При сжигании мазута М40 K = 3,6 г/(м^2·ч), а при сжигании ВТЭ - 2 г/(м^2·ч), т.е. в 1,8 раза меньше. Следовательно, с увеличением содержания воды в топливе скорость коррозии снижается. Сравнение с данными [1] показали, что при сжигании обычного мазута с низкими α = 1,03…1,04 (правда, при несколько большем содержании серы) K в области "кислотного пика" при сжигании ВТЭ (W^r=15 %) с большим α = 1,5 и при сжигании обычного мазута с малыми α = 1,03…1,04 находятся практически на одном уровне.

Зависимости массопотоков серной кислоты на поверхность нагрева от температуры стенки при сжигании эмульсии и обычного мазута, представленные на рис. 1, *в* показали, что они близки по своим значениям. Если учесть, что концентрация серной кислоты при сжигании обычного мазута в районе "кислотного пика" находится на уровне 70 %, а при сжигании ВТЭ на уровне 60 %, то массопотоки кислот действительной концентрации при сжигании эмульсии и обычного мазута оказываются практически одинаковыми. Несмотря на это скорость коррозии при сжигании ВТЭ почти в 2 раза меньше.

При этом еще необходимо учесть, что при сжигании ВТЭ H_2SO_4 в отложениях имеет меньшую концентрацию и, следовательно, более агрессивна. По-видимому, значительное снижение скорости НТК (особенно в области "кислотного пика") при сжигании ВМЭ происходит благодаря появлению на поверхности нагрева более плотного слоя сульфатов, который препятствует доступу кислоты к поверхности металла. При этом может наблюдаться процесс солевой пассивации поверхности металла, что потребовало проведения специальных исследований состава отложений на поверхности нагрева. Поэтому были проведены исследования коррозионных процессов при сжигании ВТЭ с содержанием воды 10 % и 17 % (рис. 2).



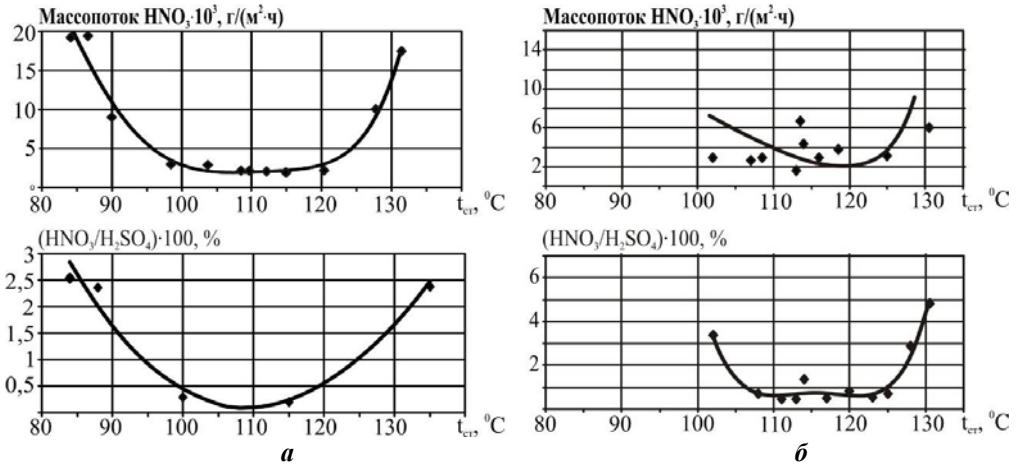


Рис. 2. Характеристики коррозионных процессов при сжигании ВТЭ с W^r = 10 % (*а*) и W^r = 17 % (*б*)

Кроме определения скорости коррозии, массопотока серной кислоты, были выполнены анализы состава отложений с целью определения в них содержания оксидов азота (в пересчете на HNO_3), а также ионов железа Fe^{3+}, которые во многом определяют возможность пассивации поверхности металла.

Из представленных на рис. 1 и 2 зависимостей видно, что массопотоки H_2SO_4 при сжигании всех видов топлива практически находятся на одном уровне. Максимальной величине массопотока кислоты соответствует и максимум скорости коррозии. Но, несмотря на это, при увеличении W^r скорость коррозии в области "кислотного пика" ниже.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Магадеев В.Ш. Коррозия газового тракта котельных установок. М.: Энергоатомиздат, 1986. 272с.

Experimental studies of the rate of low-temperature corrosion

Goryachkin A.V., Kolbasenko O.V., Filipschuk A.N., Kornienko V.S., Tenditny Y.G., Tenditnaya N.V.
Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Comprehensive studies of the processes that determine the corrosion rate were carried out at an emulsion water content of 10, 15, 17% to assess the intensity and elucidate the mechanism of low-temperature corrosion during the combustion of water-fuel emulsions.

Keywords: water-fuel emulsions, combustion, corrosion processes.

УДК.55.42.01.09

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ ОГЛЯД І АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ ПОРШНЕВИХ ДВЗ

Грабовенко О.І.[1], Медлярський С.О.[2], Смуток О.С.[3]

[1]старший викладач кафедри енергетичного машинобудування Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

goi70.@ukr.net

[2]магістрант групи 61-ТЕМмаг-20 інженерно-економічного факультету кафедри енергетичного машинобудування Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

[3]магістрант групи 61-ТЕМмаг-20 інженерно-економічного факультету кафедри енергетичного машинобудування Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

Простота конструкції та надійність в роботі, висока економічність роблять поршневі ДВЗ незамінними в якості приводних механізмів енергетичних установок різного призначення. Недоліками ДВЗ є обмеження робочих обертів через виникнення сил інерції мас деталей кривошипно-шатунного механізму та обмеження агрегатної потужності в порівнянні з газотурбінними і паротурбінними установками.

Ключові слова: силова установка, двигун внутрішнього згоряння, надійність роботи, висока економічність, альтернативні вуглеводні палива.

Найвищі ефективні показники по використанню теплоти палива, що спалюється в ДВЗ, привели до того, що принаймні 90% земної моторної енергетики складають поршневі двигуни внутрішнього згоряння. Простота конструкції і надійність в роботі, висока економічність по питомій витраті палива, виключно висока гнучкість в управлінні, постійна готовність до дії роблять поршневі ДВЗ незамінними в якості приводних агрегатів переважної більшості енергетичних установок.

Крім очевидних переваг, поршневі ДВС володіють і недоліками, що обмежують область їх застосування. До них належать такі:

наявність зворотно-поступального і зворотно-хитального руху частин кривошипно-шатунних механізмів, що є причиною виникнення сил інерції, пропорційних квадрату швидкості обертання колінчастого валу, внаслідок чого робочі числа обертів обмежені;

великі питомі маси двигунів, збільшуються в міру зменшення числа обертів, і внаслідок цього великі абсолютні маси деталей силової установки;

обмежені потужності робочих циліндрів і, отже, агрегатні потужності двигунів в порівнянні з газотурбінними і паротурбінними установками.

Слід мати на увазі, що ДВЗ є одними з основних споживачів атмосферного повітря та головних джерел негативного впливу на зовнішнє середовище шляхом викидів з відпрацьованими газами токсичних складових (окису вуглецю - CO, оксидів азоту - NO_x, вуглеводнів - CH, оксидів сірки - SO, сажі і ін.), а також надлишкової теплоти.

Основними проблемами, які вимагають свого вирішення для поліпшення експлуатаційних показників ДВЗ, є наступними:

збільшення частки корисно використаної теплоти із загального теплового потенціалу, що міститься в паливі;

розширення номенклатури рідких вуглеводневих (одержуваних з нафти і синтетичних) палив, які можуть бути використані в суднових, транспортних і стаціонарних моторних установках, альтернативних вуглеводневих палив рослинного походження, а також водню і водневовмістних сумішей;

розширення області та інтенсивності використання газоподібних палив; збільшення частки корисної роботи, яку здійснюють робочим тілом за період термодинамічної циклу;

зменшення втрат енергії при перетворенні поступального руху поршневої групи в обертальний рух колінчастого валу з відбором потужності, а також зменшення втрат потужності на подолання всіх видів сил тертя в складній технічній системі, якою є ДВЗ; вироблення паритету між рівнем витрат на виробництво двигуна і на його експлуатаційне обслуговування;

значне скорочення теплових і токсичних викидів в навколишнє середовище.

Проблеми і перспективи розвитку поршневих ДВС є актуальними для вчених і фахівців промисловості і зараз активно досліджуються шляхи по створенню різних комбінованих агрегатів турбо - компаундного типу, систем, що працюють спільно з безмоторних комплексами (паливними елементами, електрохімічними генераторами), систем агрегатованих з двигунами

Стірлінга, з частково або повністю замкнутим циклом газообміну і інші. І це дає надію на те, що проблема подальшого використання поршневих ДВС знайде своє вирішення в подальшому розвитку машинної цивілізації.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Современные дизели: повышение топливной экономичности и длительной прочности / Под ред. А.Ф. Шеховцова.-К.: Тэхника, 1992 - 272 с.

[2] Процессы в перспективных дизелях / Под ред. А.Ф. Шеховцова. - Х.: Изд-во “Основа”, 1992 - 352 с.

[3] Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкції форсованих двигунів наземних транспортних машин/За ред..проф. А.П. Марченка та засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова. - Харків, Прапор, 2004.-384 с.

Retrospective review and analysis of possible ways of development of piston ice

Grabovenko O.I.[1], Medlyarsky S.O.[2], Smutok O.S.[3]

[1-3]*Pervomaisk branch of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov*

Simplicity of a design and reliability in work, high efficiency do piston internal combustion engines irreplaceable as driving mechanisms of power installations of various function. The disadvantages of the internal combustion engine are the limitation of operating speed due to the forces of inertia of the masses of the parts of the crank mechanism and the limitation of the unit power in comparison with gas turbine and steam turbine units.

Key words: power plant, internal combustion engine, reliability, high efficiency, alternative hydrocarbon fuels.

УДК 67.014

ВОДОРОД – НОВЫЙ ПУТЬ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Данилян А.Г.[1], Тирон-Воробьёва Н.Б.[2]

[1]старший преподаватель кафедры судовых энергетических установок и систем Дунайского института Национального университета «Одесская морская академия», г. Измаил, Украина
enginmarin@ukr.net

[2]кандидат технических наук, доцент кафедры общенаучных дисциплин Дунайского института Национального университета «Одесская морская академия», г. Измаил, Украина
natasha.vorobyova051982@gmail.com

Аннотация. Путь водородной энергетики на морской транспорт открыт, но требует своего совершенства. Создания новых технологий получения чистого водорода имеет три основных направления: электрогидролизный способ из морской воды, использование природного газа как основного источника, получение водорода под воздействием атомной энергетики на перегретый водяной пар. Два первых способа получения водорода в настоящее время получили свое широкое применение на двигателях морских суден. «Экофильность» водорода превосходит все имеющиеся возможности, в отличие от других энергоносителей, использовать его широко на всех видах транспорта и в технологических процессах промышленных предприятий. Европейский союз в 2020 году субсидировал в зелёную энергетику более 1 трлн. евро, с широким использованием водородного топлива на транспорте и в промышленности.

Ключевые слова: Водород, «экофильность», электрогидролиз, судовой двигатель, детонация двигателя, зелёная энергетика.

Введение. Мировая энергетика сегодня стоит на пороге использования водородного топлива как энергетически чистого и высоко калорийного ресурса для судовых двигателей внутреннего сгорания. Проблема планетарного масштаба – это активное загрязнение воздушного океана выбросами в атмосферу промышленных предприятий и транспорта. В докладе заместителя главы 72-й Конференции ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД), в течение последующих 20 лет объёмы морских перевозок удвоятся, что приведёт к значительному увеличению выбросов CO, CO_2, NO_x. В докладе был сделан акцент на использование в судовых двигателях топлива с высокими экологическими показателями при его сгорании [1, с. 4].

Водород – экофильное топливо. С возрастанием спроса на него возможно разрешить проблемы экологического плана, обеспечивая практически нулевые показатели всех вредных выбросов в отходящих газах тепловых машин. Чрезвычайно важно использовать водород; остановить глобальное потепление планеты, снизив до нуля выбросы CO_2. В ближайшее время бурный рост морского и речного тоннажа, помноженный на интенсификацию перевозок, может довести до 18 % количество вредных выбросов в атмосферу в выпускных газах судовых двигателей от общего объема всех загрязнений.

Перевод морского и речного флота на газовое топливо: метан, пропан, этан не решает проблемы, а лишь на короткое время приводит к снижению значительного роста общего показателя загрязнения. Нужны кардинальные меры в изыскании новых технологий производства дешёвого водорода, что на сегодня достаточно проблематично. Соотношение цены дизельного лёгкого топлива к водороду, составляет 1:3,2, что является основным сдерживающим фактором в развитии водородной энергетики, но технический прогресс движется к своему совершенству, и сегодня мы имеем возможность изучать новые технологии, которые в перспективе позволят получать водород промышленного производства по цене ниже судового топлива.

Традиционные методы получения водорода для использования его на транспорте, это различные технологии пиролиза и электролиза природного газа метана CH_4. Согласно данным ПАО «Газпром», для получения 1 $м^3$ водорода методом пиролиза метана затрачивается всего 0,7-3,3 кВт*ч, а электролиза – 2,5-8 кВт*ч, то есть почти втрое больше. По данным немецкой компании BASF, различие в энергоёмкости этих технологий почти десятикратно. Однако ЕС делает ставку на «зелёный» водород, производимый именно по этой схеме. Причина в том, что метод электролиза полностью исключает выбросы CO_2 в процессе производства водорода. Еврокомиссия взяла курс на производство водорода, используя возобновляемые источники энергии с позиции декарбонизации.

Для этой цели ЕС выделил более 1 трлн. евро и ожидает к 2030 году снизить цену 1 $м^3$ чистого водорода до 1 евро [2, с. 22; с. 283].

В своё время учёными США и Европы были проведены фундаментальные исследования по использованию атомной энергетики для получения водорода из перегретого пара при температуре 3000-4000° С, где вода получает своё новое агрегатное состояние – гидроплазмы, которая мгновенно распадается на водород и кислород. Имеющийся опыт позволил перейти к новым высокопродуктивным технологиям промышленного производства с использованием термохимических процессов в ядерной энергетике. При рабочей температуре 800-1000° С опытной установкой обеспечено производительность около 70 литров водорода в час при КПД 45-50 % [3, с. 22-42; с. 229].

По мнению авторов данной работы, новые технологии с использованием ядерной энергетики являются наиболее перспективными. Традиционное использование метана для производства водорода через 30 лет окажется без основного ресурса, т.к. запасы природного газа истощаются на планете, тому подтверждение – резкое сокращение добычи в Норвегии в Каспийском море и др.

Разведанные запасы гидрата метана (метан в виде льда) в Чёрном море, научной экспедицией в 80-90 годах на теплоходе «Академик Водяницкий», практически не могут быть использованы из-за отсутствия рабочей технологии и опасности появления пустот в подводных

выработках на шельфе моря. По оценке учёных экспедиции, запасы гидрата метана Чёрного моря превосходят мировые запасы природного газа [4, с. 67-70].

Несмотря на достаточно высокую цену на мировом рынке чистого водорода, мы видим на примере строительства океанских яхт практическое применение суперсовременных технологий.

В 2017 году было построено уникальное судно будущего – катамаран «Energy Observer», оборудованное двумя водородными дизель-генераторами, работающими на блок литиевых аккумуляторов, водород производился методом электролиза из морской воды, который хранился в резервуарах из углерод-алюминиевого волокна. 30 метровый катамаран был оснащён солнечными батареями площадью в 130 метров, двумя ветрогенераторами, парусами под программным управлением. Система подобного энергетического вооружения судна позволила ему совершить кругосветное путешествие с высоким уровнем автономности плавания [5, с. 170-172; 204]. В настоящее время вступила в эксплуатацию 112 метровая яхта «Agua» с использованием сжиженного H_2 при температуре -253° С., который хранится в двух 28 тонных вакуумных резервуарах, подготовлен к строительству проект 175 метровой восьмипалубной мегаяхты «Acionna».

Дизелестроительные фирмы: MAN B&W, WARTSILA, MAK, MITSUBISHI, MITSUI и другие активно работают в области создания новых судовых двигателей с использованием водородного топлива с непосредственным впрыском в камеру сгорания, обеспечивая при этом надежную защиту против опасности взрыва и детонации двигателя.

Несмотря на высокую цену чистого водорода для использования его в двигателях внутреннего сгорания и определенные сложности в его хранении, энергетика транспорта вступила в новую эру работы на водороде.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сайт ООН – URL: https://www.news.un.org Морскому транспорту пора включиться в борьбу с изменением климата, считают в ООН 31.10.2019. [Электронный ресурс] К.: Изд-во ООН, С. 4, (дата обращения 29.07.2021).

[2] Андрей Конопляник. Чистый водород из природного газа. Ж-л «Газпром» № 9, 30.09.2020, С. 22; 283.

[3] Р.В. Радченко, А.С. Мокрушин, В.В. Тюльпа. Водород в энергетике. Изд-во Уральского университета, Екатеринбург – 2014, С. 22-42; 229.

[4] А.Г. Данилян. Не упустить время, не потерять богатства. Ж-л «Транспорт» № 11 (751) 20.03.2013. Изд-во «Пласке», Одесса – 2013, С. 67-70.

[5] А.Г. Данилян Новая эра водородной энергетики на транспорте. The 18 International Science Conference Perspective direction for the development of science and practice. https:// eu-conf.com/, June 14-16, 2021, Athens Greece. 205 p., p. 170-172

Hydrogen – a new way of shipping energy

Anatoliy Danylyan[1], Nataliia Tiron-Vorobiova[2]
[1,2]Danube Institute of National University «Odessa Maritime Academy»

Abstract. The path of hydrogen energy to sea transport is open, but it requires its perfection. The creation of new technologies for producing pure hydrogen has three main directions: the electrohydrolysis method from seawater, the use of natural gas as the main source, the production of hydrogen under the influence of nuclear power on superheated water vapor. The first two methods of producing hydrogen are now widely used in marine engines. The “ecophilicity” of hydrogen surpasses all available possibilities, in contrast to other energy carriers, to use it widely in all types of transport and in technological processes of industrial enterprises. The European Union in 2020 subsidized more than 1 trillion in green energy. euro, with the widespread use of hydrogen fuel in transport and industry.

Keywords. Hydrogen, “ecophilicity”, electrohydrolysis, marine engine, engine detonation, green energy.

УДК.621.311.23

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДВИГУНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ПРИ РОБОТІ НА РОСЛИННИХ ОЛІЯХ

Доценко С.М.[1], Білоус І.В.[2]

[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри «Енергетичне машинобудування» Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

admin@ppi.net.ua

магістрант групи 61-ТЕМмаг-20 інженерно-економічного факультету кафедри енергетичного машинобудування Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

buckybarnescr7@gmail.com

Анотація. Інтенсивне зростання ціни на дизельне паливо за останні роки і пов'язані з цим збільшення собівартості сільськогосподарської продукції зумовили актуальність розробок з використання рослинного палива. В статті розглянуто роботу дизельного двигуна на паливах рослинного походження, зроблено порівняння основних ефективних та економічних показників роботи дизельного двигуна на традиційному і альтернативних видах палив.

Ключові слова: дизельний двигун, рослинне паливо, сільськогосподарська техніка, економічні показники, ефективні показники.

Дизельні двигуни широко використовуються в якості головних агрегатів сільськогосподарської техніки. Маючи високу паливну економічність, дизельні двигуни не забезпечують екологічні норми до викидів шкідливих речовин. Одним із варіантів використання даного типу двигунів є перевід їх на альтернативне паливо з відновлювальних джерел - рослинні олії (соняшникова, кукурудзяна, ріпакова, соєва олії тощо). Основними перевагами олії перед дизельним паливом є його невичерпність та екологічність. Вона практично не містить сірки, забезпечує значне зниження шкідливих викидів в атмосферу при згоранні.

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 [1,2].

Нижча теплота згоряння палив (ДП та основних рослинних олій)

Вид палива	Нижча теплота згоряння палива $Q_н$, *кДж/кг*
ДП	42500
МЕРО	37400
Ріпакова олія (РО)	37300
Соняшникова олія (СнО)	37000
Соєва олія (СО)	37000

Дослідження полягає у розрахунку ефективних показників робочого процесу двигуна при роботі на дизельному паливі та ріпакової олії з визначенням впливу фракційного складу на ефективні та економічні показники. Використовуючи всі ці данні був виконаний тепловий розрахунок дизельного двигуна 6ЧН13/11,5 (потужністю 120 кВт.) на двох видах палива.

Основними економічними показниками робочого процесу двигуна при роботі на різних видів палива є питома ефективна витрата палива та година витрата. З розрахунку робочого процесу питома ефективна витрата палива:

$$b_e = \frac{3600}{(Q_н \cdot \eta_e)}, кг / кВт \cdot год$$

- для дизельного палива $b_e = 0{,}237\ кг / кВт \cdot год$;
- для рапсової олії $b_e = 0{,}282\ кг / кВт \cdot год$;

Година витрата палива В, кг/год:

$$В = b_e \times P_e, {кг}/{год}$$

- для дизельного палива В = 28,44 кг/год;
- для ріпакової олії В = 33,84 кг/год;

Для порівняння економічних показників двигуна при роботі на різних видах палива потрібно врахувати ціну на паливо. В таблиці 1 приведенні ціни основних рослинних олій на 01.07.2021р.

Таблиця 1. Ціни основних рослинних олій

Ціна	Соняшникова олія	Соєва олія	Пальмова олія	Ріпакова олія	Дизельне паливо
гривні за тону	29592	36748,61	28180,08	17387,22	34168,67
гривні за кілограм	29,59	36,75	28,18	17,39	34,17
гривні за літр	32,06	40	30,69	18,91	28,36

Визначаємо собівартість однієї години роботи двигуна для різних видів палива.

Для дизельного палива С= Ц*В = 34,17*28,44 = 971,7 грн/год.

Для ріпакової олії С= Ц*В = 17,39*33,84 = 588,5 грн/год.

Висновок. Виходячи з результатів теплового розрахунку двигуна можемо зробити наступні висновки:

1. Основним параметром який впливає на економічні показники є нижча теплота згоряння палива та ціна на паливо.

2. Питома ефективна витрата палива при роботі двигуна на ріпакової олії збільшилася на 0,045 кг (23 %). В першу чергу це пов'язано з зменшенням нижчої теплоти згоряння ріпакової олії на 13,5 %. Але в зв'язку з тим, що густина ріпакової олії більша ніж дизельного палива, відбувається зменшення потужності двигуна в середньому на 8-10% та збільшення витрати палива на 7-9% [3].

3. Так, як в'язкість та температура спалахнення у ріпакової олії вищі ніж у дизельного палива, то погіршуються розпилювання, сумішоутворення та згоряння палива, що являється причиною появи відкладень на стінках циліндра та в каналах паливної апаратури [2].

4. Використання ріпакової олії економічно вигідно, особливо для двигунів сільськогосподарської техніки.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Девянин С.Н., Марков В.А., Семёнов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. – М.: Издательский центр ФГОУ ВПО МГАУ, 2007. – 340 с.

[2] В.А. Марков, Н.А. Иващенко, С.Н. Девянин, С.А. Нагорнов Сравнительный анализ показателей дизельного двигателя, работающего на смесях нефтяного дизельного топлива и растительных масел. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. "Машиностроение". 2012. – С.59-73.

[3] Доценко С.М. к. т. н., доцент, Жувагіна І.О. к. е. н., доцент, Грицик М.І. магістрант Дослідження ефективності роботи теплового двигуна на рослинній олії. Суднова енергетика: стан та проблеми X Міжнародна науково-практичної конференції – Миколаїв: НУК, 2019. – С.159-161.

Researching of efficient and economic perfomances engine work of the agricultural machine by using a different kinds of seed oil

Dotsenko S.M.[1], Bilous I.V.[2]

Pervomaisk branch of the National Univercity of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Pervomaisk, Ukraine

Abstract. Intensive price growth on the diesel fuel for last years and self cost rising agricultural production causes researching of projects of using seed oil. In this article there will be a speech about diesel engine work on the oils that extracted from seed and have done comparing of main effective and economical indicators of diesel engine work as on traditional fuel so on alternative kind of fuels.

Key words: diesel engine, seed fuel, agricultural machinery, economic indicators, effective indicators.

УДК 621.313.33

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РІВНЯНЬ СТРУМІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПІДВИЩЕНОЇ БЕЗВІДМОВНОСТІ В АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ

Жежело А.О.[1]

[1]аспірант кафедри суднових електроенергетичних систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

korona372@gmail.com

Анотація У роботі виконано формування та аналіз рівнянь струмів в асинхронних двигунах підвищеної безвідмовності. Розглянуто такі аварійні режими як: коротке замикання, обриви фази і секції обмотки. Наведено порядок переходу від однієї системи рівнянь до іншої при комутації обмотки.

Ключові слова: асинхронний двигун з підвищеною безвідмовністю, коротке замикання, обрив фази, аварійний режим.

Викладення основного матеріалу

Асинхронний двигун підвищеної безвідмовності (АДПБ) відрізняється своєю конструкцією виконання обмотки, від звичайних асинхронних двигунів [1]. Кожна фаза АДПБ має кількість паралельних гілок, що дорівнює кількості секцій фази обмотки. З кожною секцією послідовно вмикаються як зі сторони початку фази так і наприкінці пари напівпровідникових комутаторів та датчики струму. Така особливість виконання обмотки забезпечує ізольований контроль і захист кожної секції, що майже повністю нівелює вплив пошкодження окремої секції на працездатність інших та дозволяє в окремих випадках зберегти форму поля, яка наближена до кругової.

Для розуміння як будуть впливати на роботу АДПБ такі аварійні режими як міжвиткове коротке замикання, та обрив фази (секції) [2], потрібно сформувати відповідні математичні моделі, в тому числі рівняння струмів, а також проаналізувати їх. Зазначений набір аварійних режимів передбачає також перехід з одного стану АДПБ в інший, якщо вплив міжвиткового короткого замикання буде більш негативний, ніж відключення секції в якій сталося це замикання, то можливий перехід до режиму відключення секції обмотки, а відповідно необхідно мати системи рівнянь струмів для міжвиткового короткого замикання та режиму відключення секції обмотки.

1. Система рівнянь струмів в АДПБ при міжвитковому короткому замиканні

Система рівнянь струмів в АДПБ при міжвитковому короткому замиканні формується на основі системи рівнянь для асинхронного двигуна в загальмованій системі координат [3].

Система рівнянь струмів для АДПБ при міжвитковому короткому замиканні:

$$\Psi_{sA} = L_{sA} \cdot i_{sA} + i_{rA} \cdot M + i_{sAk} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{sC} + i_{rB} + i_{rC});$$
$$\Psi_{sAk} = L_{sAk} \cdot i_{sAk} + i_{sA} \cdot M + i_{rA} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{sC} + i_{rC} + i_{rB});$$
$$\Psi_{sB} = L_s \cdot i_{sB} + i_{rB} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{rA} + i_{rC} + i_{sA} + i_{sC} + i_{sAk}) ;$$
$$\Psi_{sC} = L_s \cdot i_{sC} + i_{rC} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{rB} + i_{sA} + i_{rA} + i_{sAk}) ;$$
$$\Psi_{rA} = L_r \cdot i_{rA} + i_{sA} \cdot M + i_{sAk} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{sC} + i_{rB} + i_{rC}) ;$$
$$\Psi_{rB} = L_r \cdot i_{rB} + i_{sB} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{rA} + i_{rC} + i_{sA} + i_{sC} + i_{sAk}) ;$$
$$\Psi_{rC} = L_r \cdot i_{rC} + i_{sC} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{rB} + i_{sA} + i_{rA} + i_{sAk}) ;$$

де: $\Psi_{s,}\Psi_r$ – потокозчеплення статора і ротора відповідно; $L_{s,}L_r, L_{sA}, L_{sAk}$ – індуктивності статора, ротора, фази А та кз фази А відповідно; i_{sA}, i_{rA}, i_{sAk} – струм статора, та струм короткого замикання фази А відповідно.

Як видно з системи рівнянь при міжвитковому короткому замиканні, в ній додатково присутній струм короткого замикання, який впливає на роботу всієї системи.

2. Система рівнянь струмів для АДПБ при обриві фази

Для моделювання перехідних процесів при обриві фази в статорі необхідно враховувати, що струми фаз які залишилися неушкодженими, відповідають одному і тому же струму – статора, якій при обриві фази статора відповідає струму навантаження подвійного опору, яке підключено на лінійну напругу, що має місце при вмиканні обмоток статора у зірку [4].

Тому для системи рівнянь струмів АДПБ для номінального режиму:

$$i_{sA} = \frac{(\Psi_{sC} + \Psi_{sB}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sA} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_{rA} - \Psi_{rB} - \Psi_{rC}) \cdot M}{a'};$$
$$i_{sB} = \frac{(\Psi_{sC} + \Psi_{sA}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sB} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_r B - \Psi_{rA} - \Psi_{rC}) \cdot M}{a'};$$
$$i_{sC} = \frac{(\Psi_{sA} + \Psi_{sB}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sC} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_{rC} - \Psi_{rB} - \Psi_{rA}) \cdot M}{a'};$$
$$i_{rA} = \frac{(\Psi_{rC} + \Psi_{rB}) \cdot M \cdot x_s + \Psi_{rA} \cdot b'}{a' \cdot x_r} - \frac{(2 \cdot \Psi_{sA} - \Psi_{sB} - \Psi_{sC}) \cdot M}{a'};$$
$$i_{rB} = \frac{(\Psi_{rC} + \Psi_{rA}) \cdot M \cdot x_s + \Psi_{rB} \cdot b'}{a' \cdot x_r} - \frac{(2 \cdot \Psi_s B - \Psi_{sA} - \Psi_{sC}) \cdot M}{a'};$$
$$i_{rC} = \frac{(\Psi_{rA} + \Psi_{rB}) \cdot M \cdot x_s + \Psi_{rC} \cdot c'}{a' \cdot x_r} - \frac{(2 \cdot \Psi_{sC} - \Psi_{sB} - \Psi_{sA}) \cdot M}{a'};$$

виконуються наступні зміни:

$$i_{sA} = \frac{(\Psi_{sC} + \Psi_{sA}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sB} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_r B - \Psi_{rA} - \Psi_{rC}) \cdot M}{a'} -$$
$$- \frac{(\Psi_{sC} + \Psi_{sA}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sB} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_r B - \Psi_{rA} - \Psi_{rC}) \cdot M}{a'};$$
$$i_{sB} = -i_{sA};$$
$$i_{sC} = 0;$$

де:

$$a' = 4 \cdot M^2 - M \cdot L_r - M \cdot L_s - 2 \cdot L_r \cdot L_s;$$
$$b' = 2 \cdot M^2 - M \cdot L_r + M \cdot L_s - 2 \cdot L_r \cdot L_s;$$
$$c' = 2 \cdot M^2 + M \cdot L_r - M \cdot L_s - 2 \cdot L_r \cdot L_s;$$
$$M = x_\mu.$$

3. Система рівнянь струмів для АДПБ при обриві секції

При іншому аварійному режимі, а саме обриві секції фази відключається не вся фаза, а тільки її секція або секції. Це надає можливість двигуну працювати далі при більш наближеному до номінального режиму, а ніж при обриві всієї фази. Цей режим є важливим для аналізу роботи АДПБ, адже можливий не тільки при аварійному режимі, а й при номінальній роботі. Рівняння розрахунку струмів при обриві секції фази А обмотки статора АДПБ:

$$\Psi_{sA} = L_{sA} \cdot i_{sA} + i_{rA} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{sC} + i_{rB} + i_{rC});$$
$$\Psi_{sB} = L_{s} \cdot i_{sB} + i_{rB} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{rA} + i_{rC} + i_{sA} + i_{sC}) ;$$
$$\Psi_{sC} = L_{s} \cdot i_{sC} + i_{rC} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{rB} + i_{sA} + i_{rA}) ;$$
$$\Psi_{rA} = L_{r} \cdot i_{rA} + i_{sA} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{sC} + i_{rB} + i_{rC}) ;$$
$$\Psi_{rB} = L_{r} \cdot i_{rB} + i_{sB} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{rA} + i_{rC} + i_{sA} + i_{sC}) ;$$
$$\Psi_{rC} = L_{r} \cdot i_{rC} + i_{sC} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{rB} + i_{sA} + i_{rA}) ;$$

де

$$L_s = L_{s\sigma} + M;$$
$$L_r = L_{r\sigma} + M.$$

При обриві секції статора, опір $L_{s\sigma}$ потрібно помножити на коефіцієнт відключення секції обмотки статора:

$$k_s = \frac{a_{ds}}{a_s},$$

де a_s – загальна кількість секцій фази обмотки статора; a_{ds} – кількість робочих секцій фази обмотки статора.

Висновок: були сформовані рівняння струмів, в АДПБ в таких аварійних режимах як: міжвитковe коротке замикання, обрив фази і обрив секції фази. При міжвитковому короткому замиканні, до системи додається додатковий контур зі струмом короткого замикання, який суттєво впливає на всю систему. Завдяки особливості конструкції обмотки АДПБ секцію з міжвитковим коротким замиканням можливо відключити і перейти до рівнянь обриву секції.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Жежело А.О., Кімстач О.Ю. Удосконалена схема підключення обмоток асинхронних двигунів підвищенної безвідмовності // Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених. – Миколаїв, 2018. – С. 72-73.

[2] Жежело А.О., Кімстач О.Ю. Ідентифікація перехідних процесів в асинхронних двигунах підвищеної безвідмовності // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2019. – Вип. 3 (70) – С. 39-48.

[3] Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин / М.: Высш. шк., 2001. – 327 с 4. Кімстач О.Ю., Жежело А.О., Кузьома В.Ю. Моделювання асиметричних динамічних режимів трифазних трансформаторів/ Вісник ХНТУ №2(77), 2021р. – С. 20-29.

Peculiarities of formation of current equations for induction motors of improved reliability in emergency modes

Zhezhelo A.O.[1]

[1]PhD student of the Department of Ship Power Systems Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. In the paper, the formation and the analysis of current equations for induction motors of improved reliability have been executed. Such emergency modes as short circuit, phase failure and winding sections failure are considered. The procedure of transformation of current equations has given when the winding switching is taking place.

Keywords: induction motor of improved reliability, emergency mode, short circuit, phase failure.

УДК 620.179.18

ВСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЛОПАТОК ГТД ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ВИЗНАЧЕННІ ВІБРАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТОДОМ ЦИФРОВОЇ СПЕКЛ-ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ

Ключник В.С.[1]; Ткач М.Р.[2]; Золотий Ю.Г.[3]; Галинкін Ю.М.[4]; Проскурін А.Ю.[5]

[1]аспірант кафедри інженерної механіки та технології машинобудування Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
vladimir.kluchnyk@gmail.com

[2]доктор технічних наук, професор, завідуючий кафедрою інженерної механіки та технології машинобудування Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
mykhaylo.tkach@nuos.edu.ua

[3]завідуючий лабораторією кафедри інженерної механіки та технології машинобудування Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова Україна, м. Миколаїв
goldspekl@ukr.net

[4]кандидат технічних наук, викладач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
yurii.galynkin@nuos.edu.ua

[5]кандидат технічних наук, доцент кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установки та технічної експлуатації Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
arkadii.proskurin@nuos.edu.ua

Анотація. Представлені схеми закріплення лопатки ГТД при експериментальному визначенні їх вібраційних характеристик. Описано переваги і недоліки схем закріплення. Розроблено спеціальне оснащення, що дозволяє визначати вібраційні характеристики лопатки в процесі її експлуатації.

Ключові слова: лопатка ГТД; цифрова спекл-інтерферометрія; вільні коливання; вільні граничні умови.

Вступна частина. Визначення модального спектра лопаток дозволяє на стадіях проектування і доведення газових турбін виявити діапазони резонансних частот обертання, а також провести діагностику [1]. Їх зміна може служити надійною діагностичною ознакою появи або розвитку дефектів конструкції [2, 3]. Тому при виготовленні або ремонті лопаток турбін доволі часто потрібен серійний контроль резонансного спектру в умовах виробничої лабораторії [4, 5]. Однак, складна геометрична форма досліджуваного об'єкта, ускладнює експериментальне відтворення граничних умов кріплення лопатки, що знаходиться в процесі експлуатації. Тому метою даної роботи є розробка методів кріплення робочої лопатки ГТД, при експериментальному визначенні їх вібраційних характеристик методом цифрової спекл-інтерферометрії (ЦСІ).

Основна частина. У даній роботі об'єкт випробувань розміщується на жорсткому столі, по можливості захищеному від механічних впливів, температурних перепадів і конвективних потоків. Досвід використання ЦСІ показав, що при отриманні інтерферограми методом визначення контрасту спеклів, стійкість інтерферометра вище, ніж при використанні методів спекл-кореляції [6, 7].

На стенді конструкція монтується з дотриманням умов її кріплення в процесі експлуатації, або моделюванням граничних умов згідно з вимогами експерименту. Наприклад, спектр власних частот і форм коливань лопаток газотурбінного двигуна (ГТД) визначається при жорсткому закріпленні їх замкової частини за допомогою спеціального затискного пристрою (рис. 1) [8, 9].

Рисунок 1 - схема закріплення замкової частини робочої лопатки

Основна перевага цифрового спекл-інтерферометра в тому, що він не вимагає жорсткого кріплення об'єкта в оптичній схемі, якщо цього не передбачає його конструкція або умови випробувань. Наприклад, на рис.2. представлені кілька інтерферограм резонансних коливань лопатки ГТД при фактично вільних граничних умовах (лопатка встановлена на м'яких силіконових стійках, рис. 3).

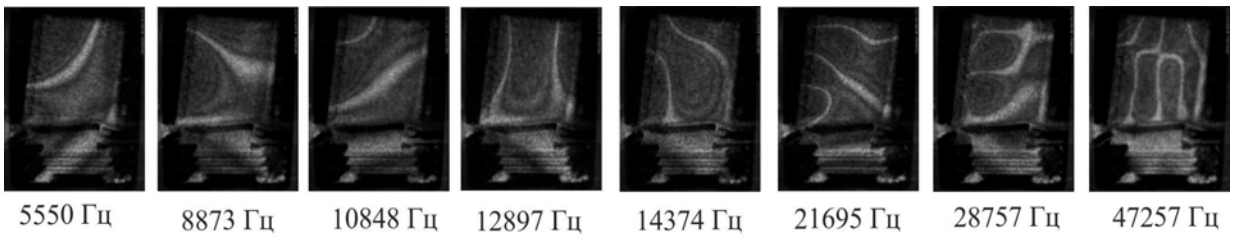


Рисунок 2 – інтерферограми резонансних коливань лопатки при вільних граничних умовах

Рисунок 3 – розміщення лопатки при фактично вільних граничних умовах

Такі дослідження можуть виявитися корисними при проведенні вібродефектоскопії [10], коли для неруйнівного контролю використовують вібронавантажені деталі. Наявність дефекту або зміну властивостей матеріалу виявляють шляхом порівняння власної частоти і форми коливань об'єкта з резонансними параметрами бездефектного зразка. Але для цього необхідно

виключити вплив не ідентичних граничних умов деталей при реєстрації порівнюваних інтерферограм. При вільних граничних умовах ця вимога виконується автоматично.

Так як представлені методи затиснення не дозволяють визначити вібраційні характеристики лопатки, безпосередньо в процесі її експлуатації, розроблене спеціальне оснащення. Дане оснащення дозволяє визначати вібраційні характеристики лопатки закріпленої в корпусі затискного пристрою з додатковою закруткою бандажної полиці, що повторює умови її затиснення в лопатковому вінці. Приклад закріплення лопатки з закруткою бандажної полиці представлений на рис. 4.

Рисунок 4 – закріплення лопатки з закруткою бандажної полиці

Висновки. Показано метод закріплення замкової частини лопатки ГТД для визначення вібраційних характеристик, методом цифрової спекл-інтерферометрії. Представлений метод розміщення лопатки на м'яких силіконових стійках, для забезпечення вільних граничних умов. Розроблено спеціальне оснащення, що дозволяє експериментально визначати вібраційні характеристики лопатки в процесі її експлуатації, шляхом закрутки бандажної полиці.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Биргер, И. А. Расчет на прочность деталей машин [Текст] : справочник / И.А. Биргер. – М. : Машиностроение, 1993. – 640 с.

[2] Гецов, Л. Б. Материалы и прочность деталей газовых турбин [Текст] / Л. Б. Гецов. – Рыбинск: Газотурбинные технологии, 2010. – Кн. 1. – 611 с.

[3] Бердник, О. Б. Живучесть материала лопаток турбин при длительных сроках эксплуатации [Текст] / О. Б. Бердник, И. Н. Царева, М. К. Чегуров // Вопросы материаловедения. – 2019. – № 1(97). – С. 28-35. DOI: https://doi.org/10.22349/1994-6716-2019-97-1-28-35.

[4] Неразрушающий контроль: справочник под ред. В. В. Клюева. Том 7. Методы акустической эмиссии. Кн.1. Вибродиагностика. Кн.2. – М.: Машиностроение. – 2005, 829 с.

[5] Филатов, М. А. Влияние термической обработки на структуру и свойства жаропрочных никелевых сплавов [Текст] / М. А. Филатов, В. С. Судаков // МиТОМ. – 1995. – № 6. – С. 12–15.

[6] Improving the Noise Immunity of the Measuring and Computing Coherent-Optical Vibrodiagnostic Complex [Text] / Tkach M. [et al.] // Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2020. ICTM 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, 2021. – vol 188, pp. 277-289. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-66717-7_23.

[7] Комаров, Ю. С. Помехоустойчивый цифровой спекл – интерферометр для виброметрии объектов на основе метода усреднения во времени [Текст] : дис. … канд. тех. наук / Ю. С. Комаров. - Самара, 2004. – 234 с.

[8] Левин А.В. Рабочие лопатки и диски паровых турбин [Текст] / А.В. Левин. – Москва: Госэнергоиздат, 1953. – 624 с.

[9] Бабаков И.М. Теория колебаний [Текст] / И.М. Бабаков. – Москва: Наука, 1965. – 559 с.

[10] Макаева, Р. Х. Диагностика деталей и узлов турбомашин по их вибрационным характеристикам с применением голографической интерферометрии [Текст]: монография. / Р. Х. Макаева, А. Х. Каримов, А. М. Царева. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. – 242 с.

Method of installing and fixing gas turbine blades in the experimental determination of vibration characteristics by digital speckle interferometry.

Kluchnyk V.S.[1], Tkach M.R.[2], Zlotiy Y.H.[3], Proskurin A.Y.[4], Halynkin Y.M.[5]

[1-5]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Schemes of fixing of the GTE blade at experimental determination of their vibration characteristics are presented. The advantages and disadvantages of fastening schemes are described. Special equipment has been developed to determine the vibration characteristics of the blade during its operation.

Key words: GTE blade; digital speckle interferometry; free oscillations; free boundary conditions.

УДК 628.165:621.44

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВІКИДІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ГАЗОПОВІТРЯНИХ ОХОЛОДЖУВАЧІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

С.А. Кузнецова[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

Анотація. Для зниження експлуатаційних витрат суднових енергетичних установок запропоновано використання ежекційних газоповітряних охолоджувачів для зниження рівня шкідливих викидів. Методом математичного моделювання отримано, що можливе зниження концентрації NO_x від 4 до 7,5% в залежності від потужності двигунів.

Ключові слова: енергетична установка, рівень викидів, відпрацьовані гази, газоповітряний охолоджувач

Посилення вимог Міжнародної морської організації (*International Maritime Organization – IMO*), щодо значного зниження рівня шкідливих викидів, викликає необхідність запровадження додаткових заходів, а можливо і модернізації енергетичних установок існуючого транспорту для забезпечення можливості роботи в сучасних умовах [1, 2].

Провідні світові постачальники суднового обладнання пропонують широкий спектр допоміжного обладнання для зниження рівня SO_x та NO_x у відпрацьованих газах суднових енергетичних установках.

Так для очищення газів від SO_x компанія *Alfa Laval* пропонує систему *Pure* SO_x, яка гарантує відповідність рівня викидів вимогам 2020 року [3]. Також аналогічним обладнанням займається і *Wärtsilä*, що виготовляє скрубери, які можуть використовуватися з одним чи декількома підводами газів для зниження масогабаритних показників [4].

Фірма *Wärtsilä* пропонує систему з використанням *NOR* фільтрів, які можуть використовуватися як самостійно, так і з вбудованими глушниками для зниження масогабаритних показників [5, 6].

Іншим способом зниження рівня NO_x у відпрацьованих газах двигунів енергетичних установок вважається рециркуляція газів [7, 8].

В якості основник недоліків зазначених методів є необхідність значної кількості додаткового обладнання в приміщенні машинного відділення; висока первісна вартість та значні витрати на експлуатацію цього обладнання, а також нестабільність роботи на нестаціонарних режимах роботи. Тому доречна розробка додаткових «пасивних» систем, які б дозволили забезпечити зменшення концентрації викидів у газах, що спрямовуються у атмосферу.

В роботі [9] було обґрунтовано використання для цих цілей газоповітряних охолоджувачів відпрацьованих газів. Метою представленої роботи є оцінка ефективності зниження рівня шкідливих речовин у потоці відпрацьованих газів суднових дизельних установках при застосуванні таких охолоджувачів.

Дослідження проведені методом математичного моделювання. Модель сформовано як система рівнянь нерозривності, збереження кількості руху, енергії та хімічних речовин у суміші. Для розв'язання отриманої системи використано *RANS* підхід при його реалізації в програмному комплексі з вільною ліцензією *Code Saturne* [10] і хмарному сервісі *Code Scale* [11].

Моделювання виконувалося для умов вихідних даних допоміжних дизельних двигунів потужність 350…800 кВт.

Отримані результати показали зниження концентрації шкідливих речовин (NO_x) від 4 до 7,5 %, в залежності від параметрів двигунів.

Подальша робота спрямована на оптимізацію конструкції соплових насадок та визначення кута нахилу жалюзійної решітки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Prevention of Air Pollution from Ships [Електронний документ] Режим доступу https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Air-Pollution.aspx

[2] What happens tomorrow? IMO Tier III (NOx) regulations from 2021 [Електронний документ] Режим доступу https://yachtsforsale.nl/yachts-news/what-happens-tomorrow-imo-tier-iii-nox-regulations-2021

[3] Нова система *PureSOx Express* [Електронний документ] Режим доступу https://www.alfalaval.ua/media/news/2020/new-alfa-laval-puresox-express-offers-easy-access-to-sox-scrubber-advantages/

[4] Руководство на изделие скруббер (газоочиститель) Wartsila/Wartsila Finland Oy, 2013, 98с Електронний документ]/Режим доступу https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/local-files/russia/products/project-guides/wärtsilä-scrubber-product-guide-rev-c_rus.pdf?sfvrsn=73676f44_2

[5] WORKSHOP ON MODERNISATION OF DANUBE VESSEL FLEET WÄRTSILÄ PORTFOLIO [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_public/0001/40/54cb794a692d45e7ee8cbdc076c02fb8704d13f6.pdf

[6] Wärtsilä NOx Reducer (NOR) [Електронний ресурс]. – Режим доступу https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/egc/brochure-o-env-wartsila-nox-reducer.pdf

[7] Серажутдинов О.В., Чистяков В.А. Технологии снижения оксидов азота в отработавших газах судовых дизелей/Морские интеллектуальные технологии, 2015, №4-1(30), с.23-28

[8] Le, V. V., & Truong, T. H. (2020). *A simulation study to assess the economic, energy and emissions characteristics of a marine engine equipped with exhaust gas recirculation. 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE MANUFACTURING, MATERIALS AND TECHNOLOGIES.* doi:10.1063/5.0000135

[9] Kuznetsov V., Dymo B., Kuznetsova S., Bondarenko M., Voloshyn A./ Improvement of the cargo fleet vessels power plants ecological indexes by development of the exhaust gas systems./ Polish maritime research 1 (109) 2021 Vol. 28; pp. 97-104

[10] Code Saturne [Електронний ресурс]/ Режим доступу https://www.code-saturne.org/cms/

[11] Code Scale [Електронний ресурс]/ Режим доступу https://www.simscale.com/product/cfd/

Evaluation of the effectiveness of reducing harmful emissions when using gas-air coolers for exhaust gases of marine diesel installations

Kuznetsova S.A.[1]
[1, 2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. To reduce the operating costs of ship power plants, it is proposed to use ejection gas-air coolers to reduce the level of harmful emissions. By means of mathematical modeling it was obtained that it is possible to reduce the concentration of NO_x from 4 to 7.5%, depending on the engine power.

Key words: power plant, emission level, exhaust gases, gas-air cooler

УДК 621.43.057

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВКЛЮЧЕНЬ TiO_2 У ВОДОПАЛИВНУ ЕМУЛЬСІЮ НА ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВЗ

Наливайко В.С.[1], Авдюнін Р.Ю.[2], Мисько В.О.[3]
[1]професор кафедри ДВЗУ та ТЕ Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, Україна
[2]викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна
Roman021187@gmail.com
[3]старший викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

Анотація. Одним із способів забезпечення паливної економічності і комплексного зниження токсичності дизельного двигуна є використання водопаливної емульсії з додаванням дрібнодисперсних включень TiO_2. Це дозволяє зменшити максимальну температуру циклу, що вплине на екологічні показники роботи ДВЗ.

Ключові слова: водопаливна емульсія, диоксид титану, NO_x

Погіршення екології оточуючого довкілля, що приводить до погіршення здоров'я населення, та до необхідності посилення норм на токсичні викиди, перш за все від транспортних засобів, в яких певне місце займають суднові енергоустановки.

В даний час вводяться більш жорсткі обмеження на викиди оксидів азоту (NO_x) з відпрацьованими газами, причому рішення цієї проблеми виявляється особливо важким. На даний момент зниження викидів NOx до відповідності вимогам міжнародного стандарту для суднових дизельних двигунів IMO Tier II, вдається досягти при збільшенні питомої ефективної витрати палива, але такий шлях знаходиться в протиріччі з не менш актуальною проблемою боротьби за зменшення викидів парникових газів (CO_2) двигунів внутрішнього згоряння, гострота якої постійно зростає у зв'язку з наближається загрозою вичерпання органічних палив [1, 2].

Відомі способи та методи боротьби з NOx можна розподілити на дві групи:

- пасивні;
- активні.

Пасивні методи:

1) зменшення температури згоряння (за рахунок зміни параметрів циклу);

2) впорскування води (безпосереднє впорскування води в циліндр або впускний колектор);

3) рециркуляція газів;

4) використання на випускних системах газів поглиначів токсичних компонентів (SCR-скруберів);

Активні методи:

1) ультразвукова обробка палива;

2) магнітна обробка палива;

3) комбінована обробка палива.

Використання рідких присадок до палива, що дозволяє поліпшити сумішоутворення, знизити витрату палива і теплову напруженість, зменшити нагароутворення, димність і токсичність відпрацьованих газів та ін. Наприклад, введення в цикл води використовується для зниження теплонапруженості, а наявність води в паливі у вигляді водопаливної емульсії є засобом інтенсифікації процесу згоряння. Ще однією перевагою використання водопаливної суміші є можливість застосовувати високоефективні водорозчинні присадки до палива, які неможливо використовувати з зневоднених паливом, в якому вони нестабільні.

Перспективним є дослідження впливу водопаливної емульсії з дрібнодисперсними включенням оксиду титану на робочі й емісійні характеристики ДВЗ [3].

Водопаливні емульсії з 10% і 15% води за обсягом використовуються в якості базової рідини для додавання дрібнодисперсних включень оксиду титану 50 і 70 частин на мільйон. Водопалива емульсія з наночастинками оксиду титану не тільки покращує робочі характеристики ДВЗ для підготовленого палива E10TiO270: потужність; питому витрату палива, ефективний ККД (майже на 3,89%), але також знизити шкідливі викиди двигуна (незгорілий вуглеводень - 23 ppm, окис вуглецю CO - 71 ppm) [4].

Література:

[1] Наливайко В.С., Тимошевський Б.Г., Ткаченко С.Г. (2015). Суднові двигуни внутрішнього згоряння: підручник для студентів ВНЗ. Миколаїв: Торубара В. В.

[2] J. Wargo, L. Wargo, and N. Alderman, “The Harmful Effects of Vehicle Exhaust: A case for policy change, Environment & Human Health Inc.,” 2006.

[3] O. Armas, R. Ballesteros, F.J. Martos, and J.R. Agudelo, “Characterization of light duty Diesel engine pollutant emissions using water-emulsified fuel,” Fuel, vol. 84, pp. 1011–1018, 2005.

[4] S. Rajwinder, S. Sumeet “Effect of TiO_2 Nanoparticle Blended Water Diesel Emulsion Fuel on CI Engine Performance and Emission Characteristics”, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), vol. 5, pp. 416 – 421, 2016

Research of the influence of fine dissible inclusions of TIO_2 in water fuel emulsion on environmental characteristics of ice

Nalyvaiko Vasy[1], Avdiunin Roman[2], Mysko Viacheslav[3]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding;

[2-3]Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Abstract. One of the ways to ensure fuel economy and comprehensive reduction of toxicity of the diesel engine is the use of water-fuel emulsion with the addition of fine inclusions of TiO_2. This allows you to reduce the maximum cycle temperature, which will affect the environmental performance of the internal combustion engine.

Key words: water fuel emulsion, titanium dioxide, NOx.

УДК. 55.42.31.31

ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ДИЗЕЛІВ В ГАЗОДИЗЕЛІ

Нестеренко В.В.[1], Вільховецький А.Р.[2]

[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри «Енергетичне машинобудування» Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

vik6462@ukr.net

[2]магістрант групи 61-ТЕМмаг-20 інженерно-економічного факультету кафедри енергетичного машинобудування Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

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. Проте, із-за відносно великий агрегатної потужності, суднові дизеля можуть бути основними джерелами забруднення атмосфери в таких локальних зонах як порти, водні акваторії річок, особливо на території міст. В статті розглянуто можливі напрямки переобладнання дизелів з метою зменшення шкідливого впливу на екологію.

Ключові слова: силова установка, двигун внутрішнього згоряння, альтернативні палива, газодизель

Основна увага фахівців, які займаються проблемами підвищення екологічної безпеки суднових дизелів, спрямована на питання, що торкаються очищення відпрацьованих газів дизелів від оксидів азоту NOx. Згідно Додатка VI Міжнародної Конвенції по запобіганню забрудненню судами (MARPOL) «Обмеження на викиди NOx» від січня 2016р., усі нові судна повинні відповідати стандартам рівня III, які передбачають зниження викидів на 80% порівняно із стандартами рівня I, для експлуатації в зонах, позначених як зони контролю викидів NOx.

Характерною особливістю дизеля є періодичне горіння заздалегідь не перемішаного палива і окисника. Вказана обставина обумовлює наявність гомофазного і дифузного типів горіння: перший визначається згорянням суміші, яка утворилася за період затримки запалення, другої, - згорянням кількості палива, що залишилася, в дифузному фронті полум'я. Існуючі методи зниження викидів NOx діляться на первинні, спрямовані на зниження кількості оксидів азоту, що утворюються в циліндрі дизеля, і вторинні, які передбачають хімічну нейтралізацію NOx перед випуском вихлопних газів в атмосферу.

Первинні методи, у свою чергу, можуть бути розділені на дві групи:

- такі, що передбачають зміну конструкції двигуна або окремих його елементів (як правило, вони можуть бути реалізовані лише при розробці нових конструкцій): удосконалення систем впорскування палива, сумішоутворення і газообміну; впорскування води безпосередньо в двигун; організація вихрового руху заряду в камері згорання;

- методи, які не потребують істотної зміни конструкції дизеля, реалізація яких можлива при незначній модернізації двигуна (застосування альтернативних палив, перехід дизеля на роботу на водо-паливних емульсіях (ВПЕ), зволоження повітря на вході в двигун, рециркуляція частини відпрацьованих газів).

Альтернативні палива застосовуються в газодизельних двигунах. Газодизелем називають двотактний або чотиритактний двигун, в циліндри якого подається газоповітряна суміш, а паливо упорскує через штатні форсунки дизеля. Вона запалюється невеликою, так званою «запальною дозою», дизельного палива.

Головною причиною такої підвищеної «уваги» до газового моторного палива є його низька вартість порівняно з бензином і дизельним паливом. Слід зазначити, що до переваг використання

природного газу як моторного палива відносяться його високі фізико-хімічні властивості. На 85 - 99% він складається з метану CH_4 і має високу теплоту згорання стехіометричної газоповітряної суміші. Має також високу антидетонаційну стійкість, октанове число у нього понад 105 - 110 од. (за моторним методом). Добре змішується з повітрям. На відміну від бензинів і дизельних палив, не містить отруйних домішок і добавок. Має широкі межі запалення. Відпрацьовані гази двигунів, які працюють на природному газі, містять незначну кількість нормованих шкідливих викидів. Ці і інші властивості дозволяють віднести природний газ до екологічно чистих моторних палив. Природний газ як моторне паливо ДВЗ використовується і може бути використаний для таких типів двигунів і транспортних силових агрегатів :

1. Для бензинових двигунів з іскровим запаленням, дообладнаних додатковою системою живлення СПГ. При цьому на двигуні встановлюється додаткове газобалонне устаткування (ГБУ), внаслідок чого він стає двох паливним.

2. Для дизелів, що переобладнуються для роботи по газодизельному циклу. У такому разі на ДВЗ встановлюється додаткове газодизельне (ГД) устаткування в комплекті з балонами для зберігання СПГ, внаслідок чого двигун також стає двох паливним.

3. Для «чисто» газових двигунів з іскровим запаленням, створюваних на базі дизелів. В цьому випадку двигун може працювати тільки на СПГ.

4. Для перспективних силових агрегатів у поєднанні з паливними елементами (паливними осередками), в яких природний газ використовується як водневмісне паливо.

Конструкція дизеля, що розрахована на високі навантаження і тиски, може бути з успіхом використана для створення високоефективного газового двигуна. На сьогодні найбільше поширення отримали два способи переобладнання дизелів для роботи на газовому паливі:

1. Переобладнання дизелів в «чисто» газові двигуни з іскровим запаленням.

2. Переобладнання дизелів для роботи по газодизельному циклу.

Якщо в першому випадку в конструкцію двигуна вносяться істотні зміни (знижується ступінь стиску, встановлюються додаткові системи запалення, живлення і регулювання подачі газового палива), то в другому випадку дизель дообладнується лише додатковою системою живлення і регулювання подачі газового палива. Особливість газодизельного циклу полягає в тому, що температура самозаймання газу набагато перевищує температуру самозаймання дизельного палива, і для її надійного запалення необхідно упорскувати в циліндри газодизеля так звану «запальну дозу» дизельного палива.

Основною перевагою газодизелів є те, що вони без зниження потужності можуть працювати як за дизельним циклом (лише на дизельному паливі), так і за газодизельним циклом (на природному газі і дизельному паливі). При цьому величина «запальної дози» дизельного палива може коливатися в межах від 3....5% до 30% від номінальної витрати палива. Слід зазначити, що для надійного запалення газоповітряної суміші, що міститься в циліндрах газодизеля, вистачає 3....5% величини «запальної дози» на усіх швидкісних і навантажених режимах. Проте, досягти таких значень «запальної дози», не змінюючи конструкцію паливної апаратури (ПА), неможливо. Якщо в конструкцію паливної апаратури вносять зміни (зменшують діаметр або хід плунжерів паливного насоса високого тиску, зменшують площу прохідних отворів форсунок або їх кількість), то це призводить до того, що газодизель при роботі за дизельним циклом втрачає приблизно 25...40% потужності.

У зв'язку з цим на газодизелях, що працюють на номінальних і близьких до них режимах, в якості аварійних газодизель генераторів, «запальна доза» дизельного палива коливається в межах від 15....20% до 25....30%. Такі значення величини «запальної дози» не вимагають внесення змін до конструкції паливної апаратури. Регулювати ПА на нижчі значення «запальної дози» не рекомендується, оскільки це може привести до пропусків подання палива по секціях ПНВТ і погіршити охолодження розпилювачів форсунок.

Висновок. Застосування газодизельного циклу дозволяє:

- зменшити на 50-55 % експлуатаційних витрат дизельного палива за рахунок заміщення його природним газом;

- понизити в 2-4 рази чадність відпрацьованих газів і в 2-2,5 викидів твердих частин у дизелів, які знаходяться в експлуатації і не відповідають вимогам Євро-5;
- понизити рівень зовнішнього і внутрішнього шуму без зміни конструкції ДВЗ.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Природный газ как моторное топливо на транспорте/Ф.Г.Гайнулин, А.И.Гриценко, Ю.Н.Васильев и др. - М.: Недра, 1986. - 255 с.

[2] Долганов К.Е., Ковалев С. А., Кухтик В.В. Переоборудование дизелей ЯМЗ в газодизели // Автодорожник Украины. - 1993. - N 2. - с. 13 - 16.

[3] Автомобили с бензогазовими двигателями и газодизелями : особенности конструкции и технического обслуживания / К.Є.Долганов, А.Г.Говорун, О. И.П'ятничко и др. - К.: Техника, 1991. - 128 с.

[4] Редзюк А.М., Гутаревич Ю.Ф. Европейские нормы экологических показателей ДТЗ введены в Украине // Стандартизация, сертификация, качество. - 2002. - N 1(16). - с. 16 - 23.

Prospects of diesel transformation in gas diesel

Nesterenko V.V.[1], Vilkhovetsky A.R.[2]
[1,2]Pervomaisk branch of the National Univercity of Shipbuilding named after Admiral Makarov

The impact of harmful emissions from marine diesels on the global environmental status of the air basin is limited and is estimated at 5-7% of the total emissions of harmful substances by stationary power plants and land vehicles. However, due to the relatively large aggregate capacity, marine diesel engines can be the main sources of air pollution in such local areas as ports, water bodies of rivers, especially in cities. The article considers possible directions of diesel retrofitting in order to reduce the harmful impact on the environment.

Key words: power plant, internal combustion engine, alternative fuels, gas diesel.

УДК 681.51

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ДОСЛІДНОЇ МОДЕЛІ З ГІДРОБІОНИЧНИМ РУШІЄМ

Ольшевський С.І.[1]
старший викладач кафедри автоматики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
sergo70966@gmail.com

Анотація. Показана система електроживлення моделі як одна з важливих складових. Перелічені труднощі, пов’язані із одночасною передачею достатньої потужності та збереження рухомості та надійності передачі інформації по одному кабелю. Наведено приклад побудови системи енергоживлення для дослідної моделі.

Ключові слова: модель, гідро біонічний рушій, електроживлення, двигун.

Вступ. Проектування ефективних прив'язних і автономних підводних систем включає в себе дослідження й проектні роботи з декількох напрямків – механіка, гідродинаміка, керування й енергетика. Система керування рухом повинна враховувати вплив навколишнього середовища й, наскільки це можливо, передбачати реакцію підводної системи на зміну впливів, що керують або збурюють.

Використання рушіїв гідробіоничного типу є перспективним з огляду на їх ефективність, особливо у порівнянні із традиційними рушіями на основі використання гвинтів (як прямої дії

так і у складі водометних пристроїв). З одного боку гідробіонти привносять мінімум шуму та збурень при своєму переміщенні у товщі води та особливо у придонному шарі. З іншого боку, широко відомий так званий «парадокс Грея» [1, с.198] – якщо опір твердої моделі, що буксирується з тією ж швидкістю, відповідають опору тіла дельфіна, то його м'язи повинні бути як мінімум у сім разів потужнішими.

В товщі води мешкають два типи організмів – планктон та нектон. Планктон – як фітопланктон так і зоопланктон – складається з дрібних організмів, що не спроможні контролювати своє положення у воді та керувати ним. Нектон складається з активних плавців – риб, амфібій, рептилій звірів, великих комах і їхніх личинок (у прісних водах) та головоногих молюсків (у морської воді) [2, с. 48].

Стосовно до підводних апаратів з гідробіоничними рушіями найбільший інтерес мають гідробіонти, що входять до групи нектонів.

При цьому можна умовно поділити усі способи створення руху на [3, с. 79]:

– реактивний за рахунок викидання струменя води (наприклад медузи, кальмари);

– хвилеподібний (тварини та риби).

Неавтономні ПА (або дистанційно-керовані ПА, Remote Operated Vehicle – ROV) – телекеровані ПА – принципово мають кабельний канал для енергоживлення та керування [4, с.19].

Дослідна модель.

Для відпрацювання теоретичних положень та перевірці результатів математичного моделювання була створена дослідна модель [5, с. 211]. На її базі будувалася система руху на базі гідробіоничного рушія плавникового типу.

Для подачі напругі живлення та сигналів керування використовується чотирьох жильний кабель. Довжина кабелю залежить від умов проведення досліджень і може складатися від 5 метрів для швартовних досліджень до 10-20 метрів для перевірки та відпрацювання траєкторних рухів. Потужність при виконанні рухів у різних режимах роботи рушія змінюється (відповідно розрахункам) від 10 до 100 Вт. Це відповідає зміні струму на вході блоку живлення від 0,8 до 8 А. Поточний опір кабелю складає від 0,005 Ом/м, для перетину жили 4,0 мм2, до 0,15 Ом/м, для перетину жили 0,5 мм2 (дані із вимірювань для сигнальних кабелів LAPP ÖLFLEX® CLASSIC 100 300/500V).

Таким чином маємо протиріччя – для зменшення впливу кабелю на показники рухомості моделі необхідно зменшувати його діаметр, а в свою чергу зменшення діаметру кабелю призводить до зменшення перетину його жил і збільшенню їх опору.

Пропонується використовувати підвищену напругу живлення для зменшення струму у жилах і, відповідно, зменшення втрат напруги на них. Для зменшення впливу на інформаційні сигнали живлення робимо постійним струмом зі стабілізацією напруги (19 В в нашому випадку). На борту моделі використовуємо понижуючий DC/DC перетворювач (вихідна напруга – 12 В). Останній забезпечує стабільне живлення силових та керуючих частин системи керування рушієм плавникового типу.

Висновки.

При подальшому удосконаленні моделі можливо використання більшої напруги живлення з одночасним використанням спеціального сигнального кабелю, що розрахований на більші напруги. Це дозволить зменшити діаметр кабелю, підвищити його гнучкість. Тим самим зменшиться вплив кабелю на показники руху моделі.

ЛІТЕРАТУРА

[1] *J. Gray.* The propulsive powers of the dolphin. Journal of Experimental Biology, pages 192–199, August 1935.

[2] Е.А. Зилов. Гидробиология и водная экология. Учебное пособие. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2007. – 118 с.

[3] Слижевский Н.Б. Гидробионика в судостроении: Учебн. пособие. – Николаев: УГМТУ, 2002. – 112 с.

[4] Блинцов В.С., Щепелев С.В., Ольшевский С.И. Исследование влияния параметров кабель-троса двухзвенной подводной системы для случая "обратной буксировки". Морские технологии: Сб. науч. тр. НКИ – Николаев: НКИ, 1993. – с. 19-24.

[5] Блинцов, В.С., Ольшевский, С.И.. Моделирование гидробионического движителя плавникового типа для задач синтеза систем управления. Науковий вісник Херсонської державної морської академії.– Херсон: ХДМА, 2012 - №6 . – с. 211-224.

Features of the organization of power supply of the experimental model with the hydrobionic movement

Ol'shevs'kyy Serhiy[1]
[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

Abstract. The power supply system of the model is shown as one of the important components. Listed are the difficulties associated with the simultaneous transmission of sufficient power and maintaining the mobility and reliability of information transmission over a single cable. An example of building a power supply system for an experimental model is given.

Key words: model, hydrobionic engine, power supply, engine.

УДК 621.833

ЗНИЖЕННЯ ВАГОГАБАРИТНИХ ПОКАЗНИКІВ СУДНОВИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ

Попов О.П.[1], Попова Л.О [2], Савенков О.І.[3], Кондратьєва А.А.[4]
[1]доктор технічних наук, завідувач кафедри механіки та конструювання машин Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[2]науковий свіробітник Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[3]асистент кафедри механіки та конструювання машин Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[4]студентка навчально-наукового інституту кораблебудування Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Зменшення габаритів суднових зубчастих передач і, як наслідок, зменьшення їх ваги здійснюється за рахунок зниження контактних напружень шляхом застосування зубчастих коліс із точковим контактом тіл замість лінійного. Зниження вагогабаритних показників суднових зубчастих передач на 25-40% призводить до суттєво зниження вартості зубчастих коліс.

Ключові слова: зубчаста передача, зменшення габаритів, зниження ваги, контактні напруження, точковий контакт.

Проблема зниження габаритів і ваги зубчастих передач, що проектуються є актуальною, як в галузі важкого машинобудування, так і в галузі суднобудування. Успішне рішення вказаної проблеми дозволяє створювати конструкції зубчастих передач з врахуванням їх розмірів, ваги та вартості. Основними критеріями працездатності зубчастих передач є величини контактних напружень, що знаходяться за формулами Герца.

При знаходженні контактних напружень в пружно стислих тілах з початковим точковим контактом формули Герца є відпрацьованими і використовуються протягом тривалого часу. Однак, при розрахунках пружно стислих тіл з початковим точковим контактом отримані за формулами Герца значення по величинах контактних напружень різняться, в зв’язку із чим, різними організаціями і авторами здійснювалися свої підходи щодо оцінки міцності [1, 2].

На підтвердження вказаного твердження зробимо розрахунок на прикладі передачі Новікова ОЛЗ-1,35-0,15 (таблиця 1), котра характеризується наступними параметрами: $z_1 = 34$; $z_2 = 40$; $m_n = 5$ мм; $\alpha_к = 27°$; $\beta = 15°$; $b_w = 60$ мм; $F_n = 2{,}1 \cdot 10^4$ Н; $\nu = 0{,}3$; $E = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа; $\rho_w = 67{,}5$ мм; $R = 1830$ мм – радіус кривизни випукло-увігнутих зубів у двох взаємно перпендикулярних площинах, $\sigma_{max} = 698$ МПа.

Таблиця 1

Джерело інформації	ВНИИМАШ	ИМАШ	Ковалёв М.П.	Макушин М.И.	Герц	Решетов Д.Н.	Попов А.П. [1]
Напруження σ_{max}, МПа	4473	3206	3848	9818	9771	958	698
Підвищення напружень $\varphi_н = \sigma_{max}/698$	3,39	4,58	5,49	14,03	13,96	1,373	1,00

Із таблиці 1 видно, що за виключенням О.П. Попова, розробки організацій і авторів не відповідають дійсності. Дана обставина стала основою причиною створення і розробки нової теорії контактної міцності пружно стисли тіл [1,2] При цьому залежності максимальних контактних напружень σ_{max}, малої піввісі a і великої піввісі b еліптичної ділянки контакту при коефіцієнтах Пуассона $\nu_1 = \nu_2 = \nu = 0{,}3$ при коефіцієнтах Пуассона $E_1 = E_2 = E$ мають вигляд:

$$\sigma_{max} = 0{,}33 \sqrt[3]{\frac{\alpha(\alpha+\nu)^2 E^2 F_n}{\rho_w^2}} \tag{1}$$

$$a = 1{,}202 \sqrt[3]{\frac{\alpha \rho_w F_n}{(\alpha+\nu)E}} \tag{2}$$

$$b = 1{,}202 \sqrt[3]{\frac{\rho_w F_n}{\alpha^2(\alpha+\nu)E}} \tag{3}$$

де $\alpha = \sqrt{\rho_w / R_w}$ – коефіцієнт; ρ_w, R_w – приведені радіуси кривизни контактуючих тіл в двох взаємно перпендикулярних площинах z0x і z0y; F_n – нормальна сила що діє на тіла.

В цілому, виходячи із вищевикладеного, зменшення габаритів зубчастих передач і, як наслідок, їх ваги здійснюється за рахунок зниження контактних напружень σ_{max} – формула (1) з точковим зачепленням зубів у порівнянні із максимальними контактними напруженням σ_H для лінійного зачеплення зубів, котрі знаходяться за при $\nu_1 = \nu_2 = \nu = 0{,}3$ і $E_1 = E_2 = E$ по загальновідомій формулі Герца

$$\sigma_H = 0{,}418 \sqrt{\frac{EF_n}{b_w \rho_w}} \tag{4}$$

Коефіцієнт зниження напружень, що характеризує зменшення розмірів і ваги зубчастих передач, має вигляд

$$\varphi_H = \frac{\sigma_H}{\sigma_{max}} = 1{,}207 \frac{\sqrt{\frac{EF_n}{b_w \rho_w}}}{\sqrt[3]{\frac{\alpha(\alpha+\nu)^2 E^2 F_n}{\rho_w^2}}} \tag{5}$$

Розрахунки щодо зниження габаритів і ваги зубчастих передач проводилися стосовно редукторів суден на підводних крилах та суден на повітряній подушці наступних типів: Р076; РД77; РД50; Р1Д50; Р034-1; Р034-2; Р035-10; Р035-20; Р035-21; Р071; Р1071 І Р2072.

Розрахунки щодо вказаних зубчастих передач вказують на можливість зменшення їх ваги і габаритів від 25% до 40%. Окрім того, зниження ваги зубчастих передач внаслідок заміни лінійного контакту тіл точковим контактом призводить до суттєво зниження вартості зубчастих коліс, котрі зазичай виготовляться зі сталей високої якості, наприклад 18ХНВА.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Попов А.П. Контактная прочность зубчатых механизмов [Текст] / А.П. Попов – Николаев: Изд-во НУК, 2008с. – 580с.

[2] Попов А.П. Зубчатые механизмы с точечным контактом зубьев [Текст] / А.П. Попов – Николаев: Изд – во Атолл, 2010. – 774с.

Reduction of weight and dimensional parameters of ship gear transmissions

Popov Aleksey[1], Popova Larisa [2], Savenkov Oleg[3], Kondratieva Anna [4]
[1-4]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. Reducing the dimensions of ship gears and, as the consequence, reducing their weight is carried out by reducing contact stresses by using gears with point contact of bodies instead of linear. Reducing the weight and size of ship gears by 25-40% leads to a significant reduction in the cost of gears.

Key words: gear transmission, reduction of dimensions, weight reduction, contact stresses, point contact.

УДК 621.45.034

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛАЗМОХІМІЧНИХ ДОБАВОК НА УТВОРЕННЯ ТОКСИЧНИХ КОМПОНЕНТІВ В ДВОПАЛИВНІЙ НИЗЬКОЕМІСІЙНІЙ КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ ГТД ПРИ РОБОТІ НА ГАЗОПОДІБНОМУ ТА РІДКОМУ ПАЛИВАХ

Сербін С.І.[1], Діасамідзе Б.Т.[2]

[1]доктор технічних наук, професор, директор Машинобудівного навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макаров, Україна, м. Миколаїв
serhiy.serbin@nuos.edu.ua
аспірант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
badri.diasamidze@nuos.edu.ua

Анотація. Запропоновано ефективний спосіб організації робочого процесу в двопаливній газотурбінній камері згоряння. Проведено теоретичні дослідження впливу добавок плазмохімічних продуктів на утворення токсичних речовин при згорянні газоподібного та рідкого палив при їх подачі в канали аксіально-радіальних завихрювачів низькоемісійної камери згоряння.

Ключові слова: газотурбінний двигун; двопаливна низькоемісійна камера згоряння; процес горіння палив, плазмохімія.

Вступна частина. Дослідження робочих процесів камер згоряння (КЗ) ГТД показують, що одним з найбільш перспективних методів підвищення стійкості процесів є інтенсифікація спалювання вуглеводнів за допомогою низькотемпературної плазми [1–6].

Для управління стійкістю горіння паливо-повітряних сумішей в КЗ може застосовуватися нагрітий до високих температур за допомогою плазмотрона струмінь повітря, модульований на резонансній частоті КЗ. Зменшення амплітуди коливань тиску на резонансній частоті досягає до 10 дБ. Відзначається також стабілізуюча дія і немодульованого струменя плазмотрона, що пояснюється поширенням зони горіння уздовж струменя плазмового генератора. У Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова (НУК) протягом ряду років проводилися теоретичні та експериментальні дослідження з проблеми інтенсифікації горіння вуглеводневих палив. Виконаний комплекс досліджень щодо підвищення ефективності ГТД дозволив створити системи плазмохімічного займання і горіння, які значно підвищують надійність запуску енергоустановок, збільшують коефіцієнт повноти згоряння вуглеводневих палив, зменшують емісію канцерогенних речовин [7].

Основна частина. Метою роботи є дослідження впливу плазмохімічних добавок на утворення токсичних компонентів в двопаливній низькоемісійній камері згоряння при одночасній роботі на газоподібному та рідкому паливах. В якості об’єкта дослідження обрано процеси турбулентного сумішоутворення та горіння різних за фізичним складом палив в двопаливній газотурбінній камері згоряння з плазмохімічним стабілізатором.

Тривимірні розрахунки проведено з використанням розробленої математичної моделі двопаливної камери згоряння ГТД [7-8] з урахуванням рекомендацій [9-11].

Кінетика хімічних процесів визначає швидкості реакцій окиснення і їх залежність від температури, тиску, концентрації і ряду інших факторів [12]. Акти хімічного перетворення відбуваються при зіткненнях молекул, при цьому їх кінетична енергія переходить в потенційну і витрачається на руйнування зв'язків в молекулах. Однак руйнування зв'язків відбуватиметься тільки тоді, коли величина потенційної енергії перевищить деяку межу – енергію активації E [13]. Таким чином, активація передбачає переведення середньої в енергетичному відношенні молекули в активну. Величиною енергії активації E є результуюча енергія одноступінчастої бімолекулярної реакції між паливом і окиснювачем, що протікає за схемою: і кг окиснювача +1 кг палива –> (1 + i) кг продуктів реакції (i – стехіометричне співвідношення) [14].

Добавка плазмохімічних продуктів в зону основного горіння приводить до зниження енергії активації суміші внаслідок високої хімічної активності атомів, радикалів і продуктів термічного розкладання вуглеводнів. В результаті цього відбувається зміна розподілу параметрів потоку всередині розрахункової області [14].

Згідно з експериментальними даними, отриманими в роботі [14], побудована залежність, яка відображає вплив продуктів плазмохімічного стабілізатора на зменшення енергії активації ΔE результуючої реакції між паливом і окиснювачем

Для моделювання процесів окиснення вуглеводнів в камері згоряння запропоновано використовувати шестиступінчасту модель горіння легкого дистилятного палива ($C_{16}H_{29}$) з додаванням газоподібного метану CH_4. Коефіцієнти швидкостей реакцій представлено в табл. 1.

Кінетичний механізм горіння виглядає наступним чином:

$$2\ C_{16}H_{29} + 16\ O_2 \rightarrow 32\ CO + 29\ H_2; \quad (1)$$

$$2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O; \quad (2)$$

$$2\ CO + O_2 \rightarrow 2\ CO_2; \quad (3)$$

$$2\ H_2O \rightarrow 2\ H2 + O_2; \quad (4)$$

$$2\ CO_2 \rightarrow 2\ CO + O_2. \quad (5)$$

$$2\ CH_4 + O_2 \leftrightarrow 2\ CO + 4H_2O. \quad (6)$$

Таблиця 1 – Константи швидкості для механізму окиснення дистилятного палива та метану з урахуванням плазмохімічних добавок

Реакція	*A*	*E*, Дж/моль	β	Порядок реакції			
$2C_{16}H_{29} + 16\ O_2 \rightarrow 32CO + 29\ H_2$	1,1206e+19	1,2238e+08	2,541	$C_{16}H_{29}$	2,066	O2	1,953
$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	9,1048e+14	2,7007e+08	0,467	H_2	0,57	O2	1,178
$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$	6,2327e+14	7.914706e+07	-0,309	CO	1,736	O2	1,804
$2H2O \rightarrow 2H_2 + O2;$	6,5724e+19	3,6931e+08	-0,068	H_2O	2,868		
$2CO_2 \rightarrow 2\ CO + O_2$	6,7299e+11	3,5065e+08	-0,255	CO_2	1,871		
$2CH_4+O_2 \leftrightarrow 2CO+4H_2O$	9,9126e+14	2,9825e+08	2,618	CH_4	1,109	O2	1,572

Плазмовий факел прискорює реакції окиснення пального (рідкого та газоподібного) за рахунок швидкого виникнення активних центрів – заряджених молекул, атомів, радикалів, іонів, внаслідок чого знижується енергія активації основної паливо-повітряної суміші.

Початкові параметри для розрахунку двопаливної камери згоряння ГТД наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Вхідні параметри для розрахунку камери на номінальному режимі

Назва параметру	Значення
1. Витрата рідкого палива через зовнішній завихрювач, кг/с	0,047025 (47,5 %)
2. Витрата рідкого палива через внутрішній завихрювач, кг/с	0,002475 (2,5 %)
3. Витрата метану через зовнішній завихрювач, кг/с	0.007425 (7,5%)
4. Витрата метану через внутрішній завихрювач, кг/с	0,042075 (42,5%)
5. Витрата повітря через жарову трубу, кг/с	4,35555
6. Тиск в камері, Па	2052300
7. Температура повітря на вході в камеру, К	770
8. Температура метану на вході в камеру, К	288

На рис. 1 та 2 представлено графіки зміни об’ємних концентрацій монооксиду вуглецю CO по довжині (осі) двопаливної камери згоряння.

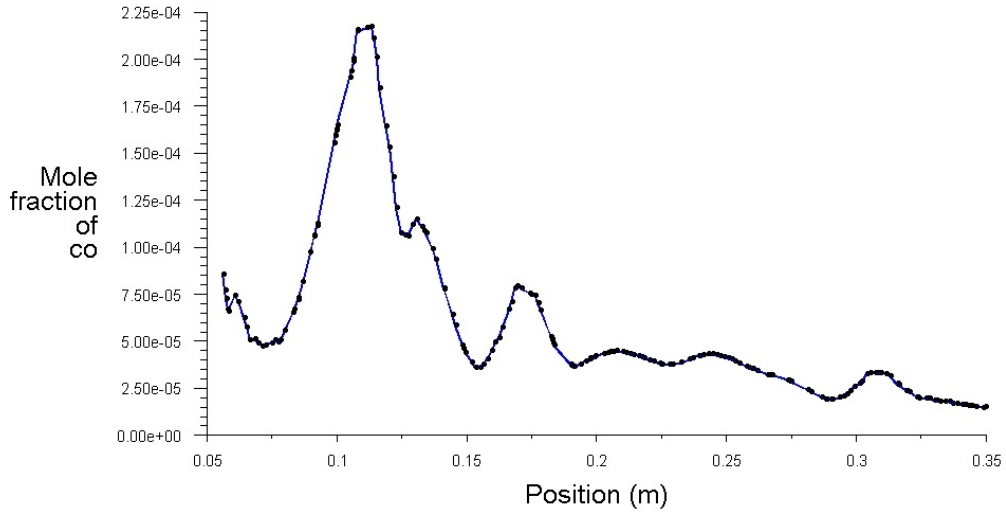


Рисунок 1 – Об’ємні концентрації CO по довжині двопаливної низькоемісійної камери згоряння ГТД без використання плазмохімічної активації

Порівнюючи рис. 1 та 2 можемо відмітити, що при додаванні продуктів плазмохімічних реакцій β у кількості 0,005 (за об’ємом) отримано зменшення осереднених об’ємних концентрацій CO на виході двопаливної низькоемісійної камери згоряння ГТД з 28 ppm до 3 ppm, що свідчить про промотуючу дію плазмохімічних продуктів.

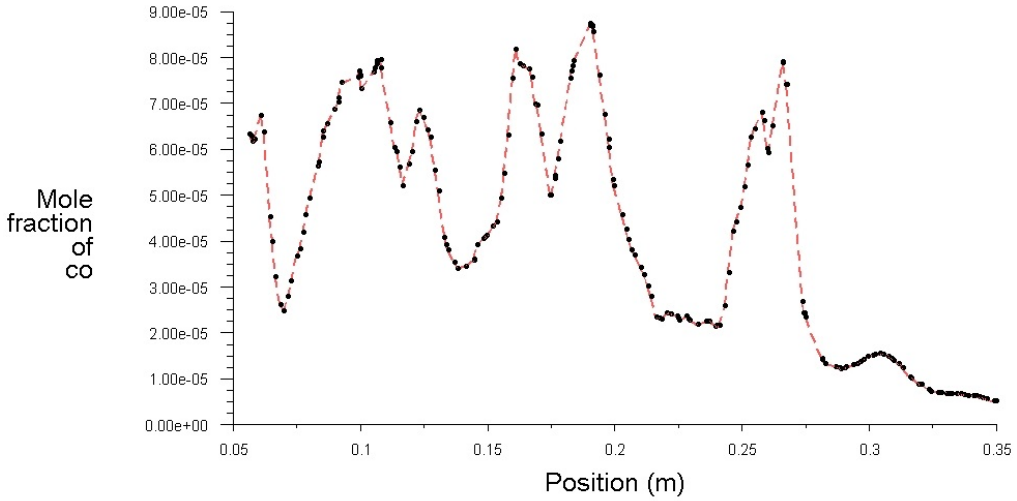


Рисунок 2 – Об'ємні концентрації CO по довжині двопаливної низькоемісійної камери згоряння ГТД з використанням плазмохімічної активації

Висновки: 1. Запропоновано підхід до моделювання плазмової активації горіння рідких та газоподібних палив в двопаливних низькоемісійних камерах згоряння ГТД, заснований на урахуванні впливу добавок плазмохімічних продуктів на енергію активації реакції окислення паливо-повітряної суміші. 2. Отримані результати тривимірних розрахунків процесів в двопаливній камері згоряння ГТД, що працює одночасно на рідному та газоподібному паливах, свідчать про інтенсифікуючий вплив продуктів плазмохімічних реакцій на процеси окиснення вуглеводневих палив та зменшення концентрацій монооксиду вуглецю в вихідному перерізі камери.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Сербин С.И. Разработка и исследование характеристик плазменно–топливных форсунок [Текст] / С.И. Сербин, Е.Ю. Кирчук // Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование. Вестник НТУ «ХПИ»: Зб. наук. трудов. – Х.: НТУ «ХПИ», 2010. – № 3. – С.43–49.

[2] Clements R.V. An Experimental Study of the ejection Mechanism for Typical Plasma Jet Igniter [Text] / R.V. Clements, P.R. Smy, J.D. Dale // Combustion and Flame. − 1981. − Vol. 42. − P. 287−295.

[3] Weinberg F.J. Plasma Jets in Combustion [Text] / F.J. Weinberg // Int. Conference on Combustion in Engineering. − Oxford, 1983. − P. 65−72.

[4] Harrison A.J. Flame Stabilization by Plasma Jets [Text] / A.J. Harrison, F.J. Weinberg // Proc. Roy. Soc. – London, 1971. – A321. – P. 95–103.

[5] Hillard I.C. Effect of Nitrogen–Containing Plasmas on Stability., NO Formation and Sooting of Flames [Text] / I.C. Hillard, E.I. Weinberg // Nature. 1976, vol. 259. – № 5544.– P. 556–557.

[6] Zhang I.X. An experimental Investigation of the Effect of a Plasma Jet on a Freely Expending Methane–Air Flame [Text] / I.X. Zhang, R.M. Clements, P.R. Smy // Combustion and Flame. – 1983. – Vol. 50.– P. 99–106.

[7] Романовський Г. Ф. Екологічно чисті камери згоряння газотурбінних установок: навч. посібник / Г. Ф. Романовський, С. І. Сербін. — Миколаїв: УДМТУ, 2002. — 84 с.

[8] Діасамідзе Б. Т. Теоретичні дослідження двопаливної низькоемісійної камери згоряння газотурбінного двигуна / Б. Т. Діасамідзе, С. В. Вілкул, С. І. Сербін // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Power and Heat Engineering Processes and Equipment : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2019. – № 1. – С. 27-33.

[9] Launder B.E., Lectures in Mathematical Models of Turbu-lence. Academic Press, London / B.E. Launder, D. B. Spalding // — (1972).. https://infoscience.epfl.ch/record/60257

[10] Cherednichenko O. Investigation of the combustion processes in the gas turbine module of an FPSO operating on associated gas conversion products [Text] / Oleksandr Cherednichenko, Serhiy Serbin, Marek Dzida // POLISH MARITIME RESEARCH. – 2019. – 4 (104). – Vol. 26. – P. 149-156.

[11] Cherednichenko, O. Application of thermo-chemical technologies for converging of associated gas in diesel-gas turbine installations for oil and gas floating units / O. Cherednichenko, S. Serbin, M. Dzida // POLISH MARITIME RESEARCH. – 2019. – No 3 (103), Vol. 26. – P. 181–187. DOI: 10.2478/pomr-2019-0059.

[12] Романовський Г.Ф. Камери згоряння газотурбінних двигунів: Навчальний посібник [Текст] / Г.Ф. Романовський, С.І. Сербин – Миколаїв : УДМТУ, 2000. – 259 с.

[13] Померанцев В.В. Основы практической теории горения [Текст] / В.В. Померанцев – Москва: Энергия, 1973. – 264 с.

[14] Романовский Г.Ф. Исследование параметров потока в камере сгорания с плазмотроном [Текст] / Г.Ф. Романовский, С.И. Сербин // Судовые энергетические установки: Сборник науч.тр. – Николаев: НКИ, 1985. – С. 8–16.

Theoretical investigations of impact of plasma-chemical additives on toxic components formation in a dual-fuel low-emission gas turbine combustor while operating on gaseous and liquid fuels

Serbin S.[1], Diasamidze B[1]
[1, 2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

An effective method of organizing the working process in a dual-fuel gas turbine combustor is proposed. Theoretical investigations of impact of plasma-chemical additives on toxic components formation in a dual-fuel low-emission gas turbine combustor while operating on gaseous and liquid fuels have been carried out for fuel injection into the channels of axial-radial swirlers of low-emission combustor.

Keywords: gas turbine engine; dual-fuel low-emission combustor; combustion process, low-temperature plasma.

УДК 621.438

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНИХ ГАЗОПАРОТУРБІННИХ УСТАНОВОК ЗА РАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Соломонюк Д.М.[1]
[1]кандидат технічних наук, асистент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
denys.solomoniuk@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто проблеми утилізації низькотемпературного тепла системи охолодження комбінованих газопаротурбінних установок. Для рішення цієї задачі запропоновано використати теплонасосні установки (ТНУ). Встановлено, що підвищення теплової ефективності установок досягається за рахунок вибору двохступінчастої схеми ТНУ та раціональної схеми їх підключення до обладнання системи охолодження.

Ключові слова: парогазова установка, газотурбінна установка, теплонасосна установка, система охолодження, теплова ефективність

Вступна частина. Коефіцієнт корисної дії комбінованих газопаротурбінних установок (КГПТУ) на сьогодні досягає 55 %, а у перспективі може перевищити 60 % [1, 2]. Істотним їх

недоліком є необхідність відведення великої кількості низькопотенційного тепла з температурою 25–50°С. Впровадження теплонасосних установок (ТНУ) дає можливість використати це низькопотенційне тепло для гарячого водопостачання та опалення споживачів [3].

Метою роботи є підвищення паливної ефективності комбінованих газопаротурбінних установок шляхом корисного використання тепла, що викидається до навколишнього середовища, для потреб опалення та гарячого водопостачання.

Основна частина. Загальна кількість тепла, що вкидається до навколишнього середовища з парогазової установки, дорівнює потужності основного двигуна, а найбільша кількість теплоти виділяється в конденсаторі парової турбіни, причому дане тепло має низький температурний потенціал (30-50 °С), що істотно утрудняє його утилізацію.

Корисно використати тепло можна при постачанні низькотемпературних споживачів, які зустрічаються вкрай рідко. Інший шлях це збільшення температури теплоносія у теплових насосах до рівня, на якому можливо використати його для потреб опалення і гарячого водопостачання [3].

Серед відомих типів теплових насосів найбільше поширення одержали парокомпресорні (ПК) ТНУ. Їх потужності лежать у діапазоні від кількох сотень ватів до 1 МВт. У більшості випадків серійні парокомпресорні теплові насоси працюють за одноступінчастою схемою й забезпечують температуру води, що йде то теплового споживача, на рівні 50 - 55 °С (іноді 63 °С). Це достатньо для забезпечення потреб гарячого водопостачання, але для подачі води у систему опалення потрібен більший температурний потенціал [3].

Попередній аналіз показав, що для охолодження води з системи охолодження конденсатора і передачі тепла для потреб опалення застосування одноступінчастої ТНУ недоцільно (коефіцієнт трансформації тепла μ=1.4). Запропоновано використати двоступінчасту ТНУ, яка виконана за схемою із двома ступенями конденсації.

При підігріві води в "літній" період для потреб гарячого водопостачання (тобто до 60 ° С) робоче тіло ТНУ циркулює в низькотемпературному контурі: випаровується у випарнику і конденсуються в конденсаторі низького тиску, підігріваючи воду з теплової мережі. У зимовий час для забезпечення потреб опалення вмикається високотемпературний контур. Пара робочого тіла після компресора низького тиску стискається в компресорі високого тиску і конденсуються у конденсаторі високого тиску.

Аналіз і розрахунок цієї ТНУ виконано для наступних температур зовнішнього повітря: мінус 20°С (мінімальна температура), 15 °С (номінальний режим). Температура води на вході в конденсатор парової турбіни прийнята постійною й рівною 25 °С, температура на виході 40 °С. Температура конденсації пари після парової турбіни прийнята 47,6°С, що забезпечить тиск у конденсаторі на рівні 0,011 МПа.

Результати розрахунків показують, що у двоступінчастій парокомпресорній ТНУ передача тепла до теплоносія із невисокою температурою (60°С) можлива з μ=7,94. Взимку при зростанні температури води (95°С), що йде до споживачів тепла, ефективність роботи знижується до μ=6,62. Коефіцієнт використання тепла палива КГПТУ при виробництві електроенергії без виробництва тепла у ТНУ) становить 53%. При використанні низькопотенційного тепла для опалення і водопостачання коефіцієнт використання тепла палива підніметься до 65% тобто у 1,23 рази.

Однією з особливостей роботи теплової мережі є зміна споживання тепла протягом року: максимум споживання приходиться на зимовий період, мінімум - на літній. Залежно від типу й кількості теплових споживачів може виникнути ситуація, коли кількість тепла передана тепловим насосом, буде більше, ніж потребують споживачі. У цьому випадку доведеться частину тепла скидати до навколишнього середовища через штатну систему охолодження установки.

Розглянуто наступні способи підключення ТНУ до системи охолодження конденсатору КГПТУ:

- паралельно конденсатору;
- послідовно конденсатору;

- паралельно тепловому споживачеві;
- послідовно тепловому споживачеві;
- комбінована схема (змішане).

Доцільність застосування тієї або іншої схеми залежить від кількості й потужності теплових споживачів, режиму їхньої роботи, вартості градирень, схеми роботи ТНУ, цін на тепло й електроенергію.

Оскільки для охолодження конденсаторів КГПТУ здебільшого використовуються "мокрі" вентиляторні градирні, в яких за рахунок випаровування досягається глибоке охолодження води, вважається доцільним розмістити ТНУ перед градирнями. У такій схемі, спочатку температура води буде знижуватись у випарнику ТНУ, а після нього – у градирні. Зменшення температури перед градирнею знизить величину незворотних втрат води.

Висновки. Для утилізації тепла комбінованих газопаротурбінних установок, що викидається до навколишнього середовища, запропоновано використати парокомпресорну ТНУ із двома ступенями конденсації, яка в теплу пору року підігріватиме воду для гарячого водопостачання, а у холодну для опалення. В результаті коефіцієнт використання тепла палива установки підніметься у 1,23 рази.

Внаслідок нерівномірності споживання тепла протягом року необхідно розробити раціональну схему підключення ТНУ до системи охолодження і режими їх сумісної роботи у різні пори року при різному навантаженні. Розглянуто п'ять можливих схем підключення ТНУ до систем охолодження установок. Встановлено, що при використанні для охолодження мокрих градирень доцільно розмістити ТНУ перед ними

ЛІТЕРАТУРА

[1] Николаевские газотурбинные двигатели и установки. Под. ред. В.И.Романова. Николаев : Юг-Информ. 2005. 304 с.

[2] Gas turbine world 2014-15 GTW handbook . Vol.

[3] Pequot Publishing Inc. 2015. 198 p. 3. Горшков В. Г. Тепловые насосы. Аналитический обзор. Справочник промышленного оборудования, 2004.

Increasing of efectivnes of combined gas turbine plants by heat pumps

Solomonyuk Denys Nikolaevych[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. Problems of utilization of low-temperature heat from cooling systems of combined gas-turbine plants are considered. For the solution of the task, a heat pump unit (HPU) has been proposed. It is established that the increase of thermal efficiency of installations is reached at the expense of a choice of the two-stage scheme of HPU and their rational connection to the equipment of cooling system.

Keywords: combined gas turbine plant, heat pump unit, cooling system, thermal efficiency

УДК 621.438

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ПРОЕКТУВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНИХ ЧАСТОТ КОЛИВАНЬ

Ткач М.Р.[1], Галинкін Ю.М.[2], Борисов А.В.[3], Костріков О.А.[4]

[1]доктор технічних наук, професор, завідуючий кафедрою інженерної механіки та технології машинобудування Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв

mykhaylo.tkach@nuos.edu.ua

[2]кандидат технічних наук, викладач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
yurii.galynkin@nuos.edu.ua
[3]студент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
arch1s.a.b.v@gmail.com
[4]студент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування; Національного університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, м. Миколаїв
zefirkakakao@gmail.com

Анотація. Обчислена похибка аналізу, що залежить від розміру сітки. Побудовано графік власних частот коливань при різних розмірах сітки.
Ключові слова: Вільні коливання, форми коливань, частотний спектр, частот коливань.

Вступна частина. Сучасні системи проектування дозволяють проводити теоретичний аналіз для визначення власних частот коливань моделі. Такий аналіз дозволяє забезпечити необхідний рівень надійності деталей.

Для проведення теоретичного аналізу була використана програма SolidWorks що характеризується перевагами [1]:

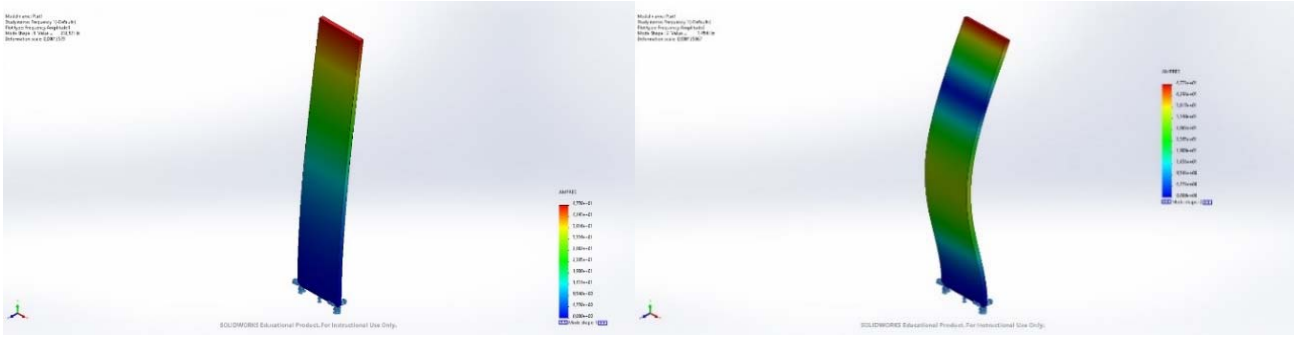
- Вбудовані рішення для розрахунку конструкцій з використанням методу кінцевих елементів (FEA);
- Дозволяє проводити широкий спектр досліджень від простого лінійного аналізу окремих компонентів до повного моделювання повних збірок з контактами і нелінійними залежностями взаємовпливу компонентів;
- Рішення з підтримкою сервісу віддаленого доступу забезпечують використання технології Abaqus від SIMULIA.

Досліджувались коливання планки розміром 100x25x2 мм. Використовувались три розміри комірки: 1мм, 3мм та 5мм. Планка має жорстку фіксацію найменшої грані.

Параметри планки:

- Маса: 0,00178895 кг
- Густина матеріалу: 2680 кг/м^3
- Матеріал: алюмінієвий сплав назв (Коефіцієнт Пуассона: 0,33; Модуль Юнга: **70 ГПа**)

З розрахунку встановлено, що в діапазоні від 150 до 9000 Гц виявлено 5 згинних та 3 крутильних форми коливань. Зображення таких форм наведені на рис. 1. Отриманні данні занесемо у табл. 1.



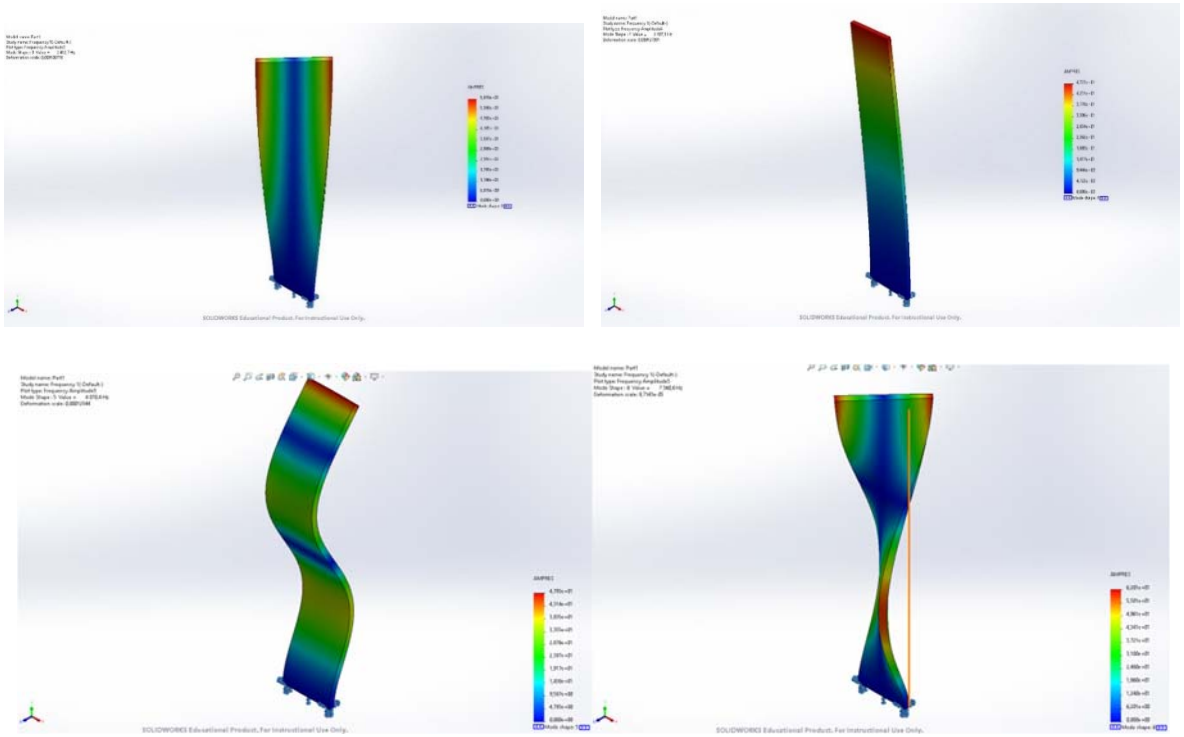


Рисунок 1 – Форми коливань у діапазоні

Таблиця 1 - власних частот коливань при наведених розмірах комірки

Номер форми	Комірка 1 мм	Комірка 5 мм	Комірка 10 мм
1	168,04	169,15	172,22
2	1049,1	1056,1	1118,3
3	1301,7	1317	1399,8
4	1977,4	1981,6	1987,8
5	2936,3	2964,6	3144,3
6	4019	4099,8	4537,6
7	5751	5832,3	6259,5
8	7058,1	7308,6	8879,1
Похибка		3,55%	25.8%

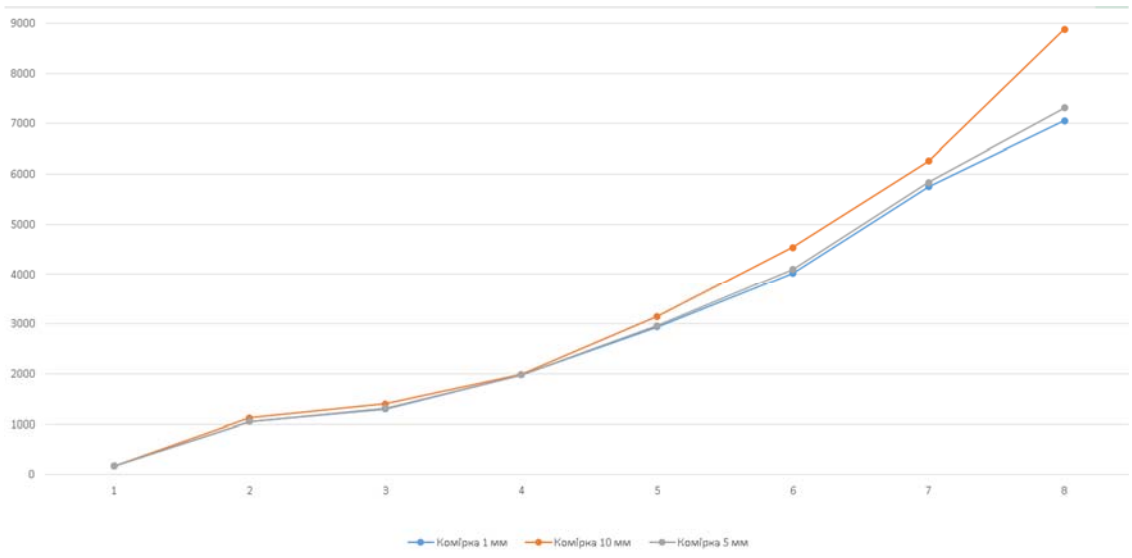


Рисунок 2 - Графік власних частот коливань при різних розмірах комірки

Даний метод може бути використаний при визначенні механічних властивостей деталей машинобудування [2-4].

Висновки. Аналіз результатів показав, що комірка розміром 10мм викликає появу похибки 25,8%. Тому для визначення власних частот коливань більш складних деталей допустимо використовувати сітку розміром 5мм, що буде менш ресурсозатратним ніж сітка з розміром комірки 1 мм.

ЛІТЕРАТУРА

[1] SolidWorks: https://www.solidworks.com;

[2] Tkach,M., Halynkin,Y., Proskurin,A.,Zhuk,I., Kluchnyk,V. & Bobylev,I.(2021). An Experimental Study of the Vibrational Characteristics of a Diamond Circular Blade Using Electronic Speckle-Pattern Interferometry and FEM. Acta Mechanica et Automatica,15(1) 16-2

[3] https://doi.org/10.2478/ama-2021-0003; 3. 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: . International Journal of Turbo & Jet-Engines, (), 000010151520200014. https://doi.org/10.1515/tjj-2020-0014;

[4] Ткач М.Р., Кулишов С.Б., Полищук В.А., Ключник В.С., Золотой Ю.Г., Жук И.Ю., Проскурин А.Ю., Галынкин Ю.Н. Экспериментально-расчетное определение механических свойств материала рабочих лопаток ГТД. Авиационно космическая техника и технология, 2021. - №4.

Application of modern design systems for determination of natural oscillation frequencies

Tkach M. R.[1], Halynkin Y.M.[2], Borisov A.V.[3], Kostrikov O.A.[4],
[1-4]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The error of the analysis depending on the grid size is calculated. A graph of natural frequencies of oscillations at different grid sizes is constructed.

Keywords: Free oscillations, oscillation forms, frequency spectrum, oscillation frequencies.

УДК 629.128: 621.181.27

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПАЛИВНОЇ І ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОСТІ КОРОЗІЇ

Філіпщук О.М.[1]

[1]старший викладач Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, Херсон

filipschuk5@gmail.com

Анотація: Розглядається методична послідовність виконання аналітичних і експериментальних досліджень процесів, що забезпечують можливість створення комплексної технології ефективного використання паливно-енергетичних і водних ресурсів суден.

Ключові слова: моделі, аналітичні і експериментальні дослідження, водопаливна емульсія, горіння, корозійні процеси.

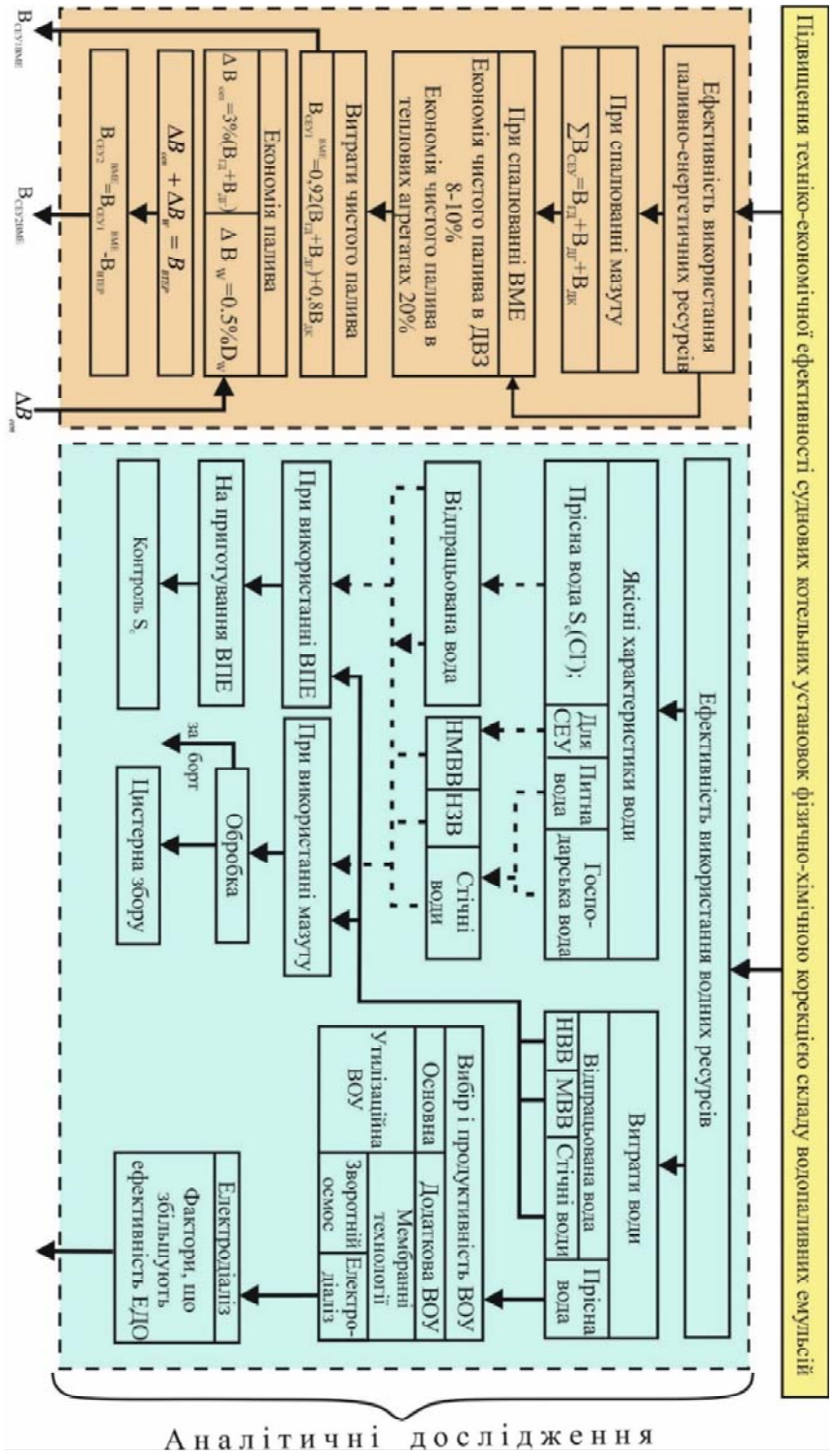
Удосконалення енерготехнологій, енергозбереження, економія палива і інших природних ресурсів, охорона навколишнього середовища є пріоритетними напрямками розвитку фундаментальних досліджень в області енергетики. Використання водопаливних емульсій (ВПЕ) дозволяє одночасно забезпечити комплексне рішення багатьох проблем: підвищення техніко-економічних і екологічних показників суднових енергетичних установок (СЕУ), працездатність роботи поверхонь нагрівання (по корозійним процесам).

Структурно-логічна схема послідовності виконання аналітичних і експериментальних досліджень процесів, що забезпечать створення технології комплексного використання паливно-енергетичних і водних ресурсів суден представлена на рис. 1. Насамперед виконуються аналітичні дослідження сучасних положень з визначення паливної ефективності елементів енергетичних установок при використанні звичайних палив і ВПЕ з різним водовмістом (в яких не згадуються значення солевмісту води) (рис. 1,*а*).

На основі аналітичних і експериментальних досліджень (рис. 1,а) пропонується використання електродіалізного опріснення, що надає можливість комплексного використання його продуктів: застосувати ділюат додатково до дистиляту, що виробляється утилізаційними ВОУ, а католіт для зрошення скруберів, циклонів, що покращить екологічні показники роботи СЕУ. Для підвищення ефективності електродіалізного процесу в робочих каналах електродіалізатора застосовуються додаткові електроди, на встановлення яких одержано патент України № UA64384.

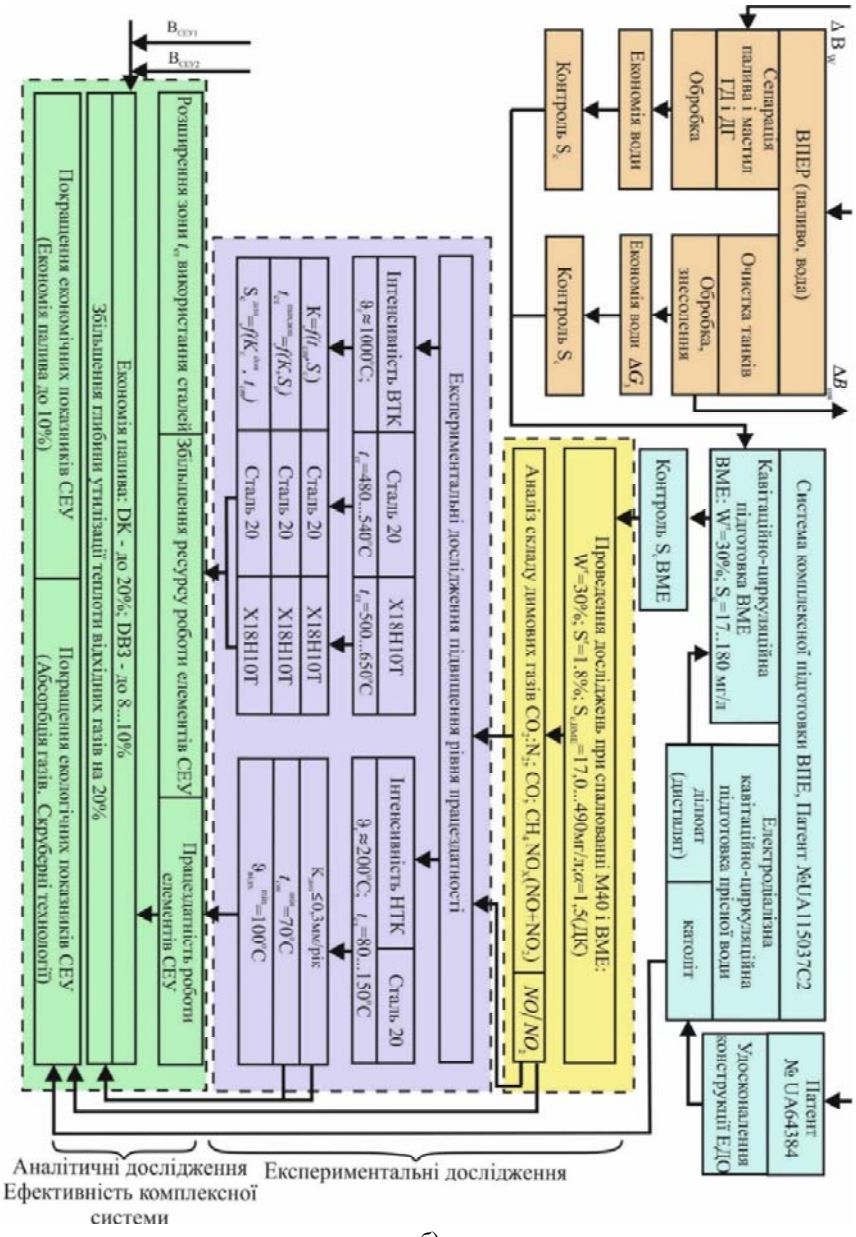
Тільки шляхом проведення експериментальних досліджень горіння ВПЕ (рис.1,*б)* можливо одержати кількісні значення техніко-економічних і екологічних показників спалювання водомазутних емульсій з різним водовмістом і солевмістом. Найкращі показники одержані при спалюванні ВПЕ з водовмістом ~30% [1,2]. Так як інтенсивність корозійних процесів впливає на працездатність елементів СЕУ і відповідно на рівень техніко-економічних показників, то одночасно з процесом горіння необхідне проведення досліджень інтенсивності високотемпературної [3] і особливо низькотемпературної корозії [4], яка заходиться на рівні 0,3…0,12 мм/рік в диапазоне значений температуры металла 130…70 °С при солевмісті ВПЕ 17…490 мг/дм^3, що надасть можливість оцінки доцільності використання конденсаційних поверхонь нагрівання і дозволить знизити температури відхідних газів до 80…100 °С, підвищити ККД допоміжних котлів на 10…15 % і збільшити глибину утилізації теплоти вихлопних газів до 65% [1].

На основі проведених експериментальних і аналітичних досліджень розроблена технологія комплексного використання паливно-енергетичних і водних ресурсів суден з урахуванням положень способу підготовки водопаливної емульсії для енергетичних установок, у яких спалюється сірчисте органічне паливо, на який одержано патент України [5], яка дозволяє забезпечити зменшення розмірів секцій скрубера для абсорбції NO_x в 3…4 рази, абсорбції SO_2 в 5…8 раз, а абсорбції CO_2 в 1,4 рази із забезпеченням сучасних вимог до рівня викидів токсичних речовин.



а)

Рис.1 Структурно-логічна схема моделі дослідження створення технології комплексного використання паливно-енергетичних і водних ресурсів суден:
***а* – аналітичні дослідження ефективності використання паливно-енергетичних і водних ресурсів судна**



б)

Рис. 1 Структурно-логічна схема моделі дослідження створення технології комплексного використанняпаливно-енергетичних і водних ресурсів суден:
***б* – аналітичні і експериментальні дослідження**

ЛІТЕРАТУРА

[1] Філіпщук О.М., Колбасенко О.В. Підвищення техніко-економічної ефективності суднових котельних установок при спалюванні водопаливних емульсій. Збірник наукових праць НУК. - Миколаїв: НУК, – 2020. - № 1 (479). – С. 51-60.

[2] Філіпщук О.М., Колбасенко О.В. Теплові і шкідливі викиди димових газів при спалюванні водопаливних емульсій. Збірник наукових праць НУК. - Миколаїв: НУК, – 2019. - № 3 (477). – С. 10-17.

[3] Филипщук А.Н. Высокотемпературная коррозия при сжигании водомазутной эмульсии. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – Херсон: Видавництво ХДМА. – 2016. – № 1(14). – С. 269–281.

[4] Филипщук А.Н. Влияние солесодержания воды водомазутной эмульсии на скорость низкотемпературной коррозии. Водний транспорт: Зб. наукових праць Київської державної

академії водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного. - Київ: КДАВТ, 2016 р. - № 2(25). – С.70-77.

[5] 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.

Modeling of fuel and environmental efficiency processes and the effect of corrosion intensity

Filipshchuk O.M.[1]

[1]Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The methodical sequence of performance of analytical and experimental researches of the processes providing an opportunity of creation of complex technology of effective use of fuel and energy and water resources of vessels is considered.

Keywords: models, analytical and experimental studies, water fuel emulsion, combustion, corrosion processes.

УДК 621.431

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ НАЛАШТУВАННЯ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МАЛИХ ДОМІШОК ВОДНЮ НА РОБОЧИЙ ПРОЦЕС ТА ЕФЕКТИВНІ ПОКАЗНИКИ ДВИГУНА 6ЧН20/28

Шалапко Д.О.[1]

[1]кандидат технічних наук, старший викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

shalapko.denys@gmail.com

Налаштування паливної апаратури відіграє важливу роль при використанні добавок до основного палива в дизельному двигуні. Використання водню в якості домішки позитивно впливає на робочий процес та показники роботи двигуна, проте потребують коригування налаштувань паливної апаратури. Для покращення показників витрати палива та налаштувань роботи двигуна необхідно провести коригування кута випередження впорскування палива.

Ключові слова: двигун внутрішнього згоряння, водень, паливна апаратура

Кут випередження впорскування палива відіграє суттєву роль в налаштуванні паливної апаратури дизельного двигуна. Наявність малої домішки водню призводить до пришвидшення реакції горіння палива, що дозволяє використовувати широкі межі кута випередження впорскування палива. Корегування величини кута випередження впорскування палива у зв'язку з інтенсифікацією початкового етапу згоряння за рахунок наявності абсорбованого водню в цикловій порції палива дасть змогу без суттєвих змін в конструкції двигуна підвищити ефективність застосування водню.

Зміна кута випередження запалення в меншу сторону призводить до збільшення тривалості згоряння палива φ_z, та до зменшення максимальної температури циклу T_z. Варто відмітити, що в двигунах даного типу застосовується одна з найсучасніших систем паливоподачі з електронно керованими фазами газорозподілу, тиском впорскування та кутом випередження впорскування.

В свою чергу збільшення кута випередження впорскування призводить до скорочення тривалості згоряння за рахунок інтенсифікації процесу та більш «об'ємного» згоряння порції палива.

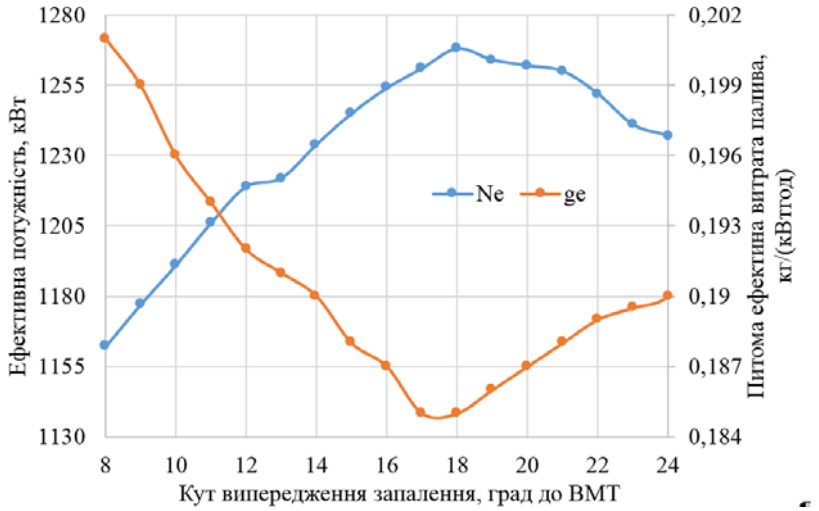


Рисунок 1 Визначення оптимального кута випередження впорскування палива при використанні малої домішки водню 0,1% по масі

Так при збільшенні кута випередження впорскування палива з 13° до 18° п.к.в. відбувається пришвидшення процесу згоряння палива, відповідно зростає максимальна температура циклу, але зменшується середнє значення температури циклу. Відповідно до отриманих залежностей рис. 1 оптимальним з економічної точки зору буде кут $\varphi_{оп}$ 18° перед ВМТ.

Аналіз кривих тепловиділення показав, що збільшення кута випередження впорскування на 5° в порівнянні з серійним кутом пришвидшує процес згоряння палива та компенсує збільшення кута подачі палива (за рахунок зменшення максимального тиску впорскування). Одночасно з цим збільшення кута випередження запалення на 5° показало зменшення середньої температури циклу на 3,8% з 745 до 718 °К, при збільшенні максимальної температури циклу Tz з ~1800 К до ~2100 К (рис. 3).

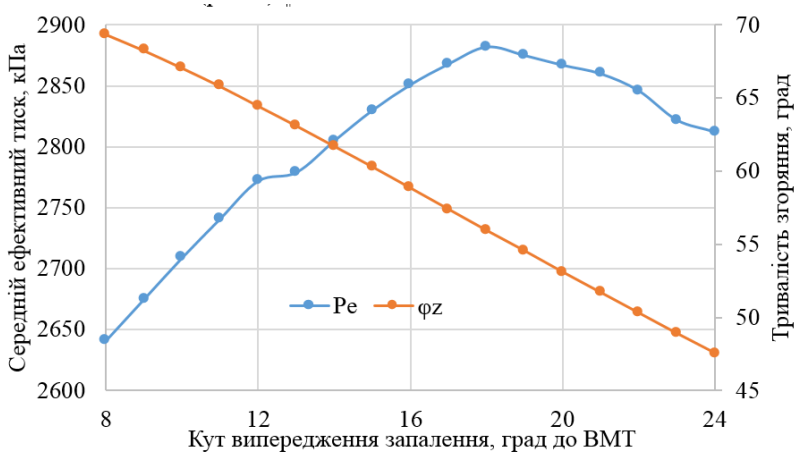


Рисунок 2 Залежність тривалості згоряння φ_z та середнього ефективного тиску P_e від кута випередження впорскування палива

З іншого боку, зменшення середньої температури циклу призводить до зменшення викидів NOx та покращенню екологічних показників двигуна.

Спираючись на запропоновані рівняння змінного значення показників Ек та коефіцієнта Az залежно від кута повороту колінчастого валу були отримані відносні характеристики тепловиділення (див. рис. 4) і характеристики відносної швидкості тепловиділення (див. рис. 5) у безрозмірних координатах при різних значеннях кута випередження впорскування палива.

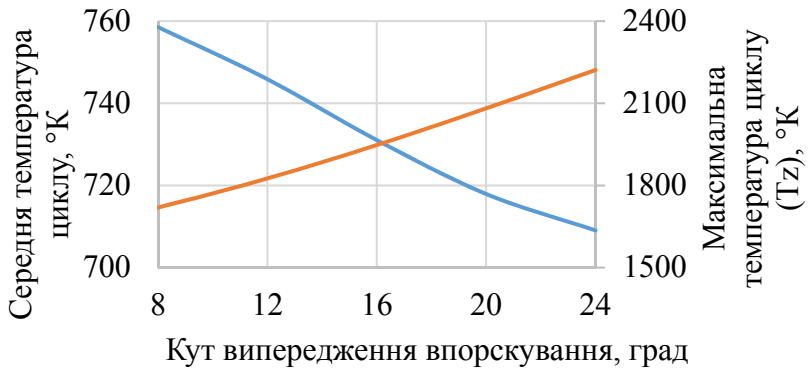


Рисунок 3 Залежність температури циклу від кута випередження впорскування палива при використанні малих домішок водню

Як видно з рис. 3, значення кута випередження впорскування палива змінювалося в межах $\varphi_{оп}$ = 8…24. При цьому характер кривих та межі зміни $\varphi_{оп}$ в експериментальних роботах інших авторів і власних збігаються.

Таким чином, характер впливу використання малих домішок водню на основні показники робочого процесу дизельного двигуна у значній мірі залежить від тиску водню та організації процесу паливоподачі.

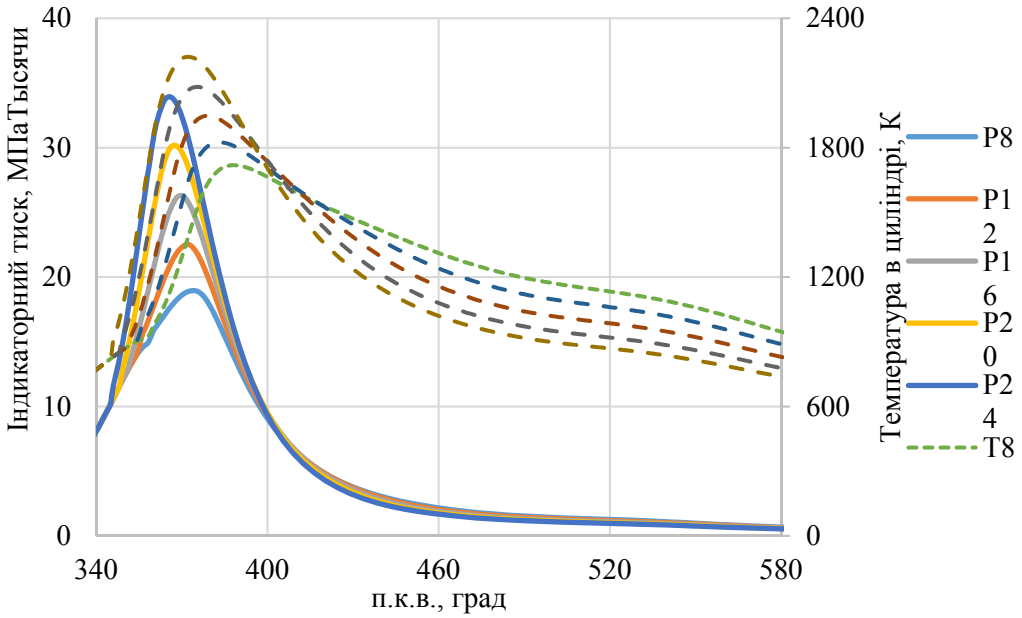


Рисунок 4 Індикаторні діаграми й діаграми зміни температури газів двигуна 6ЧН20/28 при різній концентрації водневої домішки

Раціональний вибір кількості водневої домішки та налаштувань паливної апаратури обумовлене насамперед такими факторами: питомою індикаторною витратою палива, потужністю двигуна, індикаторним ККД та допустимими навантаженнями на основні деталі КШМ.

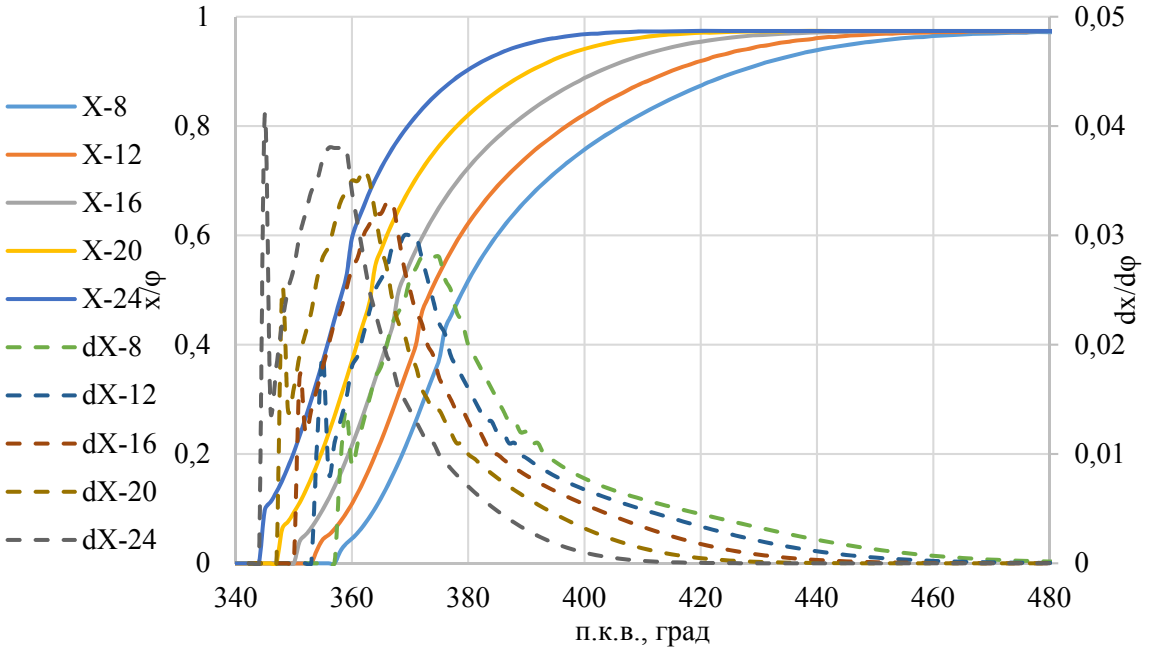


Рисунок 5 Характеристики тепловиділення двигуна 6ЧН20/28

Висновок: 1. У зв'язку з прискоренням процесу згоряння палива насиченого воднем встановлено, що внаслідок покращення якості розпилу кут випередження впорскування потребує корегування. Раціональний кут випередження впорскування палива, який лежить в межах -2…-7° від заводських налаштувань, дозволяє підвищити ефективну потужність двигуна на 4,1…5,5 %. 2. Встановлено, що раціональний діапазон кількості домішок водню складає 0,05…0,12% по масі, при цьому питома витрата палива зменшується на 3…4,2%, а потужність збільшується на 2,6…5,5% в залежності від налаштувань паливної апаратури.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Поліпшення робочих характеристик дизельних двигунів за допомогою додавання водню // Водный транспорт. 2016. №2 (25). С. 24-28.

[2] Ткач М.Р., Тимошевский Б.Г., Доценко С.М., Галынкин Ю.Н., Шалапко Д.О. Утилизация теплоты вторичных энергоресурсов судовых малооборотных двигателей, работающих на альтернативном топливе // Двигатели внутреннего сгорания. 2017. №2. С. 8-13.

[3] Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Основні положення математичної моделі додавання водню на лінії високого тиску паливної апаратури // Вісник Херсонського національного технічного університету. 2017. Т. 1., № 3 (62). С. 233-237.

[4] Шалапко Д.О. An experimental study of the wave effect in fuel equipment using hydrogen additives to diesel fuel // Technology audit and production reserves. 2018. Vol 6/1, (44). С. 36 – 40.

[5] Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86.

[6] Шалапко Д.О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технлологія. 2018. №6 (150). С. 44 – 51.

Investigation of the influence of fuel equipment setting parameters using small hydrogen impurities on the working process and efficient 28

Shalapko Denys Olegovich[1]

[1]Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Adjusting the fuel equipment plays an important role when using additives to the main fuel in a diesel engine. The use of hydrogen as an impurity has a positive effect on the operating process and performance of the engine, but requires adjustment of fuel equipment settings. To improve fuel consumption and engine performance settings, the fuel injection advance angle must be adjusted.

Key words: internal combustion engine, hydrogen, fuel equipment

УДК. 621.311.23

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ З ДВЗ

Швець І.А.[1], Шаповалов О.Д.[2]

[1]старший викладач кафедри енергетичного машинобудування Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

ihor.shvets@nuos.edu.ua

[2]магістрант групи 61-ТЕМмаг-20 інженерно-економічного факультету кафедри енергетичного машинобудування Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Миколаївська область, Україна

Використання силових установок надає людині можливості для широкого отримання різних видів енергії. Установки з двигуном внутрішнього згоряння мають проблеми з охолодженням наддувочного повітря. Використання холодильних установок дає можливості забезпечення потрібного температурного режиму вхідного повітря.

Ключові слова: силова установка, двигун внутрішнього згоряння, компресор, надлишкове повітря, холодильні установки.

Вирішення завдання щодо підвищення ефективних, екологічних, та показників надійності силових енергетичних установок залишається актуальним на сьогодні у всьому світі. Можливості силових енергетичних установок щодо вироблення різних видів енергії (електрична, теплова, механічна) дуже широкі. Особливе місце для задоволення потреб людини займає електрична енергія. Серед її переваг у порівнянні з іншими видами енергії треба відмітити відносно менший шкідливий вплив на людину та навколишнє середовище, наявність можливостей щодо її транспортування на великі відстані, та високої ефективності трансформації в інші види енергії. Для вироблення електроенергії широко застосовують різні типи силових установок в яких для приводу електричного генератору використовуються силовий агрегат, що перетворює теплову енергію згоряння палива в механічну енергію обертання валу такий як: двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), газотурбінна (ГТУ) чи паротурбінна (ПТУ) установка. В даному випадку будемо розглядати силову енергетичну установку на базі ДВЗ.

На ефективність, надійність та стабільність роботи ДВЗ впливає дуже багато факторів під час її експлуатації. Окремо тут треба зазначити комбінований ДВЗ з системою газотурбінного наддуву, який доволі сильно залежить від параметрів навколишнього середовища і в першу чергу від температури навколишнього повітря. При надходженні нагрітого повітря на вхід відцентрового компресора системи наддуву, за відсутності його ефективного охолодження з використанням спеціального теплообмінного апарату, виникає проблема зменшення густини повітря на вході в циліндр. Це в свою чергу призводить до зменшення наповнюваності циліндрів свіжим повітрям і як наслідок зменшенням потужності ДВЗ та обсягу вироблюваної електроенергії, при тому що питома ефективна витрата палива росте [1].

При використанні систем охолодження надлишкового повітря на вході в турбокомпресор отримуємо такі переваги як: підвищення потужності, підвищення ефективності використання

згоряння палива в циклі, збільшення терміну служби деталей циліндро-поршневої групи ДВЗ та збільшення ККД циклу. До недоліків цих систем можна віднести: необхідність встановлення додаткового обладнання, що збільшує масо-габаритні параметри силової установки, з'являються додаткові опори тиску в повітряному тракті та з'являється необхідність підтримувати режим роботи силової установки в заданих межах, щоб забезпечити її високий ККД [2].

Для силових установок судна що працюють групою, в складі якої є холодильні машини, пропонується система, що забезпечує відбір частки тепла з їх допомогою від нагрітого повітря. В результаті охолоджене повітря направляється на вхід компресора установки з ДВЗ і таким чином підтримується висока густина охолоджуваного повітря що забезпечує високі ефективні показники всієї силової установки.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по специальности «ДВС»/ С.И.Ефимов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др., Под общ. ред. А.С, Орлина , М.Г. Круглова. – 3-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение 1985. – 456 с., ил.

[2] Шахин, Н. Системы охлаждения воздуха на входе в газотурбинные установки / Н.Шахин, Х.Акул // Турбины и дизели. – 2011.– №2 – с. 8 – 11.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE POWER PLANT WITH ICE

Shvets I.A.[1], Shapovalov O.D.[2]
[1,2]Pervomaisk branch of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov

The use of power plants provides a person with opportunities for a wide range of different types of energy. Units with an internal combustion engine have problems with cooling the charge air. The use of refrigeration units makes it possible to ensure the desired temperature of the inlet air.

Key words: power plant, internal combustion engine, compressor, excess air, refrigeration plants.

УДК 681.518.52:544.023 002.56

МОДЕЛЬ ЗАПОВНЕННЯ ТАНКА ТАНКЕРА

Якимчук Г.С.[1], Кириллов О.Л.[2]
[1]кандидат технічних наук,
професор кафедри автоматики та електроустаткування Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;
[2]кандидат технічних наук,
доцент, без наукового звання, кафедри автоматики та електроустаткування Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Анотація

Представлено аналіз заміни критерію безпеки - потенціалу φ поверхні нафтопродукту на критичний заряд $Q(t)$, що дозволяє проаналізувати динаміку зміни ємності системи $C(t)$ заповнення при динаміці зміни рівня $h(t)$, які обидва пов'язані з щільністю заряду $\rho(t)$, що накопичується в рідині, області розділу «пароповітряний простір – рідина» і енергією утвореного електростатичного поля W.

У матеріалі застосовано метод дзеркального відображення для вирішення задачі приведення параметрів у співвідношення до функції часу $f(t)$, що дало можливість опису поля і його характеристик без прив'язки до лінійних параметрів об'єму і властивостей транспортуємого матеріалу.

Ключові слова: критерії безпеки - потенціал φ поверхні нафтопродукту, критичний заряд $Q(t)$, ємність системи $C(t)$, щільність заряду $\rho(t)$, енергія поля W.

Постановка задачі

У роботі "Дослідження і вибір критерію безпеки при транспортуванні слабопроводящих рідин в закриті об'єми" [1] широко представлена безпека процесу заповнення нафтопродуктів у вигляді критерію - потенціалу поверхні слабкопроводячої рідини $\varphi_{\text{пов}}$. Конструкторська реалізація спостереження цього критерію реалізовувалася в 90-і р.р. в СРСР, Росії, Казахстані, Азербайджані.

Такий спосіб діагностики безпеки зводить нанівець сама рідина, що транспортується, оскільки при заповненні неможливо досягти її плоского стану поверхні, і відповідно постійної дистанції до датчику. Лабораторні і виробничі дослідження давали відносно нестійкий результат залежно від рівня заповнення.

Припущення, яке експлуатується зараз у всьому світі, має одну невідповідність - запропонований параметр $\varphi_{\text{пов}}$ – є результатом дії поля на заповнювану речовину в об'ємі і не є першоджерелом проблеми появи розрядних явищ в технології заповнення. Насправді, цим першоджерелом - являється заряд Q, який накопичується в просторі нафтопродукту танка і створює поле в заповнюваному об'ємі танкера. Характеристики цього поля в нафтопродукті і пароповітряному просторі: $\rho_{\text{СПЖ}}$, $\varepsilon_{\text{СПЖ}}$, $\varepsilon_{\text{ПВ}}$, $\vec{D}_{n1}$, $\vec{D}_{n2}$, $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ вивчають для оцінки стани безпеки технології транспортування нафтопродуктів в об'єми.

Виділення невирішеної проблеми

Діагностика перерахованих параметрів проблематична, оскільки параметри динамічні в процесі заповнення, а показники датчиків по них нестабільні.

Фізична невідповідність вибраного параметра $\varphi_{\text{пов}}$ і механізм діагностики приводить до питання об взаємодії заряду Q з перекачуваною рідиною і зміні її властивостей.

Слід обгрунтувати і описати застосування заряду $Q(t)$ в якості нового критерію безпеки в процесі транспортування рідин в об'єми.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Прелагаемый підхід до аналізу безпеки має ряд переваг, оскільки дозволяє прорахувати зразкову величину Q_H – накопиченого заряду в заповненому об'ємі V. Упродовж останніх 30 років проблема діагностування не піддавала аналізу рідину, що транспортувалася, на утримання заряду в одиниці об'єму $\rho_{max} = Q_{max}/V$ без виділення нею енергії у вигляді розряду на її поверхні.

Як тільки проведуть дослідження в цьому напрямі, ми можемо судити за заповненим обсягом V про скупчення заряду в рідині і тоді можна судити про безпеку даної технології. Зараз діагностують параметр $\varphi_{\text{пов}}$. Розроблені прилади дають помилку 18% на вході параметра - закачуваного заряду $\rho_{\text{СПЖ}}$ і 10% помилку - робота самих приладів діагностики $\varphi_{\text{пов}}$.

Відділення недозволених раніше частин загальної проблеми

Отже перехід на інший критерій $Q(t)$ дозволяє не лише повно описати фізику процесу, але і виділити характеристику для діагностування першопричини небезпеки в технології. Досліджуваний простір представляє собою металеву місткість з провідника з областю заповненої діелектриком, жидкость-паровоздушное простір (Ж-ПВ), що представляє конденсатор, у нього область розділу Ж-ПВ - 1-й електрод, а металеві стінки другий електрод. В результаті загальне представлення фізичного процесу узгоджується з формулою $Q = C \cdot U$, а значить і з параметрами досліджуваного фізичного процесу.

Мета дослідження: Уточнення функцій зміни місткості середовища і накопичення заряду $Q(t)$ при перевантаженні нафтопродуктів.

Об'єкт дослідження: Технологічний об'єм (танк танкера), що заповнюється нафтопродуктом.

Предмет дослідження: Електростатичне поле в танку на межі розділу пароповітряний простір - рідина.

Методи дослідження: Аналіз фізичного процесу накопичення заряду в екранованій області в процесі заповнення її рідким діелектриком.

Виклад основного матеріалу

Модель танка представляє собою замкнутий металевий об'єм який, через патрубок, що входить, під шар рідини заповнюється нафтопродуктом - слабопроводящей рідиною (СПР) з використанням різних режимів подачі $F(\text{м}^3/\text{ч})$.

Параметри СПР наступні: $\rho_{\text{СПР}} = 10^{10} \div 10^{15} \text{Ом/м} -$ питомий опор; $\varepsilon_{\text{СПР}} = 2{,}01$ (Керосин-ТС-1) – діелектрична проникність.

Додатково в об'ємі присутній пароповітряний простір з діелектричними параметрами: $\rho_{\text{ПВ}} = 10^{18} \text{Ом/м} -$ питомий опір; $\varepsilon_{\text{ПВ}} = 1{,}001$ – діелектрична проникність [1]

Модель представляє собою екранований корпус з провідника, а область усередині корпусу містить пароповітряну суміш, в яку через трубопровід, під шар рідини, заповнюють діелектрик (СПР).

Ця модель може бути представлена (рис. 1) : область I - заповнена СПР; область II - заповнена пароповітряною сумішшю.

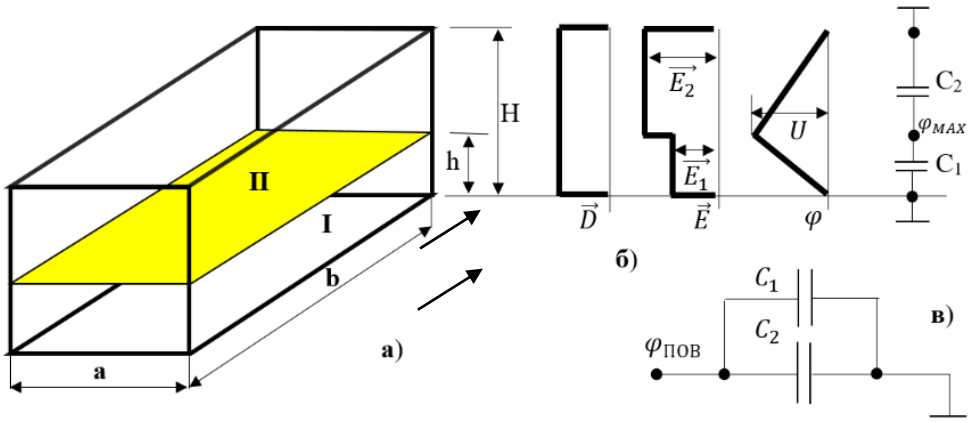


Рис. 1 а) - заповнюваний об'єм; б) - поведінка електричних параметрів поля в заповнюваному об'ємі; в) - електричний еквівалент стану ємності, генерованої технологічним запов-ненням танка СПР

Через вхідний патрубок всередину танка входять заряди разом із СПР і утворюють в області I об'ємний заряд Q_1 (рис. 1,а). У наслідку поляризації діелектриків на межі розділу з'являються пов'язані заряди, що впливають на поле в обох областях I і II. Облік цього впливу описаний в [64 с., 68 с. 2]. Для аналітичного розрахунку поля зарядів, що вносяться, вводиться два додаткових - фіктивних заряду Q_2 и Q_3 (рис. 2). Сам розрахунок поля в будь-якій точці досліджуваного простору виробляється від впливу цих зарядів і був описаний в [37 с. 3], звідки

$$E_1 = \frac{U}{h + \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}(H-h)}. \quad (1)$$

Оскільки потенціал U знаходиться на поверхні розділу 2-х середовищ, а другим обкладанням - являється внутрішній екран або загальна поверхня танка, то графіки залежності $\vec{D}, \vec{E}, \varphi$ від рівня заповнення h можуть бути представлені у виді (рис. 1, б)).

По аналогії з конденсаторами в досліджуваному просторі є плоскі електроди - стінки танка з потенціалом $\varphi = 0$, між якими знаходяться діелектрики, СПР і пароповітряна суміш над нею - це перший електрод рис. 1, в). Другим електродом виступає поверхня СПР, що містить поверхневий заряд $\sigma_{\text{П}}$ і потенціал поверхні $\varphi_{\text{П}} \rightarrow$ рис. 1,в).

При розгляді другого електроду - область розділу "пароповітряний простір - СПР" слід розглядати щільність заряду під поверхнею СПР $\sigma_{\text{СПР}}$ і над її поверхнею $\sigma_{\text{ПВ}}$.

Ця щільність $\sigma_{\text{СПР}}$ і $\sigma_{\text{ПВ}}$ визначаються рівнем заповнення СПР h. При зростанні рівня заповнення $h\uparrow$ росте $\sigma_{\text{СПР}}\uparrow$ і знижується $\sigma_{\text{ПВ}}\downarrow$ і відповідно навпаки при зниженні рівня заповнення $h\downarrow$ - знижується $\sigma_{\text{СПР}}\downarrow$ і росте $\sigma_{\text{ПВ}}\uparrow$.

Звідки

$$\sigma_{\text{СПР}} = \frac{S_{\text{птз СПР}}}{S_{\text{прСПР}-\text{ПВ}}}. \quad (2)$$

$$\sigma_{\text{ПВ}} = \frac{S_{\text{птз ПВ}}}{S_{\text{прСПР}-\text{ПВ}}}. \quad (3)$$

де $S_{\text{птз СПР}}$ – площа поверхні танка, заповненого СПР, м^2; $S_{\text{прСПР}-\text{ПВ}}$ – площа поверхні розділу "пароповітряний простір – СПР», м^2. $S_{\text{птз ПВ}}$ – площа поверхні танка, заповненого пароповітряним простором м^2.

Формули (2) і (3) показують співвідношення зайнятих площ середовищами і відповідне накопичення зарядів по обидві сторони плівки поверхні СПР, які, - демонструють здатність до появи іскр в досліджуваній області

$$\frac{\sigma_{\text{ПВ}}}{\sigma_{\text{СПР}}} = \frac{S_{\text{птз ПВ}}}{S_{\text{птз СПР}}}. \quad (14)$$

Таким чином технологічне рішення заповнення СПР танка створює умову зміни щільності заряду в поверхневій плівці СПР і представляє паралельне електричне з'єднання двох конденсаторів C_1, C_2 з різними діелектричними середовищами і змінною ємністю (рис. 1, в)).

Оскільки безпека заповнення досліджуваної області представляється середовищем місткості, тоді і методи управління параметрами повинні відповідати параметрам ємності.

Обговорення результатів

Запропонований матеріал до обговорення точно описує фізичний процес, тому і може бути використаний для дослідження запропонованого механізму оцінки безпеки при отриманні зв'язку параметрів технологічного процесу із заповнюваною рідиною і лінійними характеристиками заповнюваних об'ємів.

ВИСНОВКИ

Аналіз поля в танку (рис. 1, б)) показав:

- напруженість поля визначає потенціал поверхні розділу СПР-ПВ, скачок напруженості поля в СПР ΔE проходить по поверхні розділу;
- визначено співвідношення проникності середовищ $\varepsilon_1/\varepsilon_2$ (11) і висота заповнення танка H;
- чим більше скачок ΔE (рис. 1, б)) – тим більше різниця потенціалу $\Delta U = U_{\text{СПР}} - U_{\text{ПВ}}$ у плівці поверхні розділу: де $U_{\text{СПР}}, U_{\text{ПВ}} -$ потенціал поверхні плівки розділу з боку СПР і ПВ просторів;
- напруженість поверхні розділу з обох сторін різна $E_{\text{ПВ}} > E_{\text{СПР}}$;
- поява пробою на поверхні СПР визначена присутністю зарядів на поверхні шару СПР що - вирішальне для безпеки;
- спосіб управління безпекою процесу заповнення танка визначений перераспредолением заряду в плівці розділу просторів [4].

ЛІТЕРАТУРА

1. Кириллов О.Л. Исследование и автоматизация безопасного транспортирования нефтепродуктов: [Монография ч-I] / О.Л. Кириллов – Херсон: ХНТУ, 2017. – 413 с.

2. *Галка В.Л.* Электростатическая безопасность нефтеналивных судов и кораблей. / В.Л. Галка. – СПб.: Элмор. 1998. – 188с.

3. *Бессонов Л.А.* Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебник для электротехн., энерг., приборостроит. спец. вузов, - 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк. 1986, - 263 с.: ил.

4. Кириллов О.Л. Исследование и автоматизация безопасного транспортирования нефтепродуктов: [Монография ч-II] / О.Л. Кириллов – Херсон: ХНТУ, 2018. – 219 с.

5. *Максимов Б.К., Обух А. А., Тихонов А.В.* Электростатическая безопасность при заполнении резервуаров нефтепродуктами. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 154с.

6. *Кириллов О.Л.* Исследование и выбор критерия безопасности при транспортировке слабопроводящих жидкостей в закрытые объемы / О.Л. Кириллов // Вісник Херсонської державної морської академії. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2017. №1(16). С.63-75.

7. Критерий электростатического воспламенения: материалы Международной конференции по статическому электричеству, Лондон, декабрь, 1977г.: Лондонский институт физики, 1977г. - 150с.

Model of filling of tank of tanker

Georgy Sergeevich Yakimtchuk, p.h.d., professor.
Oleg Leonidovich Kirillov, p.h.d.
Kherson Branch of the Admiral Makarov
National University of Shipbuilding

Annotation

The analysis of replacement of criterion of safety is presented - to potential φ of surface of Oil – product on a critical charge $Q(t)$, and allows to analyse the dynamics of change of capacity of the system $C(t)$ of filling at the dynamics of change of level $h(t)$, what togethe is related to the closeness of charge $\rho(t)$, which accumulates in a liquid, areas of division «Space division LBC-SA» and by energy weed well-educated electrostatic field W.

In material the method of mirror reflection is applied for the decision of task of bringing parameters over in correlation to the function of time $f(t)$, that enabled to description weed his descriptions without attachment to the lines parameters of volume and properties of transportation material.

Keywords: criteria of safety - potential φ for Space division LBC-SA, critical charge $Q(t)$, capacity of the system $C(t)$, closeness of charge $\rho(t)$, energy field W.

УДК 621.34:677

СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ НАВИВАЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Якимчук Г.С.[1], Кириллов О.Л.[2]

[1]кандидат технічних наук, професор кафедри автоматики та електроустаткування;
[2]кандидат технічних наук, доцент, без наукового звання,
кафедри автоматики та електроустаткування
[1,2]Херсонської філії Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
lokk45639@gmail.com

Анотація. У матеріалі викладена методика отримання передавальних функцій елементів і побудова структурної схеми двох-двигунного електропривода навивного пристрою системи на базі рис. 1, яка відображує динаміку зміни швидкості обертання асинхронних двигунів при навиванні ниток на шпулю без обриву матеріалу.

Ключові слова: методика отримання передавальних функцій елементів, побудова структурної схеми системи, динаміка зміни швидкості обертання асинхронних двигунів.

Спрощена функціональна схема системи управління двох-двигунним електроприводом навивного пристрою по каналу регулювання частоти живлячої напруги асинхронних двигунів АД1 і АД2, відповідно випускних валів ВВ і навою Н, показана на рис. 1. Повна схема такої системи стосовно шлихтувальної машини приведена в [1]. Там же даний опис принципу її роботи.

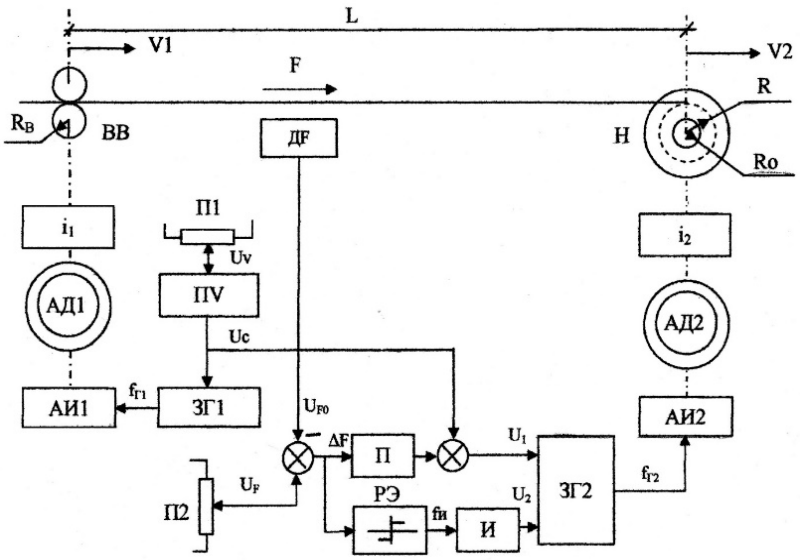


Рис. 1 Спрощена функціональна схема системи управління електроприводом навивного пристрою

Методика

Диференціальне рівняння, що описує поведінку деформації ідеально-гнучкого матеріалу між двома транспортуючими валками, дано в [2]

$$T = \frac{d\varepsilon}{dt} + \varepsilon = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \quad (1)$$

де $T = L/V$ - постійна часу розтягування; L и V - довжина матеріалу між двома валками і швидкість його транспортування, $\varepsilon = F/E \times S$ - відносна деформація при розтягуванні, F, E і S - сила натягу, модуль пружності і площа поперек перерізу матеріалу; V_1 и V_2 - швидкості руху матеріалу на початку і кінці ділянки.

Його можна представити як функцію від натягнення F:

$$T = \frac{dF}{dt} + F = K_\varepsilon \Delta V \quad (2)$$

де $K_\varepsilon = E \times \varepsilon / V_1$ - коефіцієнт жорсткості; $\Delta V = V_2 - V_1$

Якщо це рівняння записати в приростах, то передавальна функція для матеріалу який розтягають при навиванні, як ланки автоматичного регулювання, набере вигляду:

$$W_C(p) = \frac{\Delta F(p)}{\Delta V(p)} = \frac{K_\varepsilon}{Tp+1}. \quad (3)$$

Значення такої передавальної функції для кожної точки механічної характеристики механізму навою буде конкретно визначеним за умови, що приріст радіусу навою $\rho = R/R_0$, де R и R_0 - радіуси стволу і поковки навою, за час перехідного процесу буде незначним.

Враховуючи, що маси транспортуючих механізмів, приведених до валів двигунів, передавальні функції випускних валів ВВ і навою Н, як без-інерційних ланок, визначатимуться тільки коефіцієнтами передачі.

- випускних валів

$$W_B(p) = \frac{\Delta V_1(p)}{\Delta \omega_1(p)} = \frac{R_B}{i_1} = K_B, \quad (4)$$

- навою

$$W_H(p) = \frac{\Delta V_2(p)}{\Delta\omega_2(p)} = \frac{R_O}{i_2}p = K_H, \quad (5)$$

де i_1 і i_2 - передавальні числа механічних передач випускних валів і навою, відповідно. Використавши рівняння руху електромеханічних систем отримаємо

- для випускних валів

$$J_1' \frac{d\omega_1}{dt} = M_1 + M_{F1}' - M_{01}', \quad (6)$$

- для навою

$$J_2' \frac{d\omega_2}{dt} = M_2 + M_{F2}' - M_{02}', \quad (7)$$

де M_1 і M_2 - електромагнітні моменти приводних двигунів АД1 і АД2; J_1', J_2' і M_{01}', M_{02}' - приведені моменти інерції і втрат в механічних передачах випускних валів і навою, $M_{F1}' = R_B F/i_1$ і $M_{F2}' = R_0 \rho F/i_2$ - моменти, які викликані натягненням транспортуючих ниток, а передавальні функції цих ланок відповідно запишуться:

$$W_{M1}(p) = \frac{1}{J_1'(p)}, \quad (8)$$

$$W_{M2}(p) = \frac{1}{J_2'(p)}. \quad (9)$$

Для отримання передавальних функцій електромагнітних контурів приводних асинхронних двигунів необхідно здійснювати рішення початкових систем рівнянь, як це зроблено, наприклад, в [3]. Проте такі передавальні функції дуже складні і незручні для практичного користування. Якщо враховувати, що вхідною величиною АД є різниця $\Delta\omega = \omega_0 - \omega$ швидкостей обертання магнітного полю ω_0 і ротора ω, то при деяких припущеннях (регулювання здійснюється на лінійній частині механічної характеристики, активний опір статора обмотки $R_1 = 0$ і магнітний потік $\Phi \approx const$) передавальні функції електромагнітних перетворювачів двигунів АД1 і АД2 прийматимуть вид:

$$W_{Э1}(p) = \frac{\Delta M_1(p)}{\Delta\omega_1} = \frac{2M_{K1}/\omega_{01}S_{K1}}{T_{Э1}p+1} = \frac{K_{Э1}}{T_{Э1}p+1}, \quad (10)$$

$$W_{Э2}(p) = \frac{\Delta M_2(p)}{\Delta\omega_2} = \frac{2M_{K2}/\omega_{02}S_{K2}}{T_{Э2}p+1} = \frac{K_{Э2}}{T_{Э2}p+1}. \quad (11)$$

де $T_{Э1} = 1/\omega_{0Э}S_{K1}$ і $T_{Э2} = 1/\omega_{0Э}S_{K2}$- електромагнітні постійні часу двигунів АД1 і АД2; M_{K1}, M_{K2} і S_{K1}, S_{K2} - критичні моменти і ковзання цих двигунів; $\omega_{0Э}$ - кутова частота живлячої напруги.

Зв'язок відхилень швидкості обертання магнітних полів $\Delta\omega_0$ асинхронних двигунів і частот $\Delta f_Г$ задаючих генераторів встановлюються за допомогою передавальних функцій електромагнітних систем.

- для двигуна АД 1

$$W_{ЭM1}(p) = \frac{\Delta\omega_{01}}{\Delta f_{Г1}} = \frac{2\pi}{3P_1}, \quad (12)$$

- для двигуна АД2

$$W_{ЭM2}(p) = \frac{\Delta\omega_{02}}{\Delta f_{Г2}} = \frac{2\pi}{3P_2}. \quad (13)$$

де P_1 і P_2 - число пар полюсів відповідних двигунів.

Оскільки частоти задаючих генераторів в три рази перевищують частоти напруги на статорних обмотках приводних двигунів, то в знаменнику є трійка.

Передавальна функція задаючого генератора ЗГ1 в автономному інверторі АИ1 – безінерційної і лінійної ланки виражається коефіцієнтом передачі

$$W_{Г1}(p) = \frac{f_{Г1}}{\Delta U_C(p)} = K_{Г1}, \quad (14)$$

де $\Delta f_{Г1}$ і ΔU_C - приріст частоти $f_{Г1}$ і напруга узгодження U_C, яка пропорційна завданню лінійної швидкості U_V, а передавальна функція задаючого генератора ЗГ2 в автономному інверторі АИ2 - теж без-інерційної ланки, де вихідна частота f_{12} знаходиться в залежності від двох сигналів U_1 і U_2, що подано на його входи,

$$f_{Г2} = K_{Г2}\frac{U_1}{U_2}, \tag{15}$$

виходить після лінеаризації цієї залежності, записаної в приростах у виді

$$f_{Г2} + \Delta f_{Г2} = K_{Г2}\frac{U_1+\Delta U_1}{U_2+\Delta U_2}. \tag{16}$$

Звідки

$$\Delta f_{Г2} = K_{Г2}\frac{U_1+\Delta U_1}{U_2+\Delta U_2} - K_{Г2}\frac{U_1}{U_2} = K_{Г2}\frac{U_1}{U_2}\left[\left(1+\frac{\Delta U_1}{U_1}\right)\times\frac{1}{1+\frac{\Delta U_2}{U_2}} - 1\right]. \tag{17}$$

Розкладаємо останній множник в статечній ряд

$$\frac{1}{1+\frac{\Delta U_2}{U_2}} = 1 - \frac{U_1}{U_2} + \left(\frac{\Delta U_2}{U_2}\right)^2 - \left(\frac{\Delta U_2}{U_2}\right)^3 + \cdots \tag{18}$$

і нехтуємо вищими складовими, тоді рівняння (17) запишеться в виді:

$$\Delta f_{Г2} = K_{Г2}\frac{U_1}{U_2}\left[\left(1+\frac{\Delta U_1}{U_1}\right)\times\left(1-\frac{\Delta U_2}{U_2}\right) - 1\right]. \tag{19}$$

Далі, після нескладних перетворень і зневагою складовою $\frac{\Delta U_1\times\Delta U_2}{U_1\times U_2}$ із-за її крихти, отримаємо рівняння

$$\Delta f_{Г2} = K_{Г2}\left(\frac{1}{U_2}\Delta U_1 - \frac{U_1}{U_2^2}\Delta U_2\right), \tag{20}$$

яке описує складну передавальну функцію ЗГ2, яка складається з однієї загальної $W_{Г1}(p) = K_{Г2}$ і двох паралельно включених $W_{Г21}(p) = 1/U_2$ і $W_{Г22}(p) = U_1/U_2^2$.

Напруга на першому вході $U_1 = U_0 + K_П\Delta U_F$, де $K_П$ - коефіцієнт передачі, що дорівнює передавальній функції $W_Г(p)$ каналу пропорційного регулювання П; $\Delta U_F = U_F - U_{F0}$; U_F - напруга завдання по натягу, що поступає від задатчика П2, а U_{F0} - сигнал зворотного зв'язку, натягнення ДF навитих ниток, що поступає від датчика. Канал адаптивного регулювання, який виробляє напругу, складається із ступінчастого інтегратора И і генератора імпульсів РЭ. Ступінчастий інтегратор має передавальну функцію

$$W_И(p) = \frac{\Delta U_C}{\Delta U_V} = \frac{K_И}{T_V p+1}, \tag{21}$$

де $K_И$ - коефіцієнт передачі, а генератор імпульсів має релейну однозначну статичну характеристику із зоною нечутливості. Частота імпульсів $f_И$ такого генератора появляется за наявності на його вході ΔU_F сигналу відхилення натягу навитих ниток від заданого.

Для здійснення плавного пуску машини в задаючому пристрої П1 передбачено аперіодична ланка ПУ, передавальна функція якої має вигляд

$$W_{ПV}(p) = \frac{\Delta U_C}{\Delta U_V} = \frac{K_V}{T_V p+1}, \tag{21}$$

де K_V і T_V - коефіцієнт передачі і постійні часу цієї ланки.

Використовуючи, отримані передавальні функції і зв'язки між ними будується структурна схема, яка показана на рис. 2.

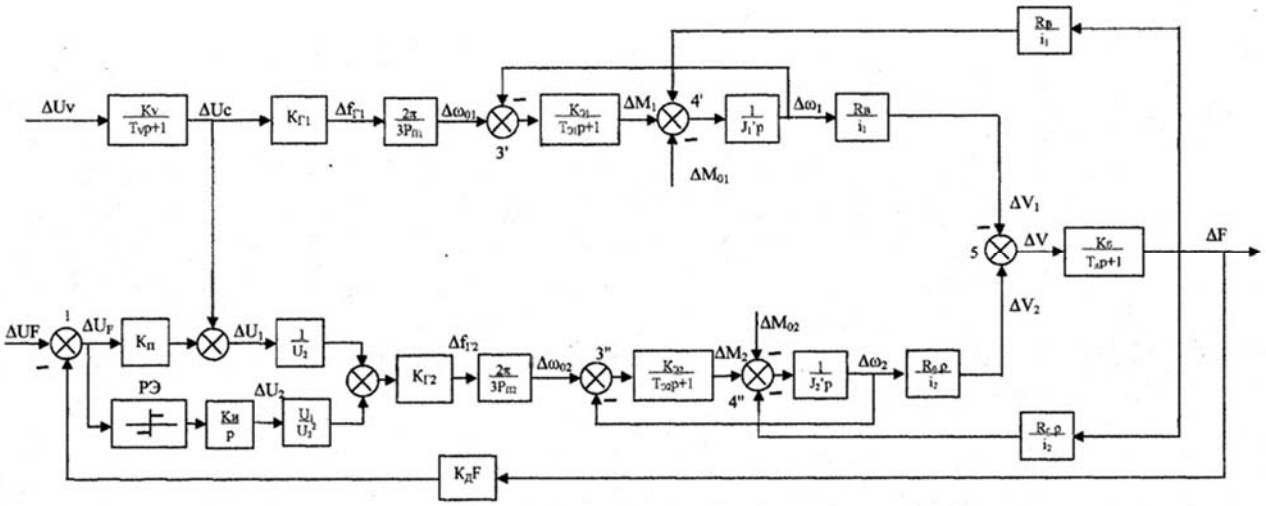


Рис.2. Структурна схема двох- двигунного, частотно-регульованого електроприводу намотувального пристрою.

ВИСНОВКИ

Приведена методика отримання передавальних функцій елементів і побудована структурна схема двох - двигунного, частотно-регульованого електроприводу навивного пристрою шлихтовальної машини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Якимчук Г.С., Крупица П.А., Клименко Д.С. Обоснование применения асинхронно-регулируемого электропривода для шлихтовальных машин. Вестник НТУ «ХПИ». - 2003., Вып 10, том 1, - С. 452 - 453.

2. Брейтер Б.З. Исследование уточненного выражения передаточной функции асинхронного двигателя при частотном регулировании. В кн.. Динамика станков / - М.: ЭНИМС, 1971, с. 56-60.

3. Теория автоматизированного электропривода: Учеб, пособие для вузов / Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер АС. -М.: Энергия, 1979. - 616 с.

Flow diagram of system management by the frequency-managed electromechanic of wind device

Georgy Sergeevich Yakimtchuk, p.h.d., professor.
Oleg Leonidovich Kirillov, p.h.d.
Kherson Branch of the Admiral Makarov
National University of Shipbuilding

Annotation

In material the expounded methods of receipt of transmission functions of elements and construction of structure chart of two-engine electric drive of weave device of the system on the base of lines. 1, which represents the dynamics of change of speed of rotation of AC engines at weave of filaments on bobbin without the precipice of material.

Keywords: methods of receipt of transmission functions of elements, construction of structure diagram of the system, dynamics of change of change of speed of rotation of asynchronous engines.

Секція № 5. ХОЛОД НА ТРАНСПОРТІ, В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

UDK 621.517: 62-717

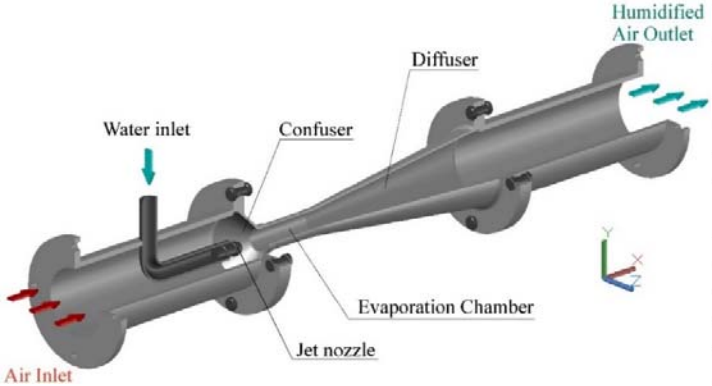
EFFICIENCY ANALYSIS OF MULTISTAGE COMPRESSOR INTERCOOLING BY USING THERMOPRESSOR

Halina Kobalava[1], Dmytro Konovalov[2]
[1]Teacher of Thermal Engineering Department
ORCID ID: 0000-0002-0634-5814
[2]D.Sc., Head of Thermal Engineering Department, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Ukraine
g.lavamay@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-7127-0487

Abstract: A study of the thermopressor operation for air intercooling between the stages of a multistage compressor as part of a modern gas turbine was carried out. A calculation method has been developed using numerical modeling for the evaporation of fine water droplets in the air flow. The main characteristics of the two-phase flow at the thermopressor outlet have been determined. It has been found that the thermopressor applying allowed to reduce the temperature of the compressed air between the compressor stages to 50–70 °C. A decrease in pressure at the thermopressor outlet is up to 12–28 kPa (4-9%).

Keywords: Water Droplet Diameter, Two-Phase Flow, CFD simulation.

There are a number of technologies available to improve the efficiency of the air compression process in multistage compressors. Particular attention is paid to cycles with water or steam injection along the path of the compressor section of gas turbine engines to humidify the working fluid [1, 2] and reduce the temperature. An alternative way to inject water into the air flow between the compressors is to use a thermopressor (Fig. 1a). If the optimal geometric parameters were selected, the rational organization of thermophysical processes in the flow path of the thermopressor could be possible. The correct selection of these parameters will ensure the evaporation of the water amount (80–85%) in the thermopressor and the additional evaporation of remaining water (15–20%) in the flow path of the high-pressure compressor. In this case, the water droplets diameter entering the compressor will not exceed 20 μm [3].



(a)

Parameter	Value
Continuous phase (air flow)	
Inlet air pressure P_1, Pa	301325
Inlet air temperature T_{air1}, K	473
Inlet air velocity w_{air1}, m/s	55
Air mass flow G_{air}, kg/s	1.56
Mach number at the inlet evaporation chamber M	0.55
Discrete phase (water drops)	
Diameter of drop δ, μm	3-30
Water temperature T_w, K	300
Water velocity w_w, m/s	100
Water mass flow G_w, kg/s	0.031; 0.062; 0.156

(b)

Fig. 1. 3D model of the thermopressor (a) and the main inlet parameters of the airflow and water injection (b)

The choice of such optimal geometric parameters of the thermopressor, as well as the determination of the characteristics and injection mode (flow velocity; average, maximum and minimum droplet diameters; inlet air temperature; relative water flow rate, air pressure and air flow rate) (Fig. 1b) should be carried out according to the results of an experimental study of working processes and in numerical modeling [2, 3].

To carry out numerical modeling, the finite volume method was applied, which is implemented in the ANSYS Fluent software package. The Eulerian-Lagrangian approach was used to simulate the interaction of injected water droplets and air flow. A two-parameter k-ε Realizable turbulence model from the RANS group of models was used to investigate the behavior of the air flow [4, 5]. Discrete Phase Model was used to simulate the movement of water droplets.

To analyze the gas turbine cycle, the well-known calculation methods were used [6, 7]. The calculation of the gas turbine cycles was carried out for the degrees of pressure increase π_c = 12–40.

The increase in total pressure as a result of thermogasdynamic compression (Fig. 2) was ΔP_{tp} = 2.8 kPa (2.1 %) relative to the inlet pressure. It should be noted that the cyclic air cooling in the thermopressor is ΔT_{tp} = 135 K (Fig. 2), from the initial temperature T_{tp1} = 473 K (200 °C) to the outlet temperature T_{tp2} = 340 K (67 °C).

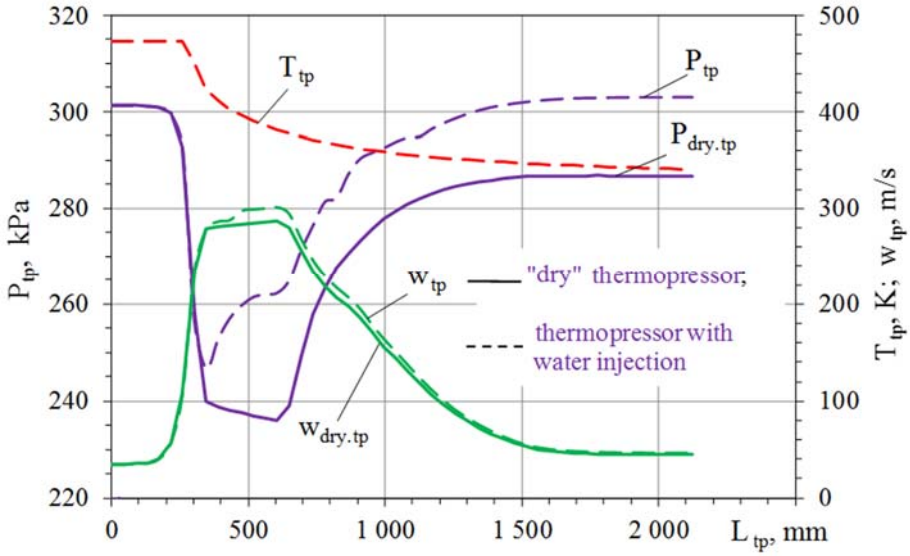


Fig. 2. Dependences of the flow main characteristics: total pressure P_{tp}, flow velocity w_{tp}, flow temperature T_{tp} on the length of the thermopressor flow part L_{tp}

The dispersion of water droplets at the evaporation chamber inlet was δ_d =3–30 μm. The distribution of sprayed water droplets in the flowing part of the thermopressor has been given: for incomplete evaporation, with obtaining smaller droplets at the outlet of the diffuser part of the thermopressor (G_w = 0.156 kg/s) (Fig. 3).

The use of the thermopressor made it possible to reduce the air temperature between the compressor stages by t_{2tp} = 50–70 °C, that is, up to 50–110 °C.

Such a decrease in temperature under thermo-gas-dynamic compression conditions made it possible to increase the pressure by ΔP_{tp} = 12–28 kPa, that is, up to 4–9%. Contact air cooling by using the thermopressor allowed to reduce the compressor compression work by 2.5–3.0%.

A decrease in the compressor operation and a simultaneous increase in the amount of the working fluid in the cycle makes it possible to increase the efficiency GTP by $\Delta\eta_e$ = 0.01–0.02 (1–2 %). In this case, the specific fuel consumption will decrease by Δg_e = 5–10 g/(kW·h). At the same time, the gas turbine specific power is increased by ΔN_s = 5–30 kW/(kg/s), which is 3–10 % (Fig. 4). The simulation of the gas turbine operation was carried out for the range of degrees of pressure increase in compressor stages of the gas turbine π_c = 12–42, which are typical for the operation mode according to the classical cycle.

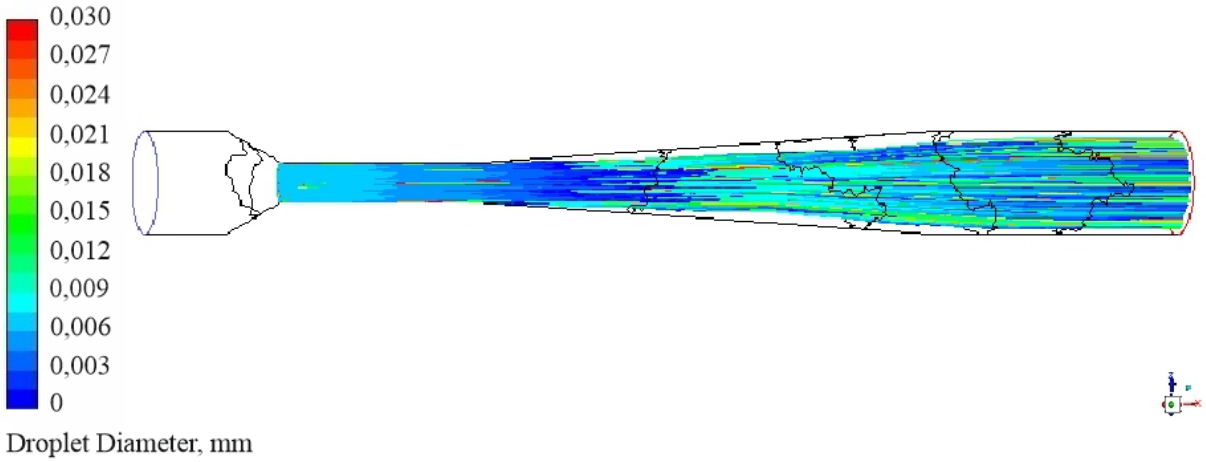


Fig. 3. Dispersion distribution of sprayed water δ_p in the flow path of the thermopressor for incomplete evaporation, with obtaining smaller droplets at the outlet of the diffuser part of the apparatus (g_w = 10%)

Conclusion. The paper analyzes the efficiency of using a thermopressor for contact cooling of compressed air in the LMS100 gas turbine circuits. Thermopressor provides effective fine atomization of water, and hence, a more efficient compression process in the high-pressure compressor.

It has been determined that the thermopressor allows to increase the air pressure between the compressor stages by 4–9%, as a result of which the compression work in the compressor stages decreases; increase the amount of the working fluid in the cycle by g_w = 2–4%, and, as a consequence, increase the specific power of the gas turbine by 3–10%.

REFERENCES

[1] Reale, M. J. (2004). New High Efficiency Simple Cycle Gas Turbine – GE's LMS100. *GE Energy*, 15 p.

[2] Konovalov, D., Kobalava, H., Radchenko, M., Scurtu, I.C., & Radchenko, R. (2020). Determination of hydraulic resistance of the aerothermopressor for gas turbine cyclic air cooling. *9th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development*. E3S Web of Conferences 180, 01012.

[3] 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.

[4] Jafarmadar, S., & Jahangiramini, A. (2016). Numerical Simulation of Flash Boiling Effect in a 3-Dimensional Chamber Using Computational Fluid Dynamic Techniques. *International Journal of Engineering*, Vol. 29(5), pp. 87-95.

[5] Konovalov, D., Kobalava, H., Radchenko, M., Sviridov, V., Scurtu, I.C. (2021). Optimal Sizing of the Evaporation Chamber in the Low-Flow Aerothermopressor for a Combustion Engine. *Advanced Manufacturing Processes II. InterPartner 2020, LNME*, pp. 654-663.

[6] Shi X., Jiang G., Gao J. (2019). Heat transfer comparison investigation of mist/steam two-phase flow and steam in a square smooth channel. *Proc. IMechE, Part A: J Power and Energy*, 233(7), pp. 877–889.

[7] Sirignano, W. A., Fluid dynamics and transport of droplets and sprays. 2nd edn. Cambridge University Press, New York, 2010.

УДК 621.431

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОМІЖНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ НАДДУВНОГО ПОВІТРЯ СУДНОВИХ ДВЗ

Андрєєв А.А.[1]

[1]*кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна*

artem_andreev@ukr.net

Анотація. Скорочення теплових втрат суднових ДВЗ шляхом використання теплоти наддувного повітря та відхідних газів в ежекторних холодильних машинах для охолодження повітря на вході ДВЗ, визначення раціональних параметрів і схем холодильних машин, які забезпечують максимальний приріст енергетичних показників ДВЗ (потужності та ККД) є задачами, що вирішуються в роботі.

Ключові слова: ДВЗ, наддувне повітря, холодильна установка

Компресори турбонаддувних агрегатів сучасних суднових ДВЗ мають відносно високі степені підвищення тиску $\pi_к \approx 2…4$, що потребує витрат майже всієї потужності привідних утилізаційних турбін із використанням практично всього теплоперепаду відхідних газів. Одержати додаткову енергію можна, тільки скорочуючи роботу стискання в компресорі й розвантажуючи таким чином турбину. Резерв потужності (різниця потужностей турбіни та компресора), який при цьому утворюється, може бути переданий на вал ДВЗ або використаний для приводу електрогенератора.

Традиційним і апробованим способом скорочення роботи стискання в компресорі є проміжне охолодження повітря між ступенями стискання. Зазвичай охолодження наддувного повітря здійснюється забортною водою, охолоджуючий потенціал якої обмежений. До того ж споживачів відведеної з водою теплоти обмаль. Використання ж теплоти стисненого повітря в пароводяному утилізаційному котлі вельми проблематично, особливо на часткових навантаженнях ДВЗ при зменшенні температури повітря. Одним із перспективних шляхів скорочення роботи стискання в компресорі є охолодження наддувного повітря за допомогою тепловикористовуючих холодильних машин на НРТ, які використовують відведену теплоту для виробництва холоду. В свою чергу холод може бути задіяним для подальшого більш глибокого охолодження наддувного повітря або ж повітря на вході компресора ДВЗ. В останньому випадку збільшується масовий заряд циліндрів повітрям, що створює передумови для збільшення подачі палива з відповідним зростанням циліндрової потужності ДВЗ.

З метою визначення раціональних параметрів наддувного повітря при проміжному його охолодженні були виконані розрахунки залежності витрат потужності наддувного турбокомпресора від відношення $\pi_{к1}/\pi_{к2}$ степенів стискання компресорних ступенів низького $\pi_{к1}$ та високого $\pi_{к2}$ тиску при різних температурах $t_{ПО2}$ стисненого повітря після проміжного охолоджувача (ПО) та температурах $t_{вх}$ зовнішнього повітря на вході. За базовий варіант прийнято одноступеневий турбокомпресор без проміжного охолодження із загальним степенем стискання, рівним 4. Результати розрахунків у вигляді залежності відношення $N/N_{ПО}$ потужностей базового компресора без промохолодження N та двоступеневого компресора із промохолодженням $N_{ПО}$ від відношення $\pi_{к1}/\pi_{к2}$ степенів стискання компресорних ступенів низького $\pi_{к1}$ та високого $\pi_{к2}$ тиску при температурах стисненого повітря після ПО $t_{ПО2}$ = 20, 40, 60 і 80 ºС та повітря на вході $t_{вх}$ = 40 і 20 ºС наведено на рис. 1.

Як видно з рис. 1, для суднових ДВЗ із проміжним охолодженням існує раціональна величина відношення степенів стискання $\pi_{к1}/\pi_{к2}$, яка забезпечує скорочення витрат потужності наддувного агрегату на 5...15 % і знаходиться в діапазоні 0,8...1,5, причому із зменшенням $t_{ПО2}$ (збільшенням глибини охолодження) екстремуми зростають і зміщуються в бік менших

величин $\pi_{к1}/\pi_{к2}$. Найбільше скорочення потужності (понад 12...15 %) досягається при глибокому охолодженні стисненого повітря до $t_{ПО2}$ = 20...40 ºС, що можливе лише при застосуванні машинного холоду. В такому разі компоновка ежекторної ХМ на НРТ повинна передбачати застосування її генератора пари НРТ високого тиску (силового контуру ЕХМ) для використання відносно високотемпературного теплового потенціалу наддувного повітря, а її випарника – для охолодження наддувного повітря до низької температури ($t_{ПО2}$ = 20...40 ºС), тобто генератор і випарник включають між компресорними ступенями. У разі недостатньої кількості холоду можливо паралельне підключення додаткового генератора пари, який поглинає теплоту відхідних газів ДВЗ, тобто паралельна робота двох генераторів ЕХМ на один випарник.

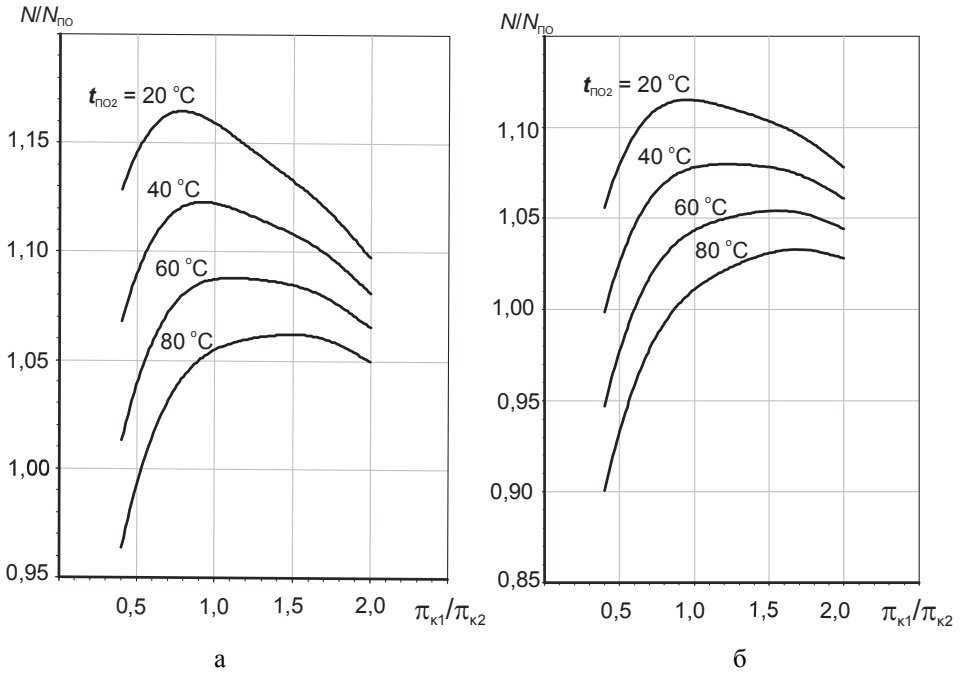


Рис. 1 Залежності відношення потужностей компресорів N/NПО від відношення $\pi_{к1}/\pi_{к2}$ степенів стискання компресорних ступенів при різних температурах tПО2 повітря після ПО та температурах повітря на вході $t_{вх}$ = 40 ºС (а) і 20 ºС (б): потужності компресорів N – без промохолодження і NПО – з промохолодженням; степені стискання компресорних ступенів $\pi_{к1}$ – низького і $\pi_{к2}$ – високого тиску

З рис. 1,***б*** видно, що скорочення витрат потужності компресорного агрегату з переходом на проміжне охолодження вельми суттєве навіть при доволі низькій температурі повітря на вході, що свідчить про доцільність охолодження повітря на вході, тобто комбіноване охолодження циклового повітря – на вході та стисненого. Таким чином, раціональне компонування тепловикористовуючого контуру на базі ЕХМ (місце включення генератора пари та випарника ЕХМ в газоповітряний тракт ДВЗ) слід здійснювати, виходячи з оптимального відношення степенів стискання $\pi_{к1}/\pi_{к2}$, яке забезпечує максимальне скорочення витрат потужності наддувного агрегату.

При проектуванні теплообмінників тепловикористовуючої ХМ (генератора пари НРТ високого тиску та випарника низького тиску) необхідно знати температурні перепади по стисненому повітрю $\Delta t_{ПО} = t_{ПО1} - t_{ПО2}$, які для розглянутих умов наведено на рис. 2 разом із температурою $t_{ПО1}$ стисненого повітря на вході ПО (після компресора першого ступеню). Як видно, в залежності від глибини охолодження вони змінюються в діапазоні значень $\Delta t_{ПО}$ = 50...100 ºС. Слід зазначити, що з метою застосування ЕХМ для глибокого охолодження наддувного повітря (або повітря на вході) відведення від нього теплоти проміжного температурного рівня 40...60 ºС (неефективного з точки зору генерування в ЕХМ пари НРТ,

оскільки при цьому матимуть місце занадто низькі коефіцієнти ежекції та відповідно теплові коефіцієнти, й недоцільного для витрат на ці цілі дефіцитного низькотемпературного холоду при температурі стоку – кипіння НРТ у випарнику 0...10 ºС), доцільне забортною водою. Подібні трисекційні, тільки пароводяні ПО (на відміну від запропонованих комбінованих трисекційних ПО з крайніми секціями на НРТ та середньою – на воді) застосовуються на суднах вже давно. Але їх недоліком є низька ефективність або навіть неможливість роботи парогенеруючої водяної секції на часткових навантаженнях ДВЗ, що супроводжується зниженням температури відхідних газів і відповідно потужності привідного утилізаційного турбоагрегату. Запропонований же тепловикористовуючий контур на НРТ достатньо ефективний і на часткових режимах ДВЗ.

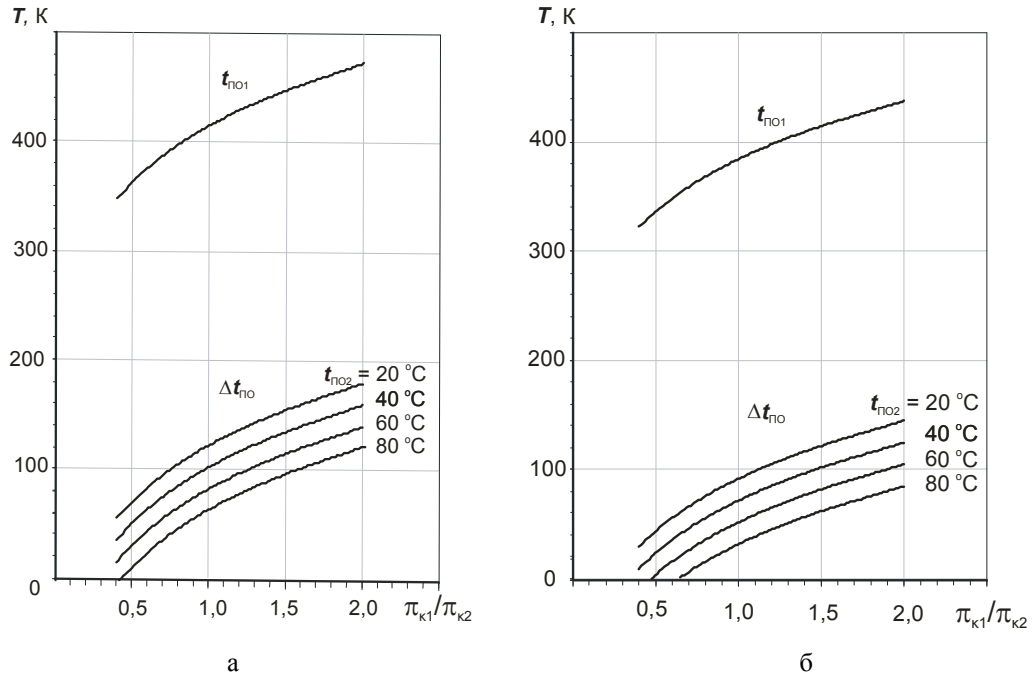


Рис. 2. Залежності відношення потужностей компресорів $N/N_{ПО}$ від відношення $\pi_{к1}/\pi_{к2}$ степенів стискання компресорних ступенів при темепературах повітря на вході $t_{вх}$ = 40 ºС (а) і 20 ºС (б): потужності компресорів N – без промохолодження і $N_{ПО}$ – з промохолодженням; степені стискання компресорних ступенів $\pi_{к1}$ – низького і $\pi_{к2}$ – високого тиску; $t_{ПО2}$ – температура стисненого повітря після ПО

Відповідно до скорочення витрат потужності компресорного агрегату звільняється частка потужності утилізаційного привідного ГТД, яка може бути використана, наприклад, для виробництва електроенергії або передана на вал головного ДВЗ на ходовому режимі.

Висновок:

1. Застосування ежекторної холодильної машини, що використовує теплоту відхідних газів ДВЗ, дозволяє знизити температуру повітря на вході двигуна на 30 ºС, що забезпечує зменшення питомої ефективної витрати палива і збільшення ефективного ККД ДВЗ приблизно на 2 %.

2. Встановлено, що для суднових ДВЗ із проміжним охолодженням існує раціональна величина відношення $\pi_{к1}/\pi_{к2}$ степенів стискання наддувних турбокомпресорів низького $\pi_{к1}$ та високого $\pi_{к2}$ тиску, яка знаходиться в діапазоні 0,8...1,5 і забезпечує скорочення витрат потужності наддувного агрегату на 5...15 % із відповідним збільшенням частки потужності утилізаційного ГТД, що його приводить. Ця додаткова потужність УГТД може бути використана, наприклад, для виробництва електроенергії або передана на вал головного ДВЗ на ходовому режимі. Раціональне компонування тепловикористовуючого контуру на базі ЕХМ (місце включення генератора пари та випарника ЕХМ в газоповітряний тракт ДВЗ) слід здійснювати, виходячи з цієї величини.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Радченко Н.И., Сирота А.А., Андреев А.А., Чураков А.И. Повышение эффективности судовых высокооборотных ДВС при высоких температурах окружающего воздуха с помощью эжекторных тепло-использующих контуров // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2006. – № 4 (409). – С. 132–138.

[2] Андреев А.А. Влияние температуры надувочного воздуха на рабочий цикл ДВС // Суднова енергетика: стан та проблеми: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів, молодих вчених та спеціалістів. – Миколаїв: НУК, 2005. – С.89.

[3] Андреев А.А. Аналитический обзор способов охлаждения наддувочного воздуха судовых ДВС // Сучасні проблеми двигунобудування: стан, ідеї, рішення: Матеріали науково-технічної конференції науково-педагогічних та інженерно-технічних працівників. – Первомайськ: ППІ НУК, 2005. – С.36-37.

Investigation of the influence of fuel equipment setting parameters using small hydrogen impurities on the working process and efficient 28

Andrieiev Artem Andriyovich[1]

[1]*Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine*

Abstract. Reducing heat losses of marine internal combustion engines by using the heat of charge air and exhaust gases in ejector refrigeration machines to cool the air at the inlet of the internal combustion engine, determining rational parameters and schemes of refrigeration machines that provide maximum increase in energy performance of internal combustion engines (power and efficiency) are the tasks to be solved.

Key words: internal combustion engine, supercharged air, refrigeration unit

УДК 621.577 + 697.1

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІЮВАННЯ ВСЕРЕДИНІ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ

Безродний М.К.[1], Місюра Т.О.[2]

[1]*доктор технічних наук, професор кафедри теплоенергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна; m.bezrodny@kpi.ua*

[2]*аспірант кафедри теплоенергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна; Sconosciuto.T@gmail.com*

Анотація. У роботі аналізується енергетична ефективність підтримання технологічних умов всередині виробничих приміщень протягом теплого періоду року з використанням теплонасосної системи вентиляції та кондиціювання з рекуперацією холоду витяжного повітря. Дослідження проводились для обраного цеху в залежності від параметрів зовнішнього повітря, ефективності рекуперації і характеристик приміщення. Було розроблено теоретичну модель теплонасосної системи і проведено чисельні розрахунки для визначення її холодильної ефективності та умов роботи. Визначено, що систему можна застосовувати в країнах з помірним континентальним кліматом, який характеризується низькими відносними вологостями повітря.

Ключові слова: тепловий насос повітря-повітря, холодильний коефіцієнт, рекуператор, вентиляція, кондиціювання, відновлювані джерела енергії.

Після проведення у 2015 році Рамкової конвенції ООН у Парижі Європейський Союз встановив мету до 2050 р. скоротити викиди CO_2 на 80 % [1, с. 650]. Для досягнення цієї мети було запропоновано використання відновлюваних джерел енергії та електроенергії замість викопного палива для цілей теплопостачання та генерації холоду [2, с. 395]. На сьогодні використання теплових насосів (ТН) продовжує зростати, оскільки ця технологія пропонує можливість забезпечення вентиляції та кондиціювання в будівлях, зменшуючи споживання первинної енергії по відношенню до традиційних систем [3, с. 1230]. Проте такі питання як належна інтеграція та підвищення продуктивності ТН є досі важливими для збереження енергії.

Дане дослідження пропонує теплонасосну установку (ТНУ) для цілей вентиляції та кондиціювання з рекуперацією енергії холодного витяжного повітря для попереднього охолодження свіжого припливного повітря. Очікуваним ефектом від рекуперації холоду є зниження навантаження на випарник ТН, і, як наслідок, зменшення роботи компресора та підвищення енергетичної ефективності роботи ТНУ в цілому. Однак, при цьому підігрів в рекуператорі рециркуляційного повітря, що поступає в конденсатор ТН, є обмежуючим фактором, оскільки може привести до підвищення температури повітря після конденсатора, яка не повинна перевищувати критичних значень (близько 70 °С) для запобігання виходу з ладу обладнання ТН [4, с. 117]. Тому питання застосування рекуператора холоду в такій ТНУ потребує спеціального дослідження.

Результатом роботи є визначені енергетична ефективність та режими роботи ТНУ в теплий період року в залежності від параметрів зовнішнього повітря, ефективності процесу рекуперації та характеристик об’єктів вентиляції та кондиціювання. Розроблено теоретичну модель ТНУ та проведено її термодинамічний аналіз для визначення параметрів повітря в вузлових точках схеми та умов забезпечення параметрів припливного повітря.

На рис. 1 зображена принципова схема вентиляції та кондиціювання з рекуперацією відпрацьованого повітря та зі змінною часткою свіжого зовнішнього повітря. Принцип роботи схеми: свіже зовнішнє повітря з температурою t_0, вологовмістом d_0 і масовою витратою G_0 поступає до рекуператора, де охолоджується за постійного вологовмісту до температури t_{ox} за рахунок холоду вентиляційних викидів з приміщення з температурою t_2, вологовмістом d_2 і масовою витратою $G_{заг}$. Охолоджене зовнішнє повітря направляється до випарника ТН, де охолоджується з частковою конденсацією водяної пари до температури $t_в$ та вологовмісту $d_в$. Підігріте відпрацьоване повітря після рекуператора за температури $t_н$ та сталого вологовмісту надходить до конденсатора ТН, де нагрівається і на виході має температуру $t_к$ з незмінним вологовмістом d_2. Нагріте відпрацьоване повітря розділяється на два потоки: один потік з масовою витратою G_0 скидається в навколишнє середовище; другий потік подається до камери змішування, де змішується з охолодженим зовнішнім повітрям після випарника ТН. Отримана суміш повітря (t_1, d_1, $G_{заг}$) після камери змішування спрямовується до виробничого приміщення для цілей вентиляції та кондиціювання (для компенсації надходжень теплоти через огородження та внутрішніх тепловиділень).

Розрахунковий аналіз параметрів ТНУ виконано для типового виробничого приміщення з заданим технологічним режимом. У якості прототипу обрано виробничий цех кондитерської фабрики «Рошен» в Київській області [5, с. 78]. Для забезпечення комфортних умов роботи в приміщенні цеху були встановлені наступні параметри внутрішнього повітря: температура в приміщенні t_2 = 18 °С; відносна вологість повітря в приміщенні φ_2 = 50 %. На рис. 2 показано графічні залежності холодильного коефіцієнта ТН і ТНУ від температури та відносної вологості зовнішнього повітря, коефіцієнта рекуперації і різних значень коефіцієнта K (величина, яка описує характеристики приміщення). Випадок, коли $\eta_р$ = 0, показує відсутність попередньої рекуперації енергії відпрацьованого холодного повітря.

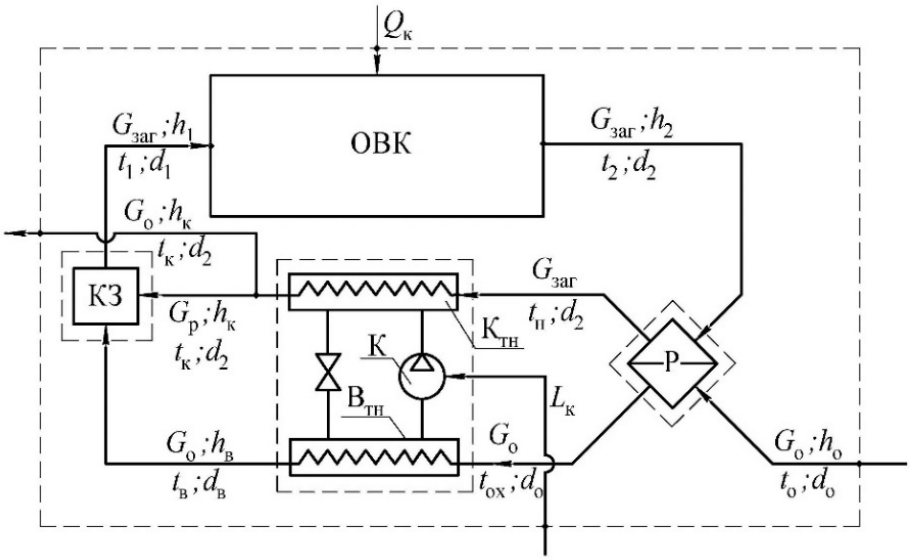
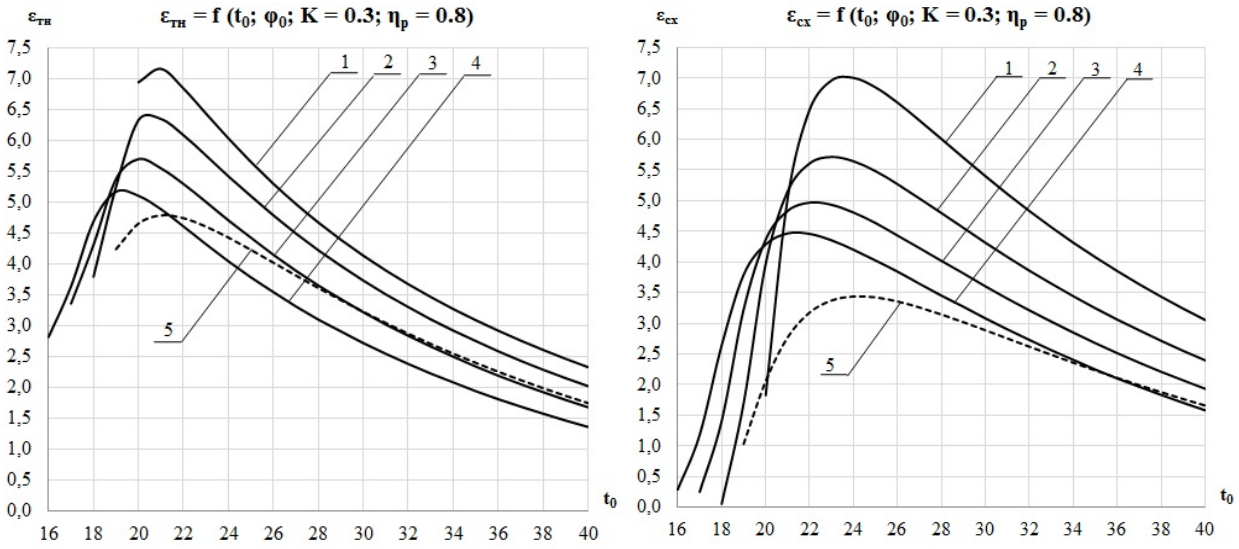


Рис. 1. Принципова ТНУ вентиляції та кондиціювання повітря в приміщенні з рекуперацією вентиляційного повітря: $К_{тн}$ – конденсатор ТН; $В_{тн}$ – випарник ТН; К – компресор; КЗ – камера змішування; Р – рекуператор; ОВК – об'єкт вентиляції та кондиціювання повітря.



а) б)

Рис. 2. Залежності холодильного коефіцієнта ТН (а) і ТНУ (б) від температури та відносної вологості зовнішнього повітря: *К* = 0,3 і $η_р$ = 0,8: 1-4 – $φ_0$ = 40 %, 50 %, 60 %, 70 %; 5 – $φ_0$ = 50 % і $η_р$ = 0.

Аналіз даної ТНУ показав переваги рекуперації холоду, у порівнянні з її відсутністю, для забезпечення вищого холодильного коефіцієнта схеми в робочому діапазоні температур навколишнього середовища за розглянутих значень відносної вологості зовнішнього повітря. Розглянута система може ефективно працювати до деяких помірних значень параметрів зовнішнього середовища, подальше збільшення яких обмежується максимальною температурою скидного повітря після конденсатора ТН. Дана ТНУ має найвищу енергоефективність в зоні відносно невисоких температур довкілля і відносної вологості атмосферного повітря. Це говорить про те, що така схема ТНУ придатна для використання у країнах з помірним континентальним кліматом, якому притаманні низькі відносні вологості повітря.

ЛІТЕРАТУРА

[1] F. Aguilar, D. Crespí-Llorens, P.V. Quiles Techno-economic analysis of an air conditioning heat pump powered by photovoltaic panels and the grid Solar Energy, Volume 180, 2019, pp. 648-663. https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.01.005.

[2] Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., Pout, C., 2008. A review on buildings energy consumption information. Energy Build. 40, 394–398. https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2007.03.007.

[3] Domenico Mazzeo. Solar and wind assisted heat pump to meet the building air conditioning and electric energy demand in the presence of an electric vehicle charging station and battery storage, Volume 213, 10 March 2019, Pages 1228-1250. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.212.

[4] Морозюк Т. В. Теория холодильных машин и тепловых насосов. Одесса: Студия «Негоциант», 2006. 712 с. 5. Безродний М. К., Притула Н. О., Цвєткова М. О. Термодинамічний аналіз теплонасосної системи вентиляції для підтримання комфортних умов в виробничих приміщеннях з вологовиділенням. Харків: НТУ "ХПІ", 2018. № 13. С. 77-82. DOI: 10.20998/2078-774X.2018.13.14.

A study of energy efficiency of a heat pump ventilation and air conditioning system for a production building with exhaust air energy recuperation

Bezrodny Mykhailo Kostiantynovych[1], Misiura Tymofii Oleksiyovych[2]
[1-2]National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. The work analyzes the energy efficiency of maintaining technological conditions inside the production facilities during the warm period of the year using a heat pump system of ventilation and air conditioning with cold recovery of exhaust air. Studies were conducted for the selected shop depending on the parameters of the outside air, the efficiency of recovery and the characteristics of the room. A theoretical model of the heat pump system was developed and numerical calculations were performed to determine its refrigeration efficiency and operating conditions. It is determined that the system can be used in countries with a temperate continental climate, which is characterized by low relative humidity.

Keywords: air-to-air heat pump, refrigeration coefficient, recuperator, ventilation, air conditioning, renewable energy sources.

УДК 621.577 + 697.1

ТЕРМОДИНАМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМБІНАЦІЇ ПОВІТРЯНОГО ТА ҐРУНТОВОГО ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Безродний М.К.[1], Ословський С.О.[2]

[1]доктор технічних наук, професор кафедри теплоенергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна; m.bezrodny@kpi.ua

[2]аспірант кафедри теплоенергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна; work.oslovskiy@gmail.com

Анотація. У роботі розглянуто енергоефективність поєднання двох найпоширеніших джерел тепла для теплових насосів, а саме ґрунту та навколишнього повітря. Особливістю такої системи є з'єднання повітряних і наземних теплових насосів послідовно з водою. Розроблено обчислювальну модель запропонованої системи на основі системи рівнянь теплового та матеріального балансів системи. Результатом аналізу стала система рівнянь, аналіз яких дозволив вивчити дві основні

характеристики енергоефективності, а саме відносне теплове навантаження наземного теплообмінника та питомі загальні витрати зовнішніх робіт на привід. системи, в залежності від глибини використання теплоти вентиляційних викидів. Показано, що позитивний ефект від використання системи опалення та вентиляції з двома тепловими насосами, як з точки зору енергії, так і з точки зору інвестицій, може бути досягнутий із глибиною використання вентиляційних викидів, що відповідає умові рівності коефіцієнтів перетворення для повітряні та наземні теплові насоси.

Ключові слова: тепловий насос, вентиляційні викиди, теплота ґрунту, енергоефективність, специфічні роботи, атмосферне повітря, комбінація джерел тепла.

Згідно зі статистикою Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), у 2019 році на житлові та комерційні будівлі припадало 49% загального кінцевого споживання (ЗКС) світової електроенергії та 15% ЗКС викопного палива [1]. Системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВіК) складають значну частку загального споживання енергії в житлових та громадських будівлях [2, с. 4]. Отже, економія енергії в системах ОВіК відіграє важливу роль у підвищенні енергетичної ефективності будівлі в цілому.

Водночас низка проблем із застосуванням існуючих технологій теплових насосів визначається умовами їх застосування та потребує їх вирішення [3, с. 251]. Для забезпечення цілорічного теплопостачання будівель повітряний тепловий насос є найпопулярнішим серед інших. Однак його не можна використовувати в районах з холодною зимою через ризик замерзання випарника. Коли нагрівачі повітря використовуються взимку, низькі температури навколишнього середовища викликають падіння температури випаровування, що призводить до катастрофічного зниження ефективності, або навіть відключення системи. В інших випадках, коли теплові насоси повітря-вода можуть працювати взимку для обігріву будівлі, їх COP (коефіцієнт перетворення) зазвичай значно нижчий, ніж у ґрунтових теплових насосів, через більш високу температуру джерела теплота - ґрунт.

Отже, можна зробити висновок, що використання атмосферного повітря як нижчого джерела теплота при теплонасосному опаленні будівель неефективне в широтах з холодною зимою [4, с. 27]. Температурний рівень зовнішнього повітря не дозволяє досягти необхідного ефекту від використання теплового насосу. Автори [5, с. 7], [6, с. 12], [7, с. 14] розглянули різні комбінації нижніх джерел теплоти як з повітряними, так і з ґрунтовими тепловими насосами, було показано їх ефективність та продуктивність. Однак існувала проблема низької продуктивності єдиного ґрунтового теплового насосу для забезпечення теплопостачання систем вентиляції та кондиціонування повітря в громадських будівлях з великим об’ємом. Для таких цілей необхідно вибрати теплоносій з більш високим температурним потенціалом, але в той же час він має бути також легкодоступним. Цим джерелом є відпрацьоване повітря з вентиляційних систем. Слід зазначити, що використання вентиляційних викидів як джерела теплоти має ряд переваг, а саме: високий та постійний температурний потенціал, надійність, циклічність системи рекуперації теплота (теплота, витрачене на нагрівання припливного повітря, використовується повторно).

Однак при використанні теплового насоса повітря-вода, що працює на вентиляційних викидах приміщень, де споживання теплової енергії системою опалення значно перевищує споживання у вентиляційній системі, продуктивності такої системи для забезпечення як опалення, так і вентиляції може бути недостатньо. Цю проблему можна вирішити за допомогою каскадного використання теплових насосів з повітряним і ґрунтовим джерелом теплоти.

Особливість запропонованого рішення полягає у використанні послідовного з'єднання по воді конденсаторів повітряного і ґрунтового теплових насосів. Застосування такого рішення на етапі проектування системи опалення та вентиляції дозволить збалансувати переваги та недоліки двох найбільш часто використовуваних типів теплових насосів та створить умови для більш ефективного використання технологій теплових насосів загалом.

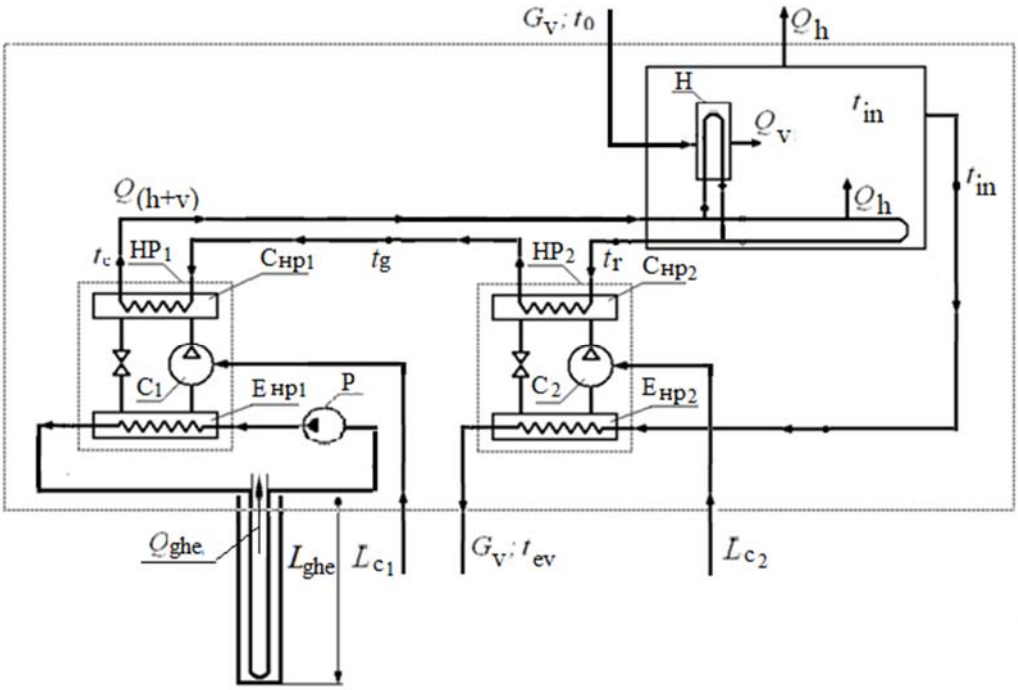


Рис. 1. Принципова схема каскадного з'єднання повітряного і ґрунтового теплових насосів для забезпечення опалення та вентиляції об'єкта:
$НР_{1,2}$ – ґрунтовий та повітряний теплові насоси; $С_{нр1,2}$ - конденсатори ґрунтового та повітряного теплових насосів; $Е_{нр1}$, $Е_{нр2}$ - випарники ґрунтового та повітряного теплових насосів;
$С_1$, $С_2$– компресори ґрунтового та повітряного теплових насосів; Н – нагрівач свіжого повітря;
Р - насос ґрунтового теплового насоса.

Для реалізації чисельного рішення складеної математичної моделі розглянутої системи були взяті наступні вихідні дані.

Для аналізу була прийнята низькотемпературна система теплопостачання з температурним графіком 40/30 з урахуванням зміни температури теплоносія в трубопроводах подаючої та зворотньої магістралі згідно з рекомендаціями. Розрахункова температура атмосферного повітря була взята на рівні $t_0^e = -20°C$, а температура повітря в приміщенні теплопостачання становила $t_{in} = 20°$ C.

Співвідношення споживання теплоти для вентиляції та опалення було взято в діапазоні m = 0,5 ... 4,0 і охоплює умови праці від окремих житлових будинків до великих торгових центрів.

При використанні чисельного методу вирішення було отримано залежності визначальних величин, що впливають на роботу системи від зовнішніх параметрів.

Висновки:

1. Застосування комбінованої теплової насосної системи для опалення та вентиляції великих приміщень з використанням повітряних та наземних теплових насосів з її раціональною конструкцією може дати позитивний ефект як з точки зору енергії, так і інвестицій.

2. Раціональне проектування системи опалення та вентиляції з двома тепловими насосами може бути здійснено на основі спільного аналізу двох найважливіших характеристик такої системи, а саме відносного теплового навантаження ґрунтового теплообмінника та питомі загальні витрати на зовнішньої енергії залежно від глибини використання теплоти від викидів вентиляції.

Аналіз показав, що позитивний енергетичний та економічний ефект може бути досягнутий при глибині використання вентиляційних викидів, що відповідає умові рівності COP повітряних і ґрунтових теплових насосів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] IEA, Renewable Energy Policies in a Time of Transition. *International Energy Agency*. - 2020. https://webstore.iea.org/download/direct/426.

[2] Katsura T. Development of optimum design method for the heat recovery ground source heat pump system. *12th IEA heat pump conference 2017*. Rotterdam, 2017, No. 17, pp.4-8.

[3] M. K. Bezrodny, N.O. Pritula. *Thermodynamic and energy efficiency of heat pump heat supply circuits: monography*, Kyiv: Polytechnica, 2016, 272 p.

[4] I. Sarbu, C. Sebarchievici. General review of ground-source heat pump systems for heating and cooling of buildings. *Energy and Buildings*, 2014, No. 54, pp. 27 – 51.

[5] M. K. Bezrodny, N. O. Prytula, S. O. Oslovskyi. Thermodynamic efficiency of the heat pump heating scheme using ground and waste water heat. *Research Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"*, 2018, No. 1, pp. 7–15.

[6] M. K. Bezrodny, N. O. Prytula, S. O. Oslovskyi. Analysis of the combined heat pump heating scheme using heat of atmospheric air and sewage water. *Energy technology and resource conservation*, 2018, No. 5, pp. 12–20.

[7] M. K. Bezrodny, S. O. Oslovskyi. Energy efficiency of the heat pump recuperative heating and ventilation system using heat of ground and ventilation emissions. *Power engineering: economics, technique, ecology*, 2018, No. 3, pp. 95–103.

A study of energy efficiency of a heat pump ventilation and air conditioning system for a production building with exhaust air energy recuperation

Bezrodny Mykhailo Kostiantynovych[1], Oslovskyi Serhii Oleksiyovych[2]

[1-2]National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. The work considers the energy efficiency of the combination of two most common heat sources for heat pumps, namely soil and ambient air. A feature of such a system is the connection of air and ground heat pumps in series with water. A computational model of the proposed system is developed, based on the system of equations for heat and material balances of the system. The result of the analysis was a system of equations, the analysis of which made it possible to study the two main characteristics of energy efficiency, namely, the relative heat load of the ground heat exchanger and the specific total costs of external work for the drive of the system, depending on the depth of utilization of the heat of ventilation emissions. It is shown that a positive effect from the use of a heating and ventilation system with two heat pumps, both in terms of energy and investments, can be achieved with the utilization depth of ventilation emissions corresponding to the condition of equality of the conversion factors for air and ground heat pumps.

Keywords: heat pump, ventilation emissions, soil heat, energy efficiency, specific work, atmospheric air, combination of heat sources.

УДК 631.812

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДА

Гоголь М.І.[1], Яковлев Ю.О.[2]

[1]кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна

nigogol59@ukr.net

[2]доцент, кандидат технічних наук, Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна

uykovlev11@gmail.com

Анотація. В роботі проаналізовані схеми гранулювання карбаміду на установках ВАТ «НДІК» і фірми «Stamicarbon». Показано, що технологічні схеми виробництва карбаміду мають ряд «вузьких місць». Пропонується в блоках утворення гранул знімати тепло кристалізації в замкнутому контурі охолоджуваного атмосферного повітря.

Ключові слова: карбамід, утворення гранул, охолодження повітря.

В даний час промисловість з виробництва карбаміду базується на схемі з повним рідинним рециклом «ТЕС» (Японія), ВАТ «НДІК», а також на схемах з стріппінг-процесом фірм «Stamicarbon», «Snamproggetti» (Італія) і «Tecnimont» (Італія) [1]. Кінцевим етапом всіх технологічних процесів синтезу карбаміду є отримання гранул товарного карбаміду, які повинні мати міцність, вільної сипучістю і не злежуватися при зберіганні.

У виробництві карбаміду існує кілька основних способів промислового отримання товарної форми: прілірування в баштах, гранулювання в «киплячому шарі», гранулювання в барабанних грануляторах і гранулювання на апаратах «Ротоформ» [2, 3]. На сьогоднішній день найбільшого поширення в світі отримали спосіб прілірування в баштах і грануляція в «киплячому шарі».

Спосіб прілірування полягає в охолодженні крапель плаву карбаміду, що знаходяться у вільному падінні, і їх кристалізації в зустрічному потоці охолоджуючого повітря. Спосіб грануляції зводиться до розпорошення і подальшого багаторазового нашарування плаву карбаміду на «приманок» (тверді) частки некондиційного продукту з утворенням сферичних гранул і подальшого охолодження останніх. Кожен спосіб має свої переваги і недоліки («вузькі місця»). Тому розглянемо можливі шляхи усунення окремих недоліків.

Технологічні схеми виробництва карбаміду діючих в Україні підприємств використовують схему з стріппінг-процесом фірми «Stamicarbon», Частка ринку компанії Stamicarbon на території України 100%, тому розглянемо процес отримання гранул карбаміду для даної технологічної схеми більш докладно.

В роботі [2] розглянута схема процесу прілірування. Сучасна башта прілірування має висоту понад 100 м і діаметр до 12-25 м. У верхній частині вежі розташований відцентровий розпилювач плаву, що дозволяє отримувати прілли розміром 2,5 ... 3 мм і вікна для виходу відпрацьованого повітря з вежі в вузол очищення. Після двохзонного очищення повітря за рахунок тяги викидається в атмосферу через витяжні труби.

У нижній частині башти, практично по всьому поперечним перерізом, встановлюється вбудований апарат охолодження прілл в киплячому шарі з підводять воздуховодами і дуттьовими вентиляторами для подачі повітря в апарат охолодження. Над ним передбачаються вікна для подачі додаткової кількості атмосферного повітря, а також монтується направляючий конус.

В блок-схемі установки гранулювання карбаміду за технологією Stamicarbon [1] розчин карбаміду з концентрацією 98,5 % мас. вводиться в гранулятор через нагнітальні колектори. Кожен нагнітальний колектор включає в себе вертикальні стояки, оснащені розпилювачами, які розпилюють розчин карбаміду на затравочние частки. Подача вторинного повітря, необхідного для транспортування гранул через плівку розчину карбаміду, здійснюється за допомогою повітродувки. Компонент, що містить формальдегід, додають до розчину карбаміду в як додатковий засіб і агента проти злежування, а також підвищенні міцності гранул при роздавлюванні.

Гранулятор складається з секції грануляції і охолоджуючої секції. В обох секціях повітря, призначений для псевдоожиження, рівномірно розподіляється на псевдозрідження і охолодження гранул. Затравочні частки (ретур) вводяться в першу камеру секції грануляції. Розчин карбаміду розпорошується над шаром затравочних частинок.

Гранули просуваються від секції грануляції до секції охолодження (без розпилювачів), де вони охолоджуються і тверднуть. З секції охолодження утворені гранули вивантажуються в ковшовий елеватор, за допомогою якого вони спрямовуються на класифікацію, де діляться на дрібну фракцію, велику і з заданим розміром гранул (кінцевий продукт). Гранули дрібної фракції

використовуються як ретур, гранули великої - розмелюють і направляють в гранулятор, а кінцевий продукт охолоджується до температури 40-50 °С і у вигляді товарного карбаміду відправляється на склад або станцію відвантажування.

Порівняння методів отримання товарного карбаміду показує, що обслуговування і ремонт блок прілірування простіше і при роботі він надійніше, а витрати електроенергії в 3-4 рази менше, ніж в блоці грануляції.

Загальним недоліком обох методів є викид шкідливих речовин в атмосферу, так як при розбризкуванні плаву карбаміду утворюється велика кількість важковидаляємого дрібного пилу, яка потрапляє в охолоджуючий повітря. Але викид аміаку з башт прілірування в три рази менше, ніж з гранбашт.

З аналізу найбільш поширених технологічних схем отримання гранул товарного карбаміду слідує, що найбільш оптимальним рішенням для усунення основного джерела забруднення атмосфери може служити створення вузлів отримання товарного продукту в твердій формі при використанні циркуляції холодоагенту, що знімає тепло кристалізації в замкнутому контурі. Потік атмосферного повітря, який знімає тепло кристалізації плаву карбаміду в блоках прілірування або грануляції, забруднюється після контакту з диспергованим плавом карбаміду і після очищення повертається в атмосферу. Замикання і багаторазове використання охолодженого повітря в замкнутому контурі дозволяє фактично повністю усунути попадання шкідливих речовин в атмосферу.

Для систем охолодження повітря пропонується використовувати охолоджуючу систему на основі апаратів обробки повітря [4], насосної станції хладоносія і абсорбційної бромисто-літієвої холодильної машини.

Відпрацьоване повітря з блоку отримання гранул товарного карбаміду надходить в блок очищення, а потім в апарат обробки повітря де охолоджується від температури навколишнього середовища (30 ... 35 ºС) до температури 15 ... 16 ºС внаслідок циркуляції холодоносія (холодної води) по трубках апарату обробки повітря. У процесі охолодження повітря з нього виділяється частина вологи. Здатність поглинати вологу у повітря зростає, тим більше що при русі його до об'єкту використання він кілька підігрівається і відносна вологість його зменшується. Проблема в додатковому опорі, яке створює апарат обробки повітря. Однак теплообмінна поверхня апарату обрана такою, щоб опір оребреного пучка не перевищувало допустимих значень. У загальному випадку ця величина знаходиться на рівні значень 80 ... 100 Па. В даному випадку немає необхідності застосування додаткового вентилятора.

Потім охолоджене повітря вентиляторами башти подається на зняття тепла кристалізації карбаміду.

Ключовим вузлом системи є апарат обробки повітря, призначений для охолодження повітря, циркулюючого в замкнутому контурі і розроблений спеціально для процесів охолодження повітря з виділенням з нього вологи без інієутворення. При охолодженні повітря нижче точки роси виділяється волога. Виділення вологи відбувається на зовнішній площі поверхні теплообміну. Сконденсована з повітря волога виводиться з потоку повітря в нижній частині апарату (поворотному повітроводі).

Висновки: 1. Для усунення забруднень навколишнього середовища при виробництві карбаміду необхідно в блоках гранулювання і прілірування знімати тепло кристалізації в замкнутому контурі охолоджуваного атмосферного повітря. 2. Замикання і багаторазове використання повітря в замкнутому контурі дозволяє різко знизити потрапляння шкідливих речовин в атмосферу. 3. Попереднє охолодження повітря прискорює швидкість утворення гранул карбаміду і тим самим дозволяє зменшити висоту гранбашти або башти прілірування, а при збільшенні продуктивності башти дозволяє зменшити температуру гранул і знизити налипання карбаміду на стіни башти.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Обзор технологий производства карабмида UHDE. [Електронний ресурс]. Режим доступу: *http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=8051* (дата звернення 11.05.2020).

[2] Чеблаков Н.В., Сергеев Ю.А., Солдатов А.В. Приллированный и гранулированный карбамид: свойства и перспективы. Газохимия. 2010, № 4-5. – С. 14-20.

[3] Петров В.И., Мадьяров, Р.Р., Хайруллин, Р.Р., Аюпов И.М. Анализ технологических схем производства карбамида. Вестник Казанского технол. ун-та. 2015. Т. 18, № 8. – С. 148-150.

[4] Гоголь Н.И., Желиба Ю.А., Чичелов В.А., Желязко Ф.С. Усовершенствование системы охлаждения продукта в технологической схеме химического прозводства. Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції "Інновації в суднобудуванні та океанотехніці". Миколаїв. НУК. 2012. – С. 382-385.

Improvement of technological schemes for the production of urea.

Gogol N., Yakovlev U.

Abstract. The paper analyzes the granulation schemes of urea at the plants of OJSC "NIIK"and the company "Stamicarbon". It is shown that technological schemes of the urea's production have a number of bottlenecks. It is proposed in blocks of granules formation units to remove the heat of crystallization in a closed loop of cooled atmospheric air.

Keywords: carbamid, forming granules, air cooling.

УДК: 621.57

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРІВ ЗА РАХУНОК ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ РІДИНИ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ

Калініченко І.В.[1], Коцаренко М.Ю.[2], Сахно В.С.[3]

[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон
kiv26@ukr.net
[2-3]магістри Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон

Анотація. Одним з факторів, що негативно впливає на надійність двигунів з рідинними системами охолодження, є ерозійно-корозійні руйнування елементів систем, перш за все, зовнішніх поверхонь циліндрових втулок, що омиваються охолоджувальною рідиною. Тому запропоновані технічні рішення дозволяють здійснювати автоматичне керування параметрами охолодження суднових дизелів.

Ключові слова: енергетичні показники, система охолодження ДВЗ, водно-хімічні показники робочого тіла, коефіцієнт тепловіддачі.

Актуальність проблеми. Екологічні характеристики дизельних двигунів визначаються головним чином вмістом у продуктах згоряння оксидів азоту NOx, які за індексом токсичності значно перевершують інші шкідливі компоненти відпрацьованих газів. Згідно з Додатком VI Міжнародної Конвенції із запобігання забруднення з суден (MARPOL) "Обмеження на викиди NOx", з січня 2016 р. усі нові судна повинні будуть відповідати стандартам рівня III, які передбачають зниження викидів на 80 % в порівнянні зі стандартами рівня I, для експлуатації в зонах, позначених як зони контролю викидів NOx.

Ефективність транспортного засобу визначається в першу чергу ефективністю його енергетичної установки. Основним типом енергетичних установок суден є дизельні двигуни. Таким чином, модернізація флоту неможлива без вдосконалення конструкції і технічної експлуатації дизелів, використовуваних в якості головних і допоміжних суднових двигунів.

Основною метою заходів щодо вдосконалення конструкції суднових енергетичних установок (СЕУ) і їх технічної експлуатації в даний час необхідно вважати енерго- і ресурсозбереження, що досягається за рахунок інноваційних конструкторських і технологічних рішень. Ефективність роботи СЕУ - основний критерій результативності енергозберігаючих заходів, спрямованих перш за все на головний елемент СЕУ - двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ). Слід виділити три принципові напрями підвищення ефективності ДВЗ: вдосконалення робочого циклу, використання вторинної енергії, зниження механічних втрат, які супроводжують роботу двигуна.

Додатковою вимогою, яка стає все більш актуальною, є відповідність екологічним нормативам, перш за все по димності і токсичності відпрацьованих газів. Вирішенню зазначених проблем присвячено переважна більшість досліджень, модернізацій і удосконалень ДВЗ.

Численні роботи, спрямовані на підвищення надійності, присвячені аналізу теплонапруженого стану основних деталей двигунів і вдосконалення їх конструкції з урахуванням умов роботи в високофорсованих двигунах, вдосконалення систем змащення, підвищенню якості моторних масел були викладені [1, 2].

Дизелі, експлуатовані в складі суднових енергетичних установок суден, значну частину часу працюють на несталих і змінних режимах. Найбільш характерними є перехідні режими, пов'язані з численними реверсами і маневруванням. Під час несталих режимів роботи і перехідних процесів температура найбільш теплонавантажених деталей циліндропоршневої групи зазнає значних змін, а температура охолоджувальної рідини залишається при цьому практично незмінною. Має місце так звана теплова інерційність.

Рідинні системи охолодження покликані забезпечувати надійну роботу двигунів протягом тривалого часу при максимальній температурі робочого циклу, що досягає в сучасних двигунах 1700 - 2700 °С.

Формування структурної схеми системи охолодження і вибір основних параметрів охолодження необхідно проводити з урахуванням призначення двигуна, ступеня його форсування, вимог, що пред'являються до систем ДВЗ, характеристик і властивостей застосовуваних конструкційних і експлуатаційних матеріалів.

Очевидно, що вдосконалення конструкції системи охолодження, оптимізація режимних параметрів охолодження а також фізико-хімічних і теплофізичних властивостей теплоносіїв системи охолодження здатні одночасно підвищити надійність двигуна, поліпшити його паливну економічність, знизити токсичність і димність відпрацьованих газів.

При проведенні наукових досліджень у якості об’єкта дослідження розглядались система охолодження суднового ДВЗ, з газотурбінним наддувом, і фізико-хімічні процеси, що протікають в системі охолодження. Для проведення розрахунків і виявлення відносного підвищення екологічних показників на судні за рахунок вибору найбільш значущих режимних і водно-хімічних параметрів охолодження на ДВЗ доцільно розглядати навантаження ДВЗ у складі конкретного судна.

У якості прикладу був вибраний контейнеровоз "Cape Akritas" (IMO номер 9706190), що експлуатується з вересня 2016 р., з сумарною кількістю перевезених контейнерів до 11000 TEU, з них рефрижераторних до – 1453 TEU. На судні встановлений ГД фірми "MAN" марки 8G95ME-C9.5TII з потужністю до 54960 кВт, з частотою обертання 80 $хв^{-1}$ та витратою пального до 166 г/(кВт·год). До складу СЕС входять 4 ДГ фірми "Hyundai Himsen", з них 2 ДГ марки 9H32/40 з механічною потужністю до 4500 кВт та 2 ДГ марки 8H32/40 з механічною потужністю до 4000 кВт, з частотою обертання 720 $хв^{-1}$ та витратою пального до 179 г/(кВт·год). В ходовому режимі максимальне механічне навантаження на СЕС при обслуговуванні рефрижераторних контейнерів може становити до 8000 кВт [3 – 5].

Найбільший вплив на інтенсивність процесу накипоутворення надає солевміст охолоджуючої рідини, який характеризується показником жорсткості. Виробники дизелів рекомендують застосовувати для охолодження воду із загальною жорсткістю не більше 1,5 - 3,0 мг-екв. /л.

Розробка присадок включала в себе визначення переліку вимог до охолоджуючих рідин, вибір компонентів присадок і їх композицій, проведення лабораторних і експлуатаційних випробувань. Доцільним було визнано створення двох базових складів комплексних присадок: один з яких призначений для введення в воду, а інший - для введення в водні розчини етиленгліколю (тосоли). Основні елементи остову суднових дизелів виготовляються з чорних металів, тому в складі присадки повинні бути присутні компоненти, що підвищують водневий показник охолоджуючої рідини і завдяки цьому знижують інтенсивність корозії. Підвищення pH сприяє також зменшенню деструкції розчинів полімерів, поліпшення миючих якостей розчинів поверхнево-активних речовин (ПАР). Таким компонентом для присадок, призначених для двигунів, остов яких виконаний з чавуну, може бути силікат натрію, якій при концентрації 0,1 ... 1,5 % по масі забезпечує числове значення pH розчину 9...10.

До числа ефективних неорганічних компонентів присадок, відноситься молибдат натрію (амонію) - інгібітор корозії чорних і кольорових металів, який утворює синергетичні суміші як з нітратом, так і з силікатом натрію.

Введення ПАР призводить до зниження кінематичної в'язкості на 30 %, гідравлічного опору і витрат потужності на прокачування рідини - на 24 % в порожнинах охолодження і на 3 % в теплообмінному апараті. З урахуванням зниження гідравлічних опорів у всіх теплообмінних апаратах, включених в замкнутий контур, а також в сполучних трубопроводах зниження сумарних витрат потужності на привід циркуляційного насоса при використанні присадок поверхнево-активних речовин складе 25-30 %.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Безюков О.К. Комплексная оптимизация параметров охлаждения судовых энергетических установок / О.К. Безюков, В.А. Жуков // Журнал университета водных коммуникаций. - 2012. - № 1. - С. 51-60.

[2] Жуков В. А., Ратнов А. Е. Исследование влияния состава теплоносителя на теплонапряженное состояние охлаждаемых деталей ДВС // Авиационная техника и технология. - Харьков, 2003. Выпуск 40/5. - С. 101-104.

[3] Cape Akritas: 11000 TEU Containership / Significant Ships of 2016. – London: The Royal Institution of Naval Architects. – 2017. – p. 16-17.

[4] Marine Engine IMO Tier II and Tier III Programme 2016 / MAN Diesel & Turbo, August 2016. – 212 p. pdf. – Режим доступу: http://www.mandieselturbo.com.

[5] HiMSEN Engine H32/40 Marine & Stationary applications / Hyundai Engine & Machinery Heavy Industies Co., LTD. – 2017 – 12 p.

Increase of energy indicators of gensets to change of cooling system cooling parameters

Kalinichenko I.[1], Kocarenko.U.[2], Sakhno V.[3]
[1-3]Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Heat Engineering;
[2-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Kherson branch, the city of Kherson

Abstract. One of the factors that negatively affects the reliability of engines with liquid cooling systems is the erosion and corrosion destruction of system elements, especially the outer surfaces of the cylinder liners, which are washed with coolant. Therefore, the proposed technical solutions allow for automatic control of cooling parameters of marine diesels.

Keywords: energy indicators, internal combustion engine cooling system, water-chemical indicators of the working fluid, heat transfer coefficient.

УДК 621.444:629.5.03-8

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ГАЗІВ ЕЖЕКТОРНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ СУДНОВОГО ДВИГУНА

Пирисунько М.А.[1], Ровенко О.В.[2], Лук'яник В.І.[3]
[1]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, Херсон, Україна
maxitmka1786@gmail.com

Анотація. В даний час має місце інтенсивне посилення норм на токсичні викиди відпрацьованих газів суднових дизелів при плаванні суден в прибережних морських районах і на внутрішніх водних шляхах. Постійне зростання числа суден призводить до збільшення об'єму палива, що спалюється ними, а отже до збільшення викидів токсичних компонентів з відпрацьованими газами. В роботі проаналізовано зниження шкідливих викидів судновими дизелями за рахунок використання теплоти рециркуляційних газів ежекторною холодильною машиною.

Ключові слова: шкідливі викиди, ежекторна холодильна машина, випускні гази, судновий двигун.

На сьогоднішній день найбільш актуальними є проблеми використання енергетичних ресурсів і запобігання забрудненню навколишнього середовища. Для вирішення цих проблем вкладається багато коштів в розвиток ресурсозберігаючих, енергозберігаючих і енергоефективних технологій, щоб звести до мінімуму екологічні наслідки використання органічного палива та інших природних ресурсів.

Енергетичні установки є однією з головних причин збільшення використання палива і викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище. Велика доля при цьому належить двигунам внутрішнього згоряння (ДВЗ), які займають провідне місце як джерела енергії (теплової, механічної, електричної) майже в усіх галузях. Саме через хімічне забруднення токсичними речовинами, що містяться у відхідних газах ДВЗ, наноситься найбільша шкода, а найбільш чутливий вплив на навколишнє середовище має місце від суднових енергетичних установок, в яких головним джерелом енергії є ДВЗ.

Рециркуляція відхідних газів за технологією EGR є методом, що значно зменшує формування NOx у суднових дизельних двигунах. Його застосування повністю задовольняє вимогам Tier III стосовно NOx. За схемою EGR після охолодження і очищення частина відхідних газів рециркулюється до повітряного ресивера. Таким чином, частина кисню в повітрі, що використовується в процесі горіння, замінюється оксидом CO_2. Це, в свою чергу, зменшує вміст кисню O_2 і швидкість горіння, тим самим знижуючи його максимальну температуру, а відтак і інтенсивність утворення NOx [1].

Як показали дослідження [2], застосування рециркуляції з $K_р$ = 10 % знижує NOx приблизно на 30 % без істотного зростання витрати палива, хоча димність відхідних газів дещо збільшується. При $K_р$ = 20 % зменшення викиду оксидів азоту може сягати 60 %. Однак вже при $K_р$ > 10-15 % спостерігається погіршення паливної економічності на 4-7 %.

Перспективним на сьогоднішній день є використання технологій, які забезпечують підвищення паливно-енергетичної ефективності ДВЗ при роботі з системами рециркуляції газів, тобто поєднують високу екологічну ефективність з економічністю.

Мета дослідження – оцінка ефективності попереднього охолодження повітря суднового головного двигуна ежекторною холодильною машиною (ЕХМ) з використанням теплоти рециркуляційних газів.

При аналізі ефективності застосування запропонованого рішення порівняння здійснено на основі базової схеми з рециркуляцією відхідних газів, для малообертових двотактних дизельних

двигунів фірми MAN відповідно до умов екологічності Tier III [2]. Рециркуляція забезпечується байпасування частини відхідних газів з наступних очищенням від шкідливих газів в скрубері та доохолодженням в теплообміннику-охолоджувачі газу.

Схемне рішення із застосуванням тепловикористовуючого контуру EXM розглянуто для суднового малообертового дизельного двотактного двигуна MAN B&W марки Для аналізу параметрів системи рециркуляції та характеристик двигуна використовувався програмний комплекс CEAS фірми-виробника MAN [3]. Розрахунок проведено для наступних експлуатаційних характеристик двигуна 6G50ME-C9.5 (при умовах ISO): навантаження на двигун – NMCR = 90 %; потужність N_e = 9288 кВт; частота обертання n_e = 96,5 хв$^{-1}$; питома витрата умовного палива g_e = 165,8 г/(кВт·год); система рециркуляції відпрацьованих газів (EGR) зі скрубером і охолоджувачем газу відповідає умовам екологічності Tier III.

Розрахунок характеристик двигуна проводився на експлуатаційному режимі при рейсі суховантажного судна з Одеси до Шанхаю, що здійснювався з 01.07.2018 по 26.07.2018 р. Дані зі зміни кліматичних умов протягом рейсу судна (температура зовнішнього повітря $t_п$, температура забортної води $t_{зв}$) наведені на рис. 2.

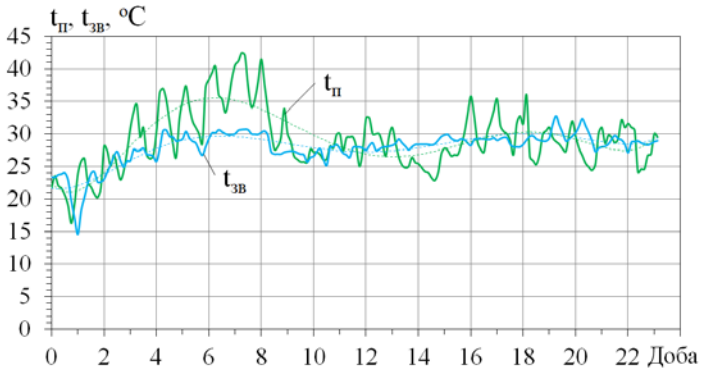


Рис. 1. Зміна температури зовнішнього повітря $t_п$ і забортної води $t_{зв}$ упродовж рейсу судна Одеса-Шанхай

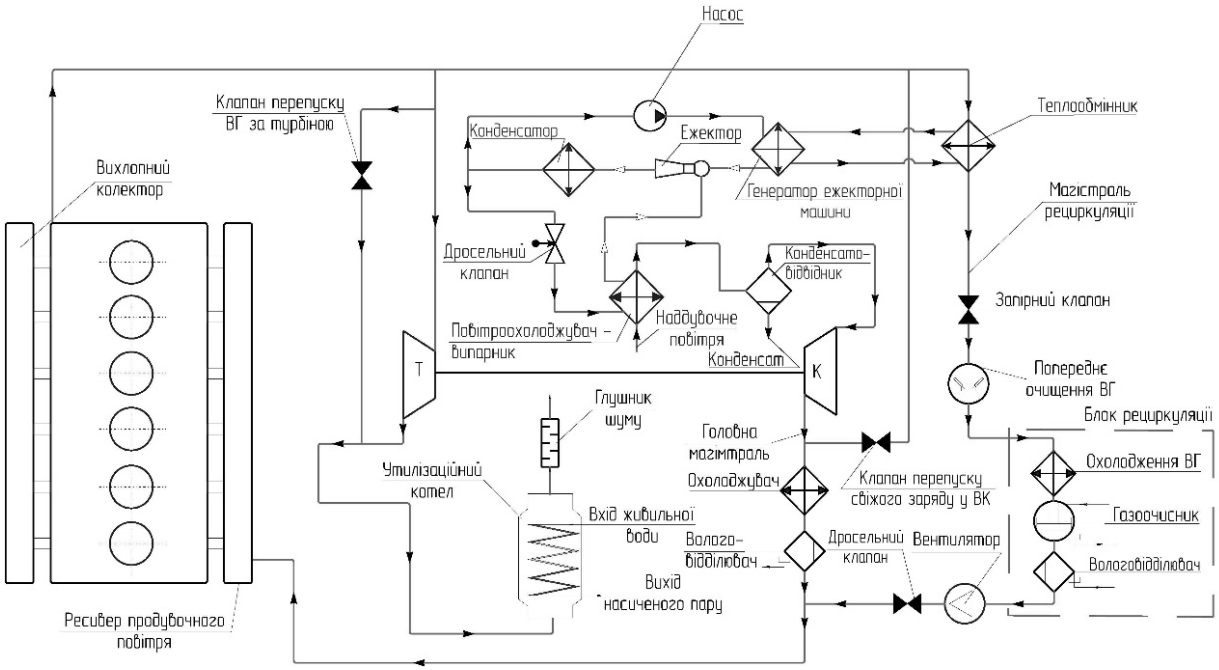


Рис. 2. Схема системи рециркуляції малообертового двигуна фірми MAN із тепловикористовуючою EXM

Характеристики ЕХМ: холодоагент – R142b; температури кипіння у випарнику-охолоджувачі повітря t_0 = 3–7 °С; кипіння в генераторі t_g = 100–120 °С; конденсації t_c = 30–35 °С.

Розроблена схема системи рециркуляції газів з ЕХМ (рис. 2), відповідно до якої відхідні гази кількістю від 10 до 40 % подаються з ресиверу відпрацьованих газів у скрубер, де вони частково охолоджуються і очищуються при розпиленні води форсунками. Потім гази охолоджуються в теплообміннику-охолоджувачі газу, конденсат відводиться конденсатовідвідником, а очищений і охолоджений газ подається вентилятором у повітряний ресивер, де він змішується із повітрям від турбокомпресора.

Теплота рециркуляційних газів відводиться до генератору ЕХМ, розташованим перед скрубером. Холод, що виробляється ЕХМ, застосовується для охолодження повітря на вході в турбокомпресор.

Результати розрахунків системи утилізації теплоти рециркуляційних газів в ЕХМ з тепловими коефіцієнтами ζ = 0,30 показують, що зниження температури повітря перед турбокомпресором дозволяє скоротити питому витрату палива на $\Delta g_{e.pr(0,3)}$ = 167,4…169,4 г/(кВт·год) та зменшити кількість оксидів азоту і оксидів сірки на величину: Δg_{NOx} = 10,2…10,6 г/(кВт год); Δg_{SOx} = 2,2…2,4 г/(кВт год)..

Висновок. Розроблено схемно-конструктивне рішення системи рециркуляції випускних газів суднового головного двигуна з використанням їх теплоти ЕХМ для охолодження повітря на вході, що дозволяє зменшити кількість шкідливих викидів.

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] MAN Diesel Turbo, «CEAS Engine Calculations», 2019. [Онлайновий]. Available: https://marine.man-es.com/two-stroke/ceas.

Prospects of using the heat of recirculation gases by ejector refrigeration machine to reduce harmful emissions of marine diesel engines

Pyrysunko M. A. [1], Rovenko O.V. [2], Lukianyk V.I. [3]

[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson branch, Kherson, Ukraine.

Abstract. Currently, there is an intensive strengthening of standards for toxic emissions of exhaust gases from marine diesel engines during navigation of ships in coastal sea areas and on inland waterways. The constant increase in the number of ships leads to an increase in the volume of ships burned, and, consequently, to an increase in emissions of toxic components with exhaust gases. The paper analyzes the reduction of harmful emissions by marine diesel engines due to the use of the heat of recirculated gases by an ejector refrigeration machine.

Keywords: harmful emissions, ejector refrigeration machine, exhaust gases, marine engine.

Секція № 6. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ

UDC 621.436

MODEL OF HEAT EXCHANGE PROCESS IN A THERMOELECTRIC GENERATOR DURING UTILIZATION OF FUEL GAS ENERGY OF A HOMELY HEATING OVEN

Litvinova M. B.[1], Shtanko O. D.[2]
[1]Doctor in Pedagogy, PhD in Physics and Mathematics,
Professor of Department of Software Engineering, Physics and Mathematics,
Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Kherson, Ukraine
lmb965@gmail.com;
[2]PhD in Physics and Mathematics, Ass. Professor of Department of Software Engineering,
Physics and Mathematics, Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Kherson, Ukraine
sadmar954@gmail.com

Abstract. The paper considers the model of the heat exchange process during the use of a thermoelectric generator for utilization of the residual energy of the flue gases of the household furnace, which allows to obtain electric energy for domestic consumption. As a result, the dependence of thermal energy extraction power on the area of the inner surface of the generator is obtained, from which it follows that the use of Altek-1024 modules in the amount of 3 pieces makes it possible to extract power from flue gases of about 1 kW. The corresponding estimated amount of electricity is 100 watts. This value, on average, exceeds the minimum rate of electricity consumption of an individual house.

Keywords: thermoelectric generator, heat exchange, mathematical model, household stove, recuperation, flue gases.

Reducing the world's stocks of fossil fuels and making them more expensive make it necessary to reduce the energy costs of buildings. The most expensive for an individual family is a heating system, without which no house can do. In Ukrainian villages, in most cases, underfloor heating is used. Such heating has a very low efficiency, but also has an advantage in a wide range of fuels: coal, peat, firewood, etc. In most cases, cheap fuel compensates for the low efficiency in financial terms. To this advantage can be added the generation of electricity through the use of a thermoelectric generator (TEG), which connects to the chimney and uses the energy of flue gases. To confirm the feasibility of using TEG for energy recovery of a domestic heating furnace, it is necessary to perform mathematical modeling of the corresponding heat transfer processes.

Recently, the possibility of utilization of heat emitted by various heating sources using TEG is being studied very widely. Thus, the study [1] aims to develop a 50-watt thermoelectric generator for the use of low-quality heat in cooling systems of industrial processes and highly active radioisotope sources. In [2] the possibilities of equipping wood stoves with thermoelectric generators were studied. Tests were performed in the laboratory, which showed that during normal operation, the oven will emit approximately 28 W/h. There is a significant amount of research on thermoelectric materials, the operation of various heat exchangers, various designs of thermoelectric generators (including a description of the rules of their design), opportunities to improve future high-temperature thermoelectric converters [3]. However, a mathematical model of the direct use of the energy of the exhaust gases of a domestic stove, in which biomass is burned over an open fire, has not yet been considered.

The paper considers a mathematical model of the heat exchange process during the use of TEG for utilization of residual energy of flue gases of a household furnace, which allows to obtain electric energy for domestic consumption.

The thermoelectric module (TEM) manufactured by the Ukrainian company Altek-1024 is chosen as the basis of the generator. The radiator is calculated on the maximum power of TEM. It must provide a temperature not exceeding 50 ° C (recommended according to the passport data of the module) of the cooled surface of the TEM. An appropriate mathematical model of the heat transfer process in a thermoelectric generator has been created. Solving the thermodynamic equations, we obtain the dependence of the power of the TEG P on the working surface area S of the thermoelectric element. As a result, it is possible to plot the dependence P(S), shown in Fig. 1.

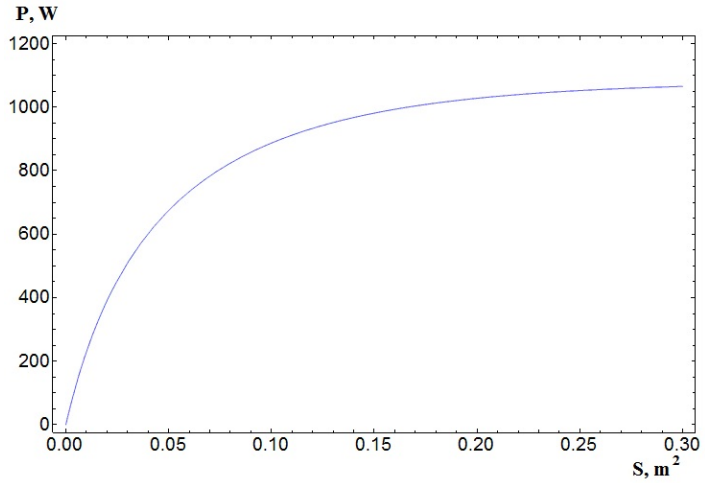


Fig. 1. The dependence of thermal energy extraction power from the area of the inner surface of the generator

The maximum power passed through the Altek-1024 module is 330 watts. From the obtained dependence on fig. 2 it follows that using such a module in the amount of 3 pieces with a housing area S = 0.25 m^2 (its corresponding length L = 31 cm), the power that can be extracted from the flue gases of a household stove using a TEG is about 1 kW.

Based on the fact that the value of the efficiency of the generator, approximately, can be considered equal to 10%, the corresponding estimated amount of electrical energy will be 100 watts. This, on average, covers the minimum rate of electricity consumption of an individual house. Thus, thermoelectric modules built into the heat exchanger between the chimney and the hot water tank can power the exhaust fan as well as produce a small amount of energy for other main purposes.

As a result, the problem of increasing the energy efficiency of the heating system and the simultaneous production of electricity for domestic consumption is solved.

REFERENCES

1. Punnachaiya S., Kovitcharoenkul P., Thong-aram D. Development of low grade waste heat thermoelectric power generator Songklanakarin. Journal of Science and Technology. 2010. Vol. 32, № 3. P. 307–313.

2. Favarel C., Champier D. et all. Thermoelectricity, a Promising Complementarity with Efficient Stoves in Off-Grid-Areas. Journal of Sustainable Development of Energy Water and Environment Systems. 2015. Vol. 3. Issue 33. P. 256–268. DOI:10.13044/j.sdewes.2015.03.0020.

3. Weidenkaff A. Thermoelectricity for future sustainable energy technologies. The European Physical Journal Conferences. 2017. Vol. 148. P. 11. DOI:10.1051/epjconf/201714800010.

Модель процесу теплообміну в термоелектричному генераторі під час утилізації енергії димових газів побутової опалювальної печі

Літвінова М. Б.[1], Штанько О. Д.[2]
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. В роботі розглянуто модель процесу теплообміну під час використання термоелектричного генератора для утилізації залишкової енергії димових газів побутової печі, що дозволяє одержати електричну енергію для внутрішньо-побутового споживання. В результаті одержано залежність потужності відбору теплової енергії від площі внутрішньої поверхні генератора, з якої випливає, що застосування модулів Альтек-1024 у кількості 3 штук надає можливість відібрати із димових газів потужність біля 1 кВт. Відповідна розрахункова кількість електричної енергії складає 100 Вт. Таке значення, у середньому, перекриває мінімальну норму споживання електричної енергії індивідуального будинку.

Ключові слова: термоелектричний генератор, теплообмін, математична модель, побутова піч, рекуперація, димові гази.

УДК 502.2:582

ФЛОРИСТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ МАТВІЇВСЬКОГО МАСИВУ

Іваненко Т.С.[1], Мельничук С.С.[2]
[1]магістр,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
tanyaivanenko775@gmail.com;
[2]кандидат біологічних наук, доцент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Під флорою розуміють історично обумовлену сукупність видів рослин на даній території Матвіївського масиву. Територія, що досліджується, входить до складу Чорноморської (понтичної) степової провінції, Європейсько-Азіатської степової області і належить до під зони типчакова-ковилових степів.

Ключові слова: Флора, різновидність, дослідження, методи.

Всебічне вивчення флори та рослинності окремих регіонів є необхідним, адже це є передумовою поглибленого пізнання сучасного стану біологічного різноманіття флори на популяційно-видовому та ценотичному рівнях. В історичному аспекті ділянки піщаних степів, які збереглися в межах колишнього Матвіївського піщаного масиву є варіантом тієї природи, яка панувала тут ще за часів Ольвійської держави на території якої в ті часи розміщувалося дві великі піщані арени: Галіцинівська (на південь від сучасного м. Миколаїв, яка на сьогодні теж практично знищена внаслідок заліснення та забудови) та Матвіївська- розміщувалася між с. Баловне та селищем Матвіївкою. Площа піщаних степів в античні часи була більше ніж 1000 га. Наразі з них в природньому стані збереглися лише 30 га (менше 1%) з притаманною їм флорою та фауною. Причиною їх зникнення є також заліснення чужорідними видами для даної місцевості.

На лівобережжі північніше міста Миколаєва розміщений Матвіївський масив. Клімат району континентальний, характеризується низькою вологістю повітря, малою кількістю атмосферних опадів (200-250 мм) і великою добовою та різкою амплітудою коливання

температури повітря. Середньомісячна температура липня 25-30*, максимальна 38-41*, мінімальна 19*. Середньомісячна температура січня -10-15*. Для даної території характерні піски, які утворились з лісовидних суглинків, лісів, алювіальних пісків, продуктів вивітрювання піщаників, вапняків, мергелів. Ґрунтові води розташовані на глибині від 10-40 м. З глибиною залягання та мінералогічним складом ґрунтових вод щільно пов'язані рельєф, ґрунти та рослинність. Найпоширеніші типи рельєфу на пісках є горбистий, хвилястий та рівнинний. Для Матвіївського піщаного масиву характерні хвилястий і рівнинний тип рельєфу.

Територія, що досліджується, входить до складу Чорноморської (понтичної) степової провінції, Європейсько-Азіатської степової області і належить до під зони типчакова-ковилових степів. Залежно від рельєфу і рівнів зволоження на Матвіївському піщаному масиві формується піщано-степова, лісова, прибережна-водна рослинність.

Під флорою розуміють історично обумовлену сукупність видів рослин на даній території. Отже вивчення флори розпочинається із встановлення видового різноманіття – складання переліку видів рослин. Для цього використовують наявні літературні, гербарні дані, якщо вони є, та результати власних досліджень. Для встановлення видового різноманіття території використовують маршрутний метод. Маршрути прокладають таким чином, щоб як можна повніше та об'єктивніше дослідити флору території. Першим етапом є рекогносцирувальні дослідження. Під час рекогносцирування місцевості дослідник попередньо ознайомлюється з особливостями рельєфу, основними типами рослинності тощо. Другим етапом роботи є детально-маршрутне дослідження. В залежності від розміру, рельєфу місцевості прокладають маршрути різної конфігурації. - Метод паралельних рядів полягає в тому, що маршрути прокладають паралельними лініями, відстань між якими може становити 50 м, 100 м, 200 м в залежності від розміру території та мозаїчності рослинного покриву. Для вивчення видового складу флори я користувалась методом маршрутного флористичного обстеження. Збори проводились протягом вегетаційних сезонів 2020 року. Рослини збирала в суху погоду, так як змочені дощем або росою рослини погано висихають і буріють. Квіткові рослини по мірі можливості збирала у фазі цвітіння, а при можливості у фазі плодоношення, тобто з квітками і плодами, так, як по них найкраще визначати рослини. У дводольних рослин брала і чоловічі і жіночі особини. У деревних рослин брала гілочки. Рослини викопувала з грунту, або зрізала при корені (якщо лікарські, або зникаючі), обтрушувала землю і закладала в тимчасові пакети на яких писала польові етикетки. Вдома поправляла для кращого засушування зразків. Встановлено, що спонтанна флора Матвіївського піщаного масиву нараховує 248 видів вищих рослин, які належать до 154 родів, 48 родин, 2 відділів. За кількістю видів флора Матвіївського піщаного масиву найближча до суміжної флори степів та вапнякових відслонень Лівобережного злакового степу, але відрізняється від неї значно нижчим рівнем родового та видового різноманіття. Пропорція флори за голонасінними та покритонасінними рослинами виражається співвідношенням 1%: 99%. Середня кількість видів в роді – 1,4. Основу флори складають Покритонасінні – **Magnoliophyta** (99%, в тому числі Дводольні – **Magnoliopsida**). На Голонасінні припадає 1% видового складу. Характерною особливістю Матвієвського піщаного масиву є значна присутність у її складі Однодольних видів, що свідчить про відносну молодість флори пісків Матвіївського масиву порівняно з флорами Лівобережжя, Правобережжя та Приазов'я.

В результаті аналізу ендемізму Матвіївського піщаного масиву виявлений 1 Південно-бузький ендемічний вид, а також, 5 Нижньодніпровських, 4 Причорноморські, 2 Євроазіатські, 1 Європейсько-кавказький, 1 Савранський, 1 Південно-європейський, 1 Причорноморсько-каспійський, 1 Західноєвразіатський, 1 Європейсько-середземноморський ендемічних видів. Відмічено високий рівень ендемізму. Найбільше різноманіття ендемічних видів спостерігається в родах: Наземка – Polycnemum (2), Юринея – Jurinea (2),

Волошка – Centaurea (2). Більшість ендеміків поширені в степовій частині масиву – це говорить про те, що більшість ендемічних і субендемічних видів сформувалися поза межами лісових комплексів. Характерною рисою флори

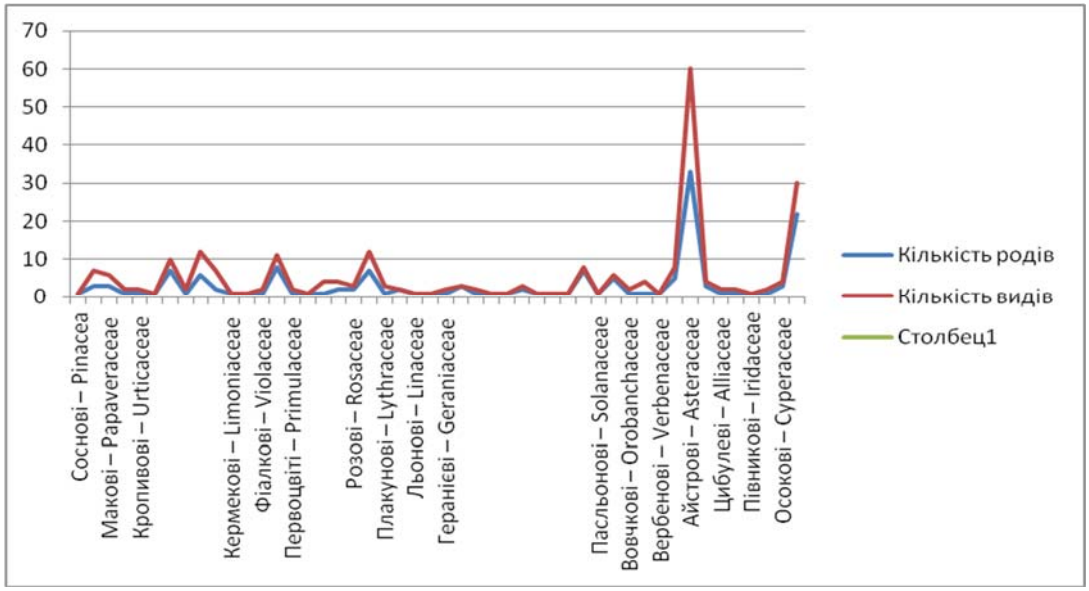


Рис. 1. Співвідношення родин, родів і видівнене

Видовий склад флори Матвіївського піщаного масиву становить 248 видів, які належать до 154 родів, 48 родин, відділів Голонасінних і Покритонасінних. До рідкісних і зникаючих видів флори Матвіївського піщаного масиву належить 3 види, які включені до Світового Червоного списку, 2 види, які включені до Європейського Червоного списку, 1 вид, який включений до Червоної книги України, 3 види є рідкісними для Миколаївської області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Д.Н.Доброчаева, М.И.Котов, Ю.Н.Прокудин и др. Определитель высших растений Украины – «Наукова думка», К., 1987.

2. М.В.Клоков. Псамофильные флористические комплекси на территории УССР – В кн.: Новости систематики высших и низших растений за 1979г Сборник научных трудов. «Наукова думка», К., 1981. С. 116-135, 404-421.

3. М.Ф.Бойко, М.М.Подгайний. Червоний список Херсонської області: Рідкісні та зникаючі види рослин, грибів та тварин. – Херсон: «Айлант», 2002. С. 6-13..Д

4. М.Ф.Бойко. Нові знахідки рідкісних і зникаючих видів рослин у Херсонській та Миколаївській областях // Укр. ботан. журн., 45, 5, 1998.

5. О.Ю.Уманець. Еколого-ценотична характеристика флори піщаних масивів Лівобережжя Нижнього Дніпра та її генезис – Десертація, К., 1998.

6. Р.П.Мельник. Рідкісні види рослин та рідкісні рослинні угрупування Миколаєва // Укр. ботан. Журн., 57, 4, 200.

Floristic diversity of the matviev arside

Tatiana Ivanenko[1], Svetlana Melnichuk[2]
[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. Flora is understood as a historically determined set of plant species in a given area of the Matviyivsky massif. The study area is part of the Black Sea (Pontic) steppe province, the European-Asian steppe region and belongs to the sub-zone of fescue-feather steppes.

Keywords: Flora, variety, research, methods.

УДК 579.695

СУДНОВІ НАФТОЗАБРУДНЕНІ ВОДИ ТА ЗАСОБИ ЇХ БІОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ

Іванов А.А.[1], Свиридов В.І.[2]

[1]магістрант групи 5220 мз Херсонської філії
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Херсон, Україна,
shender499@gmail.com;

[2]кандидат технічних наук, доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики
Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Херсон, Україна,
vsviridov1951@gmail. com

Анотація. В роботі розглянуті питання оптимізації переробки суднових нафтозабруднених відходів, що на сьогоднішній день є актуальним питанням при експлуатації світового флоту. Проаналізовано методи та засоби очищення суднових нафтозабруднених вод. Розглянуто показники ступеню забрудненості нафтозабруднених вод їх складові та визначено найбільш сучасні схеми очищення нафтозабруднених вод судновими установки .

Ключові слова: суднові нафтозабруднених води, обладнання, вимоги, методи очищення, експлуатація.

Біологічні методи очищення та знезараження суднових вод (головним чином бактеріями – аеробні або анаеробні, а в залежності від температури процесу – мезофільними або термофільними) забезпечують перехід шкідли-вих речовин в нерозчинну або газоподібну форму. Умови ефективного застосування біологічних способів засновані на біохімічної деструкції і мінералізації органічних речовин мікроорганізмами, де велику роль в існуванні мікрофлори в водному середовищі і в протіканні біохімічного процесу, відігріває водній показник, кількість якого повинна бути в межах pH 6,5–8,5. До числа нових відносяться стандарти на системи управління якістю навколишнього природного середовища на транспорті, а конкретніше на водному транспорті. Вони утворюють шосту групу екологічних нормативів.

Основна маса нафтопродуктів, потрапивши в воду, утворюють плівку на її поверхні або концентруються на дні водойм, стаючи джерелами вторинного забруднення. Менша частина нафтових вуглеводнів може виявитися в тонкодісперсном стані, утворюючи емульсії по типу «нафта у воді», і лише незначна їх частина знаходиться в розчиненому стані [4]. Утворення емульсій викликано застосуванням насосів для перекачування і руху нафтовмісних стічних вод по трубопроводах і промиванням обладнання струменями води.

Очищення стічних вод від нафтопродуктів та зниження концентрації нафтопродуктів у воді може відбуватися в результаті їх природного розпаду і хімічного окислення, випаровування і біологічної деструкції–щільність (від 0.70 до 3,0) і незначну (від нерозчинних важких фракцій до 90 мг / л для дрібних фракцій) розчинність в воді. Особливості нафто забруднень можна віднести їх порівняно низьку 0.76 до 0.94 г / см аборигенної мікрофлорою [7]. Однак в умовах навколишнього середовища ці процеси протікають з відносно мляво. У зв'язку з цим для інтенсифікації процесів очищення води від нафтових забруднювачів використовують механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні методи, а також їх комбінування, що дозволяє досягти необхідного ступеня очищення з мінімальними витратами [7]. Механічна обробка є попереднім етапом очищенні стоків. Використовувані на цьому етапі нафтопастки сприяють видаленню основної маси вільної нафти і масла, а також крупнодисперсних домішок. Для видалення зі стічної води колоїдних і дрібнодисперсних домішок, а також важких металів, фенолів, кислот, лугів застосовують фізико-хімічні методи. Серед останніх широкого поширення набули методи адсорбції нафтопродуктів на поверхні сорбентів [6].

Перевагами сорбційних методів є їх сумісність з іншими способами збору нафтопродуктів, можливість багаторазового використання сорбенту після регенерації. В якості сорбентів застосовують як природні (торф, активоване вугілля, тирса, перліт, глина), так і штучні (пінополіуретан, кераміка, синтетичні волокна) пористі матеріали. При виборі матеріалів слід враховувати їх екологічність, а також доступність в регіоні [7]. Біологічні методи очищення передбачають використання вуглецеокислюючих мікроорганізмів, здатних засвоювати різні вуглеводні нафти як єдине джерело вуглецю. Серед вуглецеокислюючих мікроорганізмів. що використовуються для очищення нафтозабруднених середовищ, є актинобактерии роду Rhodococcus. Широкий спектр метаболічних можливостей і унікальні ферментні системи обумовлюють здатність родококков деградувати різноманітні за хімічною структурою. Біологічні способи очищення нафтозабруднених стічних вод є одним з найбільш ефективних прийомів підвищення окислювальної активності мікробних клітин, а отже, ефективності очищення стічних вод, є іммобілізація мікроорганізмів на поверхні носія або включення в гранули гелів. Іммобілізовані клітини характеризуються більшою операційної гнучкістю в порівнянні з вільними формами [Cassidy, Lee, Trevors, 1996].

Застосування прийому іммобілізації дозволяє концентрувати велику кількість активної біомаси, сприяє збільшенню часу її перебування в біореакторі і запобігає винос під час великого обсягу стоків, при цьому зніме необхідність відокремлювати бактеріальні клітини від очищених стічних вод, що дає можливість перейти до безперервним технологіями з використанням проточних реакторів [7]

ЛІТЕРАТУРА

1. Международная конвенция МАРПОЛ 73/78 (Приложение IV).

2. Судовой механик: Справочник / Авт. кол .; Под ред. А.Л. Фока, д-ра техн. наук, старшего механика. - В 3-х т. - Т. 2. -Одесса: Феникс, 2010-1032 с.

3. Судовая система биологической очистки сточных вод. Bioloqicl seweqe tretment systems: Fixed ctivted sludqe technoloqy //NSB Int. [Holl. Shipbuild.]. – 1997. – 45, №11. – С.54-55. – Англ.

4. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: навч. посіб. / Шестопалов О. В., Бахарєва Г. Ю., Мамедова О. О. та ін.– Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – 116 с.

5. Жукова О.В., Морозов Н.В. Взаимодействие микроорганизмов с твердыми поверхностями – сорбентами при снятии локального нефтяного загрязнения // Вестник ТГГПУ. 2010. № 3(21). С. 99–106.

6. Очистка нефтесодержащих сточных вод фильтровально-сорбционными методами / И.А. Лебедев и др. // Ползуновский вестник. 2006. № 2. С. 380–385.

7. Экспериментальное и теоретическое исследование процесса иммобилизации актинобактерий в колоночном биореакторе с псевдоожиженным слоем / М.С. Куюкина и др. // Российский журнал биомеханики. 2012. Т. 16, № 4(58). С. 83– 91.

Ship oil-contaminated waters and means of their biological treatment

A.Ivanov[1], V.Sviridov[2]

[1-2]Kherson branch Admiral Makarov National University of Shipbuilding Kherson, Ukraine

Abstract. The paper considers the issues of optimizing the processing of ship oil-contaminated waste, which today is an important issue in the operation of the world fleet. Methods and means of purification of ship oil polluted waters are analyzed. The indicators of the degree of pollution of oil-polluted waters and their components are considered and the most modern schemes of oil-polluted water treatment by ship installations are determined.

Key words: ship oil-contaminated water, equipment, requirements, purification methods, operation.

УДК 662.995:662.61

ВПЛИВ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ДИМОВИХ ГАЗІВ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СУДНОВОГО ДОПОМІЖНОГО КОТЛА

Єпіфанов О. А.[1], Димо Б. В.[2], Пацурковський П. А.[3], Язловецький А. В.[4]

[1]к.т.н, доцент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
epifanov.nuk@gmail.com;
[2]к.т.н, професор, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
dymobv@gmail.com;
[3]к.т.н, доцент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
pavlo.patsurkovskyi@nuos.edu.ua;
[4]асистент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
andrei.yaz83@gmail.com

Анотація. Отримано дані про вплив рециркуляції димових газів на основні характеристики роботи суднового допоміжного котла типу Ольборг OM TCI паропродуктивністю 20,0 т/год. Рекомендовано коефіцієнт рециркуляції в діапазоні 10...15 %. При таких значеннях коефіцієнта рециркуляції опір газоповітряного тракту котла підвищується на 11,7...24,8 %, а викиди оксидів азоту знижуються на 32,5...43,9 %. Дослідження проводилося із застосуванням методу математичного моделювання.

Ключові слова: судновий допоміжний котел; рециркуляція димових газів; викиди оксидів азоту, спалювання палива, зниження шкідливих викидів.

За останнє десятиліття значно посилилися вимоги з боку Міжнародної морської організація (IMO) до викиду шкідливих токсичних речовин (NO_x, SO_2) в складі відпрацьованих газів суднових енергетичних установок [1]. З 2016 набули чинності посилення норм у зонах контролю емісій оксидів азоту на 80% (рівень Tier III). У зв'язку з цим потрібна розробка і впровадження на суднах методів зниження викидів забруднюючих речовин до атмосфери.

Актуальність роботи обумовлена відсутністю даних щодо впливу рециркуляції газів на показники економічності та екологічності роботи суднових допоміжних котлів.

Аналіз літературних даних показав, що одним з найбільш ефективних і дешевих методів зниження викидів оксидів азоту є метод рециркуляції відпрацьованих газів до топки котла (табл.1).

Таблиця 1. Ефективність методів зниження викидів NOx (мазут)

Метод	Допа-лювання палива	Зменшення надлишку повітря	Стадійна подача повітря	Рециркуляція димових газів	Впорску-вання води або пари
Ефективність, %	50	40	30	50	30

Для оцінки впливу рециркуляції димових газів на техніко-економічні та екологічні показники роботи суднового допоміжного котла було розроблено розрахункову комп'ютерну модель, яка дозволяє визначати: адіабатну і середньоінтегральну температури в зоні активного горіння (ЗАГ), температури на виході з топки та відхідних газів котла, а також температуру змішування дуттєвого повітря і газів рециркуляції; паропродуктивність котла, теплосприйняття топки і конвективного паротвірного пучка; втрату теплоти з газами і коефіцієнт корисної дії

котла; аеродинамічний опір газоповітряного тракту, продуктивність і потужність дуттєвого вентилятора; викиди оксидів азоту.

Тепловий та аеродинамічний розрахунки котла виконано на основі рекомендацій [2-4]. Для розрахунку виходу оксидів азоту використані рекомендації робіт [5]. В якості об'єкту дослідження прийнято судновий парової допоміжний котел Aalborg OM-TCi [1].

На рис.1 наведені графіки залежностей температур, що характеризують роботу топки: адіабатної, середньоінтегральної в ЗАГ і на виході з топки в залежності від коефіцієнта рециркуляції. Як видно з графіків, рециркуляція димових газів в діапазоні 0 ... 20 % призводить до зниження адіабатною температури в топці на 273 оС (з 1919 до 1646 оС), середньоінтегральної в ЗАГ – на 239 оС (з 1773 до 1534 оС), а температури газів на виході з топки – на 77 оС (з 1300 до 1233 оС). Необхідно відмітити значне зниження середньоінтегральної температури в ЗАГ, що визначає утворення оксидів азоту.

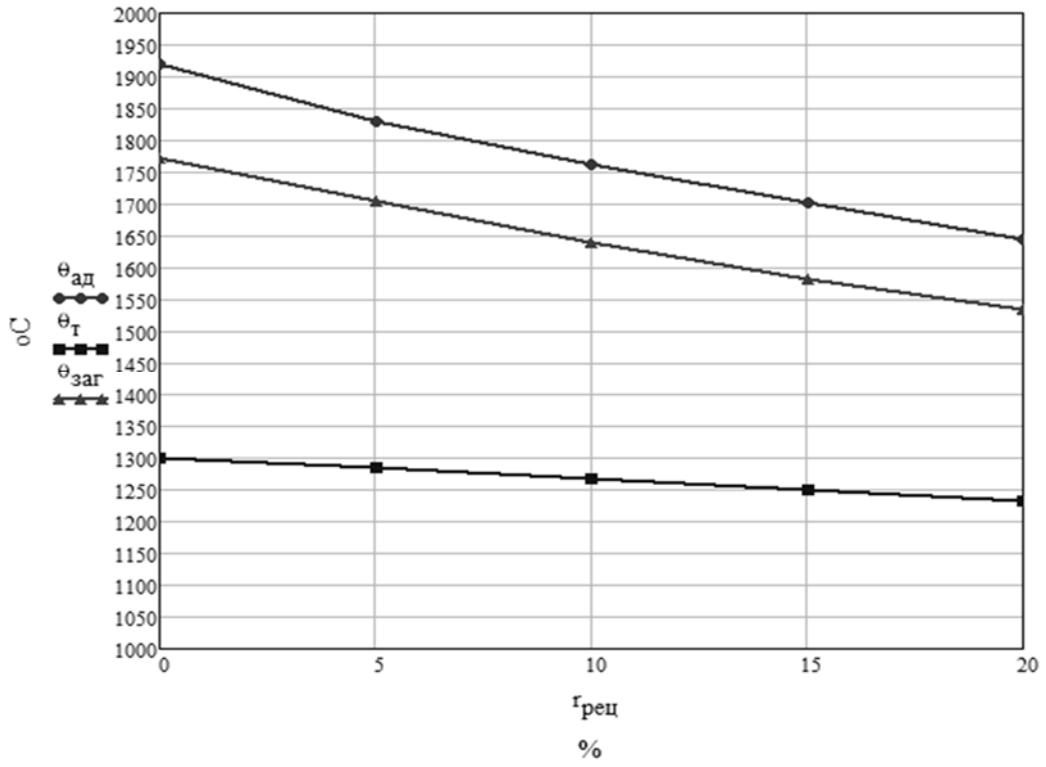


Рис. 1. Залежність температур: адіабатної $\theta_{ад}$, на виході з топки $\theta_т$, середньоінтегральної $\theta_{заг}$ від коефіцієнта рециркуляції $r_{рец}$

Встановлено, що температура відхідних газів котла підвищується на 11 ^oC, а температура газоповітряної суміші на вході в дуттєвий вентилятор – на 38 ^oC. Зростання втрати теплоти з відхідними газами призводить до зменшення коефіцієнта корисної дії котла з 89,2 до 88,7%, рис. 2.

Рециркуляція газів і підвищення температури газоповітряної суміші призводить до зростання продуктивності дуттєвого вентилятора на 36,5 %. Зі збільшенням коефіцієнта рециркуляції ступінь зниження викидів оксидів азоту сповільнюється, а ступінь підвищення газового опору котла зростає (рис. 3), що обумовлено квадратичною залежністю газового опору котла від швидкості газів.

При коефіцієнті рециркуляції до 15 % зниження викидів оксидів азоту досягає 44 %, а підвищення опору газоповітряного тракту котла становить прийнятну з економічної точки зору величину 25 %.

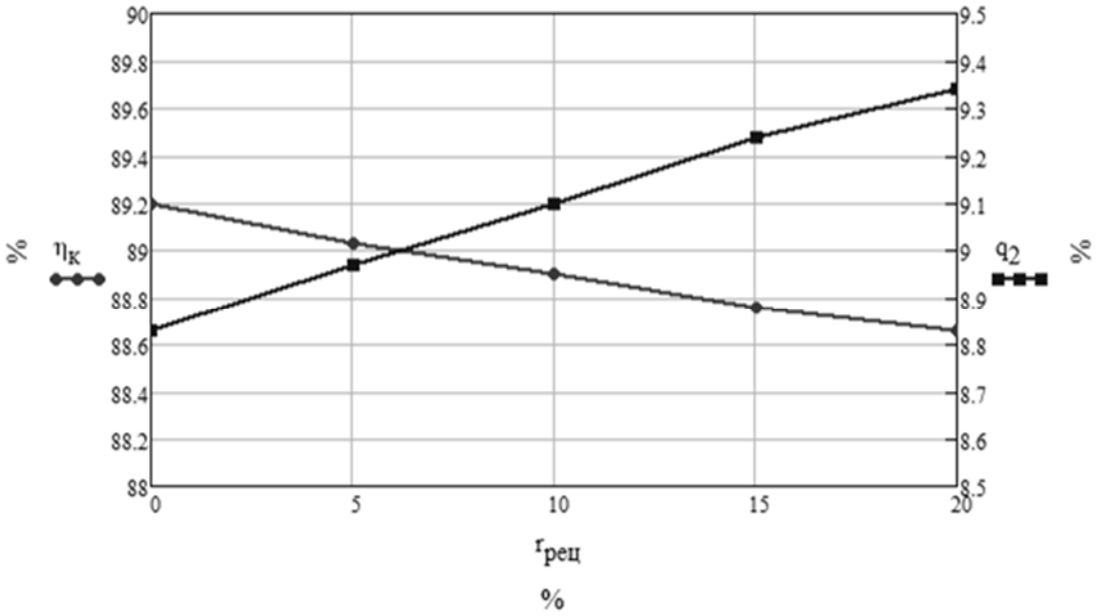


Рис. 2. Залежність коефіцієнта корисної дії котла ($\eta_к$) і втрати теплоти з газами (q_2) від коефіцієнта рециркуляції ($r_{рец}$)

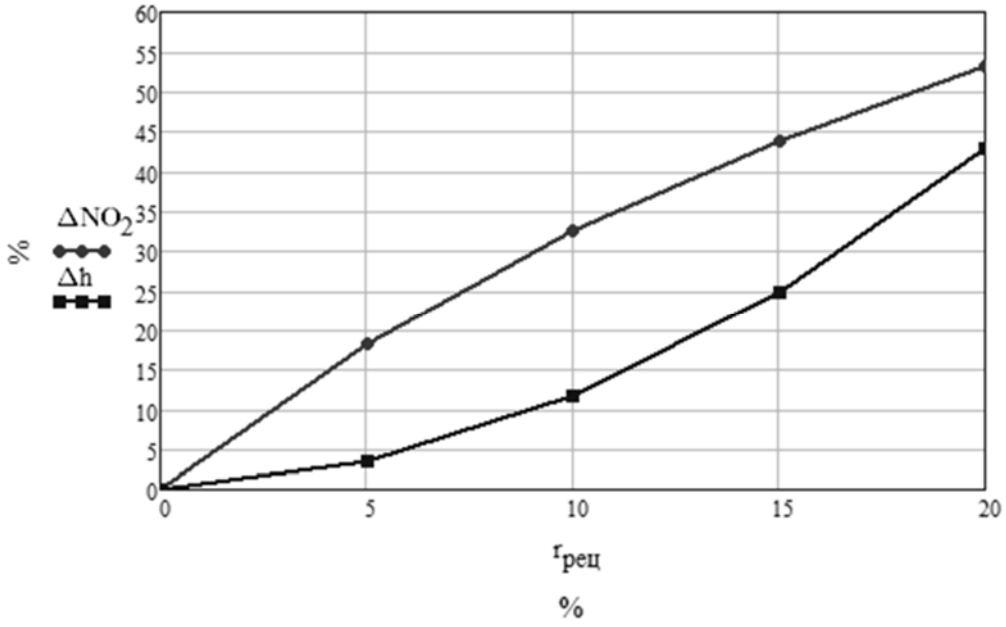


Рис. 3. Залежність зниження викидів окислів азоту (ΔNO_2) і підвищення газового опору котла (Δh) від ступеня рециркуляції газів в топку ($r_{рец}$)

Таким чином, за результатами дослідження було встановлено, що оптимальний ступінь рециркуляції газів знаходиться в межах 10...15 %, що відповідає зниженню викидів оксидів азоту в діапазоні від 33% до 44%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Єпіфанов, О. А. Конструкції суднових котлів. Навчальний посібник. Миколаїв: НУК, 2016. 198 с.

2. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). (1998). 3-е изд., переработанное и дополненное / РАО ЕС России, ВТИ, НПО ЦКТИ; [редкол.: А. А. Абрютин и др.]. СПб: Изд-во НПО ЦКТИ. 256 с.

3. Аэродинамический расчет котельних установок. (Нормативний метод). Л.: Энергия, 1977. 255 с.

4. Хряпченков, А. С. Судовые вспомогательные и утилизационные котлы: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Судостроение, 1988. 296 с.

5. РД 153-34.02.304-2003. Методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов тепловых электростанций. Москва: ОАО «ВТИ», 2003. 42 с.

Influence of flue gases recirculation on technical, economical and ecological indicators of ship auxiliary boiler performance

Yepifanov A. A.[1], Dymo B. V.[2], Patsurkovskyi P.A.[3], Yazlovetsky A.V.[4]
[1-4]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The aim of the work is to evaluate the impact of flue gases recirculation into the furnace on the technical, economic and ecological characteristics of the ship's auxiliary boiler. The recirculation coefficient in the range of 10 ... 15 % is recommended to choose on the basis of the study results. The given values of the recirculation coefficient correspond to an increase in the resistance of the gas-air path of the boiler by 25 %, as well as a decrease in nitrogen oxide emissions by 44 %. The research was carried out using the methods of computer simulation.

Keywords: ship auxiliary boiler; flue gases recirculation; nitrogen oxide emissions, fuel combustion, reduction of harmful emissions.

УДК 656.621.626

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНТЕГРАЦІЇ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З ІННОВАЦІЙНИМИ ПІДХОДАМИ РОЗБУДОВИ СУЧАСНОЇ РІЧКОВОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Козловський О. В.
здобувач ступеня доктора філософії PhD,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна
alex.kozlovskiy@gmail.com

Анотація: Україна іде в авангарді інноваційних змін пріоритетів у напрямі зміщення акцентів на види перевезень. Україна, підписавши Угоду про асоціацію з ЄС, зобов'язана виконувати ініціативи стратегії розвитку річкового транспорту на основі національної транспортної політики. Мета та основні цілі Стратегії чітко визначають перспективу розвитку внутрішнього водного транспорту України та створення конкурентоспроможного, безпечного і привабливого для бізнесу внутрішнього водного транспорту. Україна як держава, яка підтримує світові тенденції переходу до зелених технологій та екологічних методів управління глобальними технологічними процесами.

Ключові слова: зелені технології, річковий транспорт, інфраструктура, внутрішні водні шляхи, навколишнє середовище.

Євросоюз активізував напрям розвитку річкового транспорту протягом останнього десятиріччя. Україна іде в авангарді інноваційних змін пріоритетів у напрямі зміщення акцентів на види перевезень з огляду на необхідність досягнення в сучасній економіці держави глобальних стратегічних цілей, одна з яких – зменшення енергозалежності економіки країні. Другою ціллю є скорочення викидів парникових газів в атмосферу, а також забезпечення конкурентоспроможності української транспортної системи та високого рівня мобільності [1].

Стимулюючим фактором для української економіки є курс Європейської Комісії на розвиток внутрішнього водного транспорту у спосіб якомога ширшої його інтеграції в мультимодальні логістичні ланцюги і включення в Транс'європейську транспортну мережу TEN-T. Згідно з Білою книгою ЄС річковий транспорт повинен відігравати все більшу роль у перевезенні товарів у внутрішні регіони країн та у поєднанні європейських морів.

Україна, підписавши Угоду про асоціацію з ЄС, зобов'язана виконувати ініціативи, які направлені на розвиток внутрішнього водного транспорту (далі – ВВТ), а саме, вирішувати питання, що стосуються виконання, розробленої у співробітництві з ЄС, стратегії розвитку річкового транспорту на основі національної транспортної політики, включення річкового транспорту в систему мультимодальних перевезень та мережу пріоритетних транспортних маршрутів, імплементації до національного законодавства норм європейського права в галузі внутрішнього водного транспорту.

Ратифікація міжнародного нормативного документообігу сприятиме уніфікації правил міжнародних перевезень вантажів внутрішніми водними шляхами, що дозволить усунути перешкоди у здійсненні українськими перевізниками міжнародних вантажних перевезень та розширити їх участь у судноплавстві на європейських річках, зокрема на річці Дунай.

Існує низка тематичних директив ЄС: з питань функціонування ринку перевезень – Директива Ради № 96/75/ЄС про системи фрахтування та ціноутворення на національному та міжнародному внутрішньому водному транспорті Співтовариства; Директива № 2008/68/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 24.09.2008 р. щодо перевезення небезпечних вантажів внутрішніми шляхами; надання річкових інформаційних послуг – Директива 2005/44/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 7.09.2005 р. про гармонізовані річкові інформаційні служби (РІС) на внутрішніх водних шляхах Співтовариства, тощо.

Верховна Рада України ратифікувала Будапештську конвенцію про перевезення вантажів внутрішніми водними шляхами (ЗУ № 1229-VII від 17.04.2014 р.) ще у 2014 році. У цьому контексті Україна повинна активно продовжувати співробітництво з ЄС в рамках роботи Дунайської комісії. Україна, як країна, яка потребує фінансової підтримки, повинна вести діалог з ЕС щодо допомоги забезпечення джерел фінансування для виконання генплану та майстер-плану в рамках європейських структурних та інвестиційних фондів та Інструменту об'єднання Європи. Наразі держава отримала Стратегію розвитку внутрішнього водного транспорту України на період до 2031 року, яка повністю охоплює питання вирішення проблем внутрішніх водних шляхів та внутрішнього водного транспорту України. Стратегія розвитку внутрішнього водного транспорту України, яка була розроблена на виконання Закону України «Про внутрішній водний транспорт», є основою для планування розвитку ВВТ України. Також вона повинна забезпечити інтенсивний імпульс для впровадження загальнодержавної політики реформ та застосування принципів доброго врядування, включаючи розвиток інституційної спроможності та електронного врядування, боротьби з корупцією та прозорості. Відновлення належного функціонування ВВТ вимагає ефективних та технологічно вдосконалених внутрішніх водних шляхів та навігаційних засобів на річках, створення багатофункціональних портових хабів, допоміжної інфраструктури, а також наявності сучасного, енергоефективного та екологічного «зеленого» вантажного флоту. Ефективне використання внутрішніх водних шляхів України (далі – ВВШ) можливо за умови усунення вказаних в Стратегії основних проблем.

Мета та основні цілі Стратегії чітко визначають перспективу розвитку внутрішнього водного транспорту України та створення конкурентоспроможного, безпечного і привабливого для бізнесу внутрішнього водного транспорту, що повинно , в свою чергу, задовільнити потреби ринку вантажоперевезень.

Україна як держава, яка динамічно розвиває відносини з європейським економічним простором має перспективи найближчим реалізувати наступні кроки, а саме: побудувати сучасну інфраструктуру ВВТ, забезпечити економічно ефективну діяльність річкових портів, терміналів та підприємств річкового транспорту, для задоволення попиту на ринку вантажних та пасажирських перевезень; приділити окрему увагу створенню умов для ефективного

функціонування підприємств річкового транспорту та ремонту й модернізації шлюзів на річці Дніпро, зокрема для забезпечення максимального навігаційного періоду та збільшення пропускної спроможності; забезпечити поступовий перехід частки вантажів з автомобільного та залізничного транспорту на ВВТ.

Необхідно при цьому дуже ретельно відстежувати процеси інтеграції зелених технологій до інноваційних підходів розбудови сучасної транспортної, в тому числі, річкової та морської інфраструктури . Питання підвищення безпеки судноплавства, забезпечення безпеки людського життя на ВВШ відповідно до сучасних міжнародних стандартів, забезпечення механізмів швидкого реагування на будь-які питання щодо екологічних аспектів на ВВШ, таких як негайне реагування на викиди небезпечних речовин або забруднювачів повинні бути першочерговими при впровадженні плану реалізації Стратегії розвитку внутрішнього водного транспорту України на період до 2031 року.

Такі масштабні плани можливо реалізувати тільки при достатньому науковому та кадровому педагогічному потенціалі фахівців, які повинні , в свою чергу, забезпечити створення та ефективне використання навчальної та учбово-тренажерної бази для підготовки висококваліфікованого персоналу ВВТ, яка відповідатиме європейським стандартам; забезпечити лояльну інтеграцію основних українських судноплавних ВВШ до транс'європейських коридорів TEN-T [2].

Окремо необхідно відмітити, що Україна як держава, яка підтримує світові тенденції переходу до зелених технологій та екологічних методів управління глобальними технологічними процесами, активно та цілеспрямовано підходить до комплексного забезпечення процесів інноваційної «зеленої» розбудови секторів економіки. Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року чітко зазначила існуючі проблеми та сучасний стан довкілля в Україні. Першопричинами екологічних проблем України є, як вказано в Стратегії державної екологічної політики України на період до 2030: підпорядкованість екологічних пріоритетів економічній доцільності; неврахування наслідків для довкілля у законодавчих та нормативно-правових актах; переважання ресурсо- та енергоємних галузей у структурі економіки із здебільшого негативним впливом на довкілля, що значно посилюється через неврегульованість законодавства при переході до ринкових умов господарювання; фізичне та моральне зношення основних фондів у всіх галузях національної економіки; неефективна система державного управління у сфері охорони навколишнього природного середовища [3].

Таким чином, аналіз актуальних напрямів інноваційного розвитку держави показав, що вирішення глобальних завдань з одночасним збереженням національних пріоритетів можливе за умов впровадження екосистемного підходу в галузеву політику та удосконалення системи інтегрованого екологічного управління. В умовах підвищення ціноутворення на енергоносії необхідно вжити значних системних заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності, декарбонізацію та розвиток джерел відновлюваної енергетики. У переговорах з Євросоюзом щодо спільного фінансування процесів вдосконалення та модернізації транспортних перевезень, в тому числі, морських та річкових, важливим є акцентування уваги на розробленні та впровадженні комплексного підходу до вирішення визначених завдань з урахуванням інтеграції зелених технологій з інноваційними підходами розбудови сучасної річкової транспортної інфраструктури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Водный транспорт – владельцы и операторы Украины [Електронний ресурс] Режим доступу: http://fleetphoto.ru/owners/?rid=3.

2. Стратегію розвитку внутрішнього водного транспорту України на період до 2031 року [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://mtu.gov.ua/news/32856.html.

3. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року. *Закон України*. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text.

Analysis of green technologies integration possibilities with innovative approaches to development of modern river transport infrastructure

Kozlovskiy O. V.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

Abstract. Ukraine is at the forefront of innovative changes in priorities in the direction of shifting the emphasis on types of transportation. By signing the Association Agreement with the EU, Ukraine is obliged to implement the initiatives of the river transport development strategy on the basis of the national transport policy. The purpose and main goals of the Strategy clearly define the prospects for the development of inland water transport in Ukraine and the creation of a competitive, safe and attractive for business inland water transport. Ukraine as a country that supports global trends in the transition to green technologies and environmental management methods of global technological processes.

Keywords: green technologies, river transport, infrastructure, inland waterways, environment.

УДК 620.91:504.062

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАВУЧИХ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Літвак С.М.[1], Літвак О. А.[2]
[1]кандидат технічних наук, доцент
декан факультету екологічної та техногенної безпеки,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,
piskyn@mksat.net;
[2]кандидат економічних наук, доцент
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,
olya.litvak@gmail.com

Анотація. Проведено аналіз перспектив розвитку процесів використання плавучих сонячних фотоелектричних станцій в країнах світу. Обґрунтовано екологічні та інші переваги плавучих сонячних електростанцій у порівнянні з наземними електростанціями. Наявність води сприяє підтримці прийнятної робочої температури сонячних панелей і дозволяє мати більш високий їх ККД.

Ключові слова: сонячне випромінювання, плавучі сонячні електростанції, водні об’єкти, фотоелектричні панелі, потужність, екологічні переваги.

В сучасних умовах одним з перспективних напрямків, що дозволяє значно підвищити ефективність енергозбереження, є розвиток використання поновлюваних джерел енергії. В області сонячної енергетики найбільш перспективними визнані сонячні фотоелектричні станції з прямим перетворенням сонячного випромінювання в електроенергію за допомогою сонячних батарей з кристалічного або аморфного кремнію.

Метод фотоелектричного перетворення сонячного випромінювання забезпечує: максимальну екологічну чистоту процесу перетворення енергії; можливість отримання енергії практично в будь-якому районі; значний термін експлуатації сонячних батарей; не високі витрати на обслуговування сонячної електростанції [1].

Важливою обставиною є той факт, що сонячні фотоелектричні установки відрізняються відносною простотою конструкції, низькою металомісткістю, можуть працювати з однаковою ефективністю в будь-якому діапазоні потужності і на будь-якій географічній широті. Труднощі в практичній реалізації будівництва сонячних електростанцій обумовлені насамперед високою вартістю фотоперетворювачів [2].

Дефіцит земельних ресурсів і неухильне зростання цін на землю змушує звертати увагу на новий вид електростанцій – це плавучі сонячні фотоелектричні станції, які можна розташовувати на поверхні водоймищ, озер, заток і інших водних об'єктів. Всесвітній банк (The World Bank) у 2018 р. випустив звіт «Where Sun Meets Water», в якому мова йде саме про плавучі сонячні електростанції. Станом на вересень 2018 року встановлена потужність плавучих сонячних електростанцій у світі склала приблизно 1,1 ГВт. Відбулося значне зростання потужностей у 2017-2018 роках порівняно із 2014 р, коли загальна встановлена потужність плаваючих сонячних електростанцій у світі склала всього 10 МВт (рис. 1).

За підрахунками авторів звіту від The World Bank світовий потенціал розвитку плавучих сонячних станцій становить приблизно 400 ГВт. В такому випадку фотоелектричними модулями буде покрито 1% поверхні внутрішніх штучних водойм. Якщо ж задіяти для цих цілей 10% їх площі, потенціал, відповідно, зросте в 10 разів – до 4044 ГВт [3].

Країни з обмеженими земельними ресурсами зацікавлені у впровадженні зазначених енергетичних об'єктів. Безумовним лідером у розвитку плавучих сонячних електростанцій вважається Японія. Ця країна володіє передовими технологіями і перша почала розвивати цей напрямок енергетики. Останні роки досить активно розпочалося спорудження плавучих сонячних фотоелектричних станцій в Китаї, Великобританії, США, Бразилії, Індії. Плавучі електростанції також побудовані в Австралії, Кореї, країнах Південно-Східної Азії. Останній регіон представляє найбільший інтерес для їх будівництва і вважається досить перспективним.

Рис. 1. Встановлена потужність плавучих сонячних електростанцій у світі за 2012-2018 роки

Плавуча сонячна електростанція – це комплект сонячних панелей, закріплених на плаваючих платформах. Існують, деякі обмеження, головне з яких стосується типу водної гладі. Для облаштування сонячних електростанцій краще підходять внутрішні водойми, на яких хвильові навантаження протягом року зведені до мінімуму.

Фотоелектричні панелі встановлюються на великих водоймах, таких як резервуари для питної води, кар'єри, озера, іригаційні канали, очисні водосховища тощо. Це особливо корисно для підприємств, робота яких так чи інакше одночасно пов'язана і зі споживанням електроенергії і з водоймами: очисні споруди, водосховища, молочні та рибні ферми, оранжереї – вони просто не можуть дозволити собі витрачати зайві площі на землі, проте цілком здатні виділити частину площ на поверхні води [4].

Таким чином, популярність плавучих сонячних електростанцій зростає з кожним роком. Відповідно, у порівнянні з наземними електростанціями плавучі сонячні електростанції мають ряд наступних переваг, в тому числі і екологічних:

- станції не займають земельних ділянок, придатних для вирощування сільськогосподарських культур або для будівництва, що дуже важливо для країн з високою щільністю населення і обмеженими територіями;

- енергетична ефективність панелей плавучих сонячних електростанцій вище, ніж наземних на 11%. Це пов'язано з тим, що сонячні панелі і вся система краще працюють, коли вони охолоджені. Температура над водною поверхнею зазвичай нижче, ніж над ґрунтом, тому теплообмінні процеси відбуваються інтенсивніше. Вода охолоджує електроніку і фотоелементи;

- поверхня води відбиває потоки сонячного світла, тим самим збільшуючи інсоляцію фотоелементів сонячних батарей. Це збільшує ККД панелей і зберігає можливість генерації електроенергії навіть в похмуру погоду;

- плавучі станції є мобільними. Модулі можна швидко розібрати і перемістити в іншу частину водойми;

- можна розміщувати на водосховищах питної води, каналах іригаційних систем, навіть на очисних спорудах. Існують рекомендації щодо комбінування плавучої сонячної станції і споруд гідроенергетики. Займаючи невелику частку площі водосховищ, утворених греблями ГЕС, плавучі сонячні електростанції можуть значно підвищити продуктивність. Таким чином, ці дві технології ідеально доповнюють одна одну;

- електростанцію можна розмістити поблизу споживача. При цьому немає потреби у транспортуванні електроенергії на великі відстані, що вигідно для віддалених, важко-доступних регіонів;

- плавучі платформи для сонячних батарей знижують площу випаровування поверхні водоймища, що запобігає втратам води і є дуже важливим для посушливих регіонів;

- тінь від плавучих платформ обмежує світловий потік, що уповільнює процеси розмноження водоростей;

- плавучі електростанції виробляються з екологічно чистих матеріалів, що не погіршує якість води.

Серед недоліків плавучих сонячних фотоелектричних станцій треба відзначити необхідність використання водостійкого електрообладнання. Оскільки, вода, як агресивне середовище, може викликати корозію металевих елементів сонячних панелей. Найбільш стійкими до руйнівної дії корозії є плавучі платформи, виконані з полімерних матеріалів. Такі конструкції являють собою великогабаритні модулі, виготовлені без швів, методом ротаційного формування. Термін служби зазначеного обладнання – до 50 років.

Деякі екологічні асоціації висловлюють побоювання, що цінні водні об'єкти можуть бути задіяні під установку плавучих сонячних систем, і тому важливо забезпечити, щоб використовувані водойми чи їх ділянки були або деградованими, або вже існуючими штучними водоймами [5]. Ще одним спірним питанням є позиція, згідно з якою водна флора і фауна може бути порушена подібними установками в результаті підвищення температури води у водоймі.

Висновки. Система плавучої сонячної електростанції легко налаштовується під будь-яку конфігурацію мережі, не вимагає ніякого особливого обслуговування, а наявність води сприяє підтримці прийнятної робочої температури панелей і дозволяє мати більш високий їх ККД.

Всі перелічені переваги сприяють подальшому розвитку процесу використання сонячного випромінювання як джерела енергії, що дозволить зменшити обсяг викидів парникових газів і скоротити негативні ефекти зміни клімату на планеті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Олійник Ю.С. Використання сонячних батарей в сучасних умовах. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2018. Том 29(68) № 2. С. 220–224.

2. Солнечные фотоэлектрические станции: перспективы, особенности работы и расчёта экономической эффективности / Усков А.Е., Дайбова Л.А. и др. Научный журнал КубГАУ. 2015. №114(10). URL: http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/69.pdf.

3.Where Sun Meets Water. Floating Solar Market Report. World Bank Group, ESMAP and SERIS. 2018. 24 p.

4. Плавучі сонячні електростанції: переваги та перспективи розвитку. Rentechno. URL: https://rentechno.ua/ua/blog/floating-solar-panels-market.html

5. Плавучие солнечные электростанции. URL: http://electricalschool. info/energy/2180-plavuchie-solnechnye-elektrostancii.html.

Ecological aspects of using floating solar photovoltaic stations

Serhiy Litvak[1], Olga Litvak[2]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The analysis of prospects of development of processes of use of floating solar photovoltaic stations in the countries of the world is carried out. Ecological and other advantages of floating solar photovoltaic stations in comparison with terrestrial power plants are determined. The presence of water helps maintain an acceptable operating temperature of solar panels and allows you to have a higher efficiency.

Keywords: solar radiation, floating solar photovoltaic stations, water bodies, photovoltaic panels, power, environmental benefits.

УДК 504.060:620

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ТА ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТЕРИТОРІЙ

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. Розглянуто інноваційні технології забезпечення стійкого розвитку та захисту навколишнього середовища. Показана актуальність технічних та організаційних інновацій. Для підвищення ефективності енергетичних перетворень в симбіозах запропоновано енергетичні потоки акумулювати роздільно, розташовуючи акумулятори анергії в місцях генерації, акумулятори ексергії - в місцях споживання енергії.

Ключові слова: стійкий розвиток, захист навколишнього середовища, інноваційні технології, джерела енергії, акумулятори енергії.

Вступ. У другій половині XX століття на стику екологічних і економічних наук виник цілий ряд нових наукових підходів до природокористування. Протягом останніх десятиліть була усвідомлена необхідність збалансованого розвитку економічних, соціальних і екологічних процесів.

Ще в 1983 р Всесвітня комісія з навколишнього середовища і розвитку (WCED) визначила поняття сталого розвитку як «процесу економічних і соціальних змін, при якому природні ресурси, спрямування інвестицій, орієнтація науково-технічного прогресу, розвиток особистості

та інституційні зміни узгоджені між собою і зміцнюють поточний і майбутній потенціал для задоволення людських потреб» [1].

В даний час термін «сталий розвиток» часто трактується по-різному. Стало доцільним приймати власну стратегію сталого розвитку не тільки на рівні держави, а й на рівні окремого регіону, населеного пункту та підприємства з відповідними системами цілей сталого розвитку, засобів їх досягнення та моделями економічного розвитку.

Метою роботи є обґрунтування шляхів та вибору засобів забезпечення стійкого розвитку підприємств, промислових та урбанізованих територій, регіонів та захисту навколишнього середовища.

Основна частина. Останнім часом значного поширення набули моделі зеленої економіки, синьої, низьковуглецевої, біоекономіки та інші економічні моделі, пов'язані з урахуванням екологічних факторів, в тому числі і гібридні моделі, наприклад, модель циркулярної біоекономіки. Нові моделі економіки поступово приходять на зміну традиційної моделі лінійної економіки. Наприклад, Паризька хартія по клімату націлює всі держави на перехід до низьковуглецевої економіки. Європейське співтовариство прийняло програми розвитку «зеленої», циркулярної і біоекономіки на період до 2030-2050 рр. Перехід до нових економічних моделей намічений і в Україні, однак реалізується низькими темпами.

З урахуванням регіонального різноманіття, очевидно, в Україні доцільно реалізовувати різні моделі. Але їх ефективне впровадження можливе тільки при постійних інноваціях як організаційного так і технічного характеру.

У багатьох промислових вузлах і регіонах України економіка може бути реалізована по замкненому циклу, циклічно. Моделі циркулярної економіки передбачають повторне використання матеріалів, з такою організацією ланцюгів створення вартості, при якій відходи одного ланцюга стають ресурсами для іншого ланцюга, знижуючи сукупну залежність від нових видів сировини. При цьому вважається, що найбільш перспективною формою організаційно-економічної взаємодії між різнорідними підприємствами є промислові симбіози [2,3,4].

Економічні відносини симбіотичного типу можуть носити регіональний, галузевий (внутрішньогалузевий і міжгалузевий) і регіонально-галузевий характер. Такі новітні утворення в економіці відрізняються великою різноманітністю. Відомі симбіози промислових, сільськогосподарських, лісотехнічних та інших виробництв, аграрно-індустріальні, учбово-науково-виробничі, виробничо-туристичні та інші симбіози. Симбіотичне об'єднання різнорідностей створює ефекти (прямі і непрямі) синергетичної дії. В симбіозах ефективно інтегруються традиційні та альтернативні види енергетики та промислових технологій. При цьому зростає ефективність використання речовинних та енергетичних ресурсів, зменшується техногенний вплив на навколишнє середовище, в цілому покращується природокористування.

В 2005 р. британська компанія International Synergies запропонувала програму NISP (National Industrial Symbiosis Programme), до якої за сім років приєдналось більше 15 тис. компаній. Промислові симбіози існують в Великобританії, Данії, Швеції, Германії, Франції, США, Китаї, Бразилії, Південній Кореї, Індії та інших країнах [2].

Україна має більш активно впроваджувати передовий світовий досвід.

Наприклад, в сільському і лісовому господарстві з успіхом можуть використовуватися біоекономічні моделі.

Великий потенціал розвитку в Україні має біопаливна енергетика, яка може використовувати відходи сільського та лісового господарств, або спеціально вирощену деревину.

Переваги біопаливної енергетики відомі, проте відомі і її недоліки. Економічна рентабельність та екологічна ефективність біопаливної енергетики може бути забезпечена на основі мінімізації витрат енергії на власні потреби і економного витрачання сировини. Зазначимо також, що просторово-часові особливості розміщення об'єктів і суб'єктів біопаливної енергетики, а також природно-кліматичні особливості є такими, що в Україні потенціал біопаливної енергетики може бути в повній мірі реалізований тільки при інноваційному підході до її організації.

Відомо, що ефективна генерація енергії з альтернативних джерел потребує наявності систем акумулювання енергії. В симбіозах можливе використання таких накопичувачів енергії, як: акумулятори термохімічно модифікованого палива (у тому числі біопалива), теплові акумулятори, гідроакумулюючі станції, акумулятори енергії стиснутих газів, електричні батареї і конденсатори, акумулятори механічної енергії (супермаховики).

Безумовно для широкого та ефективного використання біопаливних ресурсів необхідні розробки нових зразків техніки для виробництва електроенергії на основі полігенерації і енерготехнологій.

Однак не менш актуальними є і логістичні технології [4]. Логістичне управління в біопаливній енергетиці слід розглядати як безперервну інновацію, засіб мінімізації витрат, забезпечення заданої якості товарів і послуг, оптимізації речових, енергетичних, інформаційних, фінансових та інших сервісних потоків. Незаперечні переваги можуть бути отримані в разі розвитку біопаливної енергетики України в рамках єдиної національної логістичної системи адаптивного типу зі зворотним зв'язком, яка виконує еколого-економічні функції (включаючи відтворення ресурсів, екологічну безпеку та ін. функції).

Перспективною для України є синя економіка, яка може розвиватися на прибережних територіях, Азовському і Чорному морях в таких секторах економіки як суднобудування, судноплавство, вилов і переробка морепродуктів, аквакультура, видобуток корисних копалин і вітроенергетика на шельфі, портове господарство, морський туризм.

Симбіотичні підходи можуть застосовуватись і на транспорті. Наприклад, на річкових суднах застосування альтернативних джерел енергії може значно скоротити загальні обсяги викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Для симбіотичної організації флоту енергетичні перетворення слід здійснювати так, щоб можна було б найбільш раціонально використовувати утворювані при цьому потоки як ексергії, так і анергії. Доцільно енергетичні потоки акумулювати роздільно, розміщуючи та використовуючи акумулятори анергії на берегових об'єктах, а акумулятори ексергії - на суднах. Оскільки на судах споживається переважно механічна або електрична енергія, то в суднових енергоустановках, оснащених акумуляторами ексергії, втрати тепла будуть мінімальні. Для досягнення найвищої енергоефективності доречно генерацію енергії (ексергії) і зарядку суднових акумуляторів здійснювати на березі, де є необхідні споживачі теплоти (анергії).

Таке рішення знімає обмеження на застосування на суднах енергії від будь-яких джерел, в тому числі від сонячно-вітрових та біопаливних . До того ж симбіози суднового та берегового енергетичного обладнання можуть виступати елементами регулювання добової нерівномірності електрогенерації в ОЕС України.

Показано, що симбіотичні рішення частково можуть бути впроваджені уже на звичайних річкових суднах, але більш ефективним є їх застосування на спеціальних складових суднах. При цьому в залежності від типу судна доля альтернативних джерел енергії може досягати 30-50 % і більше.

Висновки. Впровадження інноваційних технологій, нових організаційно-технічних рішень симбіотичного типу, спрямованих на підвищення інтеграції промислових, транспортних і енергетичних підприємств, дозволяє реалізувати маловідходне енергоефективне виробництво, що забезпечує зменшення питомих витрат природних ресурсів з одночасним зниженням техногенних навантажень на навколишнє середовище територій.

ЛІТЕРАТУРА

1. WCED (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. United Nations. Retrieved from http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf

2. Преображенский, Б. Г., Толстых Т.О., Шмелева Н.В. Промышленный симбиоз как инструмент циркулярной экономики. Регион: системы, экономика, управление. − 2020. − № 4 (51). − С. 37−48.

3. Мацевитый Ю. М., Соловей В.В., Воловина Т.В. Интегрированные технологии – методологическая основа индустриального симбиоза. Экология и промышленность. – 2005. – № 2. – С. 23-26.

4. Гриценко А. В., Соловей В.В. Роль інноваційних технологій індустріального симбіозу у вирішенні проблеми техногенної безпеки територіально-промислових комплексів. Вестник ХНАДУ. – 2010. – №4 (51). – С. 167 – 172.

Innovative technologies for sustainable regional development and environmental protection of territories

Marinets O. M.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Innovative technologies for sustainable development and environmental protection are considered. The relevance of technical and organizational innovations is shown. To increase the efficiency of energy transformations in symbioses, it is proposed to accumulate energy flows separately: energy accumulators - in the places of generation, exergy accumulators - in the places of energy consumption.

Key words: sustainable development, environmental protection, innovative technologies, energy sources, energy accumulators.

УДК 54(54.1244)

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАНОМАТЕРІАЛІВ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Прасова Н. В., Мельничук С. С, Бондар.А.О.
студентка 3 курсу,
E-mail: nadiaprasova@gmail.com
науковий керівник, канд. біол. наук, доцент,
E-mail: s.s.melnychuk87@gmail.com
науковий керівник, доцент,
E-mail: lady.alla2707@gmail.com
Миколаївський Національний Аграрний Університет
м. Миколаїв,Україна

Анотація. Ситуація, що склалася внаслідок Чорнобильської катастрофи, спричинила свого часу пожвавлення наукового інтересу до вивчення патоморфозу, а саме – особливостей перебігу різноманітних захворювань у потерпілих категорій населення. На підставі результатів багаторічних комплексних досліджень впливу на людський організм чинників катастрофи доведено, що малі дози низької інтенсивності техногенних забруднювачів довкілля зазвичай діють не так, як великі, тобто без збереження залежності "доза-ефект". Значна користь очікується від застосування нанотехнологій в області охорони довкілля – це, насамперед, розробка і впровадження високоефективних фільтрів для виробничих відходів, можливість „консервування" небезпечних об'єктів спорудами із надміцних матеріалів, використання наночипів та наносенсорів, а також створення прогресивних технологій енергозбереження.

Ключові слова: Нано-, наночастини, дослідження, хімія, дрібнодисперсні, об'єкти, біологічно, вплив, токсичність, техногенний.

Із прогресуючим розвитком науково-технічного прогресу живі організми постійно зазнають впливу екзогенних полютантів.

На сьогодні в Україні, як і в усьому світі, зростає увага до розвитку нанотехнологій. Однак мало дослідженими залишаються питання впливу нанопродуктів на розвиток організмів. У зв'язку з розвитком технологій одержання та використання наноматеріалів, які через особливі фізичні, хімічні та механічні властивості здатні завдавати непрогнозованого впливу на біологічні об'єкти, виникає необхідність розгляду підходів щодо формування методології ідентифікації, токсикологічних досліджень та оцінки ризиків для організму людини і навколишнього середовища при виробництві та застосуванні речовин в нанорозмірному стані [1, с.588]. При цьому існують певні труднощі у виявленні ступеню токсичності тих чи інших нанопродуктів, а саме – токсичність наночастинок може бути оцінена порівняно з аналогами у дрібнодисперсній формі, оскільки токсикологічні властивості наноматеріалів є результатом не лише їх хімічного складу, а й зміни поверхневих характеристик, хімічної реактивності, форми тощо.

Зацікавленість всього світу цим питанням підтверджується проведенням численних досліджень. Зокрема, наприклад, було висловлено припущення, що для клінічних та токсикологічних досліджень наноматеріалів обмежено прийнятними є методичні підходи, винайдені для оцінки впливу малих доз низької інтенсивності техногенних забруднювачів довкілля. На підставі результатів багаторічних комплексних досліджень впливу на організм техногенних полютантів, що вивільнилися і розсіялися у довкіллі під час аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС), доведено, що малі дози низької інтенсивності техногенних забруднювачів довкілля зазвичай діють не так, як великі, тобто без збереження залежності "доза-ефект" [2; 3, с.160.; с.50]. Малі дози низької інтенсивності техногенних забруднювачів довкілля та наночастинки володіють спільними властивостями: реакційно велика здатність, кумулятивні ефекти, висока проникаюча спроможність щодо клітинних та субклітинних мембран, утворення вільних радикалів й активних форм кисню, здатністю до взаємодоповнюючої та взаємопідсилюючої дій з іншими контамінантами, можливістю передачі по харчовим ланцюжкам.

Отже, наночастинки демонструють відмінні від частинок такого ж хімічного складу, але більшого розміру, фізико-хімічні і, прогнозовано, токсикологічні властивості. Тому загальноприйняті токсикологічні методології визначення токсичності речовини є неприйнятними для наноматеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шпак А.П., Куницкий Ю.А., Карбовский В.Л. Кластерные и наноструктурные материалы. – Киев: Академпериодика, 2001. – 588 с.

2. Методичні засади розпізнавання патології, індукованої чинниками Чорнобильської катастрофи, для встановлення факту інвалідизації: посібник / За ред. В.П. Терещенко – К.: Медінформ, 2005. – 160 с.

3. Окремі питання верифікації медико-біологічних наслідків техногенних інцидентів: методичні рекомендації / В.П. Терещенко, В.А. Піщиков, О.М. Науменко та ін. – К.: МОЗ України, 2006. – 50 с.

Features of research of influence of nanomaterials on biological objects

Prasova N.VMelnychyk S.S., Bondar.A.O.

Abstract. The situation resulting from the Chornobyl catastrophe led to a revival of scientific interest in the study of pathomorphosis, namely - the peculiarities of the course of various diseases in the affected categories of the population. Based on the results of many years of comprehensive studies of the impact of catastrophic factors on the human body, it is proved that small doses of low-intensity man-made pollutants usually do not work as large, ie without maintaining the dose-effect relationship. Significant benefits are expected from the use of nanotechnology in the field of environmental protection - first of all, the development and implementation of high-efficiency filters for industrial waste, the ability to "preserve" hazardous objects with high-strength materials, the use of nanochips and nanosensors, and advanced energy saving technologies.

Keywords: Nano-, nanoparticles, research, chemistry, fine, objects, biological, impact, toxicity, man-made.

Секція № 7. ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ

UDC 629.12.066

RESEARCH ON FAULT DIAGNOSIS OF SHIP POWER STATION BASED ON RANDOM FOREST

Chen Guan Yu[1], Chen Ning[2]
[1]Engineer of Software design, R&D Department,
SaierNico Electric & Automation Ltd.,
Zhenjiang, Jiangsu, China;
[2]Professor, School of Energy and Power,
Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang, Jiangsu, China

Abstract. BP neural network is widely used in the fault diagnosis of ship power plants, but the BP neural network algorithm has the problems of slow convergence speed and low diagnostic accuracy. This paper proposes a random forest-based ship power plant diagnosis model. First, build a ship power plant fault model in Simulink, obtain ship power plant fault data by simulating in Simulink, and then analyze the ship forest power plant fault diagnosis principle of random forest algorithm, establish a random forest ship power plant fault diagnosis model and BP neural network in MATLAB Fault diagnosis model of ship power station. Finally, by comparing the results of random forest algorithm and BP neural network algorithm diagnosis. The results show that the fault diagnosis model of ship power plant based on random forest can significantly improve the efficiency and accuracy of ship power plant fault diagnosis.

Key words: Random forest; Ship power station; Fault diagnosis; Simulink

Ship power station provides stable power to ship power system, auxiliary system and lighting system, etc. With the increase of ship load capacity and type, the structure of ship power station becomes more and more complex, so the stable operation of ship power station is put forward higher requirements. The fault diagnosis of ship power station is significance to the safe operation of ship power station. The complexity of load type and line brings more difficulty to diagnose ship power station's faults. At present, BP neural network is widely used in ship fault diagnosis. It is a search algorithm using gradient descent, and It has the characteristics of simple structure, strong plasticity, strong adaptive ability, suitable for complex pattern recognition of multiple faults, so it is widely used in ship fault diagnosis. But the gradient descent method of BP neural network sometimes converges slowly, and It is easy to fall into the problem of local minimum point. These disadvantages bring low diagnosis efficiency and low diagnosis accuracy to ship fault diagnosis. This paper provides a fault diagnosis model of ship power station based on random forest algorithm. It is a classification algorithm based on Bagging thought and decision tree, with fast training speed and high classification accuracy. It can effectively improve the problems of slow training speed and low fault diagnosis accuracy of BP neural network [1].

1. ESTABLISHING THE SHIP POWER STATION FAULT SIMULATION MODEL

In this paper, based on the structure and working principle of the ship power station, the ship power station fault simulation model is established by using Simulink in MATLAB [2]. The ship power station consists of prime motor, governor, generator, excitation system and load. The prime motor of the ship power station generally adopts diesel engine, and It's type is selected according to the ship load. The parameters of the ship power station model in this paper are collected from the "Sansha no. 1" supply ship which is build by our contury. In this paper, the model of the diesel engine governor adopts the second-order model, the generator model adopts the synchronous motor model in the Simulink

component library. Because the capacitive load on the ship is less, the load in this paper is the load model of the power factor lag in the Simulink component library. The merging module of two generator sets is built according to the principle of generator merging. By comparing with the data of the real ship power station, the simulation data of the ship power station fault simulation model established meets the requirements [3-5].

Due to the complex structure of ship power station, there will be many kinds of faults during operation. In this paper, we choose the normal working mode and six fault modes of two generators for simulation. The six fault modes are DG1 single-phase ground fault, DG1AB phase short circuit, DG1 three-phase ground short circuit, DG2 single-phase ground fault, DG2AB phase short circuit and DG2 three-phase ground short circuit. The simulation model of ship power station fault is shown in Figure 1.

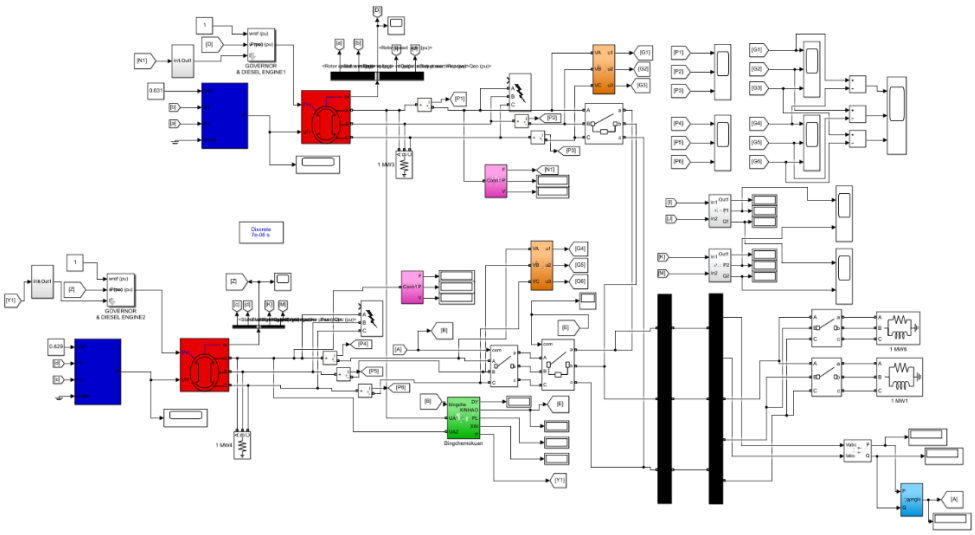


Fig. 1. Fault simulation model of ship power station

2. PRINCIPLE OF RANDOM FOREST ALGORITHM

2.1. The decision tree

Random forest algorithm (RF algorithm) is a machine learning algorithm based on bagging idea, It's basic unit is decision tree, and random forest is composed of multiple decision trees.

A decision tree is a tree structure composed of root nodes, split nodes and leaf nodes. Each split node represents a test on a feature property, each branch represents the output of that feature property on some range, and each leaf node belongs to a category.

The decision-making process of using decision tree is to start from the root node, test the corresponding feature attribute in the item to be classified, select the output branch according to its value, and reach the leaf node, and take the category stored in the leaf node as the final decision result. As shown in Figure 2, in the decision tree structure, T1 is the split node, which is divided into T2 and T3 according to different attributes. After multiple splits, the leaves of N1-n5 are finally obtained, and n1-n5 is the result value according to different categories [6].

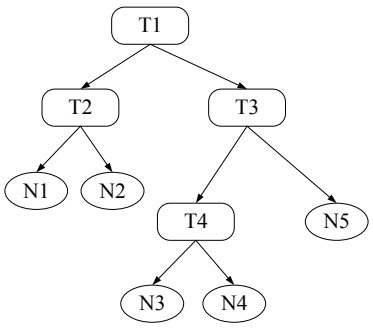


Fig. 2. Decision tree structure

2.2. BAGGING THOUGHT

Bagging is an integrated thought, which uses multiple weak learning models to obtain a strong learning model. As shown in Figure 3, this thought is to randomly sample m new samples set each time from m training sets, and then build a weak learner on each new sample set to get T weak learners. These weak learners are not correlated with each other. Finally, T weak learners are integrated into strong learners to get the final model [7].

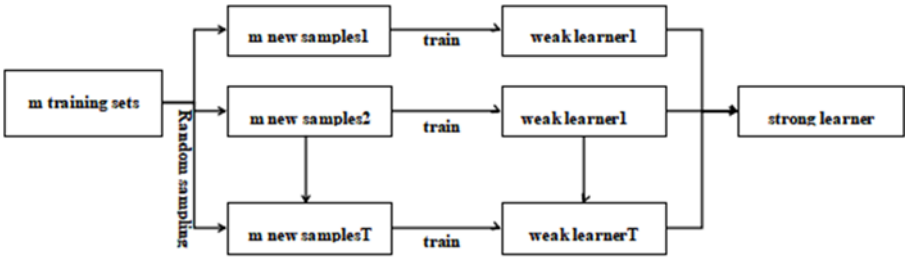


Fig. 3. The principle of bagging

2.3. RANDOM FOREST ALGORITHM

Random forest algorithm is a special kind of Bagging + CART decision tree method, the random select special CART decision tree in the forest is weak study. Random forests made improvements for the establishment of a decision tree. An ordinary decision tree will select the optimal feature among all n sample features on the node to make the left and right subtree division of the decision tree, but random forests by randomly choose nodes on the part of the sample characteristics, this number is less than n, set as n_t, then in the random selection of n_t each sample characteristics, choosing an optimal feature to make the decision tree of left and right subtrees partition, so that further enhance the generalization ability of the model. The general n_t is smaller, the variance of the model is smaller, and the fitting degree of its training set will become lower. So it is necessary to select appropriate n_t to make the model better.

The application steps of random forest algorithm are as follows:

(1) Select sample set D as input, $D = \{(x, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3) \ldots\ldots (x_m, y_m)\}$, the iteration times of this weak learner is T;

(2) The sample set is randomly sampled, and the random sampling times t= 1,2,3... T, m samples are randomly selected each time to obtain sample D_t;

(3) The obtained sample Dt is used for training in the CART decision tree model $Gt(x)$, that is to say, learning is carried out in the t weak learner.

(4) Output the final strong learner $f(x)$.

The classification effect of random forest is determined by the classification ability of each tree in the random forest and the correlation between decision trees. The stronger the classification ability of each tree, the better the classification effect will be; the greater the correlation between decision trees, the worse the classification effect will be. For the selection of feature quantities, the more feature quantities, the greater the correlation between the classification ability of each tree and the decision tree, so the selection of feature quantities is crucial to the final classification effect.

Advantages of random forest :(1) higher accuracy, compared with BP neural network algorithm, the accuracy of random forest is higher; (2) It can process the sample data of high dimension and does not need to reduce the dimension of the sample data; (3) It has strong tolerance for sample data and can deal with the classification and prediction of big data; (4) The generated unbiased error can be obtained internally [8].

3. RANDOM FOREST FAULT DIAGNOSIS PRINCIPLE OF SHIP POWER STATION

The essence of random forest fault diagnosis for ship power station is to classify different types of faults and get the fault types by analyzing the characteristic data of different types of faults. The extraction of feature quantities is one of the key factors in the fault diagnosis of random forest, so it is necessary to extract appropriate feature quantities from numerous state information data

of ship power stations, and the selected feature quantities can accurately reflect the types of faults. After selecting appropriate characteristic data, the characteristic data is sorted out. The sorted data is used as the input of random forest algorithm, and the fault type is used as the output of random forest diagnosis algorithm. In the random forest algorithm, a large number of characteristic data need to be trained for many times to finally get a more stable random forest ship power station fault diagnosis model. This accuracy of the model can be tested by testing sample data. The principle of random forest training is shown in Figure 4.

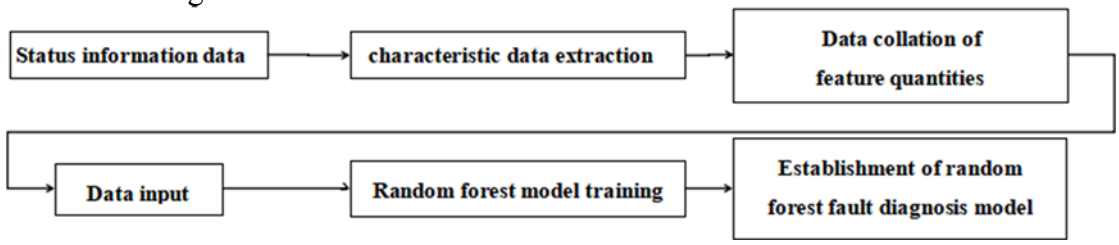


Fig. 4. Schematic diagram of random forest training

4. FAULT DIAGNOSIS MODEL OF SHIP POWER STATION BASED ON RANDOM FOREST

4.1. EXTRACTION OF FEATURE QUANTITIES

Based on Simulink simulation test of ship power station simulation model, in different fault conditions, the generator of three-phase voltage, three-phase current, frequency can obviously reflect the working status of the generator, so choose the three-phase voltage, three-phase current and frequency of the generator as a characteristic, two generator characteristics, a total of 14. Different fault models are simulated in Simulink. During the simulation, the three-phase voltage, three-phase current and frequency simulation data of two generators are output and saved. The three-phase voltage, three-phase current and frequency data of the generator are processed in MATLAB [8-9], and the relatively stable three-phase voltage, three-phase current and frequency data are selected as the inputs of the random forest algorithm.

Firstly, four operation modes of ship power station are simulated respectively, and the output of three-phase voltage, three-phase current and frequency of two generators are saved. Three phase voltage, three phase current and frequency data of 10000 stable generators are selected from each set of model simulation data. For the ship power station and two generators, the normal mode and six failure modes are respectively represented by 1-7 numbers, and the specific sample data quantity is selected as shown in Table 1.

Table 1 Types of faults, number of samples and fault numbers of marine power stations

The fault types	Sample size	Fault Type Number
Normal	10000	1
DG1 single-phase grounding short-circuit	10000	2
DG1AB interphase short circuit	10000	3
DG1 three-phase grounding short circuit	10000	4
DG2 short-circuited to the single-phase ground	10000	5
DG2AB interphase short circuit	10000	6
DG2 three-phase grounding short circuit	10000	7

4.2. ESTABLISHMENT AND TESTING OF RANDOM FOREST DIAGNOSTIC MODEL

After extracting the sample data and selecting the feature quantity, the input sample data of random forest algorithm can be obtained, as shown in Table 2. In this paper, the determination coefficient is used to represent the fault diagnosis accuracy. The closer the determination coefficient is to 1, the stronger the correlation between the characteristic quantity and the fault type, and the fault diagnosis is more accurately.

Table 2 Random forest algorithm and BP neural network model training and test data

Fault Type Number	The fault types	Random forest training set data	Random forest test set data	BP neural network training set data	BP neural network test set data
1	Normal	8562	1438	8603	1397
2	DG1 single-phase grounding short-circuit	8561	1439	8604	1396
3	DG1AB interphase short circuit	8544	1456	8549	1451
4	DG1 three-phase grounding short circuit	8575	1425	8532	1468
5	DG2 short-circuited to the single-phase ground	8528	1472	8573	1427
6	DG2AB interphase short circuit	8651	1349	8544	1456
7	DG2 three-phase grounding short circuit	8579	1421	8595	1405

4.3. RESULT ANALYSIS

The same sample data is used for repeated training in random forest and BP neural network to obtain different fault diagnosis models [9]. Two different fault diagnosis models are tested by the test data, and the diagnosis time and diagnosis accuracy of the two fault diagnosis models are obtained. By testing two different models, it can be concluded from the determination coefficient in Table 3, Figure 5 and Figure 6 that the fault diagnosis model based on random forest has higher diagnosis accuracy, and from the comparison of diagnosis time in Table 4, it can be concluded that the fault diagnosis model based on random forest has higher diagnosis efficiency [10].

Table 3 Random forest and BP neural network fault diagnosis model determination coefficient

Fault diagnosis model	Decision coefficient(R^2)
Random forests	1(100 %)
BP neural network	0.99456 (99.456%)

Table 4 Random forest and BP neural network fault diagnosis model diagnosis time

Fault diagnosis model	Diagnosis of time
Random forests	42.6787
BP neural network	47.6146

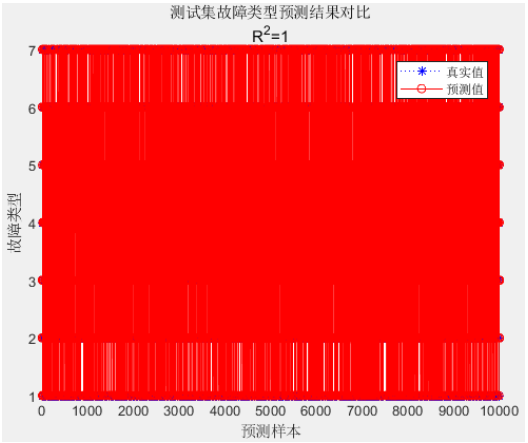


Fig. 5. Random forest training results

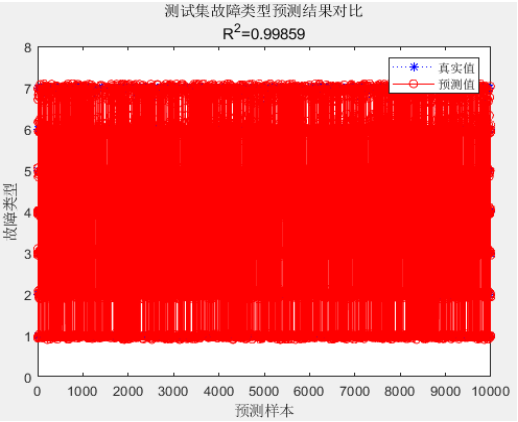


Fig. 6. BP neural network training results

CONCLUSION

In this paper, the ship power station malfunction diagnosis based on random forest algorithm research, the ship power station was established based on Simulink model, the failure data is obtained by ship power plant model simulation, extracted the modeling characteristics of sample data used for training, and set up the ship power station malfunction diagnosis model based on random forest, through the diagnosis model for testing and validation, The following conclusions are drawn.

(1) The results show that the established random forest fault diagnosis model can effectively identify and diagnose the faults of ship power stations, and the diagnosis accuracy is very high.

(2) Using Simulink to model the ship power station can build fault diagnosis models for ship power stations of different ship types. By modifying the parameters of ship power stations in Simulink, the simulation operation of ship power stations of different ship types can be simulated, with strong portability.

(3) The relative ratio is better than the BP neural network algorithm model. This method has higher accuracy and efficiency for fault identification and diagnosis of ship power station, and has certain practical application value.

REFERENCES

1. Zhang Jifang, Ji Qingchang, Guo Yuxia, etc.. Intelligent fault diagnosis system for marine diesel generators[J].Ship Science and Technology,2016,38(10):64-66.

2. Zheng Hengchi, Wang Sunqing, Zhao Cong, etc.. Based on Matlab/Simulink ship power system modeling and simulation[J].Marine Electric Technology,2019,39(07):20-24.

3. Sun Caiqin. Research on Modeling and Simulation of Ship Power System and Dynamic Stability[D]. Dalian Maritime University, 2010.

4. Hou Linqi. Research on Modeling and Simulation of Ship Power System[D]. Dalian Maritime University, 2016.

5. Wang Zheng,Tang Wenjun.Modeling and simulation research of marine generator set[J].Marine Electric Technology,2017,37(03):45-47.

6. He Limin,Wang Xianxin,Han Bing.Fault diagnosis of marine diesel engine based on random forest and support vector machine[J].China Navigation,2017,40(02):29-33.

7. Mou Xiaohui,Yuan Yupeng,Yan Xinping.The fuel consumption prediction model of inland watercraft based on random forest algorithm[J].Traffic Information and Safety,2017,35(04):100-105.

8. Wu Yu, Zhang Jinfen, Fan Cunlong et al. Interpolation of missing data in ship collision accident based on random forest[J].Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science and Engineering Edition),2019,43(06):1120-1124.

9. Ma Ling, Lu Xiaofeng, Ye Wen et al. Fault diagnosis of a certain type of air-to-air missile launch control circuit based on BP neural network[J].Ship Electronic Engineering,2019,39(04):123-127.

10. Duan Zhiyong,Liu Caixue,Ai Qiong,He Pan.Research on fault diagnosis method of canned motor pump based on random forest[J].Nuclear Science and Engineering,2019,39(06):1047-1052.

SENSORLESS HYBRID CONTROL OF SHIP PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR BASED ON ADRC

Chen Zaifa[1], Lei Lei[2]
[1]Associate professor of marine electric and automation of Zhejiang International Martime College, Zhoushan, China
[2]Lecturer of applied linguistics of Zhejiang International Martime College, Zhoushan, China

Abstract. The sensorless control is an important guarantee for the reliability of the ship electric propulsion system, A full speed range sensorless hybrid control scheme is proposed for sensorless control in full speed range. In this paper, a linear active disturbance rejection controller is applied for sensorless control of internal permanent-magnet synchronous motors. A hybrid position estimation strategy combining the high-frequency (HF) current injection for low-speed region with the electromotive force (EMF) estimation for high-speed region is presented. In contrast to conventional hybrid methods, the two schemes were integrated into the same control structure, and the position observer is embedded into the current controller. The high performance of position estimation was achieved using line extended state observers (LESO).And finally, a fusion transition scheme is proposed for the two algorithms. The real platform verifies the accuracy and strong robustness of the algorithm, which provides the basis for the realization of the sensorless control of marine propulsion PMSM in full speed range.

Keywords. marine propulsion permanent magnet synchronous motor; active disturbance rejection control; sensorless; hybrid control

INTRODUCTION

With the rise of marine electric propulsion technology, built-in permanent magnet synchronous motor（IPMSM） has become the first choice of propulsion motor because of its many advantages [1-2]. Although there are more and more ships using electric propulsion, its related technologies are not perfect and great potential safety hazards. Among them, the position sensorless control technology to ensure the reliable operation of the propulsion motor is one of them. At present, a single position sensorless technology still cannot effectively control the ship permanent magnet synchronous propulsion motor in the full speed range. In order to effectively control the permanent magnet synchronous propulsion motor in the full speed range, many researchers domestic and foreign have been working hard[3-5]. Liu Ying and others tried to use the high-frequency signal injection method to solve the sensorless control in the low-speed area, while in the high-speed area, they chose the sliding mode observer (SMO) control mode, and designed the switching strategy for the two schemes, but there are some problems, such as large switching fluctuation and difficult motor starting[6]. The full speed range permanent magnet synchronous motor control solution proposed by the R&D personnel of Texas Instruments adopts the high-frequency signal injection method at zero low speed and the closed-loop algorithm of observer at medium and high speed[7]. The solution has been successfully applied to four axis unmanned aerial vehicle. Similar Freescale companies also choose the segmented control scheme[8]. The open-loop I/F control scheme is adopted in the low-speed area, while the extended back EMF method is applied in the medium and high-speed area, and the two schemes are placed in the same controller. Finally, the scheme is successfully applied to a brand of household appliances. From the current research literature, the hybrid control strategy has become the trend of promoting motor sensorless control[9-10]. Domestic motor control scholars from Nanjing University of Aeronautics and Astronautics and Harbin University of technology have tried the hybrid control strategy. Du Bochao, Liu Jilong, Wang Gaolin and other scholars have tried to combine the open-loop I / F control scheme with the sliding mode control strategy, the simulation results show that they have achieved some success. However, the open-loop I / F control error is large, and the sliding mode control has inherent chattering defects, so the integration of the two schemes is still difficult to be applied to the real ship propulsion

system. Active disturbance rejection control (ADRC) has attracted great attention since its emergence at the end of last century because it does not need the accurate mathematical model of the control object and has strong disturbance self-compensation performance. At present, ADRC has been successfully applied in motor control system. Its nonlinear control strategy combining real-time estimation and compensation of system "sum" disturbance provides an extremely practical strategy for ship electric propulsion technology[11-13].

This paper presents a hybrid control strategy of sensorless control of permanent magnet synchronous motor based on active disturbance rejection. The high-frequency current signal injection method at low speed and the extended back EMF method at high speed are combined to form a hybrid position observer, which is embedded in the current loop, and the two control methods are integrated into the same control structure. For the low speed region, high-frequency current injection is used instead of high-frequency voltage injection. Under the condition of superposition of sinusoidal high-frequency interference current signal, an improved ADRC scheme is proposed to eliminate harmonic oscillation and provide zero steady-state error by introducing resonant regulator. For the high-speed working condition area, the extended state observer (ESO) is used to replace the traditional SMO to reduce the observation speed jitter and phase delay. Finally, the fusion transition scheme is given for the switching of the two algorithms, and the software phase-locked loop is used to realize the accurate estimation of rotor position.

1. SENSORLESS CONTROL OF MEDIUM AND HIGH SPEED

1.1 PROBLEMS OF TRADITIONAL SMO

In the αβ coordinate system, the extended back EMF equation of IPMSM is:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} u_\alpha \\ u_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s + pL_d & \omega(L_d - L_q) \\ -\omega(L_d - L_q) & R_s + pL_d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_\alpha \\ e_\beta \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} e_\alpha \\ e_\beta \end{bmatrix} = E_{ex} \begin{bmatrix} -\sin\theta \\ \cos\theta \end{bmatrix} \\ E_{ex} = \omega\left[(L_d - L_q) i_d + \psi_r\right] - (L_d - L_q) p i_q \end{cases} \quad (1)$$

Where, $[u_\alpha\ u_\beta]^T$ is the stator voltage, $[i_\alpha\ i_\beta]^T$ is the stator current, L_d is the direct axis inductance, L_q is the quadrature axis inductance, R_s is the stator resistance, ω is the electrical angular frequency of the motor, θ is the rotor position angle, R_s is the permanent magnet flux, $[e_\alpha\ e_\beta]^T$ is the extended back EMF of the motor, and p is the differential operator.

It can be seen from equation (1) that the extended back EMF contains rotor position information. In order to obtain the rotor position, SMO can be used to observe the extended back EMF, and equation (1) is rewritten as:

$$\begin{aligned} p\begin{bmatrix} \hat{i}_\alpha \\ \hat{i}_\beta \end{bmatrix} &= A_1 \begin{bmatrix} \hat{i}_\alpha \\ \hat{i}_\beta \end{bmatrix} + \frac{1}{L_d} \begin{bmatrix} u_\alpha \\ u_\beta \end{bmatrix} + k \begin{bmatrix} \mathrm{sgn}(\hat{i}_\alpha - i_\alpha) \\ \mathrm{sgn}(\hat{i}_\beta - i_\beta) \end{bmatrix} \\ A_1 &= \begin{bmatrix} -R_s/L_d & -\hat{\omega}(L_d - L_q)/L_d \\ \hat{\omega}(L_d - L_q)/L_d & -R_s/L_d \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (2)$$

Where, $\hat{i}_\alpha$ is the observed value of current, $\hat{i}_\beta$ is the estimated value of velocity, and *sgn(x)* is the symbolic function.

In practical application, low-pass filter (LPF) is usually used to reduce high-frequency oscillation. The observed value of extended back EMF can be expressed as:

$$\begin{bmatrix} \hat{e}_\alpha \\ \hat{e}_\beta \end{bmatrix} = \frac{k\omega_c}{s + \omega_c} \begin{bmatrix} \mathrm{sgn}(\hat{i}_\alpha - i_\alpha) \\ \mathrm{sgn}(\hat{i}_\beta - i_\beta) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Where, $\hat{e}_\alpha$ and $\hat{e}_\beta$ are the observed values of the extended back EMF and the ω_c is cut-off frequency of the low-pass filter.

In fact, as a nonlinear observer, the phase lag problem of SMO when observing AC disturbance is inevitable. Due to its inherent defects, no matter which sliding mode function is selected, the problem of chattering is inevitable. Although the introduction of low-pass filter alleviates the chattering problem, it aggravates the lag of observation angle, the above problems limit the application of synovial observer in sensorless control[14].

1.2 DESIGNING OF ESO

Aiming at the problem of observation phase lag, a γδ coordinate system is established as the coordinate system of system vector control, which rotates at the observation speed $\hat{\omega}$.

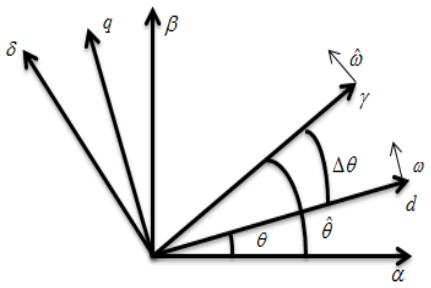


Fig.1 assumed coordinate system γδ and actual coordinate system dq

Fig.1 shows the relationship between dq coordinate system and $\gamma\delta$ coordinate system. The back EMF equation in $\gamma\delta$ coordinate system is:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} u_\gamma \\ u_\delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s + pL_d & -\hat{\omega}L_q \\ \hat{\omega}L_q & R_s + pL_d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\gamma \\ i_\delta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_\gamma \\ e_\delta \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} e_\gamma \\ e_\delta \end{bmatrix} = E_{ex} \begin{bmatrix} -\sin\Delta\theta \\ \cos\Delta\theta \end{bmatrix} + (\hat{\omega} - \omega)L_q \begin{bmatrix} -i_\gamma \\ i_\delta \end{bmatrix} \end{cases} \tag{4}$$

The $\Delta\theta$ is the angle difference between the two coordinate systems, and $\Delta\theta = \theta - \hat{\theta}$, after the above transformation, AC disturbance $[e_a \ e_\beta]^T$ becomes DC disturbance $[e_\gamma \ e_\delta]^T$. When $\hat{\omega} = \omega$, $\Delta\theta$ can be expressed as:

$$\Delta\theta = -\arctan(e_\gamma / e_\delta) \tag{5}$$

It can be seen from equation (4) that for IPMSM vector control system, if e_γ □ and e_δ are regarded as disturbances in the current inner loop, the system can use the powerful observation characteristics of ESO to realize the accurate observation of extended back EMF, and the corresponding stator current ESO model can be expressed as:

$$\begin{cases} \varepsilon_\gamma = \hat{i}_\gamma - i_\gamma \\ p\hat{i}_\gamma = \hat{e}_\gamma + f_\gamma + \dfrac{1}{L_d} u_\gamma - \beta_{\gamma 1}\varepsilon_\gamma \\ f_\gamma = -\dfrac{R_s}{L_d} i_\gamma + \hat{\omega}\dfrac{L_q}{L_d} i_\delta \\ p\hat{e}_\gamma = -\beta_{\gamma 2}\varepsilon_\gamma \end{cases} \tag{6}$$

$$\begin{cases} \varepsilon_\delta = \hat{i}_\delta - i_\delta \\ p\hat{i}_\delta = \hat{e}_\delta + f_\delta + \dfrac{1}{L_d}u_\delta - \beta_{\delta 1}\varepsilon_\delta \\ f_\delta = -\dfrac{R_s}{L_d}i_\delta - \hat{\omega}\dfrac{L_q}{L_d}i_\gamma \\ p\hat{e}_\delta = -\beta_{\delta 2}\varepsilon_\delta \end{cases} \tag{7}$$

Where ε_γ and ε_δ are the estimation errors, $\hat{i}_\gamma$ and $\hat{i}_\delta$ are the current observations, f_γ and f_δ are the known disturbances of the system, $\hat{e}_\gamma$ and $\hat{e}_\delta$ are the estimated values of the expanded back EMF, and $\beta_{\gamma 1}$, $\beta_{\gamma 2}$, $\beta_{\gamma 3}$ and $\beta_{\gamma 4}$ are the ESO gain. When the system is in a stable state, the following can be obtained:

$$\hat{e}_\gamma = -e_\gamma / L_d \ , \quad \hat{e}_\delta = -e_\delta / L_d \tag{8}$$

From the above formula, the expression of $\Delta\theta_{ESO}$ is:

$$\Delta\theta_{ESO} = -\arctan(\hat{e}_\gamma / \hat{e}_\delta) \tag{9}$$

From equations (4), (6) and (7), the ESO observation error equation is:

$$\dot{\varepsilon}_i = -\beta_{i1}\varepsilon_i - \beta_{i2}\hat{e}_i + \frac{e_i}{L_d} \tag{10}$$

Where, $i=\gamma, \ \delta$, and the error transfer function is:

$$E_{ri}(s) = \frac{sE_i(s)}{L_d(s^2 + \beta_{i1}s + \beta_{i2})} \tag{11}$$

Where, $E_{ri}(s)$ and $E_i(s)$ are Laplace transforms of ε_i and e_i respectively. According to Routh criterion, the stability condition of equation (11) in frequency domain is:

$$\beta_{i1} > 0, \beta_{i2} > 0 \tag{12}$$

In addition, β_{i1} and β_{i2} also depend on the sampling step h. therefore, it is necessary to analyze the stability of their discrete systems. If the sampling step h is small enough, the expression of i_i in the discrete domain is:

$$i_i(n+1) = i_i(n) + hf_i(n) + \frac{h}{L_d}[u_i(n) - e_i(n)] \tag{13}$$

The ESO discrete equation is:

$$\begin{cases} \hat{i}_i(n+1) = i_i(n) + hf_i(n) + h\beta_{i1}(i_i(n) - \hat{i}_i(n)) + h\hat{e}_i(n) + \dfrac{hu_i(n)}{L_d} \\ \hat{e}_i(n+1) = \hat{e}_i(n) + h\beta_{i2}(i_i(n) - \hat{i}_i(n)) \end{cases} \tag{14}$$

Let $\varepsilon_i(n) = \hat{i}_i(n) - i_i(n), \eta_i(n) = \hat{e}_i(n) - e_i(n)$

Subtract (13) from equation (14) to obtain:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_i(n+1) \\ \eta_i(n+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-\beta_{i1}h & h \\ -\beta_{i2}h & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_i(n) \\ \eta_i(n) \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} \varepsilon_i(n) \\ \eta_i(n) \end{bmatrix} \tag{15}$$

The stability condition of system (15) is that all eigenvalues of matrix A are in the unit circle of z plane, and its characteristic equation is:

$$z^2 - (2 - \beta_{i1}h)z + 1 - \beta_{i1}h + \beta_{i2}h^2 = 0 \tag{16}$$

According to the jury stability criterion, the system stability conditions are:

$$\begin{cases} 0 < 4 - 2\beta_{i1}h + \beta_{i2}h^2 \\ \left|1 - \beta_{i1}h + \beta_{i2}h^2\right| < 1 \end{cases} \tag{17}$$

According to (12) and (17), the stability conditions of both continuous and discrete systems must be met, and β_{i1} and β_{i2} can be taken according to the following principles:

$$\beta_{i1}h = 1, \beta_{i2}h^2 = 0.1 \tag{18}$$

1.3 DESIGNING OF ADRC

ADRC consists of three parts: tracking differentiator (TD), error feedback control law (NLSEF) and extended state observer (ESO). Among them, ESO is the core. Its function is to observe the "sum" disturbance of the system, feed forward compensation to the control system, and achieve the purpose of restraining internal and external disturbances, as shown in Fig.2[15-16].

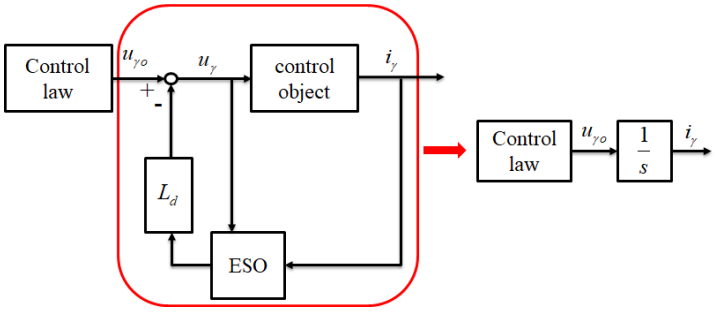


Fig.2. Feed forward compensation of ESO

According to IPMSM mathematical model, the first-order TD of current loop can be expressed as:

$$\begin{cases} e_{\gamma,LTD} = i_{\gamma,ref} - i_{\gamma,LTD} \\ \dot{i}_{\gamma,LTD} = r_\gamma e_{\gamma,LTD} \end{cases} \tag{19}$$

$$\begin{cases} e_{\delta,LTD} = i_{\delta,ref} - i_{\delta,LTD} \\ \dot{i}_{\delta,LTD} = r_\delta e_{\delta,LTD} \end{cases} \tag{20}$$

Because ADRC has strong disturbance estimation and compensation ability, a simple proportional controller can be used as ADRC control law, and the following can be obtained:

$$u_{\gamma 0} = k_\gamma (i_{\gamma,LTD} - i_\gamma) \tag{21}$$

$$u_{\delta 0} = k_\delta (i_{\delta,LTD} - i_\delta) \tag{22}$$

It can be concluded that the control signal is:

$$u_\gamma = u_{\gamma 0} - L_d(\hat{e}_\gamma + f_\gamma) \tag{23}$$

$$u_\delta = u_{\delta 0} - L_d(\hat{e}_\delta + f_\delta) \tag{24}$$

Fig.3 is the ADRC structure block diagram along the γ axis. The ADRC structure block diagram of δ axis is similar to that of γ axis and will not be repeated.

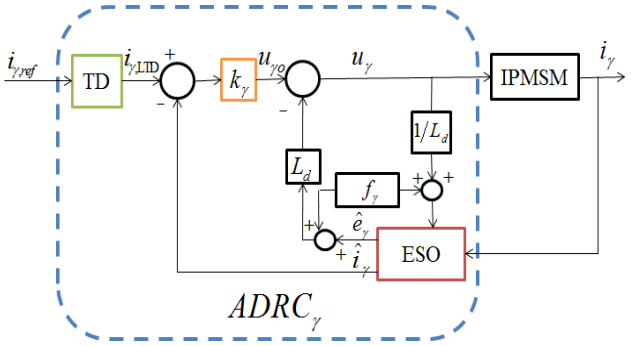


Fig.3. The γ axis ADRC structure block diagram

2. SENSORLESS CONTROL OF ZERO SPEED AND LOW SPEED

The back EMF method has been well applied in the sensorless control of permanent magnet motor. The application of this method is based on the accurate mathematical model of the motor. However, when the motor speed is less than 10% of the rated speed, the back EMF is very small, so that the algorithm cannot obtain the accurate rotor position[17]. In order to solve this problem, this paper uses the high-frequency current injection method to estimate the rotor position, and switches the algorithm according to certain rules when reaching a certain speed.

2.1 HIGH FREQUENCY CURRENT INJECTION METHOD

High frequency current injection along the γ axis can be expressed as:

$$\begin{bmatrix} i_{\gamma h} \\ i_{\delta h} \end{bmatrix} = I_h \begin{bmatrix} \cos \omega_h t \\ 0 \end{bmatrix} \tag{25}$$

Where, I_h, ω_h are the amplitude and angular frequency of the injected high-frequency current signal respectively. In order to analyze the characteristics of the high-frequency current model, assuming that the permanent magnet motor is in a stable state, the high-frequency current response in $\alpha\beta$ coordinate system is expressed as:

$$\begin{bmatrix} i_{\alpha h} \\ i_{\beta h} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\hat{\theta} & -\sin\hat{\theta} \\ \sin\hat{\theta} & \cos\hat{\theta} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\gamma h} \\ i_{\delta h} \end{bmatrix} = I_h \begin{bmatrix} \cos\hat{\theta}\cos\omega_h t \\ \sin\hat{\theta}\cos\omega_h t \end{bmatrix} \tag{26}$$

The corresponding high frequency voltage response is:

$$\begin{bmatrix} u_{\alpha h} \\ u_{\beta h} \end{bmatrix} = \frac{d}{dt}\left(\begin{bmatrix} L - \Delta L\cos 2\theta & -\Delta L\sin 2\theta \\ -\Delta L\sin 2\theta & L + \Delta L\cos 2\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha h} \\ i_{\beta h} \end{bmatrix} \right) + R_s \begin{bmatrix} i_{\alpha h} \\ i_{\beta h} \end{bmatrix} \tag{27}$$

From equation (26) to (27):

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} u_{\alpha h} \\ u_{\beta h} \end{bmatrix} &= I_h \cos\omega_h t \left(R_s \begin{bmatrix} \cos\hat{\theta} \\ \sin\hat{\theta} \end{bmatrix} + 2\omega\Delta L \begin{bmatrix} \sin\left(2\theta - \hat{\theta}\right) \\ -\cos\left(2\theta - \hat{\theta}\right) \end{bmatrix} \right) \\ &- \omega_h I_h \sin\omega_h t \begin{bmatrix} L\cos\hat{\theta} - \Delta L\cos\left(2\theta - \hat{\theta}\right) \\ L\sin\hat{\theta} - \Delta L\sin\left(2\theta - \hat{\theta}\right) \end{bmatrix} \\ &+ \omega_h I_h \cos\omega_h t \begin{bmatrix} -L\sin\hat{\theta} + \Delta L\sin\left(2\theta - \hat{\theta}\right) \\ L\cos\hat{\theta} + \Delta L\cos\left(2\theta - \hat{\theta}\right) \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{28}$$

$$\begin{bmatrix} u_{\gamma h} \\ u_{\delta h} \end{bmatrix} = R_s I_h \begin{bmatrix} \cos\omega_h t \\ 0 \end{bmatrix} + 2\omega\Delta L I_h \cos\omega_h t \begin{bmatrix} \sin 2\left(\theta-\hat{\theta}\right) \\ -\cos 2\left(\theta-\hat{\theta}\right) \end{bmatrix}$$
$$-\omega_h I_h \sin\omega_h t \begin{bmatrix} L-\Delta L\cos 2\left(\theta-\hat{\theta}\right) \\ -\Delta L\sin 2\left(\theta-\hat{\theta}\right) \end{bmatrix} \quad (29)$$
$$+\hat{\omega} I_h \cos\omega_h t \begin{bmatrix} -\Delta L\sin 2\left(\theta-\hat{\theta}\right) \\ L+\Delta L\cos 2\left(\theta-\hat{\theta}\right) \end{bmatrix}$$

According to (29), the voltage of δ shaft is:

$$\begin{aligned} u_{\delta h} &= u_{\delta h,\sin}\sin\omega_h t + u_{\delta h,\cos}\cos\omega_h t \\ u_{\delta h,\sin} &= I_h\omega_h\Delta L\sin 2\Delta\theta \\ u_{\delta h,\cos} &= I_h\left[\hat{\omega}L+\left(\hat{\omega}-2\omega\right)\Delta L\cos 2\Delta\theta\right] \end{aligned} \quad (30)$$

When $\Delta\theta$ is very small, the rotor position error is recorded as:

$$\Delta\theta_h = \frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{u_{\delta h,\sin}}{I_h\omega_h\Delta L}\right) \approx \frac{u_{\delta h,\sin}}{2I_h\omega_h\Delta L} \quad (31)$$

When $\Delta\theta_h$=0, the $\gamma\delta$ coordinate system is consistent with the actual dq coordinate system. Since the current signal is injected only on the estimated γ axis, i_{qh}=$i_{\delta h}$=0, the injected high-frequency current signal will not produce torque ripple.

2.2 IMPROVED ADRC DESIGN

Considering that a certain high-frequency harmonic interference will be generated after injecting high-frequency current, a resonant regulator is added based on the traditional ESO to suppress the current harmonic, and its feedforward control mode is used to improve the current response speed. Fig.4 is the improved ESO block diagram of δ axis (recorded as $ESO_{HF,\delta}$), and the signal processing flow of calculating $u_{\delta h,sin}$ is shown in the dotted box. The improved ESO along the δ axis is similar to the axis and will not be repeated here.

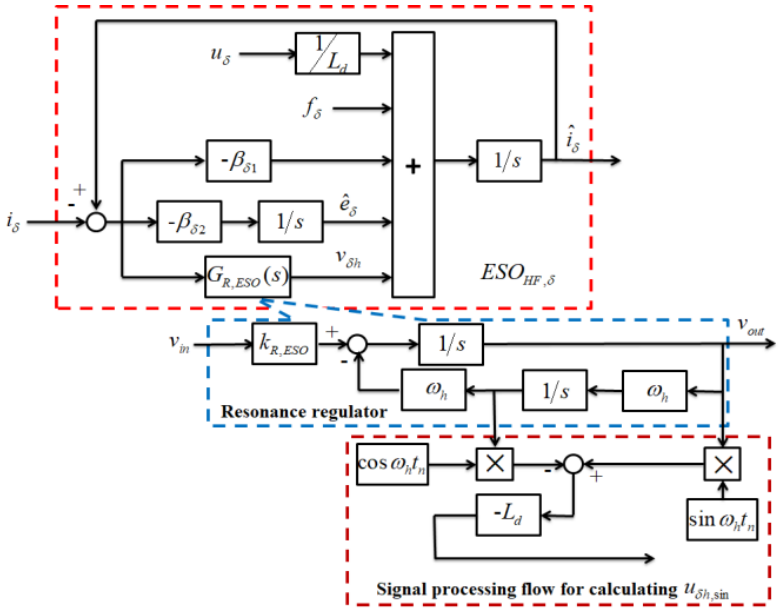


Fig.4 Improved extended state observer for δ axis

According to Fig.4, the transfer function of the resonant regulator is:

$$G_{R,ESO}(s) = k_{R,ESO}\frac{s}{s^2+\omega_h^2} \tag{32}$$

Where, $k_{R,ESO}$ is scale coefficients.

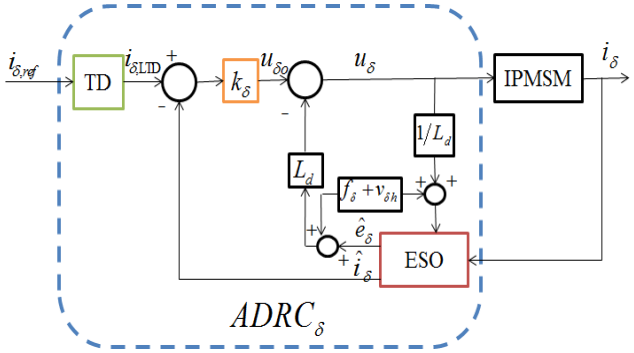


Fig.5 ADRC along δ High frequency injection method of shaft

Fig.5 shows an example based on the high frequency current injection method δ Axis ADRC schematic, considering δ that is no high-frequency current injected into the shaft, so the proportional regulator is still selected as the control law[18]. In addition, in order to inhibit γ due to the high-frequency signal interference of the shaft, the resonant regulator needs to provide zero steady-state error of the system. According to ADRC theory, the control object needs to become a first-order pure integral link through ESO compensation. Therefore, the resonant regulator needs to be designed in parallel with the proportional controller, which can be expressed as:

$$G_{R,CL}(s) = k_{R,CL}\frac{s^2}{s^2+\omega^2} \tag{33}$$

Where, $k_{R,CL}$ is scale coefficients.

Fig.6 shows γ The principle diagram of ADRC of shaft high frequency current injection method, $G_{R,CL}$ is simply realized by two series integrators.

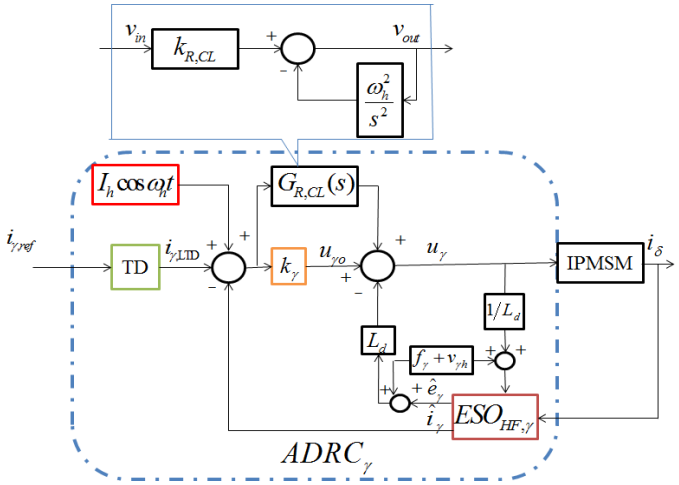


Fig.6 ADRC high frequency injection along γ axis

3. ROTOR SPEED AND POSITION ESTIMATION

Based on the above, taking the speed as the reference, the two schemes of sensorless control of permanent magnet motor are integrated into one controller. The rotor position error signal in the low-speed section is uniquely determined by $\Delta\theta_h$, while the position error signal in the medium and high-

speed section is determined by $\Delta\theta_{ESO}$, and the error signal is jointly determined by the weighting of the two schemes in the speed transition stage. The fused rotor error signal is transmitted to the software phase locked loop (PLL), $G_{p(s)}$ is the PLL transfer function, and the actual position of the rotor is obtained from the error angle $\Delta\theta$ by using the PLL phase-locked function.

$$G_p(s) = K_1 + \frac{K_2}{s} \tag{34}$$

Where K_1 and K_2 are proportional gain and integral gain respectively. The weighting function f_w is shown in Fig.8. Its function is to realize the smooth transition between the high-frequency current injection method and the back EMF method. In addition to the switching transition process, f_w is 1 or 0, and ω_{p1} and ω_{p2} are the rate switching points. In order to ensure the stability of the system, the two algorithms are fused. In the transition stage, the slopes of the weighting function in the forward and reverse directions of the motor are fixed and consistent.

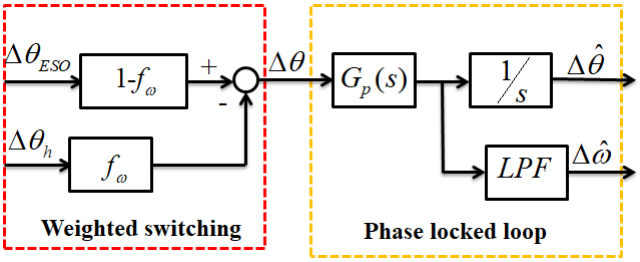


Fig.7 structure diagram of rotor position hybrid observer

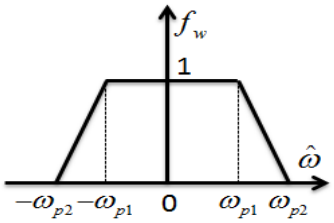


Fig.8 switching control weighting function

In order to reduce the interference of white noise, the estimated speed needs to be filtered by low-pass filter LPF. This scheme realizes the unified design of position observers for two kinds of sensorless methods, and the algorithm is simple and easy to implement. Based on the above analysis, the position sensorless control system of permanent magnet synchronous motor in the full speed range can be summarized as shown in Fig.9.

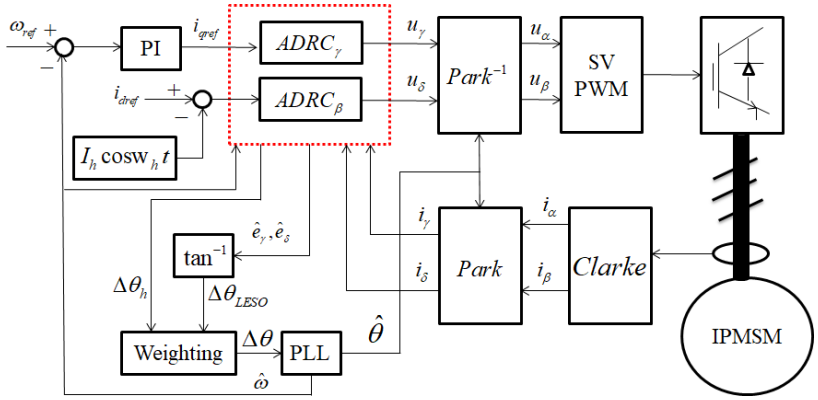


Fig.9 IPMSM sensorless control system

4. EXPERIMENTAL VERIFICATION

In order to verify the effectiveness of the algorithm designed in this paper in the actual system, an experimental platform based on double closed-loop vector control system is built, as shown in Fig.10. The estimated rotor position and speed are compared with the measured values of the encoder. The experimental data are output through the DA on the control board and observed through the oscilloscope.

The test hardware platform is mainly composed of main circuit, control circuit, communication template and braking module. The main circuit includes rectifier, filter and inverter. The control circuit includes signal conditioning, drive and communication modules. The upper computer PC communicates

with the processor DSP through JTAG to complete the setting of instructions or record the experimental data, The driving motor, the coaxial torque sensor and the magnetic particle brake constitute the braking module, in which the magnetic particle brake realizes the simulation of the load.

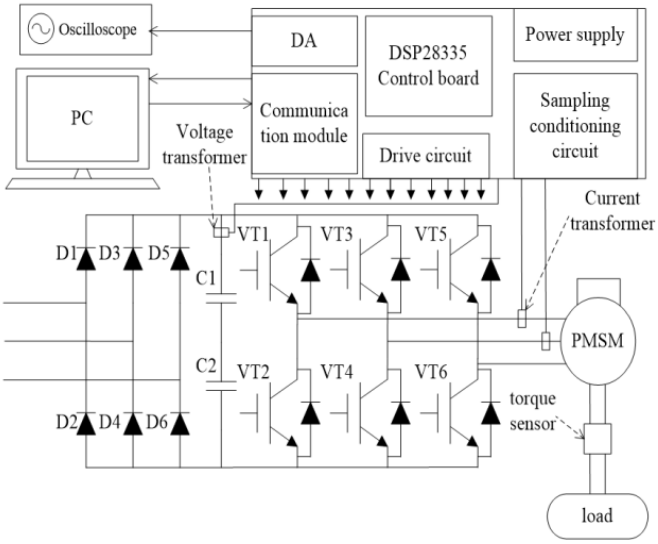


Fig.10 structure of experimental platform

Tab.1 Parameters of experimental motor

Rated voltage	Rated power	Rated torque	Polar logarithm	Rated speed
200V	750W	2N/m	4	750r/min
stator resistance (Rs)	Inductance (Ld)	Inductance (Lq)	Permanent magnet flux link (ψf)	
1.6Ω	2.61mH	4.25 mH	0.36Wb	

The IPMSM parameters are shown in Table 1. The two frequency switching values ω_{p1} and ω_{p2} are set to 50 r/min and 100 r/min respectively, and the SVPWM conversion frequency is 10kHz. According to the stability analysis of equation (20), the parameters of ESO observer can be designed as $\beta_{\gamma 1}=\beta_{\delta 1}=100$, $\beta_{\gamma 2}=\beta_{\delta 2}=1000$, and the frequency and amplitude of injected high-frequency current are respectively, frequency ω_h=400π（200Hz）, I_h=200mA. For medium and high speed areas, high frequency current signals will be shielded. The parameters of PLL are K_1＝90 and K_2＝2000. The system adopts the vector control strategy with i_d=0.

4.1 CLOSED LOOP STEADY STATE EXPERIMENT

The given speed is 105rad/s and the data sampling period is 1.6kHz.The load is set to 1N·m. The Fig.11 and Fig.12 are the comparison diagram between the measured speed and the estimated speed of the encoder and the speed estimation error diagram, respectively.

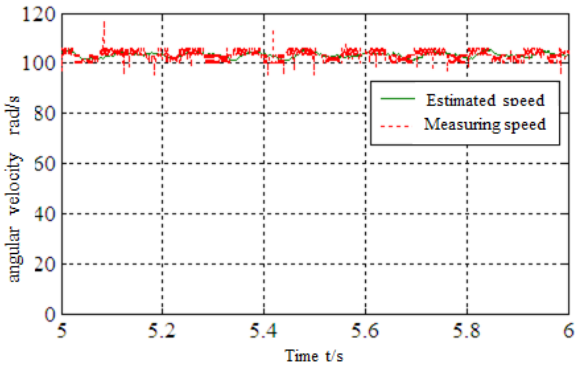


Fig.11 Comparison of motor speed

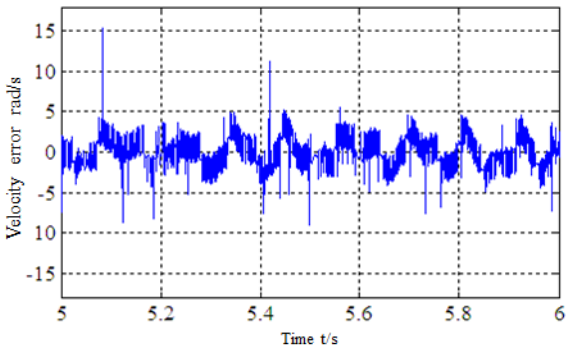


Fig.12 Motor speed error

It can be seen from Fig.11 and 12 that although the speed fluctuates in the steady state, it is stable near the given speed of 105rad/s, and the error between the estimated speed and the speed measured by the encoder remains within ±5 rad/s.

It can be seen from Fig.13 and Fig.14 that when the system is stable, the rotor position angle estimation curve highly coincides with the actual measured value of the encoder, and there is an error angle in the range of -0.1±0.05rad only in the speed switching transition process. It can be seen that the stability and accuracy of the hybrid control system designed in this paper can fully meet the application requirements.

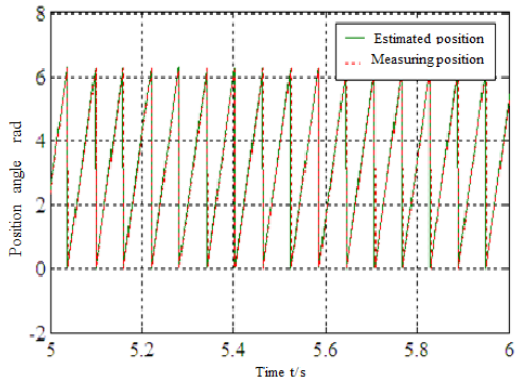


Fig.13 Motor rotor position angle

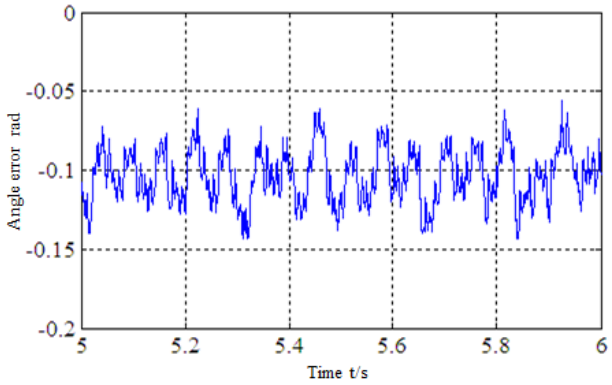


Fig.14 Motor rotor position angle error

4.2 CLOSED LOOP DYNAMIC EXPERIMENT

The data sampling frequency is set to 1.6kHz, the torque load is set to 1N·m, and the initial given speed is set to 105rad/s. In the 3rd.2s of operation, step the given speed to 155rad/s. It can be seen from Fig.16 that the acceleration transition process takes less than 0.3s and finally stabilizes near 155rad/s. only a short and large error occurs at the moment of acceleration, and the speed error at other times is within ±5 rad/s, After analysis, the large error at the acceleration moment is mainly caused by the phase lag caused by the use of low-pass filter.

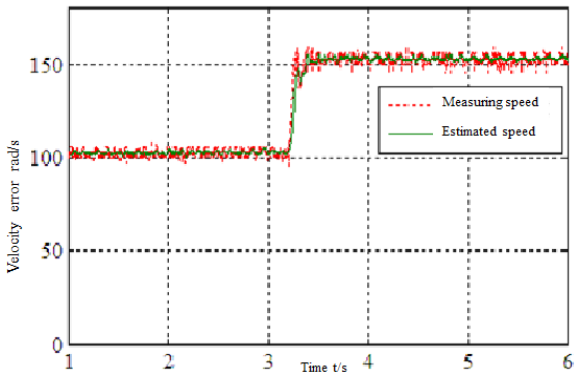


Fig.15 comparison of motor speed

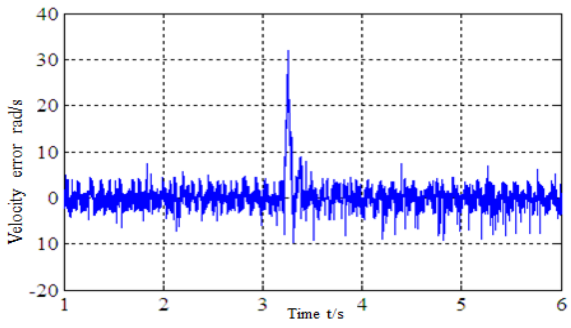


Fig.16 motor speed error

Fig.17 is the curve between the rotor position angle estimated by the algorithm and the position angle measured by the encoder in the closed-loop dynamic experiment, and Fig.18 is the position angle error curve. Combining the two figures, it can be seen that the estimated position angle and the measured position angle curve highly coincide, and there is only a short error fluctuation at the acceleration time of 3.2seconds. After acceleration, the estimated speed quickly coincides with the measured value, during the whole acceleration process, the error angle is stable within -0.1 ± 0.5rad.

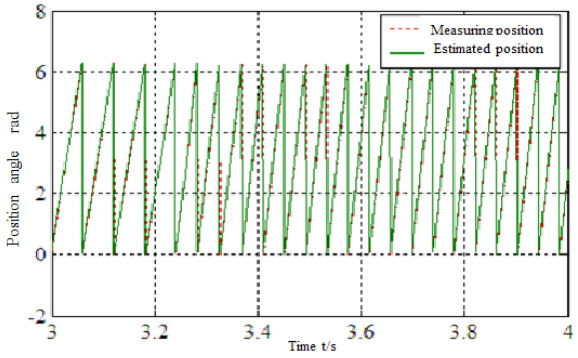


Fig.17 motor rotor position angle

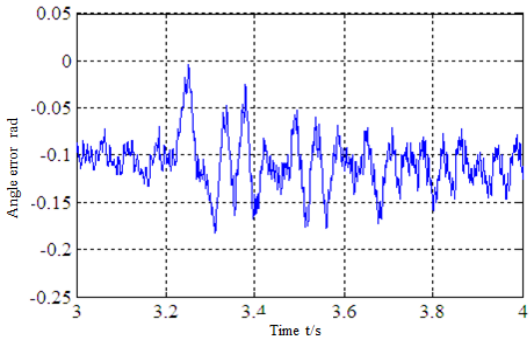


Fig.18 motor rotor position angle error

CONCLUSION

A position sensorless hybrid control scheme for IPMSM in full speed range based on active disturbance rejection is proposed. High frequency current injection method is used in zero speed and low speed region, and back EMF integration method is used in medium and high speed region. The two algorithms are integrated into one control structure. The hybrid method has strong robustness in full speed range. In the middle and high speed region, ESO is used to estimate the extended back EMF. Compared with the traditional SMO, the velocity flutter and phase lag are significantly reduced. The proposed hybrid algorithm is implemented in DSP and achieves good vector control performance. The experimental results verify the feasibility and effectiveness of the proposed hybrid sensorless control scheme.

REFERENCES

1. Liu Jilong, Xiao Fei, Shen Yang. Review on Sensorless Control Technology of permanent magnet synchronous motor[J].Transactions of China Electro-technical Society, 2017, 32(16):76-88.

2. F. De Belie, P. Sergeant, and J. Melkebeek, “A sensorless drive by applying test pulses without affecting the average-current samples,” IEEE Trans. Power Electron.,vol. 25, no. 4, pp. 875–888, Apr. 2010.

3. P. Zheng, J. Zhao, R. Liu, C. Tong, and Q. Wu, “Magnetic characteristics investigation of an axial -axial flux compound structure PMSM used for HEVs,” IEEE Trans. Magn., vol. 46, no. 6, pp. 2191–2194, Jun. 2010.

4. Shi Weiguo, Liu Kunliang. Research on Sensorless Control Strategy of permanent magnet synchronous motor based on MRAS [J]. Motor and control applications, 2019, 46(7):39-44.

5. Liu Ying, Zhou Bo. Low speed sensorless control of SPMSM based on pulse vibration high frequency current injection [J]. Journal of electrotechnics, 2012, 27 (7): 139-145.

6. Wang Gaolin, Yang Rongfeng. Rotor initial position estimation method of built-in permanent magnet synchronous motor [J]. Journal of motor and control, 2010, 10 (6): 56-60.

7. Hu Qingbo, sun Chunyuan. Full speed sensorless control of permanent magnet synchronous motor [J]. Journal of motor and control, 2016, 20 (9): 73-79.

8. Piippo A, Hinkkanen M. Analysis of an Adaptive Observer for Sensorless Controlof Interior Permanent Magnet Synchronous Motors[J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2008, 55(2):570-576.

9. Y. Shi, K. Sun, L. Huang, and Y. Li, “Online identification of permanent magnet flux based on extended Kalman filter for IPMSM drive with position sensorless control,” IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 59, no. 11, pp. 4169–4178, Nov. 2012.

10. M. Preindl and E. Schaltz, “Sensorless model predictive direct current control using novel second-order PLL observer for PMSM drive systems,” IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 58, no. 9, pp. 4087–4095, Sep. 2012.

11. Liu Jilong, Xiao Fei, Mai Zhiqin. Sensorless composite control strategy of permanent magnet synchronous motor based on if control and sliding mode observer. Journal of electrotechnics, 2017-12-06, 14-18.

12. Chen Qiang, Dong Fang, Tao Liang, Nan Yurong. Sensorless Speed Control of Permanent Magnet Synchronous Motor System Based on Active Disturbance Rejection Control[J]. Electric Machines and Control, 2015, 19(10):1-6.

13. Du Bochao, Han Shouliang, Zhang Chao. Sensorless control of built-in permanent magnet synchronous motor based on active disturbance rejection controller [J]. Journal of electrotechnics, 2017, 32 (3): 105-111.

14. Wu Shaofeng, Shan Zhong. Sensorless Field Oriented Control of PMSM based on pulse vibration high frequency square wave injection [J]. Motor and control applications, 2020, 47 (1): 41-47.

15. Tang Binbin, Xu Daoming, Wu ruoji. ADRC speed regulation system of IPMSM[J]. Motor and control application, 2020, 47 (3): 12-16.

16. Xu Chendong, Yin Quan, Luo Hui. Sliding mode observer speed sensorless control method without position estimation error for PMSM [J]. Motor and control applications, 2019, 46 (12): 1-7.

17. Y. Zhao, W. Qiao. " An adaptive quasi-sliding-mode rotor position observer based on Sensorless control for interior PMSM," IEEE Trans. Power Electron.vol.28, no.12,pp. 5618–5629,Dec.2013.

18. M. Hinkkanen, T. Tuovinen. "A combined position and stator resistance observer for salient PMSM drives: Design and stability analysis," IEEE Trans. Power Electron., vol.27, no.2, pp.61–69, Feb.2012.

УДК: 331.102

CLASSIFICATION OF METHODS FOR ANALYSIS AND EVALUATION OF INNOVATIVE ACTIVITIES

Nadtochiy Iryna
Doctor of Economics, Associate Professor,
Department of Economics
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson branch
Kherson, Ukraine
e-mail: nira@ukr.net

Abstract. The classification of methods of analysis and assessment of the innovation environment is considered according to a number of criteria. The criteria of the proposed classification outlined by the author allow to streamline the existing methods of analysis and assessment of the innovation environment, taking into account the specific goals of management and the corresponding controlling tools.

Keywords: innovation, assessment procedure, assessment environment, controlling, target indicators.

Methods for analyzing and assessing the innovation environment are key tools used in the assessment procedures in the field of innovation. The final result depends on the accuracy of the calculations within the framework of the correctly chosen method of analysis and assessment by the subject: the further implementation of the innovation project (within a certain stage) or their termination.

Analysis of foreign and domestic literature in the field of methodology for analysis and assessment of innovations indicates the presence of a number of problems within the framework of existing classifications:

- lack of a unified approach to the classification of methods of analysis and assessment of innovation;
- the presence of disparate classifications of methods of analysis and assessment of innovation;
- lack of grouping according to a certain set of criteria;

- the presence of contradictions between the classification features of methods of analysis and assessment of innovation.

When analyzing the scientific base, the classification of methods of analysis and evaluation of concepts such as "innovation potential", "innovation", "project", "risk", etc. was also used. These terms are most consistent with the characteristics, requirements and principles of analysis and evaluation of innovation associated with the main limitations of the study of innovation, such as risks, uncertainties, etc.

Taking into account the presence of a sufficiently large number of disparate methods that can be applied when carrying out assessment procedures in the field of innovation, it is necessary to select a group of criteria within the framework of the chosen approach. The presence of different criteria, taking into account the correctly chosen approach, makes it possible to streamline the existing methods when conducting assessment procedures in the field of innovation, which will entail transparency, structuredness and an increase in the practical significance of the proposed classification.

Thus, the lack of clearly defined criteria in the formation of the classification of methods of analysis and assessment of the innovation environment contributed to the development of the classification of methods of analysis and assessment of the innovation environment by groups of criteria based on the target approach ("goal-tool (method)"), which is presented in Table. 1.

Table 1. Classification of methods of analysis and assessment of the innovation environment

№	Criteria of classification	Methods for analysis and assessment of the innovation environment (controlling tools)
1	2	3
1	Analysis and evaluation by target indicators	Investment methods of analysis and assessment Financial methods of analysis and evaluation Expert methods of analysis and evaluation Cognitive methods of analysis and evaluation Morphological methods of analysis and evaluation Foresight methods of analysis and evaluation
2	Analysis and assessment by the level of formalization	Qualitative methods of analysis and evaluation Quantitative methods of analysis and evaluation
3	Analysis and assessment of the level of certainty	Probabilistic (non-deterministic) methods of analysis and evaluation Non-stochastic (deterministic) methods of analysis and evaluation Linguistic methods of analysis and evaluation
4	Analysis and assessment of the level of dynamism	Dynamic methods of analysis and evaluation Static methods of analysis and evaluation, etc.

So, the use of such a classification criterion as "analysis and assessment by target indicators" allows you to highlight:

1. Investment methods for analyzing and evaluating the innovation environment (used as part of the procedure for analyzing and evaluating innovation activities, when the purpose of the study is to conduct an investment assessment of the effectiveness of a strategy, portfolio, innovation projects).

2. Financial methods of analysis and assessment of the innovation environment (used as part of the procedure for the analysis and assessment of innovation activities, when the purpose of the study is to determine the financial and budgetary efficiency in the field of innovation at various levels of management, to determine the cost of innovation in the future, to determine the impact of innovation on capitalization enterprises).

3. Expert methods for analyzing and assessing the innovation environment (used as part of the procedure for analyzing and assessing innovations, when the purpose of the study is to obtain information from experts with a certain amount of experience and knowledge on a specific innovative project within the posed problematic issue, when it is impossible for the subjects of analysis and assessment determine the integral indicator between qualitative and quantitative indicators).

4. Morphological methods of analysis and assessment of the innovation environment (used as part of the procedure for the analysis and assessment of innovative activity, when the purpose of the study is to determine performance indicators based on the determination of the main indicators within the limit, which involves a choice of the maximum number of system elements based on the principles of combinatorics).

5. Cognitive methods of analysis and assessment of the innovation environment (used as part of the procedure for the analysis and assessment of innovation activities, when the purpose of the study is to study complex, semi-structured systems, to operate both qualitative and quantitative information when analyzing and evaluating in the field of innovation, etc. etc.).

6. Foresight methods for analyzing and assessing the innovation environment (used as part of the procedure for analyzing and evaluating innovation activities, when the purpose of the study is to correlate innovations with long-term trends in the future and coordinate them based on targeted decision-making, determine the level of strategic and critical importance in the field innovation activity, etc.).

A description of the conformity "the goal of management is a controlling tool" when carrying out assessment procedures in the field of innovation is presented in Table. 2.

The proposed classification of methods for analysis and assessment of the innovation environment, incl. innovations, taking into account the target indicators are presented in Table. 3 and includes the names of the main groups and subgroups of methods, as well as their distinctive features.

Table 2. Compliance of management objectives with controlling tools when carrying out assessment procedures in the field of innovation

№	The purpose of management	Controlling tool
1	Determination of investment attractiveness and profitability of innovative activities, calculation of payback periods, determination of indicators in dynamics, taking into account the time factor, etc.	Investment methods of analysis and assessment
2	Determining the financial attractiveness of innovations, determining the level of income and expenses in the framework of the implementation of innovations, determining the level of influence of the implementation of innovative activities on the value of the enterprise and capitalization, determining forecast estimates and forecasting the cost of innovations in the future, etc.	Financial methods of analysis and evaluation
3	Determination of the level of risks of innovation activity, calculation of target indicators of various types of efficiency, mathematization of qualitative information and its correlation with quantitative characteristics, assessment of the compliance of key target indicators with the goals of innovation activity, etc.	Expert methods of analysis and evaluation
4	Generation of alternative solutions, choosing from an alternative list of ideas the best option for implementing innovative activities (performance indicators, selection criteria, strategies, implementation directions, innovation risk levels), etc.	Morphological methods of analysis and assessment
5	Analysis and assessment of complex, rapidly changing and semi-structured systems and tasks, building links of the influence of elements of innovation, correlating qualitative and quantitative information in the framework of calculating target performance indicators in the field of innovation, substantiating selection criteria, identifying innovation risks, etc.	Cognitive methods of analysis and assessment
6	Determination of the level of strategic development and innovation, assessment of compliance with trends and standards of innovation, analysis of the internal and external environment, assessment and analysis of competitors, determination of the level of criticality of innovation, etc.	Foresight methods of analysis and assessment

Table 3. Methods for analyzing and evaluating innovative activities aimed at taking into account the specifics of target indicators

№	Name of the group (subgroup) of methods	Distinctive features
1	Investment methods of analysis and assessment	Investment methods for analyzing and evaluating innovation activities are inherently focused on assessing the economic efficiency of investments in the field of innovation, taking into account and without taking into account the time factor of changes in the cost of funds. Investment methods are based on forecasting cash flows and inflows, capital investments, the level of profitability of innovation, etc. This group of methods is distinguished by a high level of accessibility for users and is the most used in the analysis and assessment of innovation in modern conditions
1.1	Investment methods of analysis and valuation without discounting	The methods are based on the calculation of indicators based on the investment analysis of innovation activities on the assumption of equal importance of income and expenses in investment activities, not taking into account the time value of money
1.2	Discounted investment methods of analysis and valuation	The methods are based on the calculation of indicators based on the investment analysis of innovation activities on the prevention of equal importance of income and expenses in investment activities and accounting for the value of money over time
2	Financial methods of analysis and evaluation	Financial methods of analysis and assessment of innovation activities are based on the determination of financial efficiency and include the calculation of indicators of profitability, profitability of innovation, the level of margin, include analysis of the cost of innovation, determination of the value of the underlying asset after a period of time, depending on the changing conditions of the external and internal environment, form groups indicators and conduct causal relationships between them
2.1	Methods of analysis and evaluation of financial indicators	Methods for analyzing and evaluating financial indicators make it possible to determine the main values of the financial efficiency of innovative activity based on calculating the cost of implementation, determining the predicted profit of innovative activity, and other indicators. The group of methods is closely related and based on information coming in the framework of accounting / management accounting, statistical information and planned values
2.2	Valuation methods for real options	The methods of real options in the analysis and assessment of innovative activities are strategic in nature and are the equivalent of the development of an enterprise in its dynamics. This subset of methods helps to determine the impact of innovation on increasing the value of the company, as well as its cost on the long-term planning horizon. Real option methods clearly respond to the risk and uncertainty factors that accompany innovation. In conditions of clear determinism, the methods of real options lose their meaning. The essence of the methods of real options in the analysis and assessment of innovation activity is the analysis of managerial flexibility, which entails an assessment over time
2.3	BSC - methods	BSC -methods are a system for analyzing and evaluating innovative activities based on a system of indicators in several areas that have clear interrelationships focused on the strategy of the enterprise. This subgroup of methods allows you to translate the vision and strategy of the enterprise into specific tasks and indicators based on an integrated approach
3	Expert methods of analysis and evaluation	Expert methods of analysis and assessment of innovation activity are a complex of logical, mathematical procedures based on the opinions of experts. The essence of the methods lies in the rational examination of a problematic issue, followed by a quantitative / qualitative assessment

		and subsequent processing of the results. The final generalized opinion of experts is accepted as a solution to the problem. This group of methods is distinguished by the subjectivity of judgment due to the use of expert opinions on problematic issues. Analysis and evaluation of innovation activity using expert methods should include a clear algorithm for the selection of experts
4	Morphological methods of analysis and evaluation	Morphological methods of analysis and assessment of innovative activity are based on the search for the maximum number within the variability of solutions to a problem or the implementation of a system by combining the main elements of the system and their features. Morphological methods of analysis and assessment of innovative activity are based on the element-wise decomposition of the problem, as well as the search for the optimal solution for the entire problem. Morphological methods of analysis and evaluation presuppose, in essence, not a simple decomposition (decomposition of the whole into its constituent parts with the allocation of elements according to the principles of functional significance and role), but a direct or indirect connection with the external environment
5	Cognitive methods of analysis and evaluation	Cognitive methods of analysis and assessment of innovative activity are based on the laws of the processes of perception, cognition, understanding, transformation, representation, thinking, reflection, learning and modeling principles of the organization and operation of natural and artificial intelligent systems. Cognitive methods are a synthetic group of different kinds of methods, united by a single problematic and similar methodological principles. The basis of cognitive methods is made up of neurophysiology, anthropology, problems of artificial intelligence, decision theory, computer science, linguistics, epistemology, logic and psychology.
6	Foresight methods of analysis and evaluation	Foresight methods are inherently focused on solving the strategic goals and priorities of the company in the field of analysis and assessment of innovation and allow to highlight the priorities of innovation. This group of methods makes it possible to determine in advance the mainstreams of the development of innovations in a certain area, and then, on their basis, to analyze and evaluate newly created innovations. Foresight methods are directed towards the future and allow you to analyze projects taking into account the directions of scientific and technical development of an enterprise, region, country, world trends

The considered methods illustrate only the general directions of quantitative and qualitative analysis and assessment in the field of innovation, since in many cases it is very difficult to determine both the probabilities of obtaining possible results and their quantitative assessment. In such cases, specific methods of analysis and evaluation should be used.

In general, the proposed classification of methods of analysis and assessment of the innovation environment:

- allows you to systematize numerous methods of analysis and assessment of the innovation environment;
- focused on achieving the strategic, tactical and operational goals of the enterprise in the field of innovation, depending on the goals of management;
- allows to increase the level of transparency and objectivity of assessment procedures in the field of innovation by delegating service management functions to controlling in these matters;
- is aimed at obtaining more accurate and prompt results of evaluation procedures in the field of innovation due to pre-formed controlling tools when carrying out procedures (the principle of "goal-tool");
- increases the level of formalization and certainty of procedures for analyzing and evaluating innovative activities, etc.

UDC 519.711.3

AUTOMATED WORKSTATION MODEL OF THE SHIP ELECTRIC POWER PLANT PARAMETERS MONITORING SYSTEM

Ushkarenko O.O.
Doctor of Engineering Sciences,
Docent at the Department of Programmable Electronics, Electrical Engineering and Telecommunications Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Mykolaiv, Ukraine
oleksandr.ushkarenko@nuos.edu.ua

Abstract. An approach to the description of the graphical user interface of the ship electric power plant parameters monitoring system operator's automated workstation is considered. The developed model of the operator's automated workstation is a system of interconnected elements and relations between them, and can be used both for high-level design and description of the operator's interaction with the system, and for low-level design and description of the interaction of system elements at various levels of decomposition. A distinctive feature of the proposed model is the reflection in it the internal structure oof the graphical user interface elements and their behavior algorithms using the same mathematical description.

Keywords: conceptual model, automated workstation, control element, parameter monitoring

The ship electric power plant (SEPP) parameters monitoring system is presented in the form of a hardware-software complex [1, p. 12], which solves the problem of collecting, processing, displaying and storing data, making decisions on the control signals formation. During the developing the graphical user interface (GUI) of the SEPP parameters monitoring system, methods of conceptual modeling of information processes and intelligent systems were used. [2, p. 154; 3, p. 810].

The generalized conceptual model of the GUI is a set of processes and objects:

$$S_{\Pi} = \left\langle P, D, G, H_p, H_d, H_g, S_p, S_d, S_g, InD, InG, OutD, OutG \right\rangle,$$

where $P = \{p_i\}$ – a set of the imaging and information processing procedures; $D = \{d_i\}$ – a set of information objects; $G = \{g_i\}$ – a set of graphical objects; H_p, H_d, H_g – establish a correspondence between individual objects of the model and a set of subordinate subobjects; S_p, S_d, S_g – progressing of the processes that specify a partial order of execution; InD – input process information objects; InG – input process graphical objects; $OutD$ – output process information objects; $OutG$ – output process graphical objects.

The set of processes for constructing and processing information include high-level functions that form an image (raster representations of objects, visible contours of objects, etc.), approximate to piecewise linear functions (graphical representations of objects, indicators, etc.), functions for processing input data, functions of forming control packets and others. The set of information objects $D = \{d_i\}$ includes incoming data packets, variables and their structures associated with controls, intermediate data stacks, generated data transfer reports, and others. A collection of graphical objects $G = \{g_i\}$ are presented in the form of a set of indicators (graphical, arrow, scale, numeric, etc.) and control objects (I/O elements, status indication, display of line variables, etc.).

One of the main components of a graphical model is the concept of graphical attributes. Attribute sets describe the basic properties of graphic objects, such as line style, line color, outline dimensions, and background color. The graphic attribute model can be described as follows:

$$A_g = \left\langle C, F_c, N_c, T_c, n_c, t_c, InC, OutC \right\rangle,$$

where $C = \{c_i\}$ – a set of graphic attributes; F_c – graphic image; N_c, n_c – a set of graphic attribute names; T_c, t_c – a set of graphic attribute type names; InC – a process that requests the attribute value; $OutC$ – a process of the graphic object requested attributes set initializing. The model of graphic resources is made in a similar way:

$$A_r = \langle R, F_r, N_r, T_r, n_r, t_r, InR, OutR, DelR \rangle,$$

where $R = \{r_i\}$ – a set of graphical resources; $DelR$ – a procedure of graphic resource visualization.

During the design of the conceptual model of an operator's automated workstation (AWS) of the SEPP parameters monitoring system, shown in Fig. 1, certain types of objects were used, which include graphic primitives, resources and attributes. To simplify the analysis of this model, domain templates were used. They are represented by separate fragments of the model and built in relation to the selected processes, taking into account the interaction with others.

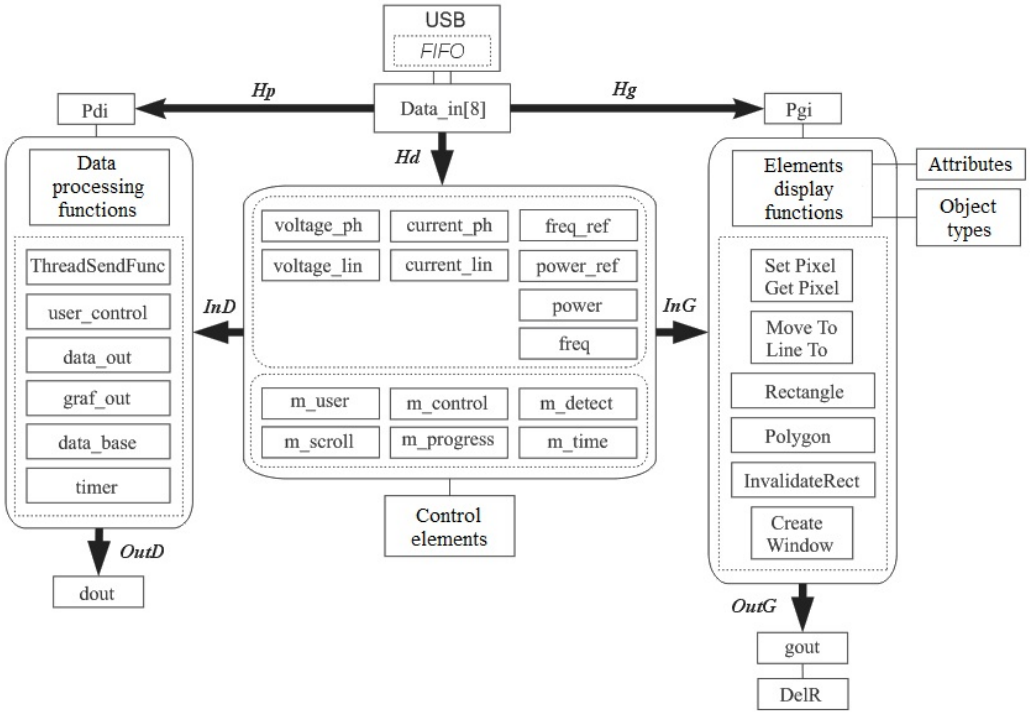


Fig. 1. The conceptual model of the SEPP parameters monitoring system

Analyzing the structure of images for each individual process, the following dependencies of the output graphic objects can be formulated:

– the source image for this process is the only one, the types of process and image hierarchies are the same;

– the original image corresponds to at least one process for which at least one image component is input;

– components of an image that is strictly input with respect to the template cannot be source images of sub-processes;

– any subprocess can have no more than one source image;

– the original given process of the template corresponds to at least one component that is input to the subprocess;

– any data that interacts with sub-processes is either components of the process input and output data, or local data that is used to transfer information;

– data components that are strictly input to a process cannot act as input to sub-processes.

Based on the above dependencies, the conceptual model of operator's AWS of the SEPP parameters monitoring system is regular. Passage in a regular conceptual model is associated with redundancy of the model, introduces the simultaneous use of relations of passage of processes S_p and images S_g. The visualization of images depends on the passes priority, because they indirectly determine the processes execution order. Transmission relations are inherited by all image components.

Taking into account the conceptual model, an analytical model of the operator's AWS was developed, which is a tool for assessing its completeness and consistency, and is used to determine the relations and types of connections between control and visualization subsystems. In Fig. 2 the model of the GUI element is shown, which is a mnemonic symbol for displaying the effective value of the generator phase current.

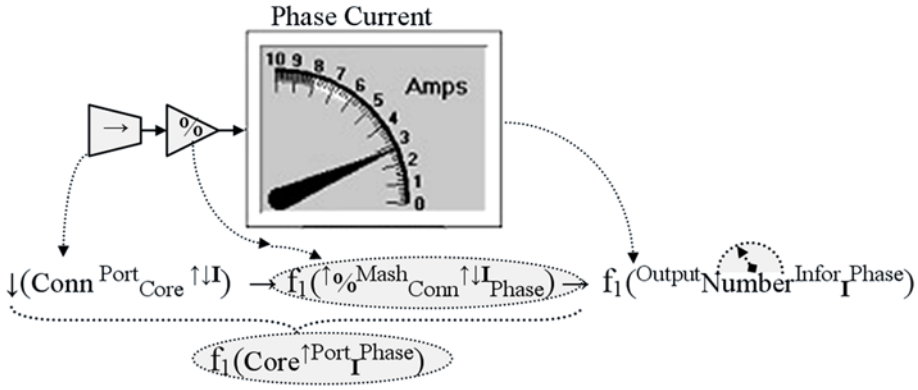


Fig. 2. Graphic-analytical model of the GUI element

In Fig. 3 a generalized model of AWS of the SEPP parameters monitoring system is shown.

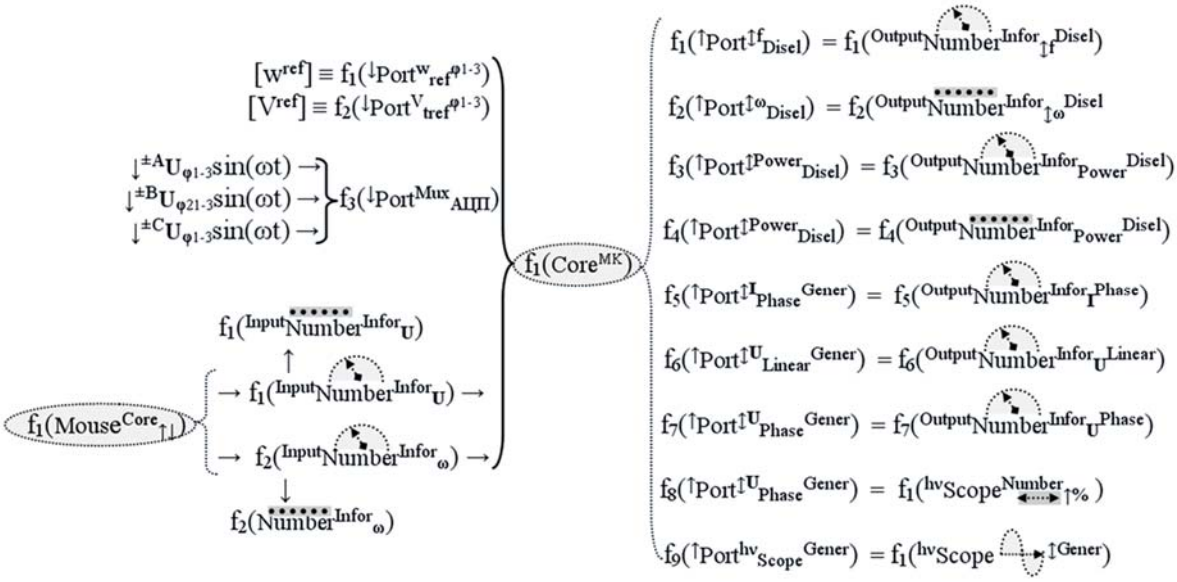


Fig. 3. The analytical model of AWS of SEPP parameters monitoring system

The use of the conceptual model allows to analyze the image processing and output processes, reduce the number of performed operations by excluding identical functions, initially compare the processes progress and the organization of unstructured data, distribute resources and operations performed on separate threads, reducing the load on computing resources. Such organization of the software package significantly increases the speed and reliability of the SEPP monitoring parameters system.

REFERENCES

1. Skjong Espen, Volden Rune, Rodskar Egil, Molinas Marta, Johansen Tor, Cunningham Joseph. Past, Present and Future Challenges of the Marine Vessel's Electrical Power System. IEEE Transactions on Transportation Electrification. 2016. № 2. P. 1–16.

2. Ahmed Fahim, Robinson Stewart, Tako A.A. Conceptual modelling: Lessons from computer science. Operational Research Society Simulation Workshop. 2014. P. 154–166.

3. L.F. Perrone, F.P. Wieland, J. Liu, B.G. Lawson, D.M. Nicol, R.M. Fujimoto. What can be done to automate conceptual simulation modeling? Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference, December 3-6, Monterey California, USA, 2006. P. 809–814.

DYNAMIC RESPONSE ANALYSIS OF MOB CONNECTOR

Zhang Bo[1], Chen Qian-qing[2], Zhao Chun-hui[3]

[1]lecturer of shipbuilding of Zhejiang International Maritime College, Zhoushan, China;
[2]professor of shipbuilding of Zhejiang International Maritime College, Zhoushan, China;
[3]lecturer of shipbuilding of Zhejiang Ocean University, Zhoushan, China

Abstract: Based on the rigid module flexible connector (RMFC) model and the potential flow theory, the three-dimensional hydro dynamic response of 7 mobile semi submersible mobile offshore base(MOB) is calculated, considering interaction between modules. The connector loads are calculated in the frequency domain under the regular wave and irregular wave load cases, and we also compare the connectors' loads under different connector stiffness. The numerical results show that the wave direction, wave frequency, connector stiffness and sea conditions have obvious influence on the connector load. The calculation method and results of this paper can provide theoretical basis for the design of the connector of very large floating structure(VLFS).

Key words: MOB; multi floating body; connector load; connector stiffness.

Introduction

VLFS (very large floating structures) has become a hot research direction of marine engineering. Different from general large ships and offshore platforms, the scale of VLFS can reach thousands of meters. In the design sea state, it can float stablely at sea and provide living and production space. Compared with other marine development projects (such as reclamation), the selection of super large marine floating structures for marine development has obvious advantages. It has the advantages of mobility, less earthquake impact, less impact on the environment and good economy. In recent years, China has invested a lot of money and gathered the strength of domestic scientific research institutes, large shipyards and well-known universities to study the related technologies of very large offshore floating structures. The main research directions focus on hydroelastic mechanical properties, hydrodynamic properties, system design, structural design, connector design [1].

Mobile offshore base (MOB) is composed of multiple floating bodies, which is a typical form of VLFS. It is mostly applied in floating military logistics base, offshore floating airport, Floating Wharf, offshore floating oil reserve base, deep-sea oil production platform, floating supply base, floating artificial island, etc. MOB works in the deep sea, which bears large wave loads, resulting in significant relative motions between modules. Therefore, the connectors which are used to limit the relative motions between modules will bear huge loads. In this paper, the dynamic response of MOB is studied by using RMFC model, and the loads of connectors with different stiffness under regular and irregular waves are calculated and analyzed. At present, how to design connectors with excellent mechanical properties so that mob can survive in bad sea conditions is an international problem. The results of this paper can provide some reference data for mob flexible connector design and module seakeeping design.

Theory of RMFC model

MOB is a semi-submersible multi floating body system. RMFC model is used in this paper, that is, the semi-submersible modules are regarded as rigid bodies and the connectors are simplified as linear springs. This computational model is adopted because the structural deformation of modules is much smaller than its own motion amplitude and the deformation of flexible connectors, which can be regarded as rigid bodies. The connectors connect the modules end to end to form a whole. Its function is to limit the mutual motion amplitude between modules, so as to achieve the purpose of stable mob system. In bad sea conditions, the connectors have to bear huge loads, which will react to the modules' motion it in the form of force and torque.

The RMFC model consists of modules M1 ~ M7 and connectors C1 ~ C12. The settings of the overall coordinate system O-XYZ and local coordinate system o-xyz are shown in Figure 1. The global coordinate system is used to describe the direction of the incident wave and the velocity potential of the incident wave. The local coordinate system is used to describe the size and motion of each modules [2].

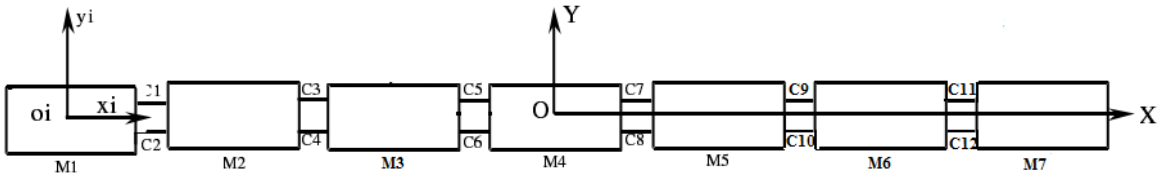


Fig.1 Coordinate system of MOB（7MS）

It can be seen from the above figure that each module unit is connected in series on the same straight line with the same direction. It is easy to know that the matrix transformation relationship of force (moment) between the overall coordinate system and local coordinate system is as follows:

$$\begin{Bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_x \\ M_x \\ M_y \\ M_z \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} F_x^i \\ F_y^i \\ F_z^i \\ M_x^i \\ M_y^i \\ M_z^i \end{Bmatrix} \tag{1}$$

The degree of freedom vector of MOB system composed of N modules can be expressed as $u = \left\{u^1, u^2, \cdots, u^n\right\}^T$, where

$$u^k = \left\{u_1^k, u_2^k, u_3^k, u_4^k, u_5^k, u_6^k\right\}^T \quad k = 1, 2, \cdots, n \tag{2}$$

Where, $u_1^k \sim u_6^k$ are the six degrees of freedom of motion of the k-th module unit.

Assuming that the flexible connector is linear spring, the reaction force matrix of the connector can be obtained according to the known module relative motion matrix:

$$F = K_c \Delta u_{l,l+1} = \begin{bmatrix} k_x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_y & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \Delta u_{l,l+1} \tag{3}$$

It can be seen from equation (3) that due to linear deformation, the connector only generates loads in three line directions [3]. Combining equations (2) and (3) can obtain the following formula:

$$\begin{Bmatrix} F_l \\ F_{l+1} \end{Bmatrix} = K_{l,l+1} \begin{Bmatrix} u^l \\ u^{l+1} \end{Bmatrix} = T_c^T K_c T_c \begin{Bmatrix} u^l \\ u^{l+1} \end{Bmatrix} \tag{4}$$

In the overall coordinate system, the total stiffness matrix composed of all connectors can be expressed as:

$$K_s = \sum_{i=1}^{n-1} K_{l,l-1} \tag{5}$$

Add the stiffness term to the motion equation of floating body, the matrix expression of multi floating body motion equation in frequency domain is derived [4]:

$$[-\omega^2 (M_s + A) + i\omega(C_s + B) + (K_s + K_w)]u = F \tag{6}$$

Where, M_s, C_s and K_w are structural mass matrix, structural damping matrix and restoring force coefficient matrix respectively, $6n \times 6n$; A is the additional mass matrix, $6n \times 6n$; B is the damping coefficient matrix, $6n \times 6n$; K_s is the connector reaction matrix, $6n \times 6n$; F is the wave excitation force matrix, $6n \times 1$; u is the displacement matrix, $6n \times 1$.

Hydrodynamic model

The main dimensions of MOB modules are listed as follows: the floating body is 270m long, 35m wide and 12.5m high; The columns' diameter is 25m, the horizontal spacing of columns is 90m, and the longitudinal spacing is 67.5m. See Tab.1 for other hydrodynamic parameters.

Table 1. Hydrodynamic parameters of MOB

Hydrodynamic parameters	value
height of center of gravity baseline	30.99m
design draft	28.75m
displacement	2.975×10^8 kg
radius of moment of inertia in X direction Rx	50.412 m
radius of moment of inertia in Y direction Ry	80.494 m
radius of moment of inertia in Z direction Rz	90.671 m

The floating body is symmetrical left and right. The mesh grid of floating body is shown in Fig.2. The hydrodynamic model of MOB with 7 modules is shown in Fig.3.

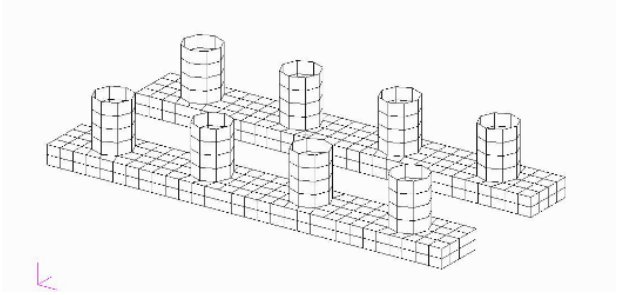


Fig.2. Mesh of pontoons

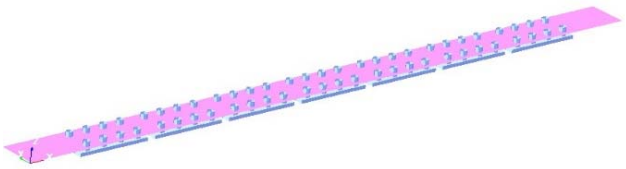


Fig.3. Hydrodynamic model

Results and analysis

The MOB's hydrodynamic model is composed of 7 module units and 12 connectors, and the center of gravity of each module is located on the same straight line. Based on the calculation of hydrodynamic coefficients and wave loads of each floating body unit under regular waves

with 8 wave directions (0º, 15º, 30º, 45º, 60º, 75º, 85 º, 90º)and 46 wave frequencies (0.1~1.5Hz), the calculation program multifloat is compiled. The hydrodynamic coefficient matrix in frequency domain and the wave force (moment) matrix of each module are input into the program to calculate the motion response and connectors' load response of each module under 12 kinds of connector stiffness. At the same time, the short-term prediction values of all connector loads under level 4 ~ 8 sea conditions in the open sea area of the North Pacific are calculated.

The wave spectrum used in the calculation is bretshneider spectrum. The characteristic wave height and spectral peak period under level 4 ~ 8 sea conditions in the open sea area of the North Pacific are shown in Tab.2, and the spectral density curve is shown in Figure 4 [5].

$$S_\eta(\omega)=\frac{1.25}{4}\left(\frac{2\pi}{T_p}\right)\omega^{-5}H_s^2 e^{-1.25\left(\frac{2\pi}{T_p\omega}\right)^4} \quad (7)$$

Table 2. Sea state of North Pacific

Sea state	Characteristic wave height Hs（m）	Spectral peak period Tp（s）
SS4	1.88	8.8
SS5	3.25	9.7
SS6	5.0	13.8
SS7	7.5	13.8
SS8	11.5	18.0

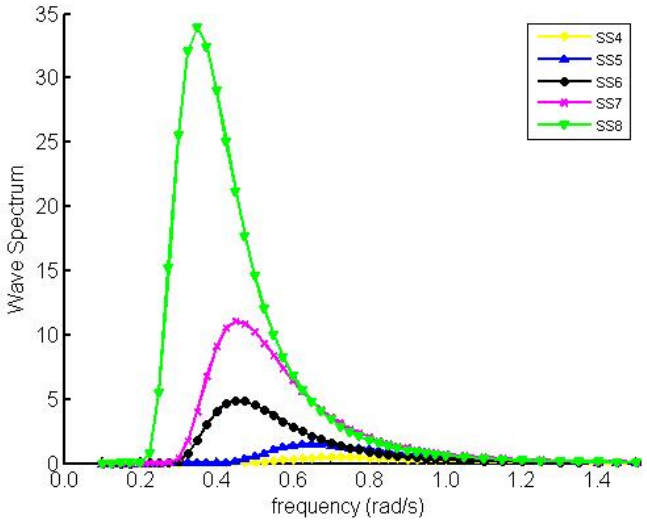


Fig. 4. Bretshneider spectrum of different sea states

In order to verify the accuracy of the author's self-made program, the example in literature [1] (Yu Lan, 2004) is calculated with the self-made program multifloat. The computation results fit well with Yu's data. Yu Lan of Shanghai Jiaotong University calculated the dynamic response of MOB (5ms, i.e. 5 modules) connector by using RMFC model and self-made program. Fig. 5 ~ Fig. 6 show the comparison between the results of multifloat (K6 connector stiffness, C3 connector load under wave incidence angle 45º) and Yu's results.

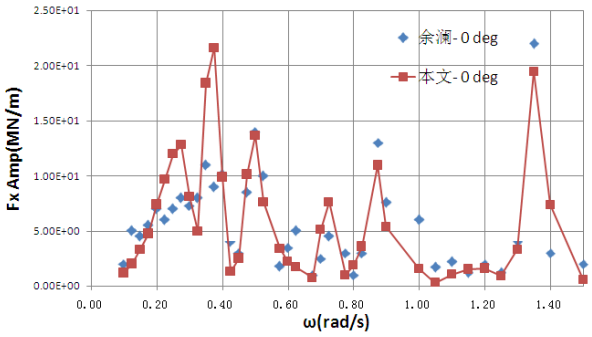


Fig.5 RAO of Fx of C3(5MS, K6)

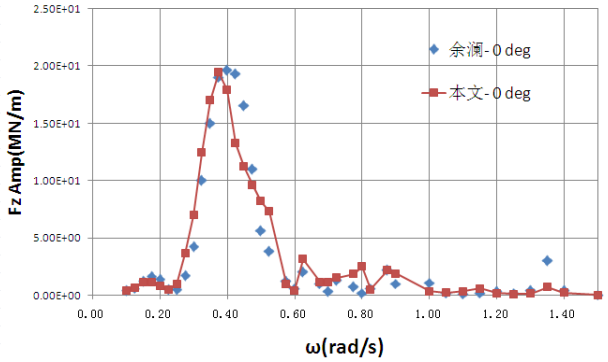


Fig.6 RAO of Fz of C3(5MS, K6)

Connector load response under regular wave

Taking connector stiffness K5 (Kx = $1E^9$, Ky = $1E^{12}$, Kz = $1E^{10}$) as an example, fig.7 ~ fig.9 show the load values of C5 connector under regular waves. During the calculation, 8 wave directions (0º, 15º, 30º, 45º, 60º, 75º, 85 º, 90º) and 46 wave frequencies (0.1 ~ 1.5Hz) are selected. It can be seen from Fig. 7 to Fig. 9 that the load amplitudes in the three directions increase significantly in the range of (0º～75º), and reach the peak value when the incident angle is at 75º～85 º. The peak value of longitudinal load appears at $\omega = 0.375$, $\alpha = 75^{\circ}$. This is because if MOB modules are not connected, the relative motion between adjacent modules is related to wave incidence angle and wave frequency. In order to make the MOB works steadily (keep the straight line as far as possible and keep the deck in the same water plane as far as possible), the connector plays a role in limiting the relative motion between modules, that will inevitably lead to large linear deformation of the flexible connector itself and large load value, which is unfavorable to the connector itself. It can be seen from the figure that when the wave incidence angle is close to 90º, the load value in each direction tends to zero. That's because although the module has a large motion amplitude (see literature [2] (Zhang Bo, 2013)), the six degree of freedom motion state between adjacent modules tends to be consistent in theory, and there is almost no relative motion, so the load value in each direction of the connectors is close to zero.

It can also be seen from Fig.7 to Fig.9 that the connector load is sensitive to the wave frequency. The load value is very small in the high frequency area, almost close to zero, and the load value is large in the medium and low frequency area.

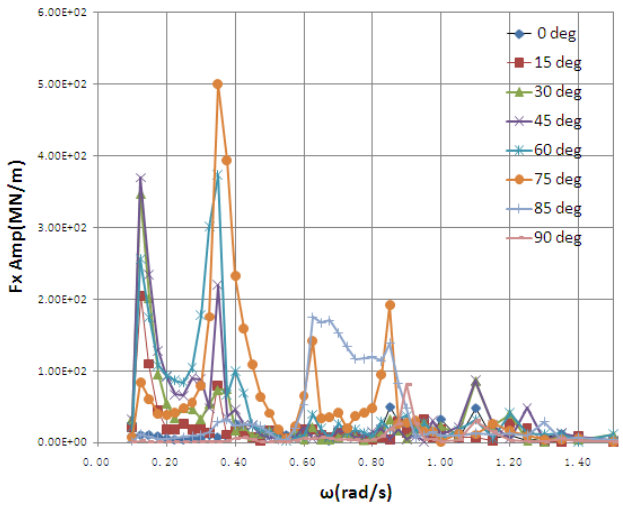


Fig.7. RAO of Fx of C5(7MS, K5)

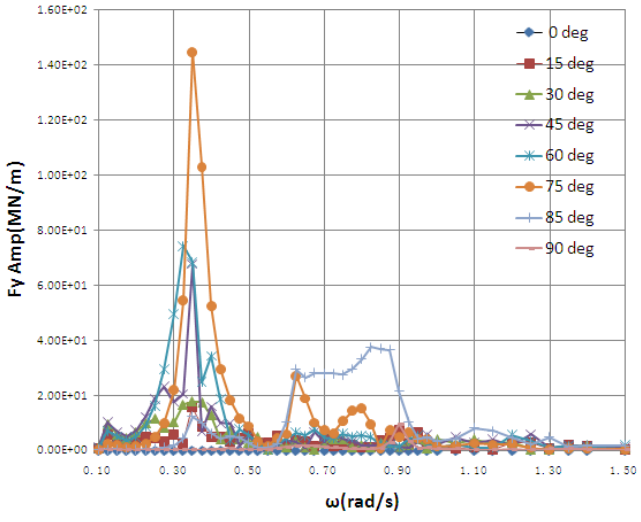


Fig.8. RAO of Fz of C5(7MS, K5)

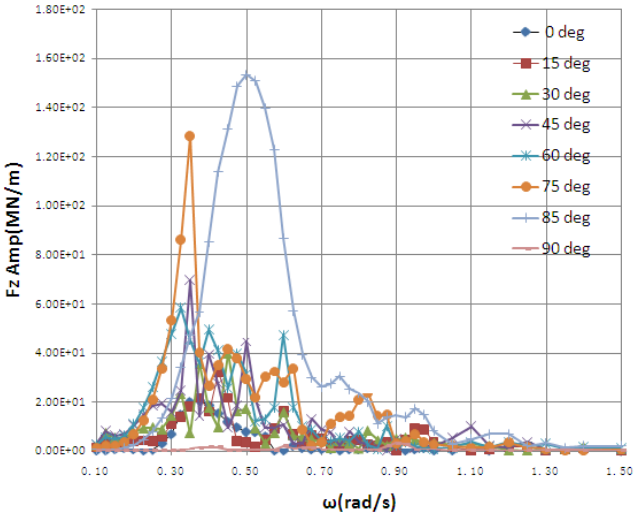


Fig.9. RAO of Fz of C5(7MS, K5)

Connector load response under different connector stiffness

For comparison purposes, we selected 12 different connector stiffness matrices in the calculation, as shown in Tab.3 [5].

Table 3. Stiffness of connector(N/m)

No.	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Kx	1E7	1E8	1E8	1E9	1E9	1E9	1E10	1E10	1E11	1E12	1E12	1E13
Ky	1E12	1E12	1E12	1E12	1E12	1E12	1E12	1E12	1E12	1E12	1E12	1E12
Kz	1E6	1E7	1E12	1E8	1E10	1E12	1E9	1E11	1E9	1E10	1E13	1E10

Fig.10 ~ Fig.12 show the load response of C5 connector under different stiffness, when the wave direction angle is 45°. It can be seen from the figure that the load value of the connector changes significantly with the change of stiffness. The maximum response amplitude of load with different stiffness is shown in Fig.13. It can be seen from the figure that the load in X direction shows an obvious upward trend between K1 and K7. The load peak appears in the stiffness of K7, and is high between K7 and K9. It decreases significantly between K10 and K12. Subsequently, the change trend is not obvious, and finally tends to be stable.

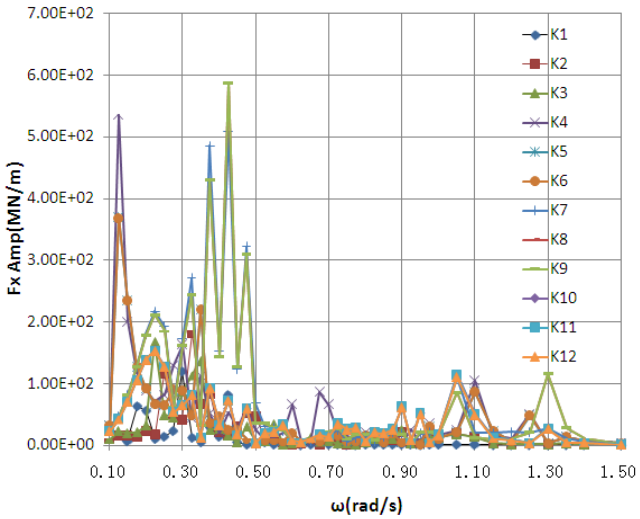


Fig.10 Fx of C5 when $\beta = 45^{\circ}$ (7MS)

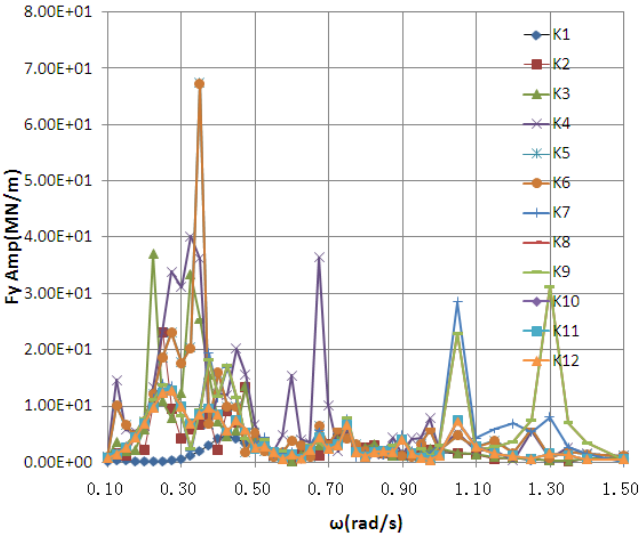


Fig.11 Fy of C5 when $\beta = 45^{\circ}$ (7MS)

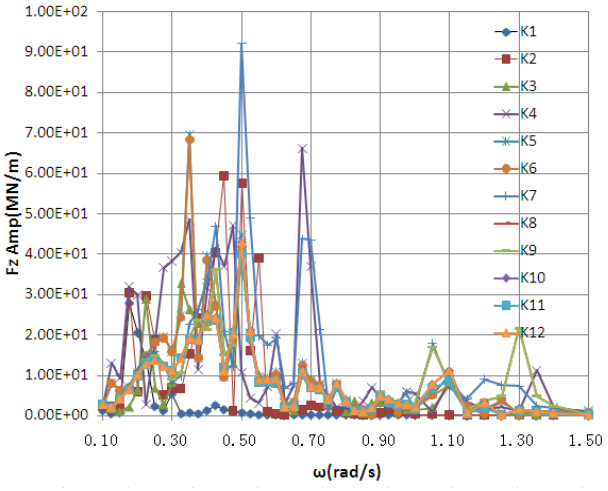


Fig.12 Fz of C5 when $\beta = 45^{\circ}$ (7MS)

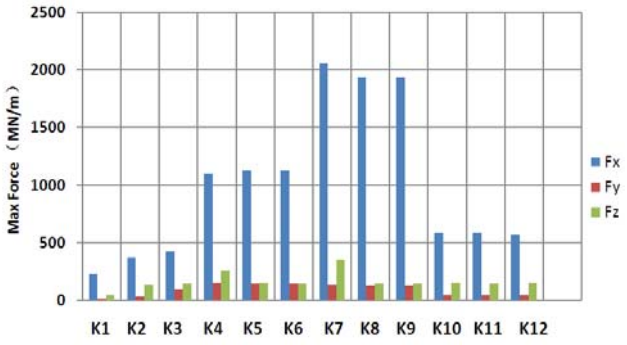


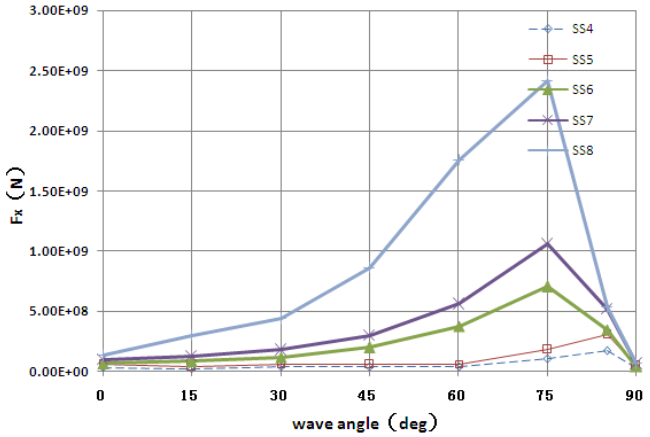
Fig.13 maximum force RAO of all connectors(7MS)

In the process of MOB design, a small connector stiffness may lead to great relative motion between modules and affect the stability of the system. If the stiffness is too large, the connector may cause huge load, and the connector may break, resulting in module collision, which poses a serious threat to personnel safety and property safety. So, appropriate stiffness shall be selected to make the relative motion amplitude between modules close, and also make the connector load within the safe range.

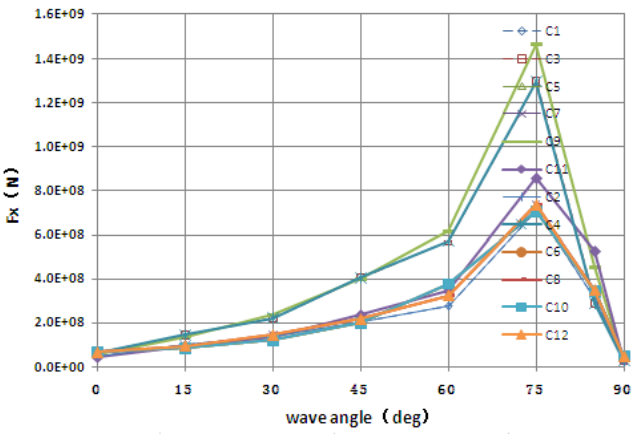
Connector load response under irregular waves

In order to study the response of connector load under irregular wave, the connector load under different sea conditions (Level 4~8) is calculated. Taking connector stiffness K5 as an example, Fig.14(a)～(c) show the short-term prediction values of C5 connector load under level 4~8 sea conditions, and Fig.15(a)～(c) shows the short-term prediction values of 12 connector loads under SS5 sea conditions.

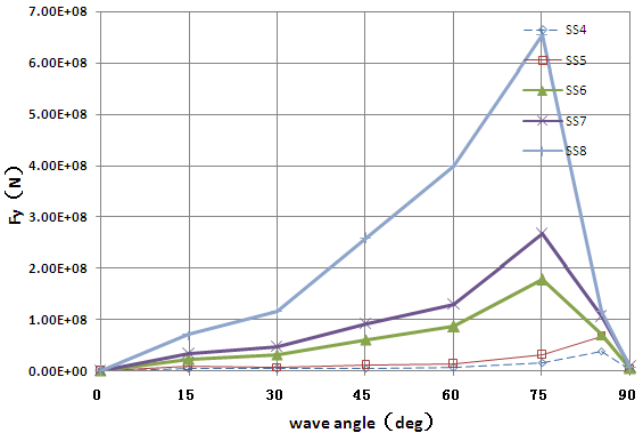
It can be seen from Fig.14 that the short-term prediction value of load is positively correlated with the sea state level.The short-term prediction load value increases with the increase of sea state level, especially when the sea state is greater than SS5, the short-term load prediction value increases rapidly. Compared with SS4~SS7, the short-term prediction load value of SS8 has increased significantly. By analyzing Fig.15, it is easy to know that under a specific sea state, the short-term predicted values of the loads in all three directions of the connector show an obvious increasing trend with the increase of the incident angle of the wave, and the peak value appears in 75o～85o. Therefore, it is generally recommended that MOB shall keep the state of head sea as far as possible through the dynamic positioning system, so as to reduce the probability of extreme load.



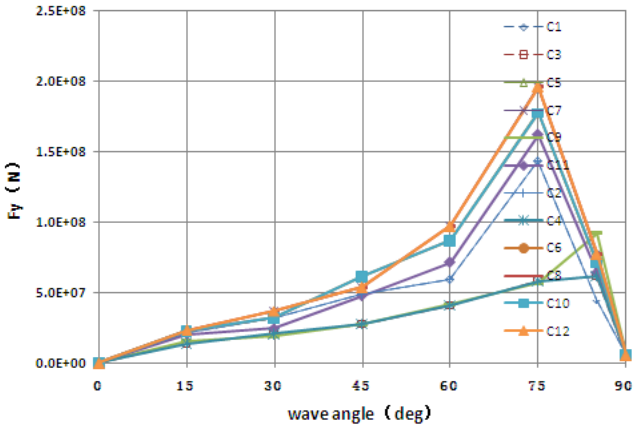
（a）Short-term forecast value of Fx of C5(7MS, K5)



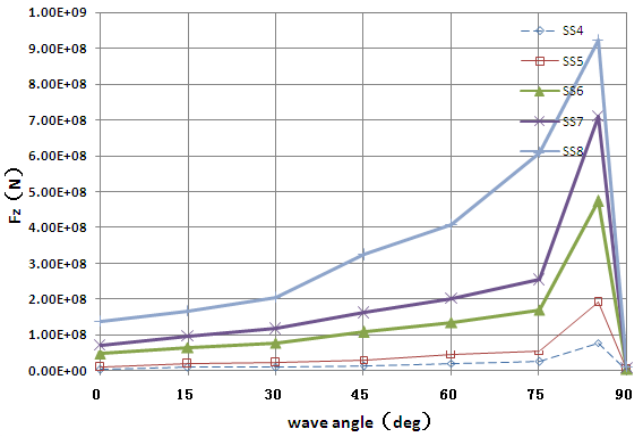
（a）Short-term forecast value of Fx (7MS, K5,SS5)



(b) Short-term forecast value of Fy of C5(7MS, K5)

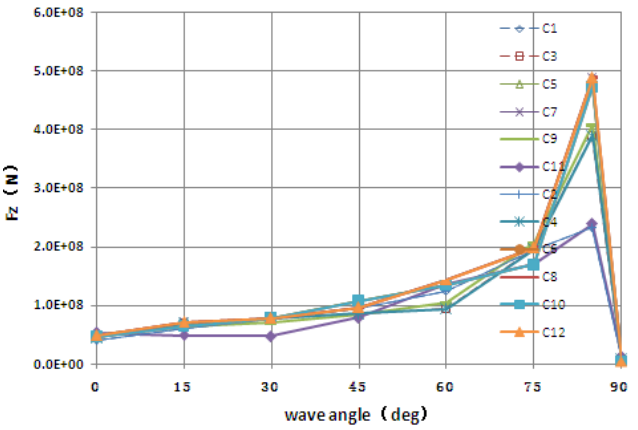


(b) Short-term forecast value of Fy (7MS, K5,SS5)



(c) Short-term forecast value of Fz of C5(7MS, K5)

Fig.14 Short-term forecast force value of C5



(c) Short-term forecast value of Fz (7MS, K5,SS5)

Fig.15 Short-term forecast force value of all connectors

Summary

(1) Under regular waves, the wave incidence angle and wave frequency have significant effects on the load value of the connectors. The longitudinal, transverse and vertical load amplitudes show an obvious upward trend in the range of （0°～75°）, and reach the maximum when the incident angle is between 75°～85°. During service, the incident angle of wave shall be kept as small as possible through the dynamic positioning system to reduce the probability of extreme load of the connector.

(2) With the change of stiffness, the extreme load values in X, Y and Z directions of the connector change obviously. During the selection of connector stiffness, the two factors of connector load and module relative movement shall be comprehensively considered, which shall not only prevent the connector from bearing huge load, but also ensure that the MOB deck can be kept on the same horizontal plane as far as possible.

(3) The influence of sea state on the short-term prediction value of connector load is very significant. In order to avoid connector damage accident, it is generally recommended to disconnect the MOB modules in bad sea conditions to enhance the ability to resist wind and waves.

REFERENCES

1. Yuan Yu-bo. Effect of the ship collision loads on VLFS connector loads. [D]. Jiangsu University of Science and Technology. 2012.

2. Zhang Bo. Influence of module number on dynamic response of very large mobile offshore base [J]. Journal of Ship Mechanics, 2013,17(1-2):49-57.

3. Zhang Bo. Very Large Floating Structure Hydrodynamic Response And Risk Assessment [D]. Jiangsu University of Science and Technology. 2013.

4. Yu Lan, Ding wei. Effect of the multiple modules interaction on MOB connector loads [J]. The Ocean Engineering, 2004,22(1):25-31.

5. Yu Lan. Study on dynamic responses of connectors of mobile offshore base[D]. Shang Hai Jiao Tong University. 2004.

6. Liu Chao. Research on Structural Response of Multi-Module Flexible Connectors for Very Large Floating Structures [D]. China Ship Scientific Research Center.2014.

УДК 621.314

ПОРІВНЯННЯ ПОКАЗНИКІВ ВАРІАНТІВ АКТИВНОЇ ЧАСТИНИ ТРИФАЗНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ З ВИТИМИ ТРИСЕКЦІЙНИМИ МАГНІТОПРОВОДАМИ

Авдєєва О.А.[1], Ставинський Р.А.[2]

[1]кандидат технічних наук, в.о. доцента кафедри суднових електроенергетичних систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна,

e.avdeeva@ukr.net

[2]кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри суднових електроенергетичних систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна

Анотація. Виконано розрахунок та порівняльний аналіз основних показників, які визначають технічні характеристики трифазних компактних трансформаторів з витими просторовими трисекційними магнітопроводами. Показані переваги інноваційних пропозицій просторових електромагнітних систем з шестигранними утворюючими контурами стрижнів та обмоткових вікон.

Ключові слова: трифазний трансформатор, компактний, витий магнітопровід, технічні характеристики.

Важливими стратегічними завданнями, що пов’язані з перспективами подальшого розвитку і існування людства, є інтенсифікації робіт по підводним дослідженням, розвідки та освоєнню морського шельфу і океанів та позаземного простору. Виконання названих складних завдань неможливо без створення і подальшого удосконалення спеціальних технічних засобів з системами електрообладнання, що містять компактні трифазні трансформатори (ТТ). Забезпечення мінімальних масогабаритних показників таких ТТ, що вбудовані в сферичні або циліндричні оболонки обмеженого діаметру, досягається застосуванням просторових структур активних частин [1, 2].

В минулому сторіччі при виробництві магнітопроводів крім шихтованих пластин почалось застосування технології навивки стрічки (рулону) електротехнічної сталі (ЕТС), а показники трансформаторів покращені використанням властивості анізотропії такої сталі. Максимальний ефект застосування анізотропної і нової аморфної ЕТС при створенні ТТ досягається використанням симетричних просторових електромагнітних систем (ЕМС). Названі системи можуть бути сформовані на основі як аксіальних, так і радіальних просторових структур [3]. В промисловості застосовуються аксіальні ЕМС (рис. 1, а), що містять, з метою усунення втрат стикових зазорів, нероз’ємні магнітопроводи (рис. 1, б) з безперервних витих секцій. Вказані ЕМС базуються на кругових утворюючих контурах (УК) обмоткових котушок і стрижнів

(рис. 1, а) з неповним заповненням таких УК перерізами секцій магнітопроводів з розгорток складної і відхідної конфігурації (рис. 1, в). Кругові УК забезпечують вмотку обмоток човниковими верстатами, що передбачає технологічне збільшення конструктивного ізоляційного проміжку між суміжними фазними котушками. Тому відсутність роз'ємів магнітопроводів підвищує габарити, металоємність і втрати та знижує технологічність і ремонтопридатність ЕМС (рис. 1, а). В зв'язку з недоліками нероз'ємних ЕМС в [4] визначена доцільність розробки нової серії ТТ потужністю 25–630 кВ·А на основі витих просторових розрізних магнітопроводів. В останній час такі магнітопроводи витискаються роз'ємними аналогами з формуванням охоплюючи шарів з малим зс'увом роз'ємів розділенням і вигином ділянок стрічки змінної довжини («*Unicore*» магнітопроводи з умовно косими стиками) [5].

Крім застосування новітніх матеріалів і технологій [5], удосконалення трансформаторів можливо структурно-геометричними перетвореннями ЕМС, зокрема застосуванням замість традиційних, шестигранних УК [3].

Заміна в ЕМС з роз'ємним магнітопроводом кругових УК на шестигранні (рис. 1, г) зменшує діаметр контурного кола ($Д_{кш}<Д_{кк}$) при наявності ділянок паралельних поверхонь обмоткових вікон. Спрощується технологія виготовлення секцій магнітопроводу з трапецієвидними перерізами з заготівок, що утворюються косим поділом прямокутної розгортки на частини з прямокутними та трикутними ділянками (рис. 1, д).

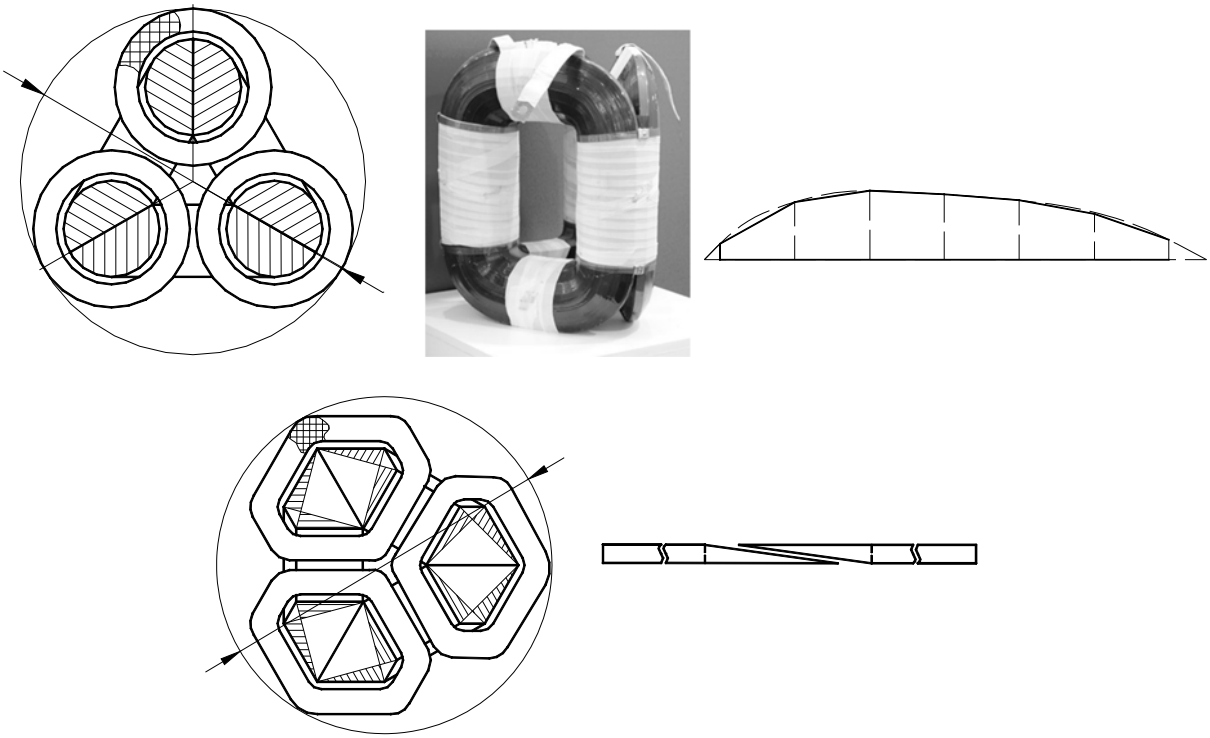


Рис. 1. Схема (а), трисекційний магнітопровід (б) і розгортка секції (в) та схема (г) і розгортки двох секцій (д) аксіальних електромагнітних систем з круговими і шестигранними утворюючими контурами

Спрощення виготовлення витих трисекційних магнітопроводів при забезпеченні компактності і зручності вбудування відбувається заміною різновидів аксіальної ЕМС ТТ (рис. 1, а, г) на радіальну (рис. 2, а) з прямокутними УК (рис. 2, б). Подібна ЕМС може бути сформована з шестигранними УК і повним заповненням таких УК перерізами стрижнів при складанні магнітопроводу з чотирьох секцій, що мають перерізи у виді прямокутної трапеції (рис. 2, в). Такі секції, на відміну від секцій ЕМС (рис. 1, а, г), навиваються без осьового зсуву витків з заготовок, що отримуються косим поділом прямокутної смуги ЕТС на дві частини (рис. 2, г).

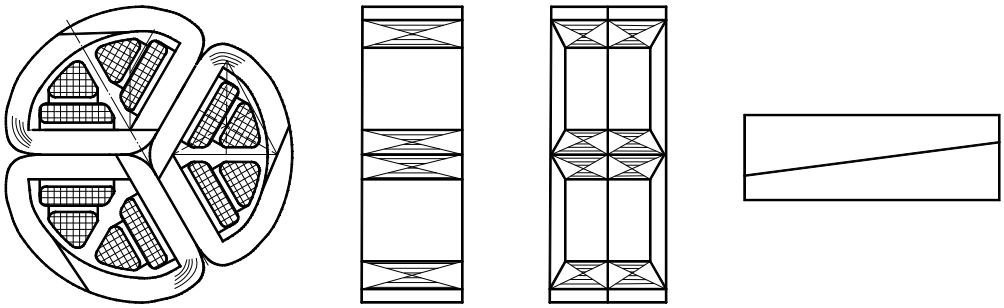


Рис. 2. Поперечна структура (а) просторової радіальної електромагнітної системи з прямокутними (б) і шестигранними (в) перерізами стрижнів та схема розділення смуги (г) для навивки секції магнітопроводу

Методом універсальних оптимізаційних цільових функцій структурного синтезу [3] визначені екстремальні значення *i*-показників, які є показниками технічного рівня (ПТР), а саме маси *i*=1, вартості *i*=2, втрат *i*=3 і контурного об'єму *i*=4. Результати розрахунків співвідношень ПТР ЕМС (рис. 1, г), що мають позначення $П^{*}_{iаш}$ та ПТР ЕМС (рис. 2, а) з магнітопроводами (рис. 2, б, в), що мають позначення $П^{*}_{iрп}$ і $П^{*}_{iрш}$ до відповідних показників $П^{*}_{iак}$ ЕМС (рис. 1, а) в стандартних діапазонах напруг і електромагнітних навантажень наведено в табл.1.

Таблиця 1. Числові значення покращення (+) або погіршення (–) показників технічного рівня варіантів електромагнітних систем відносно аксіального аналогу з круговими утворюючими контурами

Співвідношення показників	Діапазон змін значень співвідношень, %			
	Показник маси	Показник вартості	Показник втрат	Показник контурного об'єму
$П^{*}_{iак}/ П^{*}_{iаш}$	+(1…1,1)	+(1,3…1,4)	+(1,3…1,7)	+(8…10)
$П^{*}_{iак}/ П^{*}_{iрп}$	–1,1…+1,1	+(2,8…5,6)	+(3,5…9,7)	+(10…11)
$П^{*}_{iак}/ П^{*}_{iрш}$	+(0…1,4)	+(4,5…7,8)	+(5,2…11,9)	+(11…12)

З результатів розрахунків випливає, що кращі ПТР забезпечує радіальна ЕМС з шестигранними УК (рис. 2, а, в), яку слід застосовувати при розробці компактних ТТ об'єктів дослідницького і пошуково-технологічного призначень. Однак радіальні ЕМС, на відміну від аксіальних, не задовольняють вимогам електромагнітної сумісності, тобто теоретичного нуля «магнітного моменту» та відсутності зовнішнього магнітного поля [1]. Тому при проектуванні компактних корабельних ТТ слід застосовувати аксіальну ЕМС (рис. 1, г).

ЛІТЕРАТУРА

1. Ставинский А.А. Особенности назначения и использования специальных электрических машин // Електротехніка і електромеханіка. – 2004. – №1. – с. 57-61.

2. Блинцов В.С., Ставинский Р.А., Авдеева Е.А., Садовой А.С. Трансформаторы для встраивания в оболочки ограниченного диаметра объектов специальной техники и постановка задачи их усовершенствования // Електротехніка і електромеханіка. – 2012. – №2. – с. 16-21.

3. Ставинский, А.А. Оптимизационный сравнительный анализ структур статических электромагнитных систем. Ч.1. Варианты и метод оценки преобразований / А.А. Ставинский, Р.А. Ставинский, Е.А. Авдеева // Электричество. – 2014. – №9. – с. 34-43.

4. Перспективы и состояние разработок распределительных трансформаторов массовых серий [Электронный ресурс] / В.А. Бормосов, М.Н. Костоусова, А.Ф. Петренко, И.Е. Смольская. Режим доступа: www.transform.ru/articles/html/03project/ a000001.article (13.09.2004).

5. Костинский С.С. Обзор состояния отрасли трансформаторного производства и тенденций развития конструкций силовых трансформаторов // Проблемы энергетики. – 2018.– том 20. – №1-2. – с. 14-32.

Comparison of indicators of active parts of three-phase transformers with twisted three-sectional magnetic cores

Elena Avdieieva[1], Rostislav Stavinskiy[2]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The calculation and comparative analysis of the main indicators that determine the technical characteristics of three-phase compact transformers with twisted spatial three-section magnetic cores are performed. The advantages of innovative proposals of spatial electromagnetic systems with hexagonal forming contours of rods and winding windows are shown.

Keywords: three-phase transformer, compact, twisted magnetic circuit, technical characteristics.

УДК 681.5.015:620.179.17

ІНОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВІЗУАЛЬНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Бичков О.С.[1], Мороз М.В.[2], Жук Д.О.[3], Меркулова К.В.[4], Жабська Є.О.[5]
[1] доктор технічних наук, професор,
Київський національний університеті імені Тараса Шевченка,
м. Київ, Україна
oleksiibychkov@knu.ua;
[2] магістр, Київський національний університеті імені Тараса Шевченка,
м. Київ, Україна,
mukolamoroz@gmail.com;
[3] кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
vicedirector2012@gmail.com;
[4] кандидат технічних наук, доцент,
Київський національний університеті імені Тараса Шевченка,
м. Київ, Україна,
kate.don11@gmail.com;
[5] асистент, Київський національний університеті імені Тараса Шевченка,
м. Київ, Україна,
y.zhabska@gmail.com

Анотація. Авторами проведено аналіз наявних алгоритмів візуального супроводження об'єктів на відеопослідовностях. Розроблено математичну модель та спроектовано комплекс програмного та апаратного забезпечення для автоматизованого візуального супроводу об'єкта у відеопотоці в режимі реального часу для вбудованих систем. Комплекс має застосування у судобудівництві для використання у пристроях що забезпечують візуальне спостереження за ціллю.

Ключові слова: відеоспостереження, ціль, розпізнавання образів, судобудівництво.

Супроводження (відстеження, трекінг) об'єктів на сьогоднішній день є досить важливим і актуальним завданням у галузі комп'ютерного зору [1, с.13]. Відстеження об'єктівмає багато практичних застосувань, серед яких відеоспостереження, взаємодія міжлюдиною та комп'ютером, навігація роботів, різноманітні системи спостереження та безпеки, моніторинг трафіку дорожнього руху, розпізнавання діяльності та інші.

Відстеження об’єктів націлене на те, щоб надати комп’ютеру можливість отримувати кращу модель реального світу.

Завданням комплексу апаратних та програмних компонентів відстежувача є автоматизований супровід візуального об’єкта у відео потоці в режимі реального часу [2, с.24]. Відстежувач також повинен мати програмний графічний інтерфейс користувачадля цілевказівки та проведення супроводу.

Спосіб взаємодії користувача з відстежувачем такий. Користувачу транслюється зображення з камери в режимі реального часу. Користувач повинен мати можливість у відео потоці в будь-який момент часу виділити об’єкт, за яким він бажає проводити візуальний супровід, обравши прямокутну область, в якій розташовується об’єкт. Спостереження проводиться лише за одним об’єктом у певний момент часу. Після цього в користувача також має бути можливість припинити стеження за обраним об’єктом.

Ключовими вимогами до відстежувача є:

- цільовий об’єкт може мати будь-які розміри, форми та колір, оскількизавчасно невідомо, який об’єкт необхідно буде супроводжувати;
- цільовий об’єкт може не мати певної визначеної траєкторії руху, про якуможна знати завчасно;
- цільовий об’єкт може перебувати на будь-якому фоні, у будь-якомувізуальному середовищі; алгоритм повинен бути швидким для можливості відстеження в режимі реального часу, тобто програма має відображати опрацьовані кадри зі швидкістю 20 кадрів у секунду та більше.

Система, що розроблена для супроводження візуальних об’єктів складається з апаратної та програмної реалізації. Апаратна реалізація включає у себе вбудовану систему і камеру для зйомки в режимі реального часу. Оскільки кут огляду камери достатньо малий, то для збільшення оглядовості до апаратної реалізації можна додатиплатформу повороту та нахилу, побудовану на основі серводвигунів. Програмна реалізація складається з графічного інтерфейсу користувача та програмних засобів для візуального супроводу, отримання зображення з камери, контролю серводвигунів механізму повороту-нахилу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Object tracking methods and their areas of application: A meta-analysis. A thorough review and summary of commonly used object tracking methods / Sanna Ågren. – 45 pages. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www8.cs.umu.se/education/examina/ Rapporter/Sanna AgrenFinal.pdf.

2. Handcrafted and Deep Trackers: Recent Visual Object Tracking Approaches and Trends / Mustansar Fiaz, Arif Mahmood, Sajid Javed, and Soon Ki Jung. – 36 pages. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/pdf/1812.07368.pdf.

Innovative technology of visual support of objects for real-time systems

Oleksii Bychkov [1], Mykola Moroz [2], Dmytro Zhuk [3], Kateryna Merkulova [4], Yelyzaveta Zhabska[5]

[1,2,4,5] Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine,

[3] Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. The authors analyzed the existing algorithms for visual tracking of objects on video sequences. A mathematical model has been developed and a set of software and hardware has been designed for automated visual support of an object in a real-time video stream for embedded systems. The complex is used in shipbuilding for use in devices that provide visual observation of the target.

Keywords: video surveillance, purpose, pattern recognition, shipbuilding.

УДК 681.5

БЛОК ЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

Білюк І.С.[1], Савченко О.В.[2], Шарейко Д.Ю.[3], Фоменко А.М.[4], Гаврилов С.О.[5]

[1] кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна
ivanbilyuk@gmail.com;
[2] викладач,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
savchenko1984@gmail.com;
[3]кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
dshareyko.mk@gmail.com;
[4]доцент НУК,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
fomenko.mk@gmail.com;
[5] кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
sergey.gavrilov81@gmail.com

Анотація. Одним з важливих елементів систем автоматики є блок живлення, який забезпечує устаткування електричною енергією з заданими параметрами. Основними задачами блоку живлення є стабілізація параметрів електричної енергії, забезпечення передачі потужності та захист системи автоматики.

Ключові слова: імпульсний блок живлення, напівмостова схема, захист від перевантаження, тороїдальний трансформатор, системи автоматики.

Блок живлення відноситься до систем автоматики, промислових роботів і може бути використаний в інших технічних пристроях електромеханічних систем керування.

Задача розробки – створити блок живлення для систем автоматики, в якому є струмовий захист високовольтної ланки, струмовий захист і захист від короткого замикання виходу блоку живлення та можливість використання в силовій частині потужних польових транзисторів.

Для вирішення цієї задачі в блоці живлення систем автоматики було використано мікросхему *IR2153D*[1]. *IR2153D* представляє собою високовольтний драйвер з внутрішнім генератором. Це дозволяє на базі данної мікросхеми проектувати блоки живлення з напівмостовою топологією потужністю до 1500 Вт. Також у високовольтній ланці блоку живлення було додано блок захисту від перевантаження за струмом[2]. Данний модуль було зібрано на основі трансформатору струму, який намотано на феритовому тороїдальному осерді та транзисторному оптроні PC817. Датчиком служить трансформатор струму. Значення максимального струму для обмеження задається резистором R13. Для керування потужними силовими транзисторами додано емітерні повторювачі, що зібрані на транзисторах VT2, VT6, які розряджають ємність потужних транзисторів через себе. Також було зібрано вихідний блок захисту від перевантаження та короткого замикання, який зібраний на елементах R2, R4, R8, R9, R10, C1, C5, VD1, HL1, VT4 та VT3. При нормальній роботі блоку живлення напруга через світлодіод та резистор R2 відкриває транзистор VT3. При перевантаженні чи короткому

замиканні, струм на переході польового транзистора та шунта R9, R10 різко збільшується, що приводе до відпирання транзистора VT4, який шунтує затвір та витік VT3, при цьому загорається світлодіод HL1.

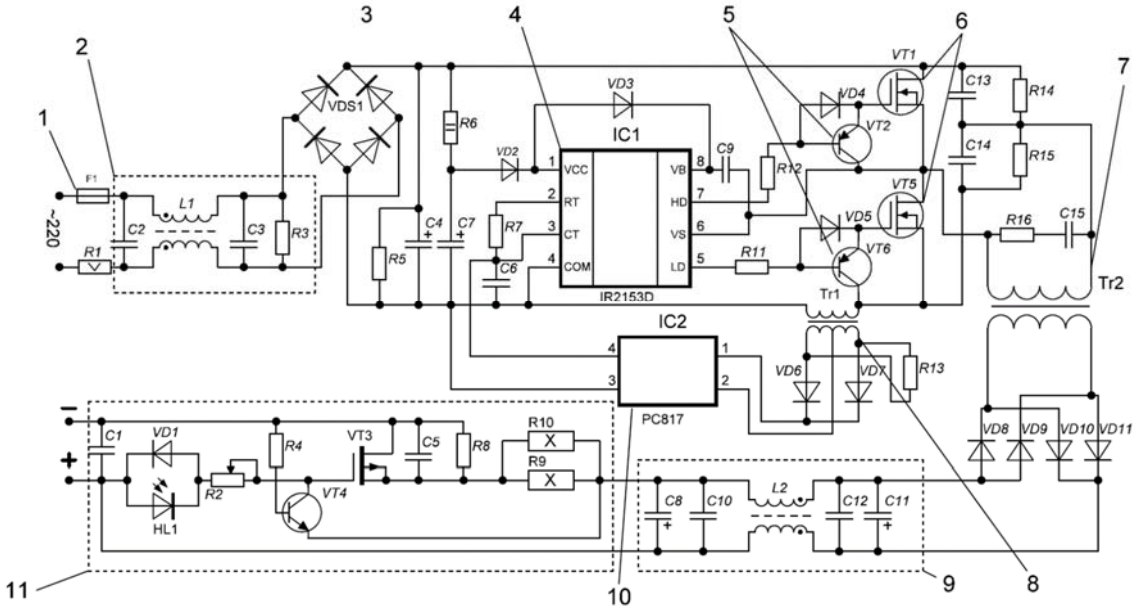


Рис. 1. Принципова схема блоку живлення

Силовий трансформатор виконаний на феритовому тороїдальному магнітопроводі, з робочою частотою 50 кГц

Блок живлення систем автоматики складається з принципової схеми на рис. 1, на якій розташовані: плавкий запобіжник – 1, вхідний фільтр – 2, накопичувальна ємність – 3, мікросхема IR2153D – 4, біполярні транзистори – 5, силові транзисторні ключі – 6, силовий трансформатор – 7, трансформатор струму – 8, вихідний фільтр – 9, транзисторний оптрон – 10 та блок захисту від перевантаження та короткого замикання – 11.

Запропонована схема відповідає поставленій задачі та може бути використана в системах автоматики, промислових роботах та інших електромеханічних пристроях. Покращення компактності, надійності та довговічності системи досягається за рахунок використання трансформатору струму на вході блоку живлення та використання блоку захисту від перевантаження за струмом та короткого замикання на виході блоку живлення. Блок живлення систем автоматики налаштований на промислову частоту 50 Гц.

ЛІТЕРАТУРА

1. Self-Oscillating Half-Bridge Driver IR2153(D)(S) &(PbF)// https://www.infineon.com/. Режим доступу: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-IR2153-DataSheet-v01_00-EN.pdf?fileId=5546d462533600a4015355c8c5fc16af

2. Пат. 142443. Україна. Блок живлення систем автоматики / О. В. Савченко, І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, А. М. Фоменко, С. І. Ольшевський, С.О. Гаврилов, А.М. Мозговий, М.Г. Мозговий, А.О. Без'язика, О.С. Кириченко, А.В. Надточій (Україна). – Заявл. 30.10.2019 ; опубл. 10.06.2020, Бюл. № 11.

Power supply for automation systems

Bilyuk I.S.[1], Savchenko O.V.[2], Shareyko D.Yu.[3], Fomenko A.M.[4], Gavrilov S.O.[5]
[1-5]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. One of the important elements of automation systems is the power supply, which provides the equipment with electricity with the specified parameters. The main tasks of the power supply unit are stabilization of electric energy parameters, ensuring power transmission and protection of the automation system.

Keywords: switching power supply, half-bridge circuit, overload protection, toroidal transformer, automation systems.

УДК 537.5

ПРЕДПОСЫЛКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИМПУЛЬСНОГО КОРОННОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДВОДНОЙ ЧАСТИ СУДОВ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОТ БИООБРАСТАНИЙ

Богуславский Л. З., Малюшевская А. П., Овчинникова Л. Е., Рачков А. Н.[4]
к.т.н., доцент[1], к.т.н., доцент[2] к.т.н., доцент[3],
[1-4] Кафедра импульсных процессов и технологий Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова;
Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины
г. Николаев, Украина
dpes@iipt.com.ua

Аннотация. Рассмотрены недостатки существующих методов очистки подводной части судов и гидротехнических сооружений от биообрастаний. Проведен анализ импульсного коронного разряда в проводящих жидкостях в качестве альтернативного метода подводной очистки. Выделены основные этапы импульсного коронного разряда, проанализированы особенности построения модели разряда с учетом свойств среды и конструкции электродных систем.

Ключевые слова: импульсный коронный разряд, подводная очистка от биообростаний, электропроводность жидкой среды, модель разряда.

Общеизвестны негативные последствия морского биообрастания в хозяйственной деятельности. В процессе эксплуатации судна обрастание отрицательно влияет на его гидродинамические характеристики, что приводит к ухудшению ходовых свойств. Это, прежде всего, потери скорости хода судов, достигающие 50% от номинальной; ухудшение маневренности судна; повышение расхода топлива в связи с необходимостью поддерживать коммерчески оправданную скорость перевозки грузов; преждевременный износ машин и оборудования. Обрастание навигационного ограждения и гидротехнических сооружений приводит к резкому возрастанию сопротивления волновым нагрузкам, что может привести к аварийной ситуации.

Наиболее широкое развитие на практике нашло химическое направление защиты от обрастания. Оно связано с использованием красок и других покрытий, способных выделять в окружающую среду сильнодействующие яды (биоциды), которые убивают не только источники обрастания, но и другие водные биологические объекты, что приводит к образованию сначала локальных, а затем и более обширных безжизненных зон в акваториях портов.

Очевидна необходимость разработки новых способов очистки морских судов и гидротехнических сооружений от обрастаний, не привлекающих химические реагенты.

Электроразрядный способ, разработанный в ИИПТ НАН Украины, предусматривает разряд на поверхность конструкции [1]. Этот способ эффективен в узком диапазоне электропроводности воды (10-1 Ом-1 м- 1) и его широкое применение потребует решения дополнительных технологических задач, например, подачи пресной воды в область разряда.

С целью устранения необходимости подачи пресной воды, рассмотрена возможность использования разряда в морской воде. Согласно [2] увеличение электропроводности воды сопровождается увеличением числа одновременно прорастающих в область межэлектродного промежутка лидеров и их ветвлением. Лидеры, возникающие на острие электрода, сильно разветвляясь, образуют структуру кистевой короны в жидкости и не завершаются пробоем. Обобщая результаты исследований импульсного пробоя воды и водных электролитов можно выделить этапы разряда в процессе увеличения начальной электропроводности вплоть до величины порядка 5 Ом-1м-1:

- лидеры, возникающие как на положительном, так и отрицательном острие, начинают сильно ветвиться, образуя структуру кистевой короны, их предельная длина при заданной емкости конденсатора значительносокращается;
- рост разветвленности короны вместе с увеличением проводимости воды вызывает значительное сокращение длительности разряда;
- акустический к.п.д. (отношение энергии импульсов сжатия к энергии конденсатора) не превышает 1%, в то время как для подводного искрового разряда (ПИР) он на порядок выше.

В исследованиях, проведенных в [3], показано, что дальнейшее увеличение электропроводности воды должно привести:

- к превращению лидерной короны в сплошное плазменное образование (СПО) полусферической формы с существенным уменьшением его объема;
- к уменьшению величины сопротивления слоя электролита между СПО и противоэлектродом до такой величины, что длительность разряда становится сравнимой с величиной характерного времени разрядного контура;
- к значительному возрастанию акустического к.п.д. разряда.

Рациональным представляется использование данного развития разрядного процесса в условиях повышенной электропроводности жидкой среды для импульсного воздействия с целью разрушения биообрастаний, находящихся в морской воде.

Импульсный коронный разряд (ИКР) в проводящих жидкостях характеризуется кустообразной формой развития лидеров с основанием у острийкового электрода. Пристальное внимание, уделяемое ИКР, связано с экспериментально установленным фактом наличия у него при определенных условиях достаточно высокой интенсивности гидродинамических возмущений, сравнимых с возмущениями, генерируемыми подводно-искровым разрядом [4]. Такая гидродинамическая особенность присуща ИКР в сильных водных электролитах, для которых характерно наличие короны в виде сплошного плазменного образования (СПО), формой которого можно управлять, а соответственно формировать в жидкости поля давлений заданной конфигурации. Возможно построение одномерной математической модели с разделением разрядного промежутка на три области: однородное плазменное образование, переходный слой и слой электролита. Поскольку при ИКР поверхность камеры является противоположным электродом, то максимальный пространственный размер системы r будет ограничен длиной разрядного промежутка l ($r \le l$) .

При построении модели ИКР в конкретных условиях для заданных конструктивных объектов необходимо учесть следующие факторы.

Плазменное образование имеет сферическую форму. СПО представляет собой полусферическое образование, на основании положительного электрода, которое можно

рассматривать как твердую стенку. Удваивая энергию источника в соответствии с принципом зеркального отражения, можно моделировать динамику процесса, решая сферически симметричную задачу. При этом эквивалентные активные сопротивления отдельных элементов разрядного промежутка должны вычисляться для полусферических слоев, где следует иметь в виду, что к изолятору электрода, в качестве которого используется чаще всего полиэтилен, строго говоря, не применимо понятие "твердой" стенки и поэтому коэффициент увеличения энергии источника будет несколько меньше двух.

Плазменное образование однородно по давлению и температуре, так как характерное время их выравнивания $\tau_{P,T} \sim a / c_a$ ($a \sim 10^{-3}$ м - радиус СПО, $c_a \approx 3000$ м/с - скорость звука в плазме) мало по сравнению с характерным временем изменения радиуса СПО $\tau_a \sim a / \dot{a}$ ($\dot{a} < 600$ м/с).

Потери энергии из СПО за счет радиационного излучения и теплопроводности малы и поэтому эти составляющие можно не учитывать в уравнении энергобаланса.

По данным [3] для плазменного образования справедливо искровое приближение, связывающее давление P_a и электропроводность σ_a: $P_a = A_s(\gamma - 1)\sigma_a$, но с возможным отклонением искровой постоянной A_s от соответствующего значения подводного искрового разряда и совпадающим значением эффективного показателя адиабаты γ разрядной плазмы.

Расширение СПО происходит в безграничной среде, что оправдано для времен $t < 2(r_s - a)/c_0$, меньших времени прихода к границе СПО отраженной от стенки камеры волны сжатия (c_0- скорость звука в электролите).

Процесс зажигания разряда исключается из рассмотрения, поскольку для ИКР с СПО время зажигания короны и количество расходуемой на этой стадии электрической энергии несоизмеримо малы по сравнению с характерным временем и энергией разряда соответственно [4]. Следовательно, отсчет времени будет вестись от момента зажигания короны и начальные условия для радиуса СПО и напряжения на промежутке запишутся в виде $a(0) = r_{эл}$, $U(0) = U_0$, где $r_{эл}$- радиус закругления стержня электрода, U_0- напряжение заряда конденсаторной батареи.

Проведенный анализ импульсного коронного разряда (ИКР) в проводящих жидкостях показал, что он может эффективно использоваться при разработке новых способов очистки морских судов и гидротехнических сооружений от обрастаний без применения химических реагентов и с учетом характеристик морской воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. СССР №1376649 "Устройство для очистки корпусов судов".

2. Остроумов Г.А. Взаимодействие электрических и гидродинамических полей. М: Наука, 1970. – 320 с.

3. Кривицкий Е.В., Шамко В.В. Переходные процессы при высоковольтном разряде в воде. Киев: Наукова думка,1979. – 208 с.

4. Богуславский Л.З., Кучеренко В.В., Кривицкий Е.В. Динамика импульсного коронного разряда в водных электролитах. Николаев,1993. – 41 с. (Препринт НАН Украины, ИИПТ №22).

Prerequisites for the use of a pulse corona discharge for cleaning the underwater part of vessels and hydraulic facilities from biological fousing

Boguslavskiy L.Z.[1], Maliuyshevskay A.P.[2], Ovchinnikova L.E.[3], RachkovA.N.[4]

[1-4]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykilaiv, Ukraine; Institute of Pulse Processes and Technologies UAS UA, Mykilaiv, Ukraine

Abstract. The disadvantages of existing methods for cleaning the underwater part of ships and hydraulic structures from biofouling are considered. An analysis of a pulsed corona discharge in conductive liquids is carried out as an alternative method of underwater cleaning. The main stages of a pulsed corona discharge are highlighted, the features of constructing a model of the discharge are analyzed taking into account the properties of the medium and the design of electrode systems.

Keywords: pulsed corona discharge, underwater cleaning from biofouling, electrical conductivity of a liquid medium, discharge model.

УДК 681.5

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ГАРЯЧОГО ЦИНКУВАННЯ

Бугрім Л.І.[1], Білюк І.С.[2]
[1] кандидат технічних наук, доцент
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;
[2] кандидат технічних наук, доцент
Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна;
ivanbilyuk@gmail.com

Анотація. Розглянута система керування процесом гарячого цинкування. Приведено методики розрахунку параметрів регуляторів системи керування. Проведено імітаційне моделювання синтезованих систем керування. Показано, що запропоновані методики розрахунку параметрів налагодження регуляторів системи керування процесом гарячого цинкування забезпечують необхідну якість роботи установки.

Ключові слова: система автоматичного керування, гаряче цинкування, математична модель, перехідний процес, показники якості керування.

Цинкування металу являє собою процедуру нанесення на поверхню металевого виробу тонкого шару цинку для створення захисного покриття від шкідливих впливів, здатних зруйнувати виріб.

Якість процесу цинкування залежить від підтримання із заданою точністю температурного режиму за допомогою систем автоматичного керування [1].

В роботі [2] отримано структурну схему системи автоматичного керування температури стінки ванни для гарячого цинкування (див. рис. 1).

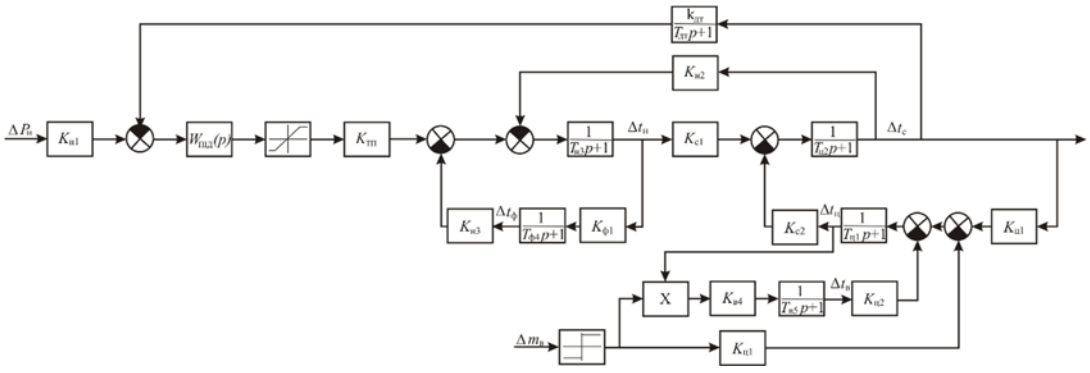


Рис. 1. Структурна схема системи автоматичного керування температури стінки ванни для гарячого цинкування

В даному повідомлені розглянуто параметричне налагодження ПІД-регулятора системи керування за допомогою програми Matlab.

Розраховано перехідний процес нагріву стінки ванни для гарячого цинкування (див. рис. 2).

Проведено порівняльний аналіз отриманого перехідного процесу (рис. 2, поз. 1) з перехідним процесом обчисленим за методикою запропонованою в [3] (рис. 2, поз. 2).

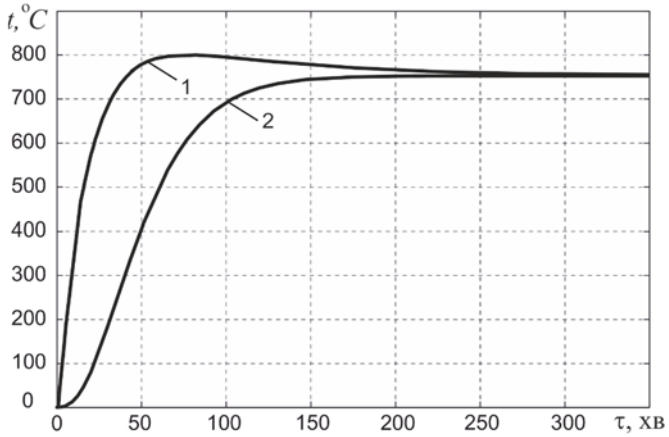


Рис. 2. Перехідні процеси системи керування процесом гарячого цинкування

З отриманих перехідних процесів можна побачити що нагрів стінки ванни до заданого значення температури відбувається плавно та триває 150 – 170 хв, що відповідає вимогам до процесу цинкування.

Висновки. 1) В результаті проведеного дослідження виконано розрахунок параметрів налагодження регулятора системи керування процесом гарячого цинкування; 2) Проведений порівняльний аналіз запропонованих методик синтезу системи автоматичного керування процесом гарячого цинкування показав, що вони забезпечують необхідні показники якості роботи системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Окулов В.В. Цинкование. Техника и технология / В.В. Окулов. – М.: Глобус, 2008. – 252с.

2. Бугрім Л.І. Білюк І.С. Дослідження системи автоматичного регулювання температури стінки ванни для гарячого цинкування // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2010. – № 5 (64) част. 1. – С. 11-14.

3. Бугрім, Л.І. Система оптимального керування процесом гарячого цинкування / Л.І. Бугрім, І.С. Білюк, С.О. Гаврилов, А.В. Курган // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2017. – Вип. 4 (96). – С.177-184.

The hot dip galvanizing process control system

Bugrim L.I.[1], Biliuk I.S.[2]

[1] Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine,

[2] Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The hot dip galvanizing process control system is considered. Methods for calculating the parameters of the control system regulators are given. Simulation modeling of synthesized control systems is carried out. It is shown that the offered methods of calculation of parameters of adjustment of regulators of control system of process of hot galvanizing provide necessary quality of work of installation.

Keywords: automatic control system, hot dip galvanizing, mathematical model, transient process, control quality indicators.

УДК 621.865.8

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ДЛЯ ПРИВОДІВ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Васильєв О.Г.
кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
grigorich041949@gmail.com

Аннотація. В роботі розглядається оцінка можливості модернізації системи керування двигунами постійного струму за допомогою мікропроцесорного приводу постійного струму моделі 3200i фірми Sprint Electric (Англія).

Ключові слова. алгоритм керування, двигун постійного струму, мікропроцесорний електропривод, тиристорний перетворювач.

Більшість систем, що мають високу функціональну складність, реалізуються на мікропроцесорних пристроях. За допомогою мікропроцесорів можливе створення складних алгоритмів керування, які неможливо реалізувати в аналоговий спосіб.

Мікропроцесори можна назвати однокристальними ЕОМ. Це більш досконалий пристрій для керування приводами в порівнянні з контролерами.

Вони обов'язково мають канал зв'язку з більш високим рівнем керування. При цьому мінімальні за габаритами і легко можуть бути спеціалізовані під конкретну задачу. Тому мікропроцесори – основний засіб керування в системах вбудованого керування, широко застосовуваних у мехатрониці і робототехніці.

У порівнянні з системами керування на жорсткій логіці, керування за допомогою мікроконтролерів має наступні переваги: можливість зміни програми; значно менші габарити; більш висока мобільність.

Ринок мікроконтролерів представлений великою різноманітністю модифікацій, залежно від фірм виробників. Враховуючи ступінь інтеграції сучасних мікроконтролерів, найчастіше практично вся апаратна частина такої системи керування складається з однієї мікросхеми – власне мікроконтролера. Типовими представниками мікроконтролерів такого типу є контролери фірми Sprint Electric.

В роботі розглядається привод постійного струму моделі 3200i фірми Sprint Electric (Англія) для керування двигунами постійного струму потужністю 0,55÷7,5 кВт.

Привод забезпечує можливість перевищення номінального значення вихідного струму до 150% на час до 30 сек, а так само дозволяє забезпечити високий пусковий струм під час розгону двигуна [2].

Функціональна схема привода моделі 3200i наведена на рисунку 1.

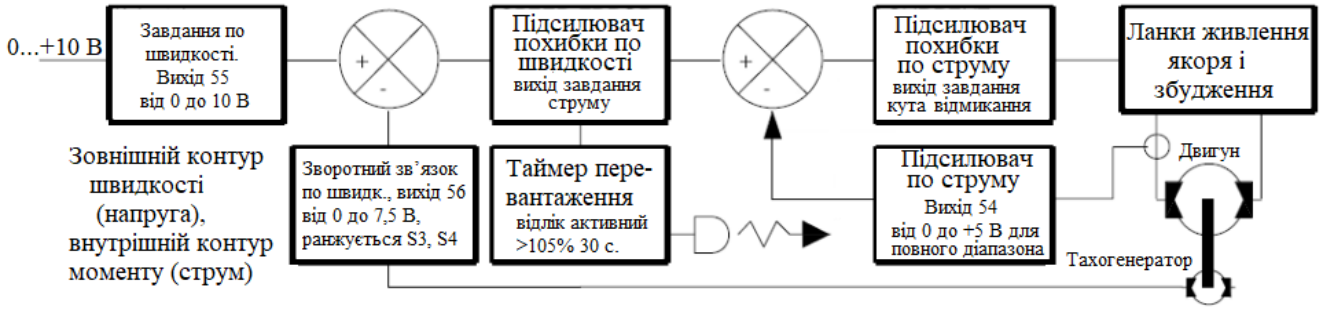


Рис. 1. Функціональна схема привода моделі 3200i

Привод має два високоточних контури зворотного зв’язку. Привод використовує як зворотний зв'язок по струму, так і за напругою якоря для забезпечення точного керування моментом і швидкістю електродвигуна.

Незалежне керування контурами швидкості і струму за допомогою вхідних сигналів дозволяє використовувати привод в виконаннях з керуванням по швидкості або по струму із забезпеченням захисту від перевищення номінального значення цих характеристик.

Сигнал завдання може бути 0-10 В (задається з зовнішнього потенціометра) або 4-20 мА. Зворотній зв'язок може бути реалізований як по напрузі якоря, так і по сигналу з тахогенератора, встановленого на валу двигуна.

Структурна схема мікропроцесорної системи керування двигуном постійного струму являє собою САК, що стежить.

Схема мікропроцесорного керування ДПС, крім власне ланцюгів живлення, містить спеціальні ланцюги, які дозволяють отримувати сигнал, синхронний з частотою напруги. Такий сигнал при подачі на компаратор, що входить до складу мікроконтролера, дозволяє реалізувати алгоритми керування тиристорними ключами для плавного регулювання потужності на навантаженні. Реверсивний тиристорний перетворювач використовується для регулювання потужності ДПС. Він являє собою мостову схему з восьми тиристорів, яка дозволяє змінювати швидкість обертання ДПС як в прямому, так і в зворотному напрямку [3].

Для керування тиристорами була обрана схема фазового регулювання [1], при допомозі якої вибирається момент відкриття тиристора щодо початку фази поточного полуперіода напруги живлення. Тобто ми штучно створюємо затримку відкриття тиристорів з метою зниження вихідної напруги, що в свою чергу призводить до зниження потужності ДПС, а значить і до зниження частоти обертання двигуна

Персональний комп'ютер містить в собі керуючу програму, за допомогою якої користувач може керувати двигуном. Приблизний вид інтерфейсу програми для введення даних представлений на рисунку 3.

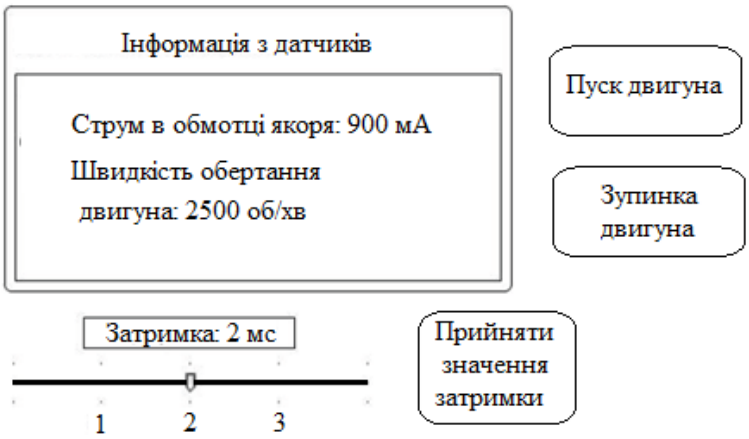


Рис. 3. Інтерфейс для вводу даних

Інтерфейс містить дві кнопки для пуску і зупинки двигуна, бігунок для зміни часу затримки відкриття тиристорного перетворювача і кнопку для введення інформації про затримку в мікроконтролер. Також програма містить інформаційне вікно, в якому відображається інформація з датчиків, а саме швидкість обертання двигуна і струм якоря.

За допомогою персонального комп'ютера через керуючу програму вводиться керуюча інформація в контролер, далі робота йде в діалоговому режимі. При роботі в діалоговому режимі користувач задає величину тривалості затримки відкриття тиристора. Введена інформація надходить у мікроконтролер. Дочекавшись сигналу з компаратора про початок нового полуперіода, контролер запускає внутрішній таймер (тривалість роботи таймера дорівнює тривалості затримки, заданої користувачем). Після закінчення роботи таймера контролер формує

керуючий сигнал, який через оптопару подається на керуючі входи тиристорів. Тиристори відкриваються, і напруга поступає на двигун, той в свою чергу починає обертання.

Як тільки напруга мережі досягне нуля, тиристори закриються, а з початком наступного напівперіоду процес відліку часу повториться знову. Змінюючи величину затримки, користувач може змінювати потужність, а значить і швидкість обертання двигуна. Так само користувач має можливість спостерігати за показниками роботи двигуна, а саме за швидкістю обертання двигуна і за струмом в обмотці якоря. Це дозволяє віддалено стежити за роботою ДПС [4].

Висновки. Запропонована схема системи керування двигуном постійного струму має дуже широкі можливості. За допомогою широтно-імпульсної модуляції напруги, що подається на якірні обмотки, можна здійснювати розгін двигуна, гальмування, керування кутовою швидкістю за заданою програмою.

Пропонована система керування була змодельована і показала хороші результати при роботі з двигуном МІ12.07-11-202М промислового робота М10П.62.01 і може бути рекомендована для використання в різних електромеханічних системах і пристроях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Денисенко В.В. Тиристоры: вопросы реализации // Современные технологии автоматизации. – 2008. – № 1. – С. 72–80.

2. Микропроцессорный электропривод постоянного тока. [Електронний ресурс] : Режим доступу: https://lemzspb.ru/mikroprotsessornyy-elektroprivod-postoyannogo-toka/ .

3. Микропроцессорная система управления двигателем постоянного тока. Н. И. Смирнов. [Електронний ресурс] : Режим доступу: http://library.eltech.ru/files/vkr/bakalavri/2491/2016ВКР249112Смирнов.PDF

4. Модель микропроцессорного управления двигателем постоянного тока для приводов робототехнических систем. Бахчаев А. С, Михайлов В. В. Вестник науки Сибири. 2012. №4 (5) с.160-164. Режим доступу до журн. : https://elibrary.ru/item.asp?id=17920014 .

Microprocessor system dc motor control for industrial robot drives

Vasilyev O.G.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The paper considers the possibility of upgrading the control system of DC motors using a microprocessor post-current drive model 3200i company Sprint Electric (England).

Keywords. control algorithm, DC motor, microprocessor electric drive, thyristor converter.

УДК 629.5

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СТАБІЛІЗАЦІЇ ШВИДКОСТІ АНПА ПРИ ПЛОСКОМУ КРИВОЛІНІЙНОМУ РУСІ

Грудініна Г.С.[1], Овсянников В. М.[2]

[1]викладач кафедри електронної інженерії суднових та роботизованих комплексів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
hanna.hrudinina@nuos.edu.ua;

[2]к.т.н., доцент, доцент кафедри електронної інженерії суднових та роботизованих комплексів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
vasyl.ovsiannykov@nuos.edu.ua

Анотація. В роботі, шляхом математичного моделювання отримано діаграми залежності упору рушія автономного ненаселеного підводного апарату (АНПА) від швидкості та кута потоку води, що набігає на гребний гвинт під час плоского криволінійного руху підводного апарату. Методом апроксимації експериментальних даних на базі штучної нейронної мережі синтезовано систему автоматичної стабілізації швидкості руху АНПА, висока точність роботи якої досягається за рахунок компенсації зниженого упору гребного гвинта, обумовленого роботою рушія у косому потоці води.

Ключові слова: автоматична система керування, підводний ненаселений апарат, упор гребного гвинта, апроксимація, штучна нейронна мережа.

Мета та актуальність роботи. Метою роботи є удосконалення системи стабілізації швидкості криволінійного плоского руху автономного ненаселеного підводного апарата шляхом урахування нелінійної залежності упору гребного гвинта від кута та швидкості потоку води, що набігає на РРК.

Актуальність роботи полягає у необхідності підвищення якості стабілізації швидкості руху ненаселених підводних апаратів, що рухаються за заданою траєкторією, під час виконання складної місії. Як правило, представлені підводні апарати оснащені видео та гідролокаційним обладнанням, та під час сканування поверхні якість отриманого зображення буде залежати від стабільності руху АНПА.

Математичну модель прямолінійного руху автономного ненаселеного підводного апарату, моделювання якої проводилось в MATLAB, було доповнено оптимальним за швидкодією регулятором швидкості руху АНПА, що надало можливість стабілізувати швидкість апарата та підтримувати її з максимальною точністю [1]. Однак, для виконання багатьох важливих місій, в яких застосовуються АНПА, важливо підтримувати стабільну швидкість апарату при траєкторному русі.

Під час криволінійного руху АНПА гребний гвинт починає працювати у косому потоці води, при цьому упор гвинта $\vec{P}$, розпадається на дві складові: реакцію відхиленого потоку $\vec{P}_\delta$ і додаткову реакцію $\vec{R}_\delta$, що виникає в результаті натікання частини потоку на відхилений руль, рис. 1.

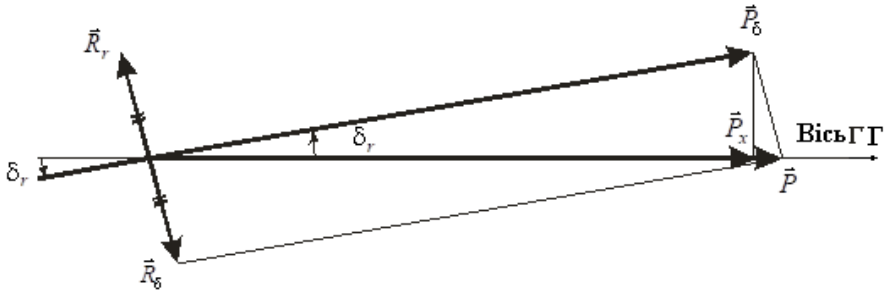


Рис. 1. Схема сил, створених рушієм при перекладці руля

Для визначення залежності упору гребного гвинта від кута потоку води, що набігає, математичну модель АНПА було доповнено моделлю РРК типу гвинт в поворотній насадці. Проектування утвореної сили на діаметральну та горизонтальну площини дозволяє отримати наступний результат:

$$P_x = P_\delta \cos\delta_c = P_к\left(1-\sin^2\left(\theta_n\delta_n\right)\right),$$

$$P_y = P_\delta \sin\delta_c = P_к \sin\left(\theta_n\delta_n\right)\cos\left(\theta_n\delta_n\right),$$

де – $\delta_c = \theta_n\delta_n = \left(1-a_n\delta_n\right)\delta_n$, a_n коефіцієнт апроксимації, який для насадок без стабілізатора, визначається за виразом: $a_n = 0{,}04838 - 0{,}067865\bar{l}_n + 0{,}023328\bar{l}_n^2$.

Тоді результуюча сила упору насадки в косому потоці води дорівнює $P_\delta = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2}$ [2, с. 144].

Для перевірки якості розробленої математичної моделі виконано дослідження впливу скошеного потоку води, що набігає на РРК типу «гребний гвинт – поворотна насадка» в системі Simulink. Моделювання проводилось для різних кутів повороту насадки та при різній швидкості руху АНПА в заданому діапазоні швидкостей.

За результатами дослідження встановлено характер нелінійної залежності упору РРК від кута потоку води, що набігає при зміни кута повороту насадки від 5° до 35° та швидкості руху АНПА в діапазоні 0,2 – 3,0 м/с, рис. 2, [3, с. 20].

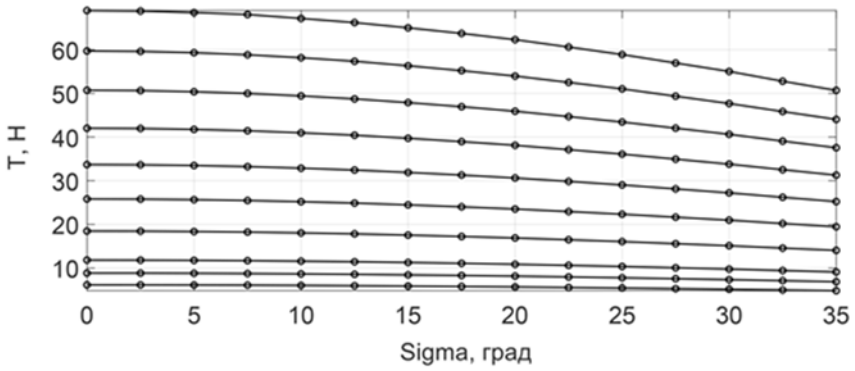
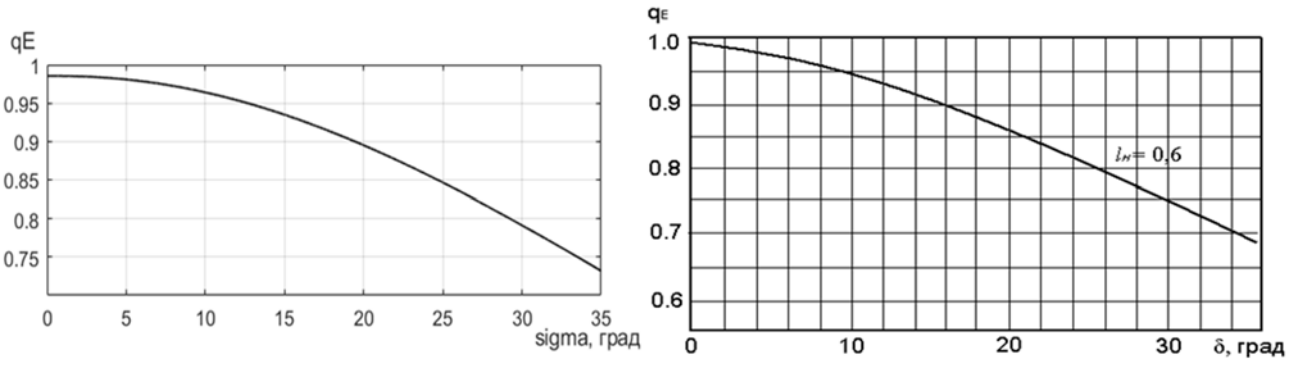


Рис. 2. Діаграма залежності упору від кута повороту насадки

Необхідно зазначити, що моделювання проводилось для криволінійного руху з малими прискореннями, коли приєднаними масами води можна знехтувати. З-за конструктивних особливостей АНПА в моделюванні приймається ламінарний характер потоку води, що набігає на РРК.

При нульовому куті перекладки насадки та співвісному натіканні потоку води робота РРК повністю визначається залежностями, що наводяться у керівництві по розрахунку РРК. Для визначення зміни сили упору гвинта і повздовжньої сили РРК під час перекладки насадки до розрахунків додаються коефіцієнти q_T, q_E, q_Q, які виражені у відносних одиницях і є функцією від кута перекладки насадки.

Методом математичного моделювання криволінійного руху АНПА з поворотною насадкою отримано дані необхідні для розрахунку вказаних коефіцієнтів. Для моделювання обрано відносну довжину насадки $l_н = 0{,}6$. На рисунку 3, *а* представлено залежність повздовжньої сили (упору) РРК від кута повороту насадки в діапазоні кутів від 0° до 35°. На рис. 3, *б* представлено дану залежність, яку отримано під час експериментальних випробувань роботи РРК у дослідному басейні [4].



а **б**

Рис. 3. Залежність сили упору комплексу отримана:
а – шляхом математичного моделювання; б – у дослідному басейні

Висновки. За результатами роботи видно, що розроблена математична модель надає можливість дослідити гідродинамічні параметри рушійно-рульового комплексу, який працює у скошеному потоці під час плоского криволінійного руху АНПА.

З отриманих графіків видно, що зміна кута повороту насадки суттєво впливає на упор РРК, та при збільшенні швидкості руху апарату упор РРК зменшується по суттєво нелінійному закону. Це можна пояснити тим, що максимальне значення упору гребного гвинта досягається, коли РРК працює у співвісному потоці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Блінцов, С. В., Грудініна, Г. С. (2009). Розробка оптимальних за швидкодією систем керування підводним апаратом в умовах невизначеності на базі штучних нейронних мереж. [Електронне видання]. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування, 1.

2. Hrudinina, H. S. (2018). Mathematical modeling of an autonomous uninhabited underwater vehicle dynamics with propeller in the rotary nozzle. Shipbuilding and Marine Infrastructure, NUOS, 2(10), 144-153. DOI 10.15589/SMI.

3. V. Blintsov, H. Hrudinina. (2019). Mathematical modeling of autonomous underwater vehicle propulsion and steering complex operation in oblique (beveled) water flow. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/9 (100), 10-28.

4. Гофман, А. Д. (1988). Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судна. Ленинград: Судостроение, 360 с.

Improving the accuracy of auv speed stabilization at a plane curved line

Hanna Hrudinina[1], Vasyl Ovsiannykov[2]
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. Diagrams of the dependence of the propulsion stop of the autonomous underwater vehicle (AUV) on the speed and angle of water flow during the flat curvilinear motion of the AUV were obtained by mathematical modeling. On the basis of an artificial neural network the system of automatic stabilization of speed of movement of AUV which high accuracy of work is reached at the expense of compensation of the lowered stop of the propeller caused by work of the propulsion in an oblique stream of water is synthesized.

Keywords: automatic control system, underwater uninhabited vehicle, propeller stop, approximation, artificial neural network.

УДК 621.319.4

СТВОРЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ВИСОКОВОЛЬТНОГО ІМПУЛЬСНОГО КОНДЕНСАТОРА, ЩО ПРИЗНАЧЕНИЙ ДЛЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В РЕЖИМАХ З ВИСОКОЮ ЧАСТОТОЮ СЛІДУВАННЯ ЗАРЯДІВ-РОЗРЯДІВ

Гунько В.І.[1], Дмитрішин О.Я.[2], Перекупка І.А.[3], Танасова Е.Д.[4], Фещук Т.А.[5]
[1-5]Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України,
м. Миколаїв, Україна
dphc@iipt.com.ua

Ця робота є заключною у частині створення багатофункціонального високовольтного імпульсного конденсатора (ВІК), що призначений для експлуатації в режимах з високою частотою слідування зарядів-розрядів до 100 Гц. Це дає можливість сформувати ємкісний накопичувач електричної енергії з одного конденсатора, який дозволяє варіювати параметрами розрядного імпульсу при одночасній зміні електричної ємності конденсатора та його робочої напруги.

Ключові слова: високовольтний імпульсний конденсатор, плівкова діелектрична система, поліпропіленова плівка, фенілксилілетан

В деяких технологіях є потреба у генераторах імпульсного струму, які працюють з високою частотою слідування зарядів-розрядів (до 100 Гц). В таких генераторах може бути використаний ємкісний накопичувач електричної енергії, що складається з високовольтних імпульсних конденсаторів.

Дослідження, що проведені раніше авторами, показали, що діелектрична система ВІК, що експлуатуються в режимах з високою частотою слідування зарядів-розрядів, повинна базуватися на основі неполярних полімерних плівок, а в якості просочуючого діелектрика повинні застосовуватися неполярні діелектричні рідини [1].

На попередньому етапі робіт [2] був проведений аналітичний огляд неполярних діелектричних матеріалів для діелектричної системи ВІК, що створюється. При цьому найбільша увага приділялася вибору просочуючого діелектрика, який є найбільш електрично слабким компонентом діелектричної системи конденсатора. В результаті проведеного аналітичного огляду було рекомендовано неполярну діелектричну рідину фенілксилілетан (ФКЕ), що виготовляється фірмою «Nippon Chemical Co», Японія. В якості плівкової складової діелектричної системи, з урахуванням рекомендацій [3], обрана поліпропіленова плівка Tervakoski Film марки RER, що виготовляється ЗАТ СП «Терихем-Луцк», Україна.

Для забезпечення якісного просочення плівкового діелектрика плівка обрана зі штучно створеною шорсткістю, що характеризується середньоарифметичним відхиленням профілю R_a. Крім того шорсткість плівки полегшує технологічну операцію намотування конденсаторних секцій за рахунок зменшення злипання шарів плівки між собою.

Були проведені експериментальні порівняльні дослідження обраної шорсткої поліпропіленової плівки товщиною 10 мкм і R_a = 0,36 мкм з шорсткою поліпропіленовою плівкою виробництва «Polimero da petrolio Co», Лігнано, Італія товщиною 10 мкм і R_a = 0,4 мкм. Критерієм оцінки була величина короткочасної електричної міцності $E_{пр}$ поліпропіленової плівки. Визначення $E_{пр}$ виконувалось на 20 зразках (по п’ять електричних пробоїв на зразок) кожної плівки, згідно ДСТУ IEC 60243-2:2014. Отримано, що середнє значення короткочасної електричної міцності плівки італійського виробництва складає (653±118) кВ/мм, а плівки українського виробництва – (623±85) кВ/мм.

Разом з тим не можна упускати той факт, що стабільність роботи будь-якого високовольтного електротехнічного пристрою залежить від сумісності рідкого просочуючого діелектрику з конструкційними матеріалами. Тобто рідкий діелектрик не тільки не повинен погіршувати фізико-механічні властивості конструкційних матеріалів, але й самі конструкційні матеріали не повинні викликати значного зниження електрофізичних характеристик рідини.

У довідковій літературі інформація про взаємний вплив рідких діелектриків і конструкційних матеріалів подана у загальній формі.

Для оцінки впливу конструкційних матеріалів, які пропонуються до застосування в конструкцію конденсатора, що створюється, на характеристики ФКЕ було обрано наступні матеріали – поліпропіленова плівка, алюмінієва фольга, мідь марки М1, мідь лужена припоєм ПОС-40, латунь марки Л63, склотекстоліт марки СТЕФ-1, поліамід марки ПА6, сополімер поліпропілену 22007-29, гуми марок МБС-М1, 51-1434, 51-1486, ИРП-2052, лак ЛБС-1. Зразки конструкційних матеріалів поміщалися в окремі скляні ємності з ФКЕ і витримувались протягом 24 годин при залишковому тиску не більше 6 Па та температурі (80$_{-5}$) °С. Після витримки в указаних умовах ємності охолоджувались під вакуумом до навколишньої температури і витримувались протягом 48 годин. Проводилося вимірювання таких електрофізичних характеристик ФКЕ – відносної діелектричної проникності ε, тангенса кута втрат $tg\delta$, питомого об’ємного електричного опору ρ_v і короткочасної електричної міцності $E_{пр\ ср}$ [4].

Аналізуючи результати досліджень з сумісності можна зробити наступні висновки:

- розглянуті конструкційні матеріали істотно не погіршують електрофізичні характеристики ФКЕ, при цьому що стосується міді і сплавів на її основі, то поверхні цих матеріалів повинні бути залужені;

- для експлуатації в контакті з ФКЕ можуть бути рекомендовані гуми марок МБС-М1 і 51-1434.

На основі проведених досліджень і розробленої технології виготовлення [5, 6] був створений моноблочний багатофункціональний моноблочний багатофункціональний високовольтний імпульсний конденсатор, основні технічні параметри і характеристики якого приведені в таблиці 1.

Створений конденсатор являє собою чотири енергозапасаючих елемента, що розміщені в одному корпусі, кожний з яких розрахований на робочу напругу 3 кВ і має номінальну ємність 50 мкФ. Кожний такий енергозапасаючий елемент має свою струмовивідну систему, що дозволяє зміною електричного з'єднання елементів між собою варіювати величинами робочої напруги і номінальної ємності ВІК. Конденсатор призначений для роботи у режимах аперіодичного і коливального розряду.

Таблиця 1. Основні технічні параметри і характеристики моноблочного багатофункціонального ВІК

Найменування параметрів і характеристик	Значення						
Робоча напруга, кВ	3				6		12
Номінальна ємність, мкФ	50	100	150	200	25	50	12
Середній ресурс, що очікується, зарядів-розрядів	$2{,}5\times10^8$	$2{,}0\times10^8$	$2{,}0\times10^8$	$2{,}0\times10^8$	$9{,}4\times10^7$	$9{,}4\times10^7$	$6{,}7\times10^7$
Амплітуда розрядного струму, кА	28				42		42
Частота слідування зарядів-розрядів, Гц	100				10		10

Середній ресурс, що очікується, конденсатора визначався по емпіричній формулі [7], яка отримана для конденсатору з діелектричною системою на основі поліпропіленової плівки і ФКЕ:

$$N = 1{,}452\cdot10^{22}\cdot E_p^{-7{,}125}\cdot f^{0{,}079}\cdot F^{-0{,}391}\cdot\Delta^{0{,}143/2}\cdot10^{3{,}897\cdot10^{-3}\cdot T},$$

де E_p – робоча напруженість електричного поля у діелектрику конденсатора, кВ/мм; f – частота слідування зарядів-розрядів, Гц; F – частота струму в розрядному контурі, Гц; Δ – декремент коливань розрядної напруги; Т – температура в центрі конденсатора, К.

Таким чином ВІК, що створено, відповідає умовам використання у генераторах імпульсного струму с високою частотою слідування зарядів-розрядів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гунько В.И. и др. Исследования конструкций пленочного диэлектрика для высоковольтных импульсных конденсаторов. Электронная обработка материалов, № 2, 2012. С. 93-96.

2. Гунько В.І. та інш. Аналіз діелектричних матеріалів для діелектричної системи високовольтних імпульсних конденсаторів, що експлуатуються в режимах з високою частотою проходження імпульсів. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми автоматики та електротехніки-2019». Миколаїв: НУК, 2019. С. 25-27.

3. Кучинский Г.С., Назаров Н.И. Силовые электрические конденсаторы. М.: Энергоатомиздат, 1986. 386 с.

4. Гунько В.И. и др. Исследование совместимости фенилксилилэтана с конструкционными материалами. Электронная обработка материалов, № 2, 2008. С. 91-97.

5. Гунько В.І. та інш. Спосіб виготовлення високовольтних імпульсних конденсаторів з трьохшаровим плівковим діелектриком. Патент України № 103352, Бюл. № 23, 2015.

6. Гунько В.І. та інш. Спосіб просочення електричних конденсаторів з плівковим діелектриком. Патент України № 57999, Бюл. № 6, 2011.

7. Гребенников И.Ю. и др. Исследование зависимости ресурса высоковольтных импульсных конденсаторов с пленочным диэлектриком от режимов эксплуатации. Электротехника, № 6, 2006. С. 36-41.

Creation of multifunctional high voltage pulse capacitor, designed for operation in modes with high repetition rate of charges-discharges.

Gun'ko V.I., Dmytrishyn O.Ya., Perekupka I.A., Tanasova E.D., Fechshuk T.A.
Institute of impulse processes and technologies of NAS of Ukraine, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. This work is final in terms of creating a multifunctional high-voltage pulse capacitor, which is designed for operation in modes with a high repetition rate of charges-discharges up to 100 Hz. This makes it possible to form a capacitive storage of electrical energy from a single capacitor, which allows you to vary the parameters of the discharge pulse while changing the electrical capacity of the capacitor and its operating voltage.

Keywords: high voltage pulse capacitor, film dielectric system, polypropylene film, phenylxylylethane.

УДК: 681.5.015:620.179.17

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ НАВЧАЛЬНО-ТРЕНАЖЕРНОГО СТЕНДУ СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Жук Д.О.[1], Новогрецький С.М.[2], Александровський С.Ю.[3], Бандура С.І.[4]
[1]к.т.н., доц. зав. каф. СЕЕС Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
vicedirector2012@gmail.com
[2]к.т.н., доц. каф. СЕЕС Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
sergii.novogretskyi@nuos.edu.ua
[3] старший викладач каф. СЕЕС Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
stanalex016@gmail.com
[4] старший викладач каф. СЕЕС Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
sergii.bandura@nuos.edu.ua

Анотація. В роботі запропонована концепція побудови структурної схеми навчально-тренажерного стенду суднової електростанції (НТССЭ) і розглянуті принципи управління генераторної секцією. НТССЭ призначений для проведення практичних і лабораторних занять для студентів, які навчаються за спеціальністю 271 «Річковий та морській транспорт», а так само виконання широкого спектру наукових досліджень у галузі електромагнітної сумісності та якості електроенергії в суднових електроенергетичних системах з електроустановками на базі напівпровідникових перетворювачів.

Ключові слова: електроенергетична система судна, тренажер, генераторна секція, управління, збудження.

В ході дослідження питань проектування навчального тренажера було прийнято рішення, що до складу лабораторного обладнання повинні бути включені наступні основні складові: апаратна модель суднової електростанції з головним розподільчим щитом і імітаторами дизель-генераторних установок; стенд навантажень; персональні комп'ютери; вимірювальні прилади зі стандартними інтерфейсами з ПЕОМ [1].

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 Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ) [2].

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.

Навчально-тренажерний стенд складається з головного розподільного щита (ГРЩ), чотирьох генераторних агрегатів і стенду навантаження (рис.1). ГРЩ в свою чергу функціонально розбитий на п'ять секцій: дві дизель- генераторні секції, секція управління, валогенераторна секція, секція аварійного генератора і живлення з берега [3].

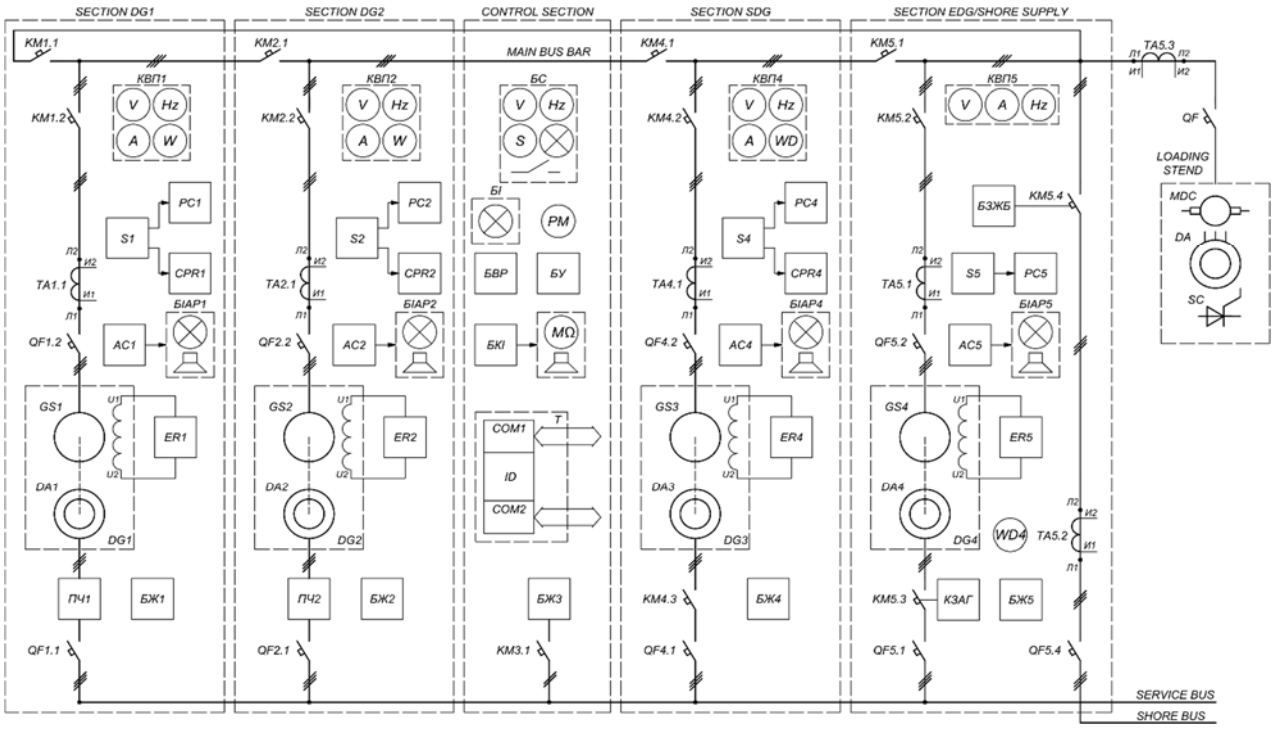


Рис.1. Структурна схема НТССЕ

Дизель-генераторні секції *DG*1 і *DG*2 включають в себе блок датчиків *S*, блок контролю потужності *PC*, блок струмового захисту *CPR*, регулятор напруги *ER*, блок управління сигналами тривоги *AC* з блоком індикації аварійних режимів БІАР, контрольно вимірювальні прилади КВП. Генераторні агрегати *DG* складаються з синхронних генераторів *GS* і приводних асинхронних двигунів *DA*, що імітують дизелі.

Швидкість обертання приводних двигунів *DA* регулюється за допомогою частотних перетворювачів ПЧ, підключених до шини живлення *SERVICE BUS*. Структура і склад валогенераторної секції *SDG* відрізняється тільки тим, що приводний двигун *DA*3 не має необхідності регулювання швидкості. Секція аварійного генератора і живлення з берега *EDG/SHORE SUPPLY* також не містить перетворювача частоти ПЧ. Аварійний генератор *EDG* підключається на шини електростанції після подачі сигналу з контролера запуску аварійного генератора КЗАГ. Крім того відсутня блок контролю потужності. Схема живлення з берега містить блок захисту БЗЖБ і цифровий мультиметр *WD*4, що вимірює всі необхідні параметри берегової мережі *SHORE BUS*. Секція управління *CONTROL SECTION* включає в себе блок синхронізації БС, що забезпечує різні способи синхронізації (ручне, напівавтоматичне, автоматичне), блок включення резерву БВР, блок контролю ізоляції БКІ, блок індикації БІ, термінал Т, блок живлення БЖ. Крім того, в секції управління встановлений аналізатор якості електроенергії *PM*. Кожна секція має свій блок живлення БЖ, що забезпечує усіма необхідними напругами пристрої автоматики, контролю і сигналізації.

Стенд навантаження *LOADING STEND* представляє собою набір різних видів силових навантажувальних пристроїв, які застосовуються на сучасних судах. Як навантаження використовуються як машини змінного струму, так і постійного струму, а так само різні напівпровідникові перетворювачі, які широко застосовуються в різних суднових електроприводах.

Для оптимізації проектування комплексної системи управління генераторної секцією було прийнято рішення розбити її на окремі функціональні вузли (рис.2), при чому живлення всіх вузлів виконується від загального блоку живлення (рис.2 а)).

Блок живлення виробляє двополярну постійну нестабілізовану напругу ± 24 вольта, що дозволяє застосовувати в ланцюгах управління низьковольтні реле постійного струму. Для живлення електронних вузлів в інших блоках в цьому випадку можна застосовувати інтегральні стабілізатори напруги на 5 або 15 вольт або найпростіші параметричні обмежувачі, що знижує вимоги до основного блоку живлення і усуває проблеми з перешкодами по живленню. С цією ж метою загальний провід розділений на два - силовий і сигнальний.

Значення струму і напруги для ланцюгів управління виробляються вимірювальним блоком (рис.2а)), з якого в систему надходять напруги, пропорційні струмам навантаження фаз *A* і *C*, а також дві напруги: одна пропорційна фазній напрузі і збігається за фазою з напругою фази *A*; друга пропорційна лінійної і збігається за фазою з напругою *BC*. Таке рішення дозволяє побудувати датчики активної і реактивної потужності на основі однотипних фазових детекторів, датчик активної потужності використовується в блоці контролю навантаження, а датчик реактивної потужності - в регуляторі збудження.

Регулювання збудження (рис.2б)) проводиться ключем на польовому транзисторі, керованим по широтно-імпульсного принципу. До входу Rv підключений потенціометр регулювання збудження, до входу ВГП - вимикач гасіння поля.

Всі виходи реле захисту і виходи регулювання частоти виконані за схемою "відкритий колектор", що дає можливість з'єднувати ці лінії паралельно і подавати на них сигнали від сторонніх джерел, наприклад, регулятор частоти може управлятися вручну, від блоку контролю навантаження або від автоматичного синхронізатора без будь-яких додаткових перемикань.

Реле зворотного потужності (рис.2г)), реле напруги (рис.2д)), і реле струмового захисту (рис.2е)), керують одним і тим же реле відключення генераторного автомата.

Лінії провідний / ведений і контролю навантаження (рис.2г)), як і силовий загальний провід, об'єднуються на шину, що проходить через всі генераторні секції для об'єднання їх в одну систему. Вибір ведучого генератора здійснюється шляхом здачі сигналу на вхід *Master* блоку контролю навантаження з секції управління.

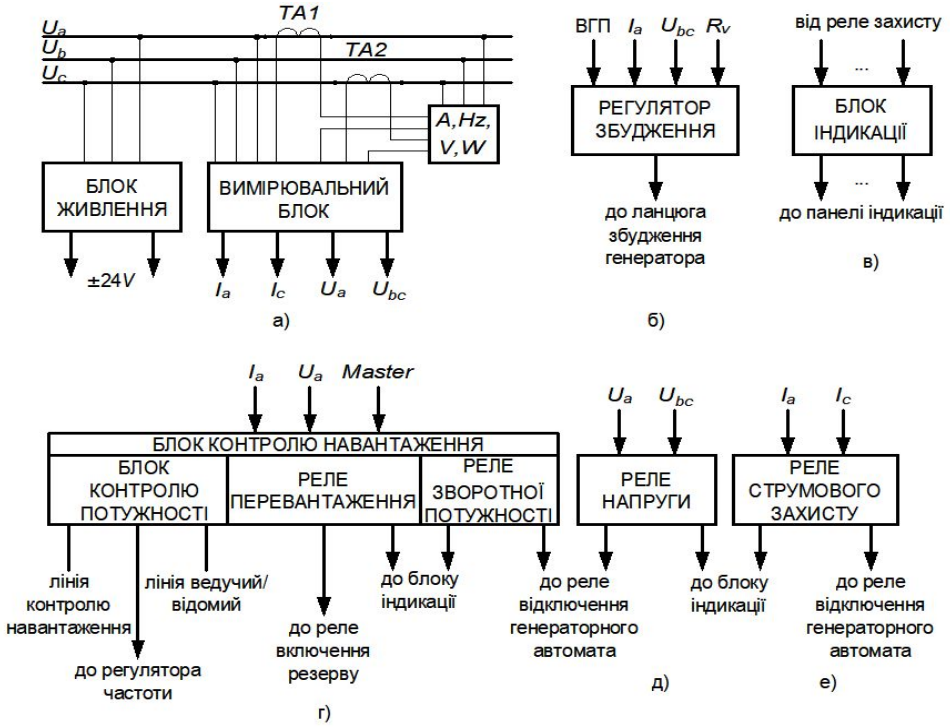


Рис.2. Функціональні блоки автоматики генераторних секцій

До недоліку подібного рішення можна віднести те, що при відсутності самозбудження генератора секція непрацездатна, так само, як і при виході з ладу єдиного блоку живлення. Крім того, діапазон зміни напруги, пропорційного вихідному струму, не дозволяє вимірювати значних (більш ніж 3-4-кратних) перевантажень.

Висновки. Запропонована і реалізована на кафедрі СЄЕС ННІАЕ НУК структурна схема НТССЕ дозволяє проводити практичні та лабораторні заняття за фахом 271 «Річковий та морській транспорт» і охоплює широке коло питань експлуатації та обслуговування електрообладнання суднових електростанцій.

Тренажер НТССЕ також зручний для різних видів модернізації і може використовуватися для виконання широкого спектру наукових досліджень в області електромагнітної сумісності та якості електроенергії в суднових електроенергетичних системах з електроустановками на базі напівпровідникових перетворювачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. 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.

2. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ/STCW-78) з поправками 2010 р.

3. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы: Л. Судостроение, 1967. 112 с.

Principles of building a structural scheme of a training and simulator stand of a ship power station

Zhuk Dmytro[1], Novogretskyi Sergii[2], Aleksandrovskyi Stanislav[3], Bandura Sergii[4]
[1,2,3,4]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolaiv

Abstract. The paper proposes a concept for constructing a structural scheme of a training simulator for a ship power systems (TSSPS) and considers the principles of control of the generator`s section. NTSSE is designed to conduct practical and laboratory classes for students studying in the specialty 271 "River and sea transport", as well as perform a wide range of scientific research in the field of electromagnetic compatibility and quality of electricity in ship power systems with electrical installations based on semiconductor converters.

Keywords: electrical power system of the ship, simulator, generator section, control, excitation.

УДК 621.36:681.5

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З РІЗНОЮ ГЕОМЕТРИЧНОЮ ФОРМОЮ НАПІВПРОВІДНИКОВОГО МАТЕРІАЛУ

Кириченко О. С.
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматики
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
askyrychenko@gmail.com

Анотація. В роботі проведено порівняльний аналіз термоелектричних елементів з різною формою напівпровідникового матеріалу. На основі розроблених математичних моделей термоелектричних елементів отримано їх електротеплові характеристики. За результатами аналізу обрано найкращу конструкцію термоелектричного елемента, що забезпечить підвищення термоелектричного ефекту Пельтьє.

Ключові слова: термоелектричний елемент, системи автоматики, порівняльний аналіз, термоелектричний ефект, температура охолодження

В даному повідомленні висвітлено результати порівняльного аналізу термоелектричних елементів з різною геометричною формою напівпровідникового матеріалу, який проведено на основі чисельного розрахунку розроблених геометричних та кінцево-елементних моделей. Як відомо, термоелектричні модулі, що складені з множини окремих термоелектричних елементів, широко застосовуються в специфічному електроустаткуванні систем автоматики [1, с. 58]. Тому питання підвищення ефективності використання термоелектричного ефекту Пельтьє і, як наслідок, підвищення ефективності електроустаткування систем автоматики залишаються актуальними.

Порівняльному аналізу підлягали термоелектричні елементи з наступними формами напівпровідникового матеріалу: куб, циліндр, усічена піраміда, дві усічені піраміди (рис. 1). Об’єм і висота геометричних тіл напівпровідникового матеріалу в кожному розглядуваному випадку є сталими і рівними 8 мм^2 і 2 мм відповідно. Фактично при порівнянні не змінювалась матеріалоємність напівпровідникового матеріалу, а лише геометрична форма тіла, яким він представлений. В якості базового методу розрахунку використано метод скінченних елементів, при розрахунках термоелектричні елементи вважались теплоізольованими.

На основі отриманих результатів можна скласти порівняльну табл. 1 щодо ефективності використання термоелектричного ефекту при застосуванні різних геометричних форм напівпровідникового матеріалу в термоелектричних елементах. Слід відмітити, що в даний час в переважній більшості використовуються термоелектричні елементи з напівпровідниковим матеріалом в формі куба, та, іноді, в формі циліндра [2, с. 75].

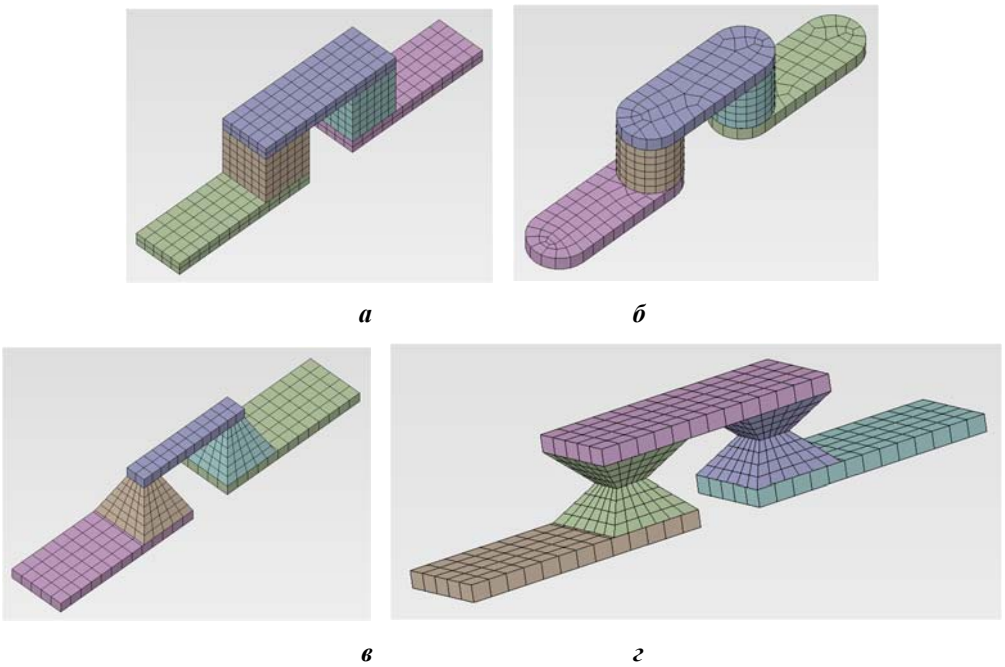


Рис. 1. Кінцево-елементні моделі термоелектричних елементів з різною геометричною формою напівпровідникового матеріалу: *а* – куб; *б* – циліндр; *в* – усічена піраміда; *г* – дві усічені піраміди

Таблиця 1. Порівняльна таблиця ефективності використання термоелектричного ефекту при різній геометричній формі напівпровідникового матеріалу

Геометрична форма напівпровідникового матеріалу / Параметр	Куб	Циліндр	Усічена піраміда	Дві усічені піраміди
Сила постійного струму, А	1	1	1	1
Температура охолодження, ºС	-18,8	-18,8	-14,4	-30,5

При проведенні порівняльного аналізу встановлено, що використання геометричної форми куба і циліндра не впливає в значній мірі на величину термоелектричного ефекту, оскільки температура охолодження майже однакова в обох випадках і становить -18,8 ºС. При використанні форми усіченої піраміди термоелектричний ефект навіть зменшується до -14,4 ºС, тому використання даної форми не є виправданим. Найцікавішим отриманим результатом є використання форми напівпровідникового матеріалу у вигляді двох усічених пірамід, при цьому ефективність термоелектричного елемента значно покращується, оскільки температура охолодження становить -30,5 ºС, тобто на 11,7 ºС нижча в порівнянні з формами куба і циліндра.

Таким чином, на основі проведеного порівняльного аналізу термоелектричних елементів з різною геометричною формою напівпровідникового матеріалу слід рекомендувати до практичного застосування змінити форми куба та циліндра на форми у вигляді двох усічених пірамід. Така конструкція термоелектричних елементів забезпечить підвищення ефективності використання термоелектричного ефекту Пельтьє.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кириченко О.С. Чисельне тримірне моделювання термоелектричного охолоджувача вимірювального електроустаткування автоматичних систем [Текст] / О.С. Кириченко, І.С. Білюк, Д.Ю. Шарейко, А.М. Фоменко, С.О. Гаврилов, Л.І. Бугрім // Вчені записки Таврійського

національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – Київ: ТНУ ім. В.І. Вернадського, 2018. – Том 29 (68). Ч. 1. № 6. – С. 58-63.

2. Манасян Ю.Г. Судовые термоэлектрические устройства и установки [Текст] / Ю.Г. Манасян. – Л.: Судостроение, 1968. – 283 с.

Comparative analysis of thermoelectric elements with different geometric form of semiconductor material

Oleksandr Kyrychenko
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. The comparative analysis of thermoelectric elements with different forms of semiconductor material is carried out in the work. On the basis of the developed mathematical models of thermoelectric elements their electrothermal characteristics are obtained. According to the results of the analysis, the best design of the thermoelectric element was chosen, which will increase the thermoelectric effect of Peltier.

Keywords: thermoelectric element, automation systems, comparative analysis, thermoelectric effect, cooling temperature

УДК 004.93

РОЗРОБКА ЗГОРТАЮЧОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕННЯ НАДВОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Михаліченко П.Є.
доктор технічних наук, завідувач кафедри автоматики та електроустаткування, Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія м. Херсон, Україна
pahamihali4@gmail.com

Аннотация. Проведено аналіз нейронних мереж для задач компютерного зору. Описано основні особливості застосування згортаючих нейронних мереж. Вазначено основні топологічні особливості згортаючої нейронної мережі для вирішення задачі розпізнавання образів суден

Ключові слова: компютерний зір, штучна нейронна мережа, згортаючі нейронні мережі.

Розпізнавання образів – це науковий напрямок, пов'язаний з розробкою принципів і побудовою систем, призначених для визначення приналежності об'єкта до одного з класів об'єктів. Класи об'єктів можуть бути заздалегідь виділені (завдання класифікації) або необхідно їх виявити в процесі виконання завдання (завдання кластеризації).

Завдання розпізнавання образів є, по суті, дискретні аналоги задач пошуку оптимальних рішень (дискретного програмування). До них відноситься широкий клас задач, в яких за деякою, зазвичай вельми різнорідної, неповної, нечіткої, перекрученої і непрямої інформації потрібно встановити, чи мають досліджувані об'єкти, ситуації або явища фіксованим кінцевим набором властивостей, що дозволяє віднести їх до певного класу.

Інший з важливих областей застосування теорії розпізнавання образів є рішення задач прогнозування поведінки об'єктів або розвитку ситуації. До завдань цього виду відносяться завдання технічної та медичної діагностики, геологічного прогнозування, прогнозування властивостей хімічних сполук, сплавів та нових матеріалів, прогнозування врожаю і ходу будівництва великих об'єктів, виявлення лісових пожеж, управління виробничими процесами тощо.

Одним з найбільш ефективних і поширених способів подання і вирішення перерахованих вище завдань є штучні нейронні мережі. Основними відмінними особливостями ШНМ від логічних інформаційно-обчислювальних систем (ІОС) є: ШНМ подібні до структури мозку. У логічних ІОС використовуються абстрактні структури (правила, фрейми, сценарії і т.д.), що не мають аналогів у живій природі; для вирішення завдань в логічних ІОС треба заздалегідь сформулювати весь набір закономірностей, що описують предметну область. У ШНМ використовується інший підхід, який заснований на концепції навчання на прикладах.

В цьому випадку при побудові ІОС не потрібно заздалегідь знати про всі закономірності досліджуваної області, але необхідно мати достатню кількість прикладів для настройки системи, що розробляється, яка після навчання буде здатна отримувати необхідні результати з певним ступенем вірогідності.

Згортаючи нейронні мережі. Припустимо, у нас є деяке зображення. Ми можемо під'єднати нейрон до всіх пікселів вхідного зображення. Але тут є велика проблема, що якщо приєднати кожен нейрон до всіх пікселів, то, по-перше, у нас вийде дуже багато ваг, і це буде дуже довго обчислювати таку суму для кожного з нейронів, а по-друге, ваг вийде так багато, що цей метод буде дуже нестійкий до перенавчання, тобто до ефекту, коли на навчальній множині ми все добре передбачаємо, а на безлічі прикладів, які не входять до навчальної виборки, ми працюємо дуже погано, просто тому, що ми переналаштовані на навчальну множину. У нас занадто багато ваг, занадто багато свободи, ми можемо дуже добре пояснити будь-які варіації в навчальній множині. Тому придумали іншу архітектуру, в якій кожен з нейронів приєднаний тільки до невеликої околиці на зображенні. Крім усього іншого всі ці нейрони володіють одними й тими ж вагами, і така конструкція називається згортанням зображення.

Найкращі результати в області розпізнавання образів показала Convolutional Neural Network (CNN) або згортаюча нейронна мережа (ЗНМ), яка є логічним розвитком ідей таких архітектур НМ як когнітрона і неокогнітрона. Успіх обумовлений можливістю обліку двовимірної топології зображення, на відміну від багатошарового персептрона.

Згортаюча нейронна мережа - це особливий вид штучних нейронних мереж. Вона складається з одного або декількох згортальних шарів (іноді з шарами підвибірки), за якими слідують повнозв'язні шари як у звичайній нейронної мережі. Архітектура згортальних нейронних мереж мотивована відкриттям механізму роботи візуальної кори головного мозку. У корі міститься багато клітин-рецепторів, які відповідають за детектування світла в маленьких перекриваються областях візуального поля, а більш складні клітини обробляють сигнали, що надходять з цих рецепторів.

Робота згортаючої нейронної мережі зазвичай інтерпретується як перехід від певних особливостей зображення до більш абстрактних деталей, і далі до ще більш абстрактних деталей аж до виділення понять високого рівня. При цьому мережа самоналаштовується і виробляє сама необхідну ієрархію абстрактних ознак (послідовності карт ознак), фільтруючи незначні деталі і виділяючи істотне.

Подібна інтерпретація носить скоріше метафоричний або ілюстративний характер. Фактично «ознаки», що виробляються складною мережею, малозрозумілі і важкі для інтерпретації настільки, що в практичних системах не дуже рекомендується намагатися зрозуміти змісту цих ознак або намагатися їх «підправити», замість цього рекомендується вдосконалити саму структуру і архітектуру мережі, щоб отримати кращі результати. Так, ігнорування системою якихось істотних явищ може говорити про те, що або не вистачає даних для навчання, або структура мережі має недоліки і система не може виробити ефективних ознак для даних явищ.

Згортаючі нейронні мережі показують відмінні результати при обробці даних з просторовою структурою з кількох причин: один з кращих алгоритмів по розпізнаванню та класифікації зображень; у порівнянні з перцептронами - набагато менша кількість ваг, оскільки одне ядро ваг використовується цілком для всього зображення, замість того, щоб робити для

кожного пікселя вхідного зображення свої персональні вагові коефіцієнти. Це підштовхує нейромережу при навчанні до узагальнення демонстрованої інформації, а не попіксельне запам'ятовування кожного зображення в міріадах вагових коефіцієнтів, як це робить перцептрон; зручне розпаралелювання обчислень, а отже, можливість реалізації алгоритмів роботи і навчання мережі на графічних процесорах; відносна стійкість до повороту, зсуву, зміни ракурсу і іншим спотворень, а також стійкість до шумів; більш швидке і якісне навчання у порівнянні з навчанням повнозв'язних мереж, крім того навчання за допомогою класичного методу зворотного поширення похибки; облік просторової структури вхідних ознак.

Серед недоліків ЗНМ слід виділити: занадто багато змінних параметрів мережі; незрозуміло, для якої задачі і обчислювальної потужності які потрібні налаштування. Так, до варійованих параметрів можна віднести: кількість шарів, розмірність ядра згортки для кожного з шарів, кількість ядер для кожного з шарів, крок зсуву ядра при обробці шару, необхідність шарів субдіскретізації, ступінь зменшення ними розмірності, функція по зменшенню розмірності (вибір максимуму, середнього і т. п.), передавальна функція нейронів, наявність і параметри вихідних повнозвязаних нейромереж на виході згортаючої. Всі ці параметри істотно впливають на результат, але вибираються дослідниками емпірично. Існує кілька вивірених конфігурацій мереж, але не вистачає рекомендацій, за якими потрібно будувати мережу для нового завдання.

ЗНМ об'єднують три архітектурних ідеї, для забезпечення інваріантності до зміни масштабу, повороту зрушення і просторовим спотворень: локальні рецепторні поля (забезпечують локальну двовимірну зв'язність нейронів); загальні вагові коефіцієнти синапсів (забезпечують детектування деяких рис в будь-якому місці зображення і зменшують загальне число вагових коефіцієнтів); ієрархічна організація з просторовими підвиборками.

Development of a convolutional neural network for the ships images classification task

Mykhalichenko Pavlo
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Kherson, Ukraine

Annotation. The analysis of neural networks for computer vision problems is carried out. The main features of application of convolutional neural networks are described. The main topological features of the collapsible neural network for solving the problem of ship pattern recognition are determined.

Keywords: computer vision, artificial neural network, convolutional neural networks.

УДК 621.316

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ ПОСТЙНОГО СТРУМУ

Михаліченко П.Є.[1], Субботкіна О.П.[2], Буренко О.В.[3]
[1]доктор технічних наук, завідувач кафедри автоматики та електроустаткування Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія м. Херсон, Україна
e-mail: pahamihali4@gmail.com
[2]викладач кафедри автоматики та електроустаткування Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія м. Херсон, Україна
[3]викладач кафедри автоматики та електроустаткування Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія м. Херсон, Україна

Аннотация. Запропоновані алгоритми максимольного струмового і іімпульсного струмового захисту, призначені для реалізації мікропроцессорних систем захисту електромереж постійного струму. Для реалізації імпульсного захисту запропоновано використання так званої оптимальної захисної характеристики.

Ключові слова: коротке замикання, мікропроцессорна система, селективний захист.

Найбільш небезпечним аварійним режимом в електроенергетичних мережах є коротке замикання. Великі значення струмів, які виникають при цьому призводять до скорочення строку експлуатації комутаційних апаратів та приладів, термічних пошкоджень струмопроводів. Найбільш вразливими до термічного впливу проводи і їх зєднання, внаслідок якого вони можуть змінювати фізичні властивості. Це за умови короткого часу протікання струму короткого замикання, в протилежному ж випадку – вони можуть просто перегоріти. Тому система захисту фідерів повинна забезпечити мінімальний час від початку короткого замикання до повного відключення комутаційного обладнання (враховуючи час горіння дуги).

На практиці має місце значна кількість помилкових вимикань захисного обладнання, відключення через перенавантаження та пошкодження елементів електромережі. Часто причиною цього є:

- занижені значення уставок захисного обладнання для забезпечення більш швидкого відключення при виникненні справжнього короткого замикання;
- стрибкоподібна зміна струму навантаження в мережі під час зміни навантаження в їх нормальних режимах роботи, тощо.

Кожне зайве, необґрунтоване відключення автоматів призводить до його зносу та спрацювання, а як результат зміні уставки та збільшенню ймовірності не спрацювання при виникненні реальної аварійної ситуації. Тому скорочення помилкових вимикань є одна з основних задач, яка ставиться перед інженерами.

Вирішення описаної проблеми дозволить значно зекономити кошти на капітальні ремонти комутаційного обладнання, підвищити пропускну здатності, підвищити ефективність, чутливість та швидкодію реагування системи на аварійні режими роботи.

Значного покращення можна досягти, якщо поряд із захисним обладнанням використовувати мікропроцесорні системи управління, які б дозволили проводити більш оптимальні налаштування уставок спрацювання вимикача, що базувалися б на результатах моделювання процесів, які проходять у мережі. Також впровадження мікропроцесорних систем дозволяє вводити нові методи захисту за новими параметрами, здійснювати захист водночас за декількома методами, вести статистичний збір інформації, легко настроювати роботу вимикачів для конкретної ділянку мережі та в залежності від зовнішніх умов, вести статистику причин відключення вимикачів тощо.

Таким чином, видно, що впровадження мікропроцесорних систем в систему захисту фідерів є обов’язковим етапом на шляху до створення надійної, рентабельної, захищеної, більш комфортної та дешевої електроренергії.

В роботі запропонованореалізацію мікропроцессорного комплексу захисту по двох алгоритмах захисту: максимальний струмовий і імпульсний. Максимальний струмовий захист буває поляризованим і неполяризованим. У системі, що розробляється, буде реалізована можливість вибору типу цього захисту шляхом її настроювання оператором. Програмна реалізація цього захисту проста: у певних елементах пам'яті містяться значення уставок спрацьовування ШВ для позитивного напряму струму і негативного (в разі поляризованої). Ці уставки порівнюватимуться із значенням поточного струму в мережі. Для його отримання проводиться підряд шістнадцять запусків АЦП з подальшим прочитанням результату перетворення і на базі цих шістнадцяти значень обчислюється їх середнє, яке надалі і використовуватиметься фоновою програмою як поточне значення струму тягової мережі для проведення порівняння із уставками.

У імпульсному захисті аналіз складніший і виконується тільки для позитивного напряму струму Робота кожного швидкодіючого вимикача характеризується його характеристикою спрацьовування у вигляді прямої лінії і не можливо отримати оптимальну захисну характеристику. Цього можна досягти шляхом впровадження двох вимикачів і їх настроювання. Максимально близьку характеристику спрацювання до оптимальної можна отримати шляхом застосування мікропроцесорної системи. Для можливості ведення аналізу необхідно:

- близьку до оптимальної захистну характеристику спрацювання записати в пам'ять мікроконтролера у вигляді таблиці: значення струму і відповідне йому значення уставки стрибка струму. Для підвищення швидкості пошуку уставки в даній таблиці і підвищення її точності необхідно, щоб кожному кодовому значенню поточного струму фідера, зчитаному з АЦП, в пам'яті було значення уставки. Таким чином в пам'яті необхідно мати 2^N значень уставок, де N – кількість значущих розрядів АЦП (без знакового розряду і нестійких молодших розрядів). Для використовуваного в системі, що розробляється, АЦП таких розрядів тринадцять. При налаштуванні системи оператор повинен задати точками вид кривої характеристи спрацювання, а потім по цих точках, застосовуючи алгоритм інтерполяції, набути значень уставок ΔI для решти значень струму. Тепер пошук уставки ΔI для значення поточного струму мережі $I_{ТЕК}$, яке підраховується як було описано в першому абзаці, зводиться до вибірки значення з пам'яті за адресою (BaseΔI+$I_{ТЕК}$), де BaseΔI – базова (початкова) адреса таблиці значень уставок ΔI. Кожен елемент цієї таблиці займає два байти;

- для обробки потрібні робочий масив виміряних струмів V_I^{p}. Розмір кожного елементу масиву – 2 байти. Масив V_I^{p} – це історія значень виміряних струмів за час, відповідний найповільнішому перехідному процесу КЗ (таким є віддалене КЗ). Між заповненнями двох сусідніх елементів цього масиву проходить інтервал часу рівний $T_{ОБР}$, т.ч. знаючи час перехідного процесу і час $t_{ОБР}$ можна розрахувати довжину цього буферного масиву – k. Масив є циклічним: якщо поточне значення виміряного струму було занесене в елемент з номером (N-1) (нумерація ведеться з нуля), то наступне значення струму буде записано в елемент з номером нуль (N – кількість елементів масиву).

Аналіз на коротке замикання ведеться таким чином:

- отримане з АЦП поточного усередненого значення струму $I_{ТЕК}$ і записати його в і-ий елемент масиву;

- коли мине час рівний k*$T_{ОБР}$ в елемент масиву з номером (i+k) буде записаний виміряний в той момент струм. Оскільки k відповідає найбільш повільному процесу короткого замикання, то необхідно провести k операцій віднімання елементу (i+k) масиву з попередніми елементами до елементу з номером і, починаючи з (i+k-1)-го. Після кожного віднімання з j-им елементом його результат ΔI_j необхідно порівняти із значенням уставки $\Delta I_j^y = V_I[V_I^{\text{p}}[j]]$. Так гарантується фіксація більш швидкоплинних процесів короткого замикання, ніж той, час якого закладений в число k. Якщо $\Delta I_j > \Delta I_j^y$, то видається команда на відключення ШВ.

На основі запропонованих алгоритмів автори вбачають перспективною розробку мікропроцессорних систем захисту для впровадження в електромережах постійного струму. Яскравим прикладом такої мережі може бути електротягова мережа постійного струму на залізницях.

Development of algorithms for current protection of dc power grids

Mykhalichenko Pavlo[1], Subbotkina Elena[2], Burenko Alexey[3]
[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Kherson, Ukraine

Annotation. The algorithms of the maximum current and pulse current protection intended for realization of microprocessor systems of protection of direct current electric networks are offered. To implement pulse protection, the use of the so-called optimal protective characteristic is proposed.

Keywords: short circuit, microprocessor system, selective protection.

УДК 681.5

ЩОДО ПИТАННЯ ГРУПОВОГО КЕРУВАННЯ НЕОДНОРІДНИХ ОБ'ЄКТІВ В СЕРЕДОВИЩІ

Надточий А. В.
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматики та електроустаткування, Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія м. Херсон, Україна
tasman.leh.85@gmail.com

Аннотация. Розглядається проблема розподіленого керування групою неоднорідних об'єктів в середовищі. Дається короткий огляд завдань і методів групового керування.

Ключові слова: неоднорідні групи, групове керування, рухливий об'єкт, децентралізоване керування.

Для ефективного вирішення багатьох практичних морських задач з успіхом можуть застосовуватися рухливі безекіпажні (автономні) морські об'єкти. До них відносяться задачі, вирішення яких ефективно за допомогою автономних морских об'єктів, в порівнянні з людиною, істотно вище, а також завдання, вирішення яких людиною неможливо в зв'язку з небезпекою для його життя [1]. Прикладом задач першого типу є складальні виробництва автомобілів, електронних приладів і т.п. До задач другого типу відносяться операції розмінування, знешкодження вибухонебезпечних предметів, дослідження заражених об'єктів і т.д. До завдань, які найбільш ефективно вирішуються рухомими морскими об'єктами, відносяться завдання моніторингу та охорони великих енергетичних, хімічних, транспортних і оборонних об'єктів. При вирішенні завдань другого типу рухомі морські об'єкти, як правило, повинні функціонувати в недетермінованої, непередбачуваною середовищі, часто в умовах протидії.

У багатьох випадках потрібно використовувати групи рухомих об'єктів, що дозволяє істотно розширити область їх застосування. Одним з основних факторів, що обумовлюють групове застосування рухливих об'єктів, є ціна їх виробництва.

Групою об'єктів називається сукупність деякого числа однотипних або різнотипних безекіпажних об'єктів, об'єднаних загальною цільової завданням. Під однотипними розуміються об'єкти, що мають однакові конструкцію, функціональне призначення і можливості, під різнотипними - об'єкти, які мають різні конструкцію, функціональне призначення і функціональні можливості [4, 5]. У групи зазвичай об'єднуються об'єкти, що доповнюють функціональні можливості один одного, так що можливості групи ширше можливостей одиночного об'єкту будь-якого типу.

Для вирішення поставленого перед групою завдання кожен з рухомих об'єктів групи або її частини повинен виконати ряд дій, спрямованих на вирішення загального завдання. Ці дії, очевидно, повинні бути скоординовані, узгоджені за часом, а часто, і в просторі. Таким чином, виникає задача керування групою рухомих об'єктів, яка полягає або в реалізації заздалегідь знайденої послідовності дій, або в оперативному формуванні самими об'єктами раціональної послідовності дій за рішенням завдання і реалізації цієї послідовності. Завдання групового керування рухомими об'єктами включає питання інформаційного забезпечення, питання моніторингу і відновлення стану об'єктів групи [1, 4, 5].

В рамках даного формулювання завдання групового керування передбачається, що група складається з інтелектуальних рухомих об'єктів. До інтелектуальних прийнято відносити або системи, забезпечені потужним обчислювальним комплексом [6], або системи, побудовані на основі інтелектуальних методів, таких як апарат нечіткої логіки, штучні нейронні мережі і експертні системи [7, 8]. Інтелектуальні методи керування вимагають виконання як математичних, так і логічних операцій. Тому реалізація інтелектуальних методів керування

обумовлює необхідність широких можливостей обчислювального комплексу. У разі інтелектуальних рухомих об'єктів комплекс повинен бути здатний, по-перше, здійснювати моніторинг стану об'єкта, вирішення локальних задач керування переміщенням об'єкта і його діями. По-друге, комплекс повинен бути здатний планувати дії рухомого об'єкту і вирішувати питання взаємодії об'єктів один з одним для спільного вирішення завдання, поставленого перед групою або її частиною [5, 6, 9].

У ряді випадків для вирішення конкретного завдання не потрібні всі об'єкти групи. У цих випадках в групі формується підгрупа об'єктів - кластер, до складу якого входять рухомі об'єкти, орієнтовані на рішення даного завдання. Формування кластерів відбувається і в тих випадках, коли перед групою ставиться кілька завдань [5, 9, 10]. У загальному випадку формування кластерів також є складовою частиною завдання групового керування рухомими об'єктами [5, 9].

Керування об'єктами групи здійснюється системою групового керування (СГУ) [5, 11]. У СГУ можуть реалізовуватися методи централізованої, децентралізованої або гібридної стратегії керування, особливості яких розглянуті в монографіях [1, 5] і численних статтях. При реалізації методів централізованого керування група об'єктів має "об'єкт-лідер", обчислювальний комплекс якого є технічною базою системи керування. На основі інформації, що надходить від об'єктів групи, і інформації про завдання, поставлені перед групою системою керування більш високого рівня, СГУ вирішує завдання формування кластерів та розподілу завдань між ними. Вона ж планує дії рухомих об'єктів групи або кожного кластера щодо вирішення поставлених завдань [9, 10].

Іншими словами, при централізованій стратегії система керування кожного рухомого об'єкта отримує алгоритм дій по інформаційних каналах і реалізує його. У цьому випадку системи керування об'єктів-виконавців, фактично, вирішують лише локальні задачі керування виконавчими механізмами, тому основна частина об'єктів групи можуть мати нескладні обчислювальні комплекси. Такого типу системи керування, зокрема, застосовуються в разі міні- і микроботов, коли габаритні розміри робота не дозволяють розмістити на ньому потужний обчислювальний комплекс. Однак така система керування має досить низьку надійність і потребує дублювання лідера групи.

Більш перспективною виглядає децентралізована стратегія керування, яка призводить до розподілених систем групового керування. В цьому випадку СГУ реалізується шляхом інформаційного об'єднання обчислювальних комплексів декількох рухомих об'єктів або всіх об'єктів групи. Рішення щодо розподілу завдань, формуванню відповідних кластерів і по управлінню діями об'єктів приймаються самими об'єктами, точніше, локальними системами керування кожного з них [4, 5, 8, 11].

ЛІТЕРАТУРА

1. Интеллектуальные роботы. Е. И. Юревич и др. М.: Машиностроение, 2007. 360 с

2. Блинцов В.С., Алоба Л.Т., Тхы Д.Ф. Современные задачи группового управления движением автономных необитаемых подводных аппаратов. Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв НУК. 3(465). – С. 91-99. DOI 10.15589/jnn20160314

3. Блінцов С. В. Математичне моделювання динаміки автономного підводного апарата на плоскій циркуляції [Текст] / С. В. Блінцов, Г. С. Грудініна, Л. Т. Алоба. Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв : НУК,– № 4.– С.53-60. DOI 10.15589/jnn20170407

4. Юревич Е. И. О проблеме группового управления роботами // Мехатроника, автоматизация, управление. 2004. № 2. С. 9—13.

5. Каляев И. А., Гайдук А. Р., Капустян С. Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. М.: Физматлит, 2009. 278 с.

6. Saridis G. N. Self-Organizing Control Stochastic Systems. New York: Marcel Dekker, 1977.

7. Васильев С. Н. От классических задач регулирования к интеллектуальному управлению. I, II // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2001. № 1. С. 5—21; № 2. С. 5—22.

8. Пшихопов В. Х., Медведев М. Ю. Управление подвижными объектами в определенных и неопределенных средах. М.: Наука, 2011. 350 с.

9. Каляев И. А., Гайдук А. Р., Капустян С. Г. Распределенные системы планирования действий коллективов роботов. М.: Янус-К, 2002. 292 с.

10. Ивченко В. Д., Корнеев А. А. Анализ методов распределения заданий в задаче управления коллективом роботов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2009. № 7. С. 36-42.

11. Алоба Л.Т. Автоматизация группового управления автономными необитаемыми подводными аппаратами поискового типа. Підводна техніка і технологія: матеріали IX Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю : в 2 ч. – Миколаїв : НУК, 2019. – Ч. 1. – С. 36-44.

On the issue of group management of inhomogeneous objects in the environment

Nadtochyi Anatolii
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Kherson, Ukraine

Annotation. To look at the problem of distributed keruvannya by a group of heterogeneous entities in the middle. Give a short look at the staff and methods of group keruvannya.

Keywords: non-uniform groups, group keruvannya, ruhlivy object, decentralized keruvannya.

УДК 621.3

БЮДЖЕТНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС

Надточій В. А.
кандидат технічних наук, доцент, кафедри автоматики та електроустаткування, Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія м. Херсон, Україна
nva074@gmail.com

Аннотация. На основі приладного забезпечення запропоновано вимірювальнний комплекс з можливістю мережевого доступу й обробки результатів. Показано роботу вимірювального комплексу на прикладі побудови ЛАЧХ та ЛФЧХ регулятора напруги.

Ключові слова: вимірювальний комплекс; система збору даних; обробка даних; структурна ідентифікація.

Інструментальні вимірювання в науково-технічних застосуваннях стають дедалі складнішими і точнішими, а сама вимірювальна техніка зазнає постійного вдосконалення.

У вищих навчальних закладах також існує попит на якісну вимірювальну апаратуру для забезпечення як навчального процесу, так і для дослідних цілей. Проте придбати прилади високого класу зазвичай неможливо через їх високу вартість. Доступними є прилади другого ешелону, які виготовляють не брендові компанії, але з високим рівнем якості. Крім того, у боротьбі за ринок збуту небрендові компанії розробляють та випускають функціонально більш досконалі продукти [1–3]. Комплекс складається з чотирьох приладів (рис. 1).

Wireless Distribution System (WDS) – технологія, що дозволяє розширити зону покриття бездротової мережі шляхом об'єднання декількох точок доступу WiFi в єдину мережу без необхідності встановлення дротового з'єднання між ними (що є обов'язковим у традиційній схемі побудови мережі). Відмінною рисою технології в порівнянні з іншими рішеннями є збереження MAC-адрес клієнтів мережі.

Мультиметр SDM3055. Роздільна здатність при вимірюванні UDC ±0,015%, ADC ±0,055%, UAC ±0,2%, AAC ±0,5% (RMS)

Функціональний генератор SDG2080 2-канальний. Максимальна частота 80 МГц. Роздільна здатність АЦП 16 bit.

Блок живлення SPD3303X.
2-канальний 3,3A 30B +1 канал 2B, 3,3B, 5B 3A. Точність регулювання 0,01B, 0,01A. Шум <0,5mV.

Осцилограф SDS1204X-E
4-канальний з полосою пропускання 200МГц. Розширена система синхронізації.
100000 wfm/s, 1GSa/s.

Рис. 1 – Прилади Siglent, що входять до складу вимірювального комплексу

Система розподілу бездротових мереж (WDS) дозволяє точкам доступу взаємодіяти по бездротовому підключенню в мережі IEEE 802.11. Вона також дозволяє розширювати бездротову мережу з використанням декількох точок доступу без необхідності використовувати дротове з'єднання для їх зв'язку (рис. 2).

Результати та аналіз даних

Відомо, що графік Боде не має сенсу в сильно нелінійних системах, які складають переважну більшість. Одним з можливих рішень проблеми є змінний рівень амплітуди ГКЧ (інакше цей метод може називатись «фігурним рівнем» або «профільованим рівнем»). Концепція змінного рівня проста: амплітуда тестового сигналу змінюється в залежності від частоти. Це дозволяє використовувати сильний сигнал на низьких частотах і зменшену амплітуду в області близько переходу (частоти зрізу). Таким чином теоретично можна отримати ідеальний результат дослідження тестового контуру.

У меню «Configure» осцилографа встановлюється для параметра «Sweep Type» значення «Vari-level» і натисніть «Set Vari-level», щоб увійти в редактор рівня змінного профілю.

На практиці завжди слід експериментувати з цими параметрами, щоб знайти оптимальне рішення для конкретної схеми. Один з практичних способів зробити це – контролювати сигнал у часовій області, зменшувати амплітуду тестового сигналу до тих пір, поки не будуть спостерігатися видимі спотворення, а потім зменшити амплітуду ще на 6 дБ. Потім записати амплітуду і частоту, перейти до іншої частоті і повторити процес.

Є кращий спосіб знайти оптимальний профіль, якщо вже є свідомо хороший профіль. Зменшити амплітуду сигналу на 6 дБ і запустити розгортку, щоб побачити, чи зміниться графік. Якщо він змінився, зменшити амплітуду ще на 6 дБ і знову виконати розгортку. Якщо результат не зміниться, можна збільшити амплітуду на 6 дБ, це і буде оптимальний профіль. Така процедура займає багато часу, але необхідна для отримання адекватного

результату. Після завершення редагування профілю в головному меню натиснути «Виконати», щоб почати сканування.

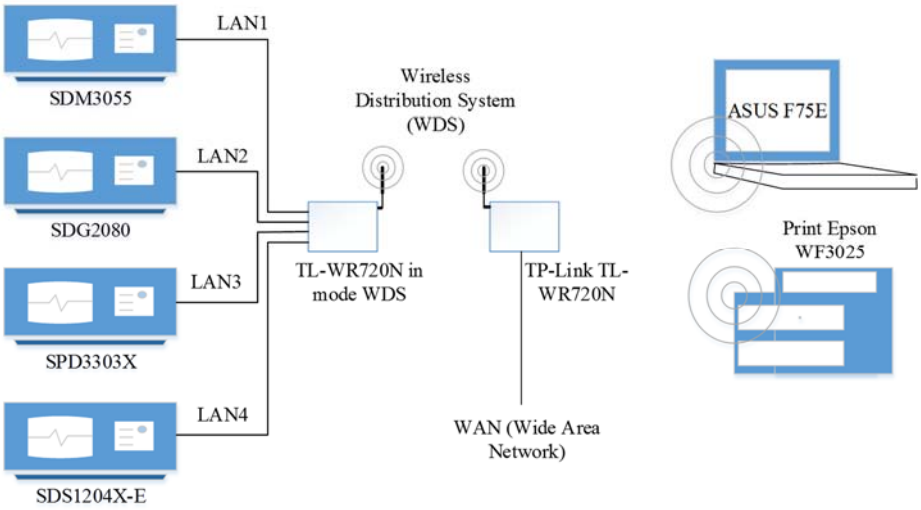


Рис. 2. Комунікаційна схема вимірювального комплексу

На рис. 3 представлений остаточний результат вимірювання з Vari-level.

Зміна перемикача вибору конденсатора S1 на платі VRTS v1.51 змінить відгук контуру через вплив різних конденсаторів.

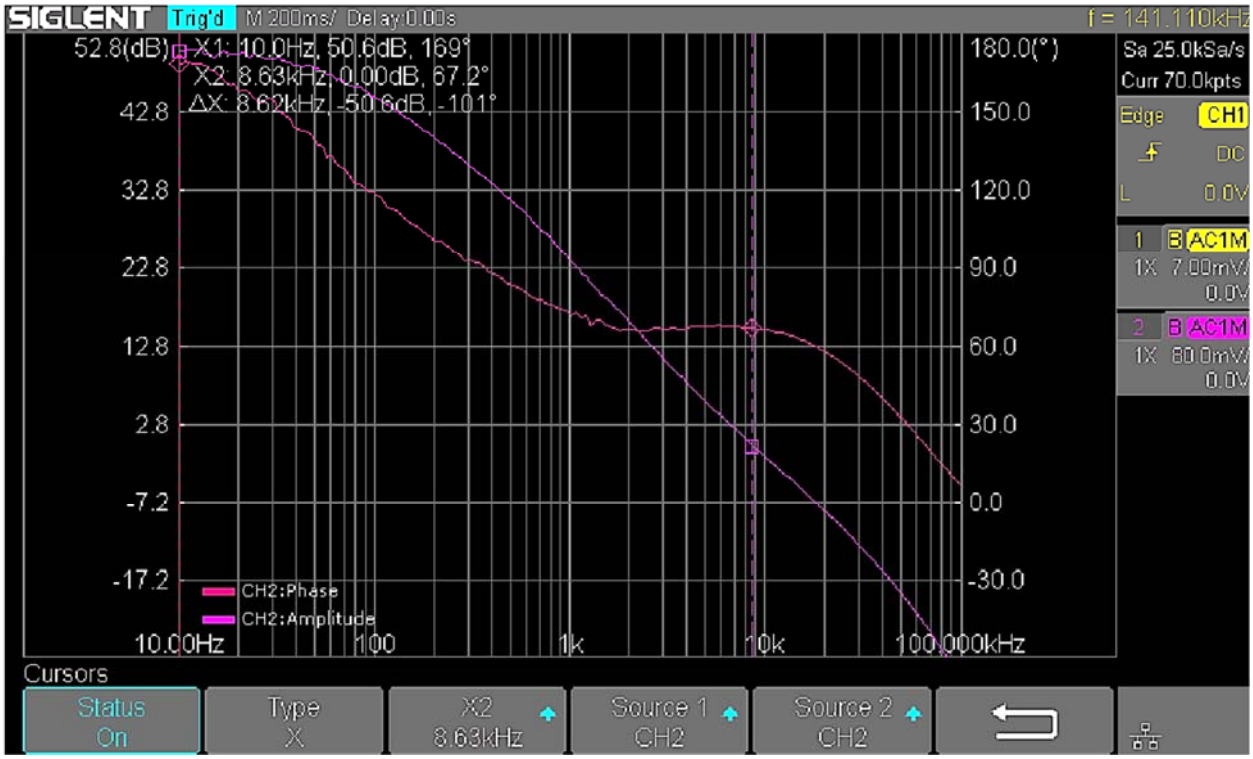


Рис. 3. Результат побудови ЛАЧХ і ЛФЧХ регулятора напруги

Висновки. Сучасні вимірювальні комплекси містять на борту як мінімум один інтерфейс для зв'язку з ПК. Основна тенденція розвитку у приладобудуванні – це нарощування функціональності та інтеграція декількох вимірювальних приладів в одному пристрої. Сучасні прилади середнього цінового діапазону дають змогу інтегрувати їх у вимірювальні комплекси і поєднати математичні обчислювальні програми через підключення до ПК. Сучасні прилади

середнього цінового діапазону дають змогу користувачеві вносити в них змини завдяки відкритому коду, що дозволяє розширити функціональність приладів і полегшує їх інтеграцію. При використанні вимірювальних комплексів необхідною умовою є планування вимірювального циклу або експерименту, а також проведення пробних вимірів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Radio-frequency field strength measurements on location [електронний ресурс] // hollandshielding: [сайт]. – Режим доступу: https://hollandshielding.com/Radio-frequency-field-strength-measurements-on-location?. – Назва з екрану.

2. Electronic test equipment [електронний ресурс] // wikipedia: [сайт]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_test_equipment. – Назва з екрану.

3. Signal injector circuit [електронний ресурс] // Electroschematics: [сайт]. – Режим доступу: https://www.electroschematics.com/signal-injector-circuit/. – Назва з екрану.

4. SDS1000X-E series super-phosphor oscilloscopes [електронний ресурс] // siglent: [сайт]. – Режим доступу: https://siglentna.com/digital-oscilloscopes/sds1000x-e-series-super-phosphor-oscilloscopes. – Назва з екрану.

5. Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.: ил.

Budget measuring complex

Nadtochii Victor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Kherson, Ukraine

Abstract. On the basis of the equipment, a measuring complex is proposed with the ability to access the network and process the results. The operation of the measuring complex is shown on the example of constructing Bode diagrams of a voltage regulator.

Keywords: Measuring complex, data collection system, data processing, structural identification.

УДК 621.317.18

ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ СИГНАЛІВ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОСИСТЕМ В ЕФЕКТИВНЕ ЗНАЧЕННЯ

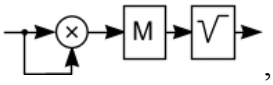
Обрубов А.В.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри Суднових електроенергетичних систем,
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
andrii.obrubov@nuos.edu.ua

Анотація. В роботі представлено цифровий датчик-вимірювач ефективних значень сигналів знятих з елементів суднових електросистем. Запропонований датчик-вимірювач має поліпшені характеристики швидкодії і призначений для використання в автоматизованих системах управління розподілом і перетворенням електроенергії, та для моніторингу параметрів електроенергії суднових електросистем. Також в роботі представлено результати досліджень нового способу визначення ефективних значень сигналів.

Ключові слова: діюче значення, ефективне значення, цифровий вимірювач, цифровий фільтр, цифровий перетворювач сигналів.

Точність автоматичного регулювання в системах автоматики суднових електросистем визначається точністю датчиків керованих величин [1]. Точність же самих датчиків і швидкодія вимірювання залежить від якості матеріалів конструкції та елементів схем [2, 3] і також і від

швидкодії алгоритмів при визначенні ефективних значень сигналів. Тому вдосконалення і розробка цифрових вимірювачів ефективних значень є актуальною задачею.

Ефективне значення сигналу, як відомо з [5], дорівнює кореню квадратному від середнього значення квадратів значень величини $X_{rms} = \sqrt{\overline{x(t)^2}}$, і визначається схемою 

, де середнє за період T_a має вигляд $\overline{x(t)} = \frac{1}{T_a}\int_{t_0}^{t_0+T_a} x(t)dt$. Існує два способи визначення середнього – **інтегральний і експоненціальний**. Інтегральний спосіб можна реалізувати при кінцевому періоді $T_a << \infty$ за допомогою інтегратора зі скиданням або за допомогою суматора в цифровій реалізації. Він дає точні результати при обмеженому ансамблі значень. Недоліками способу є великий час отримання результату і необхідність вибирати період усереднення таким чином, щоб погрішність була найменшою, тобто прив'язка до частот сигналів.

При експоненціальному усередненні послідовності x_k немає чіткого проміжку усереднення $Y = \lim_{n\to\infty} \frac{x_k g_k + x_{k-1} g_{k-1} + ... + x_1 g_1}{g_k + g_{k-1} + ... + g_1}$, а є постійна часу τ, що характеризує експоненціальну зміну вагових коефіцієнтів $g_{k-n} = e^{-nT/\tau}$ згідно з рівнянням $\tau \frac{d}{dt} y(t) = x(t) - y(t)$, рішенням якого є інтеграл $y(t) = \frac{1}{\tau}\int_0^t x(t-\nu)e^{-\nu/\tau}d\nu$ і ланка з передатною функцією $Y(s) = X(s)/(\tau s + 1)$.

Таким чином, середнє визначається за допомогою фільтру низьких частот (ФНЧ) з постійною часу τ. Чим нижче частота полюсу, тим менше змінних складових на виході і тим ширше часовий проміжок τ визначення середнього. Але при збільшенні τ динаміка ФНЧ уповільнюється. Тому доцільно наскільки можливо збільшити спад АЧХ за смугою пропускання ФНЧ при збереженні точності передачі середнього значення.

В процесі визначення діючих значень сигналів діапазон вимірюваної величини і частотний діапазон сигналу повинні бути якомога найширшими [5]. Важливими характеристиками є **пікфактор,** який бажано збільшувати $k_a = U_m/U_{rms}$ (відношенню пікового значення к діючому), і погрішність вимірювань, яку бажано зменшувати. Використовують три методи визначення діючих значень: **непрямий** (по коефіцієнтам форми сигналів), **термоелектричний** (по тепловому впливу), **обчислювальний** метод з використанням аналогових або цифрових обчислювальних блоків. Достоїнствами обчислювального метода є багатофункціональність, компактність пристрою, стабільність характеристик і точність. Але слабким містом є обмежена швидкодія, яку можна поліпшити шляхом вдосконалення алгоритмів. Запропонований обчислювальний алгоритм визначення ефективного (діючого) значення сигналу ілюструється структурною схемою, яка використовує дві операції возведення в квадрат, суматор, множник на коефіцієнт і інтегратор, що теж є суматором накопичення. Також в схемі присутній усереднюючий ФНЧ з точною передачею постійної складової.

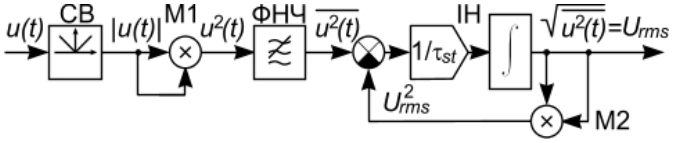
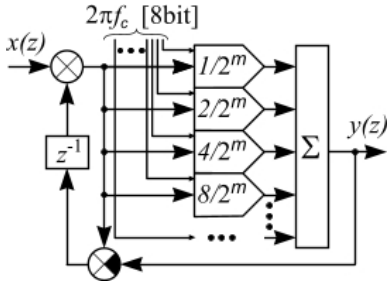


Рис.1. Структура перетворювача сигналу в діюче значення з двома квадраторами: СВ – сигнальний випрямляч, М1, М2 – множники, ФНЧ – фільтр низької частоти, ІН – інтегратор

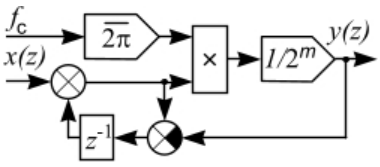
Перевагами запропонованої структури перетворювача сигналу в діюче значення є відсутність прямої операції рахування кореня і експоненціальне усереднення за допомогою ФНЧ. Дві ідентичні операції возведення в квадрат виконуються однією процедурою. Це дозволило

прискорити алгоритм в порівнянні з розрахунками по класичній формулі і забезпечити перетворення сигналів різних частот. Додаткове прискорення алгоритму обчислень досягнуто за рахунок створення модифікованих фільтруючих ланок. Експоненту в передатній функції $H_{f1}(z)=(1-e^{-aT})/(1-e^{-at}z^{-1})$ можна замінити першими двома складовими $e^{-aT}\approx 1-aT=1-\omega_c T$ і отримати нову модифіковану передатну функцію ФНЧ 1-го порядку $H_{f1}(z)=\omega_з T/(1-(1-\omega_з T)z^{-1})=(z/\tau^*)/(z-1+1/\tau^*)$, як показано на рис.2.

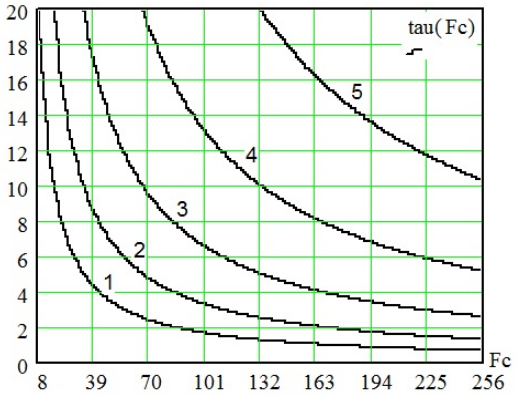
В цьому фільтрі на відміну від КІХ і БІХ-структур коефіцієнт передачі в полосі пропускання малочутливий до точності коефіцієнтів фільтру. Частоту квантування доцільно вибирати пропорційно ступеню двійки $f_s=2^m$ (1024Гц, 2048Гц,…16384Гц), тоді можна виключити операцію повного ділення і залишити тільки операції сумування і зсуву (рис.2,а). Частота зрізу $\omega_з=2\pi f_з$ як множник задається в рад/с. Для завдання частоти в Герцах треба ввести множник 2π (рис.2,б).



а



б



в: 1 – m=10біт, 2 – m=11біт, 3 – m=12біт, 4 – m=13біт, 5 – m=14біт,

Тут вказана відносна постійна часу фільтру $\tau^*=\text{int}(\tau/T)=n_m T$, де n_m=1, 2, 3…

Рис.2. Схеми модифікованої фільтруючої ланки: а – з розгорнутим множником частоти зрізу, б – з коефіцієнтом частоти 2π=6.27734375=b110,01000111, $f_s=2^m$ – частота квантування, в – залежність постійної часу від частоти зрізу для різних m

Динаміку перетворювача сигналу в діюче значення з ФНЧ 2-го порядку досліджено за допомогою неперервної моделі в системі *MATLAB Simulink*.

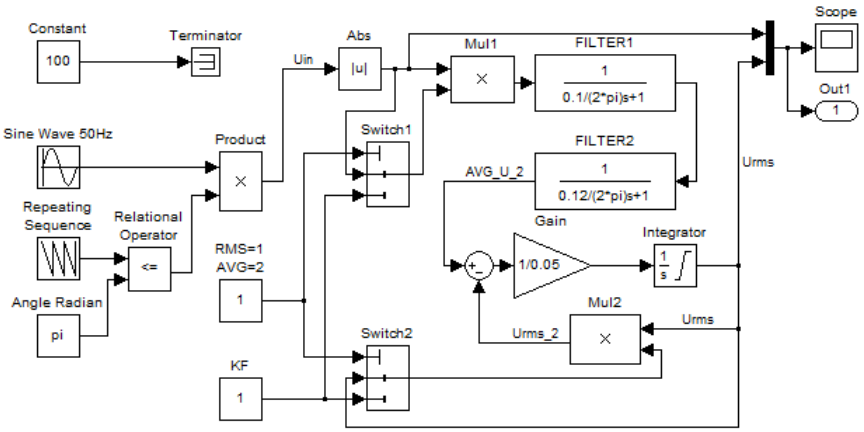


Рис.3. Модель перетворювача сигналу в діюче або в середнє значення з перемиканням режимів роботи RMS-AVG

Перехідні характеристики для напівхвиль струму з різними кутами провідності α на рис.4 демонструють, що сталі значення вихідної величини Yout відповідають теоретично розрахованим діючим значенням для амплітуди струму 100А. Тобто схема правильно відпрацьовує принцип перетворення.

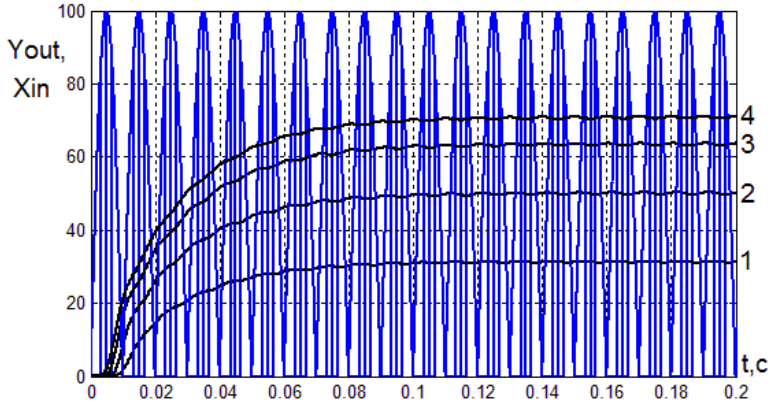


Рис.4. Перехідні характеристики перетворювача сигналу для різних кутів:

1– $\alpha = \pi/3$ **, 2–** $\alpha = \pi/2$ **,3 –** $\alpha = 2\pi/3$ **,4 –** $\alpha = \pi$

Для практичної перевірки запропонованого способу визначення діючих значень розроблено експериментальний датчик на рис.5. Відносна погрішність вимірювання струмів на вході тиристорних схем склала ≤5%. Розрядність АЦП 10біт, діючий струм при пікфакторі ≤2 – 0-250А, частота струму 50-60Гц.

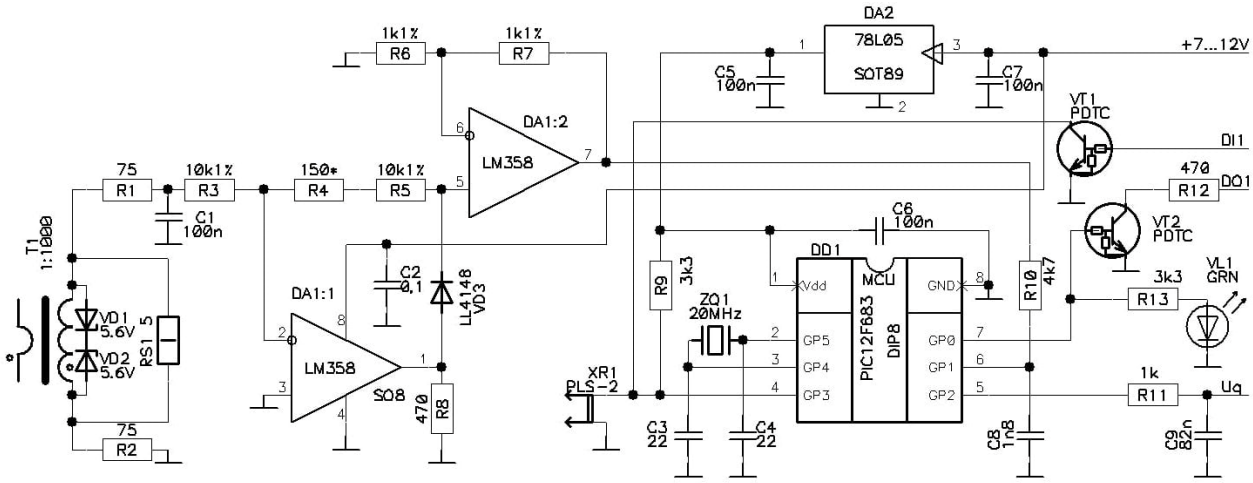


Рис.5. Схема експериментального датчику діючого значення струму

Іспити експериментального датчика на рис.5 довели ефективність запропонованого способу визначення діючих значень, який було прийнятно реалізовано навіть на малопотужному периферійному контролері.

Висновки. Запропоновано новий спосіб визначення діючих значень сигналів, який має більшу швидкодію в порівнянні з обчисленням по класичній формулі завдяки скороченню обчислювальних процедур без втрати точності і не прив'язаний до конкретної частоти сигналу завдяки експоненціальному усередненню квадрату величини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Овчаренко Н.И. Аппаратные и программные элементы автоматических устройств електросистем. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 512 с.: ил.

2. S. P. Venkateshan Mechanical Measurements (2nd Edition). Second Edition: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate Chichester, West Sussex PO19 8SQ, United Kingdom. 2015.

3. Обрубов А. В. Своя схемотехника. Режим доступа: https://www.facebook.com/svojaschema/

4. Измерения в промышленности. Справ. изд. В 3-х кн.. Кн. 1. Теоретические основы. Пер. с нем./Под ред.. Профоса П. 2 — изд., перераб. и доп., М.: — Металлургия, 1990. 492 с.

5. Гольденберг Л.М. Цифровая обработка сигналов: Справочник / Л.М. Гольденберг, Б.Д. Матюшкин, М.Н. Поляк. — М.: Радио и связь, 1985. — 312с., ил.

Digital signal converter of ship's electrical systems to efficient value

Obrubov Andrii
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The paper presents a digital sensor-meter of effective values of signals taken from the elements of ship electrical systems. The proposed sensor-meter has improved performance characteristics and is designed for use in automated control systems for distribution and conversion of electricity, and for monitoring the electricity parameters of marine power systems. The paper also presents the results of research on a new method for determining the effective values of signals.

Keywords: current value, effective value, digital meter, digital filter, digital signal converter.

УДК 621.314.58

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЗВОРОТНЬОХОДОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Павлов Г.В.[1], Вінниченко І.Л.[2], Покровський М.В.[3]

[1] доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна; pavlov.gv.nuk@gmail.com (якщо вказаний),

[2] кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна i.l.vinnychenko@gmail.com (якщо вказаний),

[3] кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна variable@inbox.ru

Анотація. Проведено моделювання роботи квазірезонансного зворотньоходового перетворювача для індуктивної безконтактної передачі електроенергії за допомогою пакета прикладних програм LTSpice. Побудовано часові діаграми струму і напруги резонансного контуру, утвореного власними параметрами трансформатора при розбитті основного циклу перетворення на малі цикли.

Ключові слова: квазірезонансні зворотньоходові перетворювачі, резонансний контур, безконтактна передача електроенергії.

В процесі розробки зарядного пристрою, в тому числі і бездротового, розробник базується на його здатності забезпечувати задану форму кривої напруги зарядки та ефективно контролювати цю форму. Найпопулярнішими в наш час з точки зору управління є імпульсні методи управління, які також використовуються у зворотних перетворювачах, широко

застосовуваних у різних галузях промисловості [1, 2]. Використання резонансних та квазірезонансних схем з комутацією транзисторів при нульових значеннях струму та напруги у поєднанні з регулюванням імпульсів дозволяє повною мірою використовувати переваги кожного з підходів, включаючи підвищення ефективності перетворювача, зменшення габаритних розмірів пристрою та забезпечення електромагнітної сумісності зарядного пристрою з мережею.

На рис. 1 показано схему резонансного зворотньоходового перетворювача для безконтактної індуктивної передачі електроенергії.

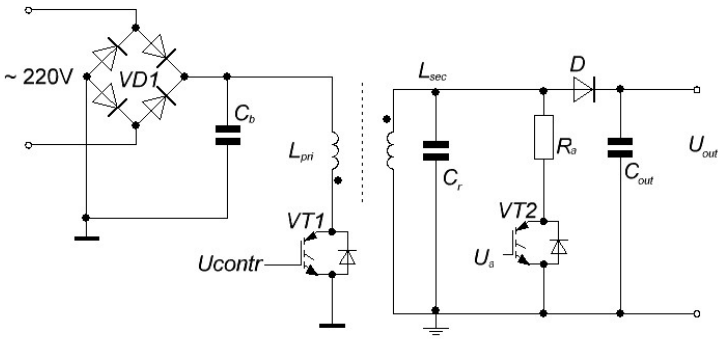


Рис. 1

Вхідна напруга змінного струму, випрямлена за допомогою діодного мосту *VD1* і відфільтрована за допомогою конденсатора C_b. Трансформатор із повітряним зазором, сформований з магнітно-з'єднаних індукторів L_{pri} і L_{sec}, дозволяє розділити нерухому та рухому частини перетворювача. Резонанс виникає на власних параметрах трансформатора, а саме індуктивності розсіювання L_s, паразитної ємності обмоток трансформатора C_{r1} та додаткового резонансного конденсатора C_{r2}. Акумулятор умовно зображується як конденсатор C_{out}. Діод *D* дозволяє розподіляти прямий і зворотний напрямок передачі енергії в ланцюзі. Напругу акумулятора U_{out} слід контролювати через специфічні особливості процесу зарядки акумулятора, особливо через вимоги до процесу так званої швидкої зарядки, яка повинна зупинитися на рівні 70% від номінальної вихідної напруги акумулятора [3].

Забезпечивши певну послідовність міжкомутаційних проміжків, епюри струмів та напруг перетворювача при яких показано на рис. 2, можна здійснювати роботу перетворювача в квазірезонансному режимі та користуватися всіма перевагами цього режиму.

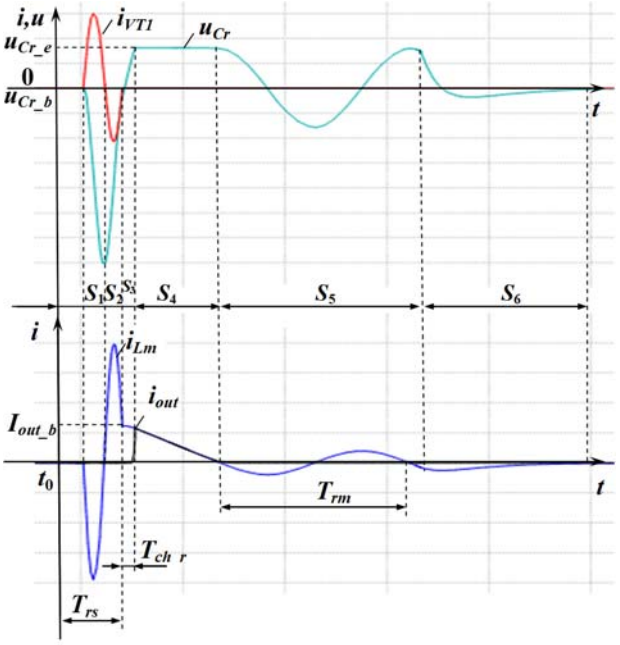


Рис. 2

Для симуляції роботи зворотного перетворювача для безконтактної зарядки акумулятора та перевірки аналітичних залежностей, які описують електромагнітні процеси в ланцюзі живлення перетворювача, моделювання реалізовано в LTspice. Імітаційна модель перетворювача показана на рис. 3. Результати моделювання показані на рис. 4.

Зарядний струм акумулятора (рис. 4, а), представлений у моделі з конденсатором C3 = 200 мкФ, є високочастотним імпульсним трикутної форми. На рис. 4, б, показано форму напруги зарядки акумулятора з постійними інтервалами часу між керуючими імпульсами, що подаються на транзистор VT1 (рис. 1), представлений у моделі ідеальним вимикачем S1 з діодами D2-D3 та резистором R4.

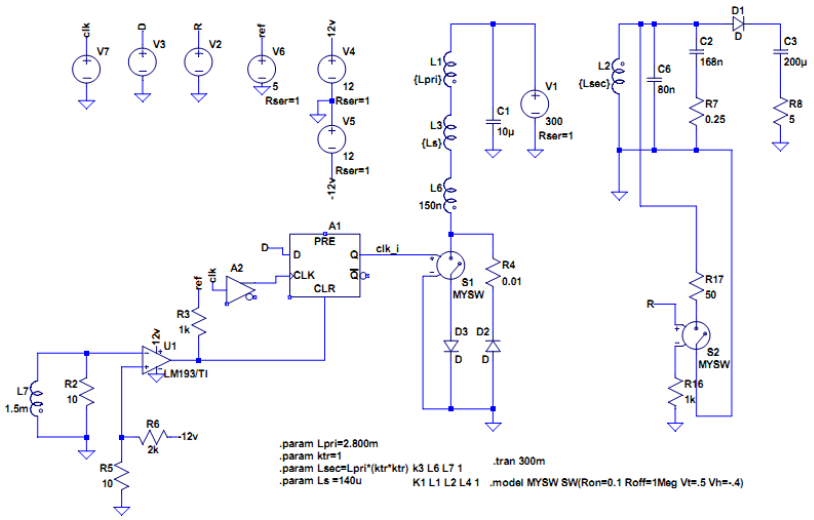


Рис. 3

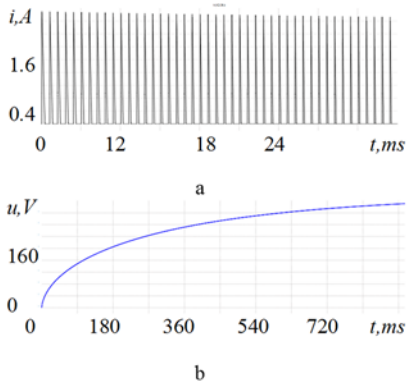


Рис. 4

Таким чином, в роботи показано результати моделювання квазірезонансного зворотньоходового перетворювача для індуктивної безконтактної передачі електроенергії, які підтвердили можливість його використання для поставленої задачі.

ЛІТЕРАТУРА

1. A. Pressman, K. Billing, and T. Morey. Switching Power Supply Design, 3rd ed. The McGraw-Hill Companies, 880 p., 2009.

2. O. A. Montes, S. Son, S. Kim, H. Seok, J. S. Lee and M. Kim, "Forward-flyback resonant converter for high-efficient medium-power photovoltaic applications," 2017 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), Tampa, FL, 2017, pp. 1223-1228. doi: 10.1109/APEC.2017.7930851

3. S. Wu, Yo. Chang, Ch. Chang and Y. Cheng, “A fast charging balancing circuit for LiFePO4 battery,” Electronics, 2019, 8, p. 1144-1159. doi:10.3390/electronics8101144

Simulation of the flyback converter for contactless energy transmission

Hennadii Pavlov[1], Iryna Vinnychenko[2], Mykhailo Pokrovskyi[3]
[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The operation of quasi-resonant flyback converter for inductive contactless energy transmission using the LTSpice application software package is simulated. The time diagrams of current and voltage of the resonant circuit formed by own parameters of the transformer during the division of the main transformation cycle into small cycles are shown

Keywords: quasi-resonant flyback convrters, resonant circuit, contactless energy transmission.

УДК: 621.3.048.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ПАПЕРУ В СИЛЬНОМУ ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ

Пальчиков О.О. к.т.н.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
ole2012hulk@gmail.com

Анотація. В роботі досліджено трансформаторний папір при пробивній середній напруженості електричного поля на основі моделі Релея. Загалом запропонований механізм пробою підтвердився, тобто на першому етапі пробиваються повітряні включення і на решті ділянок матеріалу створюються сприятливі умови для подальшого розвитку електричного пробою. Розглянуто сили, які діють на повітряні включення.

Ключові слова: електричний пробій, модель трансформаторного паперу, електростатичне поле, метод скінченних елементів.

Ізоляційні матеріали багато в чому визначають технічні характеристики електрообладнання, в тому числі і суднового. Тому оптимальна розробка електрообладнання неможлива без врахування фізичних процесів, що протікають в ізоляції у зовнішньому електромагнітному полі. Метою публікації – є вивчення розвитку пробою в сухому трансформаторному папері на основі моделі запропонованої в [1, 2].

Об'ємне співвідношення компонентів трансформаторного паперу визначається на основі рівнянь [1]:

$$\begin{cases} V_{\text{p}}\rho_{\text{p}}(1-y) = V_{\text{c}}\rho_{\text{c}} + V_{\text{a}}\rho_{\text{a}} \\ V_{\text{w}}\rho_{\text{w}} = V_{\text{p}}\rho_{\text{p}}y \\ V_{\text{p}} = V_{\text{c}} + V_{\text{a}} + V_{\text{w}}, \end{cases}$$

де V_{p}, V_{c}, V_{a} і V_{w} – обсяги паперу, целюлози, повітря і води відповідно; ρ_{p}, ρ_{c}, ρ_{a} і ρ_{w} – щільності паперу, целюлози, повітря і води відповідно; y – відносний масовий вміст води в ізоляційному папері.

Тоді радіус пір, що містять повітря і воду, довжиною l і кількістю N в обсязі целюлози знаходиться

$$r = [(V_{\text{a}} + V_{\text{w}})/(\pi lN)]^{0,5}.$$

Розрахунок електричного поля в поперечному перерізі щодо довжини l конденсаторного паперу з шириною b і товщиною h грунтується на наступних диференціальних рівняннях [3], складених для кожної ізотропної області з відносною діелектричною проникністю ε:

$$\begin{cases} \nabla^2\varphi = 0; \\ \boldsymbol{E} = -\nabla\varphi; \\ \boldsymbol{D} = \varepsilon_0\varepsilon\boldsymbol{E}, \end{cases}$$

де φ – скалярний електростатичний потенціал; $\boldsymbol{E}$ – вектор напруженості електричного поля (НЕП); $\boldsymbol{D}$ – вектор електричної індукції; ε_0 – електрична постійна, $\varepsilon_0 = 8{,}854\cdot10^{-12}$ Ф/м.

На верхній і нижній площинах, перпендикулярних товщині розглянутого обсягу, задаються скалярні електростатичні потенціали, рівні за модулем половині пробивної напруги трансформаторного паперу, розраховані за вказаною напруженістю електричного поля в [4], але з різними знаками.

Для реалізації зв'язку значення пробивної НЕП матеріалу з його геометрією область, яку займає матеріал, розбивається на ряд підобластей прямокутної або криволінійної трапецієподібної форми так, щоб вектори НЕП окремих їх елементів були паралельні напрямним векторам двох сторін підобластей із заданою точністю, а значення модулів векторів НЕП змінювалися незначно. Надалі усереднюється вектор НЕП за площею підобласті S

$$\boldsymbol{E}_{\mathrm{A}} = \frac{1}{S}\int_{S} \boldsymbol{E} dS \cdot$$

Тоді модуль отриманого вектора буде дорівнювати нормальній її складовій, визначеній для основи підобласті. Чисельний розрахунок електростатичного поля методом скінченних елементів реалізований в програмі FEMM, а прийняті допущення стандартні при розрахунку електростатичних полів [2, 3].

Картина розподілу НЕП наведена на рис.1. Напруженість в повітряному обсязі близька до експериментальної кривої Пашена [5], перерахованої на нормальний атмосферний тиск. Відхилення склало 16,9 %, що є очікуваним для даної задачі. Розподіл електричного поля після пробою повітряної області представлено на рис 2. Напруженість в целюлозі при цьому виходить рівною пробивній [6]. Після пробивання целюлози утворюється провідний канал, що свідчить про успішне завершення пробою. Іншим фактором, який може призводити до пробою є розподіл сили на кордоні повітряного включення і пов'язана з ним деформація і руйнація целюлози. Розраховані значення сили зведено до таблиці 1 при напрямку нормалі із целюлози в повітря.

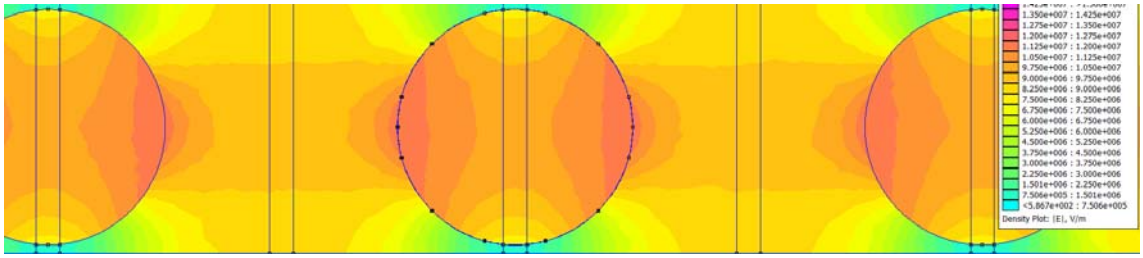


Рис. 1. Фрагмент розподілу електростатичного поля в трансформаторному папері марки ТВУ-085

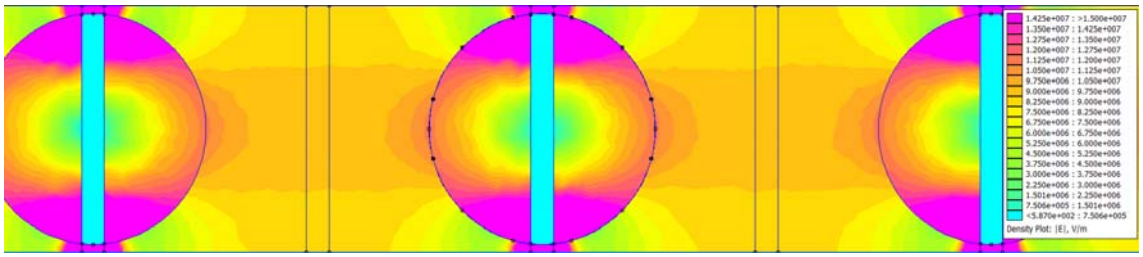


Рис. 2. Розподіл електростатичного поля в трансформаторному папері марки ТВУ-085 при частковому пробої

Таблиця 1. Розподіл сили на кордоні повітряного включення

Кутова координата центру ділянки, рад	0	π/6	π/3	π/2	2π/3	5π/6	π	7π/6	4π/3	3π/2	5π/3	11π/6	2π
Проекція сили на вісь абсцис, Н	5,3x 10^{-11}	-8,5x 10^{-7}	-5,0x 10^{-6}	-8,1x 10^{-6}	-5,0x 10^{-6}	-8,5x 10^{-7}	-9,5x 10^{-11}	8,5x 10^{-7}	5,0x 10^{-6}	8,1x 10^{-6}	5,0x 10^{-6}	8,5x 10^{-7}	5,3x 10^{-11}
Проекція сили на вісь ординат, Н	-9,1x 10^{-8}	1,8x 10^{-7}	1,3x 10^{-6}	-1,1x 10^{-9}	-1,3x 10^{-6}	-1,8x 10^{-7}	9,1x 10^{-8}	-1,8x 10^{-7}	-1,3x 10^{-6}	-1,7x 10^{-9}	1,3x 10^{-6}	1,8x 10^{-7}	-9,1x 10^{-8}

Однак для оцінки впливу визначених сил на внутрішню структуру розглянутого діелектрика необхідно подальший розвиток розглянутої моделі.

Висновки: з'ясовано, що напруга пробою трансформаторного паперу обумовлюється напругою пробою повітряного включення.

Література

1. Пальчиков О.О. Определение эффективной диэлектрической проницаемости гетерогенного материала / О.О. Пальчиков // Електротехніка і Електромеханіка. 2020. № 2. С. 59–63. doi: 10.20998/2074-272X.2020.2.09.

2. Пальчиков О.О. Пробивное напряжение воздушных включений микронного диапазона в конденсаторной бумаге / О.О. Пальчиков // Електротехніка і Електромеханіка. 2020. № 6. С. 42–46. doi: 10.20998/2074-272X.2020.6.08.

3. Stratton J.A. Electromagnetic theory. Hoboken, IEEE Press, 2007. 630 p.

4. ГОСТ 24874-91. Бумага электроизоляционная трансформаторная. Москва: Изд-во стандартов, 1991. 11 с.

5. Бортник И.М. Электрофизические основы техники высоких напряжений / И.М. Бортник, А.А. Белогловский, И.П. Верещагин, Ю.Н. Вершинин. М.: Издательский дом МЭИ, 2016. 704 с.

6. Энциклопедия полимеров. Т1 / Под ред. В. А. Каргина. М.: Сов. Энц., 1972. 224 с.

Studying transformer paper in a strong electric field

Palchykov O.O.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The transformer paper with a breakdown average electric field strength based on the Rayleigh model has been investigated. In general, the proposed breakdown mechanism has been confirmed, that is, in a first step air inclusions are ionized and favorable conditions are created for the further development of electric breakdown in the rest of the material. The forces that act on air inclusions have been considered.

Keywords: electrical breakdown, transformer paper model, electrostatic field, finite element method.

УДК 621.3.016.25

ПРО РЕАКТИВНУ СКЛАДОВУ СТРУМУ РОТОРА АСИНХРОННОЇ МАШИНИ В ГЕНЕРАТОРНОМУ РЕЖИМІ

Подимака В.І.[1], Осадченко Ю.В[2]

1 к.т.н., доцент, Кафедра суднових електроенергетичних систем, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
[2] аспірант, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
yulcenj@gmail.com

Анотація. Розглянута груба помилка з точки зору електротехніки. А саме доведено, що реактивна складова струму ротору при переході у генераторний режим змінює знак на протилежний.

Ключові слова: асинхронна машина, ковзання,реактивна складова.

Доповідь присвячена аналізу однієї грубої помилки з точки зору електротехніки, що кочує з підручника в підручник, з лекції в лекцію. Мова йде о теоретичних курсах «Електричні машини», «Основи електроприводу». Автор доповіді також грішний, допускав ту ж помилку у своїх лекційних заняттях.

Підкуповували дві обставини. По-перше - простота доказів та по-друге результат вірний та підтверджений досвідом.

У асинхронної машини при обертанні ротора параметри обмотки ротора наступні:
ЕРС фази $E_{2s} = \pi \cdot \sqrt{2} \cdot f_2 \cdot \omega_2 k_{об2} \Phi_m = s \cdot E_2$,
тут $s = \dfrac{n_1 - n}{n_1}$ – ковзання;
$f_2 = s \cdot f_1$ – частота перемагнічування ротору;
f_1 - частота напруги живлення;
$E_2 = \pi \cdot \sqrt{2} f_1 \cdot \omega_2 k_{об2} \Phi_m$ – ЕРС фази ротору при нерухомому положенні ротору;
$x_{2s} = \omega_2 L_2 = 2\pi f_2 L_2 = s \cdot x_2$;
$x_2 = 2\pi f_1 L_2$ – реактивний опір (індуктивного характеру) фази загальмованого ротору.
Дійсне значення струму ротору:

$$I_{2s} = \frac{E_{2s}}{Z_{2s}} = \frac{s \cdot E_2}{\sqrt{r_2^2 + (s \cdot x_2)^2}};$$

$$Z_{2s} = z_{2s} \varepsilon^{+j\varphi 2} = r_2 + jsx_2.$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{r_2}{\sqrt{r_2^2 + (sx_2)^2}};\ \sin\varphi_2 = \frac{s \cdot r_2}{\sqrt{r_2^2 + (sx_2)^2}}.$$

Для активної та реактивної складових струму I_{2s} отримуємо наступні вирази:

$$I_{2sa} = I_{2s} \cdot \cos\varphi_2 = \frac{sE_2 \cdot r_2}{r_2^2 + (sx_2)^2};\ I_{2sp} = I_{2s} \cdot \sin\varphi_2 = \frac{s \cdot E_2 \cdot sx_2}{r_2^2 + (s \cdot x_2)^2}$$

Знаменники двох останніх виразів містять ковзання в другому ступені, отже, зміна знаку ковзання не істотне, так як $(+s)^2 = (-s)^2$. В чисельнику виразу I_{2sa} ковзання s у першому ступені. Тому при зміні знаку ковзання змінює свій напрям на векторній діаграмі на протилежний.

У виразі I_{2sp} чисельник містить ковзання в другому ступені. На цій підставі робимо висновок, що реактивна складова струму ротору при зміні знаку ковзання (переходить у генераторний режим) свій знак не змінює.

Парадокс полягає в тому, що висновок вірний та підтверджений досвідом. Однак при доказі допущена груба помилка, а саме: в трактуванні реактивності x_{2s}. Дійсно, $x_{2s} = 2\pi f_2 L_2$, $f_2 = s \cdot f_1 = 2\pi f_1 \cdot s \cdot L_2$. При зміні знаку ковзання ні частота не стає негативною, ні індуктивність L_2 не перетворюється в ємність. Висновок: і частота f_2 і реактивність x_{2s} пропорційні модулю ковзання $|s|$ та не залежить від його знаку.

З огляду на сказане, вираз для I_{2sp} слід записати у вигляді:

$$I_{2sp} = \frac{s \cdot E_2 \cdot |s| x_2}{r_2^2 + (s \cdot x_2)^2}$$

З цього виразу неминуче випливає, що при переході у генераторний режим, реактивна складова струму ротору змінює знак на протилежний. Цей висновок помилковий! В цьому досить легко переконатися, розглянувши взаємодію статора і ротору машини з основним магнітним полем. В доповіді це розглянуто детально.

The reactive component of the rotor current of an asynchronous machine in generator mode

Valeri Podimaka[1], Yulia Osachenko[2]
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. A gross error from the point of view of electrical engineering is considered. Namely, it is proved that the reactive component of the rotor current during the transition to the generator mode changes the sign to the opposite.

Keywords: asynchronous machine, sliding, reactive component.

УДК: 681.5.015:620.179.17

УДОСКОНАЛЕНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БУФЕРНИХ ДЖЕРЕЛ

Рожков С.О.[1], Іванов А.А.[2], Тимофеєв К.В.[3], Бутаков И.Б.[4], Жук Д.О.[5]

[1]доктор технічних наук, професор, Херсонська державна морська академія, м. Херсон Україна
rozhov_ser@meta.ua;
[2]PhD, Херсонська державна морська академія,
м. Херсон Україна
artiva1978@gmail.com
[3]кандидат технічних наук, доцент, Херсонська державна морська академія, м. Херсон Україна
kvtimofeev2013@gmail.com
[4]аспірант, Херсонська державна морська академія, м. Херсон Україна
bib7677@gmail.com
[5]кандидат технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
vicedirector2012@gmail.com

Анотація. В роботі запропоновано використання додаткового дизель-генератора меншої потужності для компенсації збурень на енергосистему судна. З метою забезпечення необхідної керованості системи буферного джерела розроблено квазіоптимальний регулятор зі змінною структурою. Проведено математичне моделювання запропонованої системи і показано її ефективність. Моделювання досліджень виконано в середовищі MATLAB.

Ключові слова: електроенергетична система судна, ефективність, буферне джерело, квазіоптимальний регуляторю.

Зростаючий обсяг морських перевезень і підвищення тоннажу суден [1], робить особливо актуальним завдання підвищення ефективності суднових енергосистем [2]. Будь-яка сучасна енергетична система має в своїй основі джерело енергії, зокрема на сучасних суднах найбільше поширення через низку переваг набули дизель-генераторні системи енергопостачання. Але використання дизельних двигунів для приводу рушіїв судна має певні обмеження, які обумовлені його динамічними властивостями та особливостями механічних характеристик.

Для потужного суднового дизеля оптимальним є режим постійних обертів, що потребує значного запасу потужності. Дійсно, якщо навантаженням дизеля є генератор, на який діють збурення з боку, наприклад, електродвигунів пропульсивного комплексу, то такі збурення компенсуються системою управління або стають несуттєвими за рахунок надлишкової потужності дизеля. З іншого боку, збурення з боку хвиль і вітру мають приватний склад, що не дозволяє компенсувати ці збурення дизель-генератором із-за інертності самої системи. Для підвищення ефективності всієї енергосистеми судна за мету ставиться забезпечення оптимальних режимів роботи головних дизелів судна [3, 8], при цьому в систему вводиться додатковий контур компенсації збурень [4]. Таким чином, основний дизель має постійну уставку регулювання, а відхилення, які викликані збуреннями, компенсуються додатковим контуром керування.

Двоконтурну систему з розподілом сигналу відхилення за спектром показано на рис. 1. Розподіл оцінки поточної потужності в системі на низькочастотну і високочастотну складові дозволяє компенсувати необхідні пікові навантаження при впливі збурень (хвиль).

Прийнявши спрощені моделі дизеля [8] і генератора отримано передавальні функції. На рис. 2 наведені результати моделювання процесу розвантаження основного дизеля.

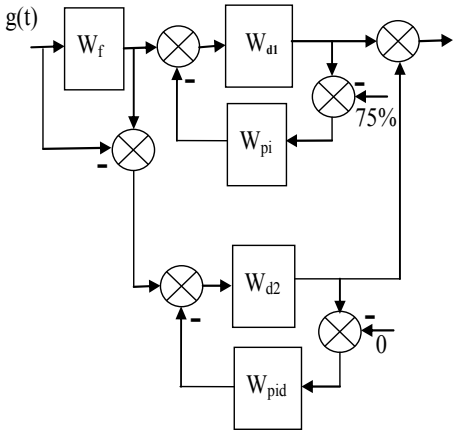


Рис. 1. Регулювання основного дизель-генератора з використанням буферного джерела

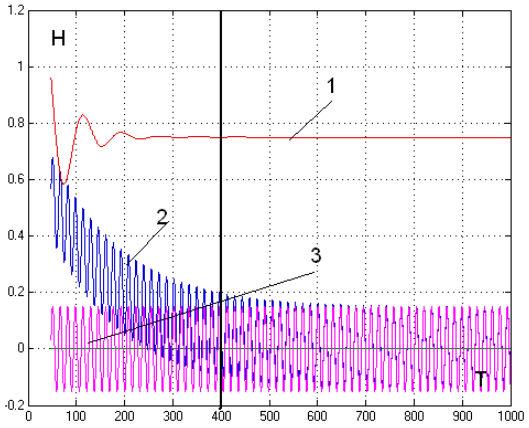
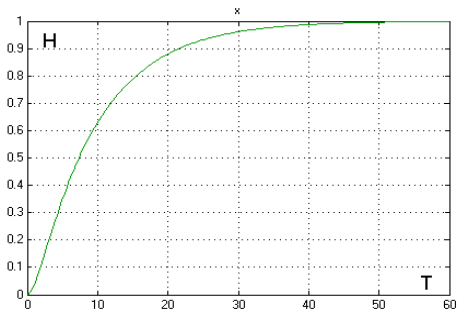
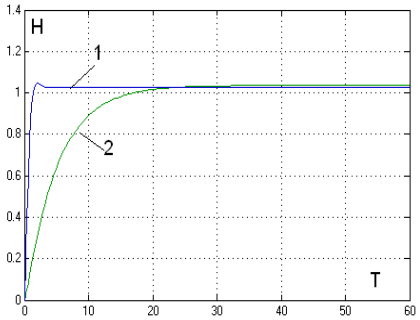


Рис. 2. Процеси в системі з буферним джерелом

Після завершення перехідного процесу, пов'язаного з отриманням точної оцінки середнього, навантаження основного дизеля 1 залишається постійним, буферний дизель-генератор 2 приймає на себе змінну частину навантаження, так як має набагато менший час реакції і встигає відстежувати збурення 3. Але таким чином компенсувати повністю збурення від хвиль і вітру немає можливості, але можна значно полегшити режим роботи основного дизель-генератора. Метод буферних джерел дозволяє більш раціонально розподілити потоки енергії з СЕЕС, але висока розмірність моделі динаміки судна, а також складний характер збурень з боку хвиль і вітру ускладнюють аналіз системи [9, 10]. Для дослідження процесів в енергосистемі з буферним джерелом в роботі було розглянуто об'єкт, який відповідний великотоннажному судну, з перехідною характеристикою за швидкістю уздовж координати x (рис. 3, а).



а)



б)

Рис. 3. Перехідні характеристики судна:
1 - дизель-генератора буферного джерела, 2 - основного дизель-генератора

Постійна часу основного дизель-генератора не дозволяє компенсувати збурення від хвиль і вітру (рис. 3, б), тому як наслідок використовується надлишкова потужність в енергосистемі і збурення впливають на роботу основного дизеля, погіршуючи умови його експлуатації.

Реалізацію збурення і компенсуючого впливу з ПІД регулятором і з квазіоптимальним регулятором показано на рис. 4. На рис. 4, а приведено реалізації збурень 1 і буферним дизель-генератором з ПІД-регулятором, який компенсує вплив збурень при керуванні.

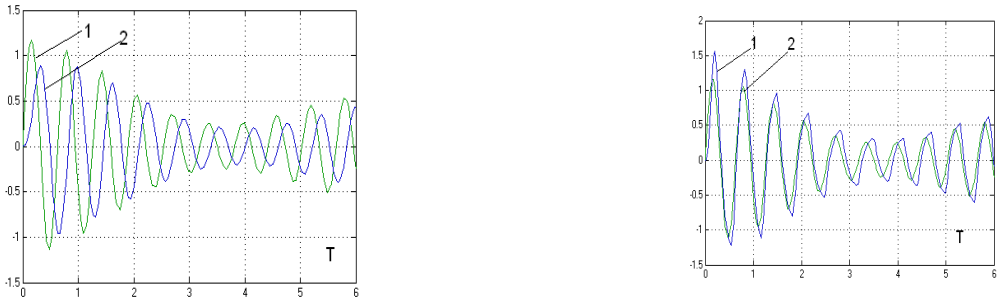


Рис. 4. Реалізація збурення і компенсуючого впливу:
а) з ПІД регулятором, б) з квазіоптимальним регулятором

Оптимально налаштований типовий ПІД-регулятор не забезпечує достатньої точності компенсації, тому для розв'язання задачі використано квазіоптимальний регулятор зі змінною структурою. Відмінність квазіоптимального регулятора від стандартного ПІД-регулятора полягає в тому, що в «малому» використовується ПІД-закон регулювання, що забезпечує точність збіжності процесу, а у «великому» регулятор переходить на релейний закон управління, який забезпечує максимально можливу швидкодію. Як видно з рис. 4, б, застосування квазіоптимального регулятора забезпечує достатню точність компенсації коливань потужності в енергосистемі при впливі хвиль.

На рис. 5 наведено схему моделювання системи з повною моделлю динаміки судна (блок 1) в середовищі MATLAB-Simulink [9-11, 14]. Для формування збурень було використано модель з п'ятьма гармоніками (блок 2). Власне, модель судна і збурень ідентична моделі, яку використано в [15].

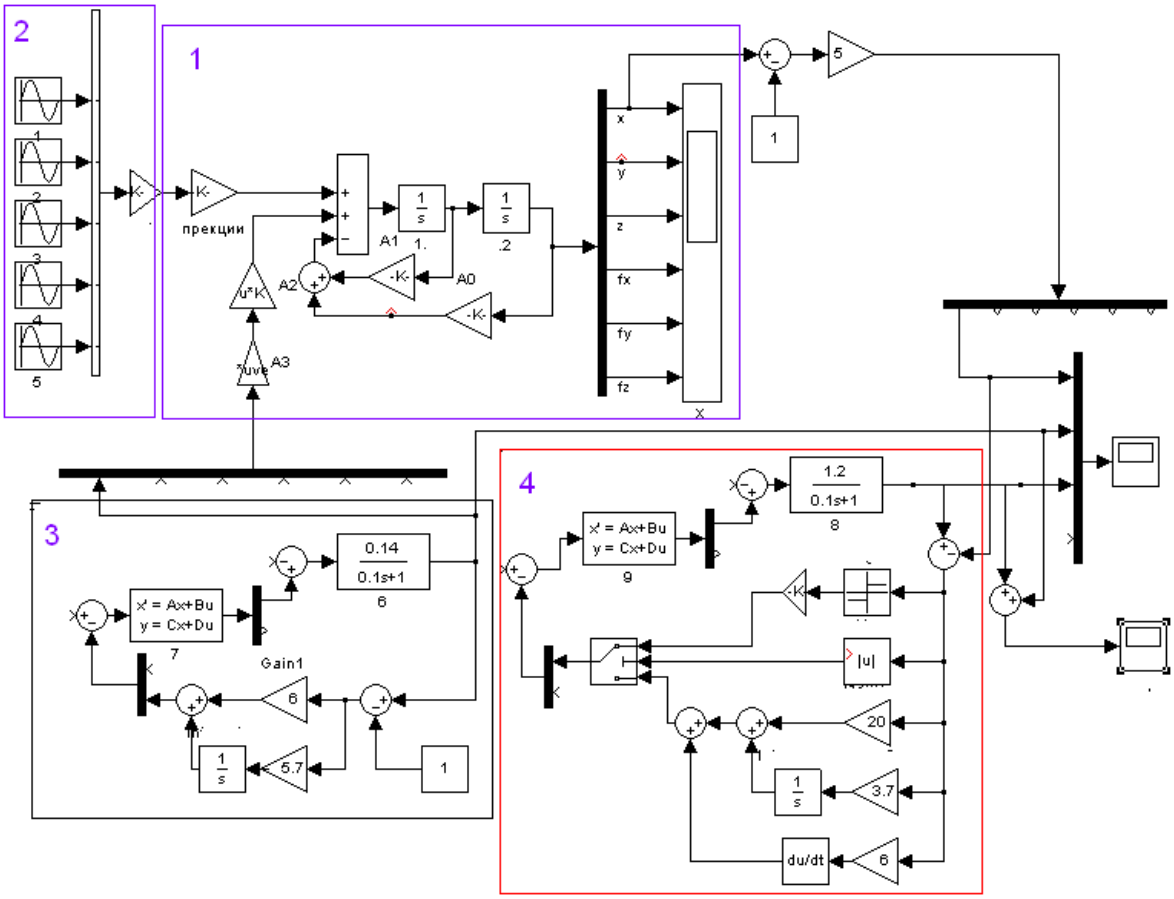
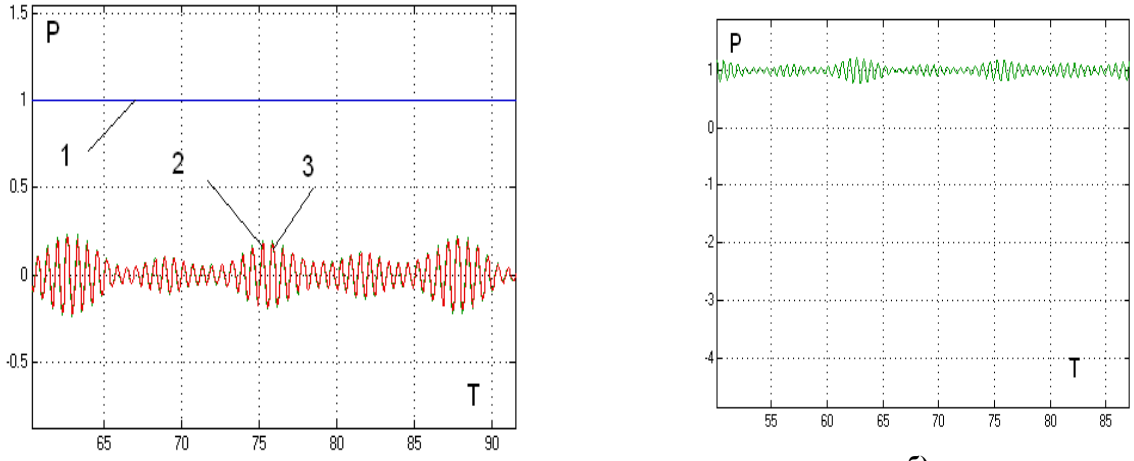


Рис. 5. Схема моделювання системи з буферним джерелом

Крім основного дизель-генератора (блок 3) з ПІ-регулятором в систему введений додатковий дизель-генератор з квазіоптимальним регулятором [3, 4]. Основний генератор в моделі працює в сталому режимі, а збурення, які виникають, визначаються як центровані на номінальний режим руху судна. Збурення на двигунах пропульсивного комплексу визначається через ваговий коефіцієнт. Певне збурення також подається на управління буферним дизель-генератором, який компенсує перевантаження, які виникають в енергосистемі судна через хвильові збурення. При цьому основний дизель-генератор не змінює обертів при виникненні збурень, а все динамічне навантаження перекладається на дизель-генератор буферного джерела.

Реалізації процесів в контурі основного дизель-генератора 1 і в буферному джерелі 2 наведено на рис. 6, при цьому досягається компенсація збурень 3.



а) б)

Рис. 6. Процеси в а) основному і б) буферному дизель-генераторах

На рис. 6, б наведено суму процесів в основному і буферному генераторах, яка відповідна повній потужності в системі руху судна.

Висновки. Запропонований метод із використанням буферного джерела дозволяє підвищити ефективність енергетичного комплексу судна за рахунок оптимізації режиму основних суднових дизель-генераторів при хвилюванні. Для підвищення ефективності СЕЕС можливо використовувати буферне джерело енергії, яке має меншу потужність порівняно з основним джерелом (дизелем), але яке володіє характеристиками із керування, що забезпечують компенсацію збурень на основний дизель-генератор.

Використання квазіоптимального регулятора із змінною структурою дозволяє забезпечити компенсацію збурень в енергосистемі судна за рахунок керування буферним дизель-генератором.

Моделювання, яке проведено, підтверджує працездатність методу із простими моделями, але судно та його енергетична система вимагає додаткового аналізу із урахуванням специфіки хвильових збурень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петров Ю.К. Оптимальные регуляторы судовых силовых установок (теоретические основы): Судостроение, 1966. 118 с.

2. Григорьев А. В. Анализ возможности и целесообразности применения систем электродвижения на судах вспомогательного флота / А. В. Григорьев, Р. Р. Зайнуллин // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2014. № 5 (27). С. 40–46.

3. Лукомский Ю. А., Чугунов В. С. Системы управления морскими подвижными объектами: Учебник. Л.: Судостроение, 1988. 272 с.

4. Красовский А.А Справочник по теории автоматического управления /под ред. А.А. Красовского. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. 712 с.

5. Geertsma R.D. et al. Design and control of hybrid power and propulsion systems for smart ships: A review of developments // Applied Energy 194, 2017. pp.30–54. http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.02.060

6. Volker T. Hybrid propulsion concepts on ships. In: Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, vol.79; 2013. pp. 66–76.

7. Mahmud K. A review of computer tools for modeling electric vehicle energy requirements and their impactn power distribution networks / K. Mahmud, G. E. Town // Applied Energy, 2016. Vol. 172. pp. 337–359.

8. Суворов П.С. Динамика двигателя в судовом пропульсивном комплексе. Одесса: ОНМА, 2004. 304 с.

9. Fossen, Thor I. Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control / Thor Fossen / Wiley-IEEE Press, 2011. P. ISBN: 978-1-119-99149-6

10. Perez, Tristan Ship motion control : autopilots with rudder roll stabilizations and combined rudder-fin stabilizers /Springer, 2005. P.300

11. Rodriguez Perez, Jose. Predictive control of power converters and electrical drives / Rodriguez Perez, Jose, Patricio Cortes Estay / Wiley-IEEE Press, 2012. P.336.

12. Ivanov A. et al. Electric propulsion ship's training simulator based on intelligent system / Yu. A. Lebedenko, S. A. Rozhkov, I. V. Kolosov // ISSN 1990-5548 Electronics and Control Systems 2019. N2(60): 53-60. DOI:10.18372/1990-5548.60.13815

13. Reference List SISHIPCIS Drive LV, Siemens. Division Industry Solutions Marine Solutions – Norway, V2008_10. P. 133.

14. https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/ug/marine-full-electric-propulsion-power-system.html#responsive_offcanvas

15. Іванов А.А. Автоматизована система моніторингу і керування електроенергетичною системою судна. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 2021. С.151. http://kntu.net.ua/index.php/eng/content/download/86743/500519/file/Іванов_АА_151_дисер_sign.pdf.

Improved model for investigation of dynamics of ship electric power systems with buffer sources

Rozhkov Sergii[1], Ivanov Artem[2], Tymofeiev Kostiantyn[3], Igor Butakov[4], Dmytro Zhuk [5]
Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation. The paper proposes to use an additional diesel generator of lower power to compensate for disturbances on the ship's power system. To ensure the necessary controllability of the buffer source system, a quasi-optimal controller with a variable structure has been developed. Mathematical modeling of the proposed system is carried out and its effectiveness is shown. Research modeling was performed in the MATLAB environment.

Key words: ship power system, efficiency, buffer source, quasi-optimal regulator.

УДК 518.5: 621.313

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ НА БАЗІ СТАНДАРТУ IEC 61363

Чекунов В.К.
старший викладач кафедри СЕЕС
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна

При проектуванні суднових електроенергетичних систем (СЕЕС) одним із завдань є розрахунок струмів короткого замикання. Струми короткого замикання в системі можуть досягати величезних значень: кілька десятків тисяч ампер. Вони становлять велику небезпеку для елементів електричних пристроїв. Струм, який протікає по жилах силових кабелів, шинам розподільних пристроїв, по струмоведучим частинам електричних машин, амперметрам перегріває їх понад нормальну температуру що може призвести до пошкодження ізоляції, зруйнувати недостатньо міцне в механічному відношенні електроустаткування. Для зменшення наслідків короткого замикання слід застосовувати швидкодіючі схеми та апарати захисту.

Пропонується методика розрахунку струмів короткого замикання на базі стандарту IEC 61363-1-1998 із складанням комп'ютерної програми розрахунку.

Розрахунок призначений для застосування в трифазних системах змінного струму, які: працюють із частотою 50Гц або 60Гц; мають один або більш різних рівнів напруги; містять генератори, двигуни (як синхронні, так і асинхронні), трансформатори, реактивні котушки, кабелі та перетворювальні блоки; мають нейтральну крапку, ізольовану від корпуса судна.

Методика розрахунків застосовується для стану трифазного симетричного короткого замикання, тобто коли трифазні провідники замкнено один на одного, або на корпус судна, і коли коротке замикання виникає на всіх трьох полюсах одночасно.

Розрахункові формули і наведені методи дозволяють одержувати достатньо точні результати при розрахунку струму короткого замикання протягом перших 100 мс короткого замикання. Дані формули та методи можуть бути використані для розрахунку струму короткого замикання протягом періодів, які перевищують 100 мс при виконанні розрахунку для системи шин, до якої безпосередньо підключені генератори. Для періодів часу більших за 100 мс керуючі впливи регуляторів напруги системи можуть мати домінуюче значення.

У реальній системі керуючі впливи автоматичних регуляторів і нелінійність включених паралельно машин будуть впливати на остаточні струми. Точний розрахунок струмів, що з'являється в результаті даних впливів, повинен виконуватися тільки з використанням комп'ютерних методів імітації.

При розробці суднових структурних електричних систем повинне передбачатися виконання всіх можливих заходів щодо попередження виникнення струмів короткого замикання. Основною метою розрахунку струмів короткого замикання є забезпечення здатності системи і її елементів витримувати вплив короткого замикання, і, за допомогою цього, зводити до мінімуму будь-які можливі ушкодження. Захист системи від струмів короткого замикання звичайно забезпечується запобіжниками і автоматичними вимикачами. Принципове призначення даних розрахунків полягає в тому, щоб забезпечити достатню інформацію для можливості вибору подібних пристроїв і впевненості, що ці пристрої зможуть забезпечити необхідний захист. Додатково, дані розрахунки можуть використовуватися при виборі пристроїв, здатних обмежувати струм короткого замикання до значень, що перебувають у межах можливостей захисних пристроїв.

Формули розраховують верхню оминаючу максимальні значень струму короткого замикання в часовій залежності. Оминаюча розраховується з використанням характеристичних параметрів конкретних машин, одержаних від виробників устаткування, використовуючи визнані методики випробувань і застосовуючи наступні допущення:

1. усіма ємнісними опорами системи можна знехтувати;
2. у момент виникнення короткого замикання миттєве значення напруги в одній фазі в точці виникнення короткого замикання нульове;
3. під час короткого замикання, шлях протікання струму короткого замикання не міняється;
4. повним опором дуги короткого замикання можна знехтувати;
5. трансформатори встановлені в основне положення відгалуження обмотки;
6. коротке замикання виникає одночасно у всіх трьох фазах;
7. для генераторів, включених на паралельну роботу, усі генератори розподіляють активне і реактивне навантаження пропорційно в момент виникнення та протягом короткого замикання;

8. протягом кожного окремого часового інтервалу всі елементи ланцюги виявляють лінійний вплив.

Оминаюча струму короткого замикання звичайно описується протягом перших декількох мілісекунд з моменту виникнення короткого замикання (понадперехідний період), на додаток до наступних мілісекунд (перехідний період) і секундам (період, що встановився) короткого замикання. На струм короткого замикання, вироблений синхронним генератором, надають великий вплив характеристики регулятора напруги даного генератора. Для точного розрахунку впливу регулятора необхідна повна інформація з конструкції регулятора, остаточне рівняння буде нелегко розрахувати. Проте значення, що встановилося, виробленого струму короткого замикання, беручи до уваги можливості регулятора, як правило, повинне визначатися з інформації, що представляється виробником генератора.

Для симетричного трифазного короткого замикання, необхідно враховувати тільки елементи прямої послідовності системи.

Система ділиться на активні та неактивні елементи. Активні елементи є джерелами струму короткого замикання, неактивні елементи проводять або перетворять струм короткого замикання для розподілу його від джерела в точку короткого замикання. Кожний елемент представлений математичною моделлю, сформульовано з його характеристичних параметрів.

Паралельно підключені елементи, які мають однакові номінально припустимі дані, такі як двигуни і генератори, можуть розглядатися як єдина (зосереджена) машина. Для виконання розрахунків з урахуванням часової залежності для системи, що включає кілька різнорідних активних елементів, повинен застосовуватися метод еквівалентного генератора.

Розрахунок системи

При розрахунку системи, необхідно визначити значення струмів короткого замикання на: ГРЩ; шинах генератора; розподільних щитах, підключених до головних генераторних шин; розподільних щитах або комутаційних щитах, підключених до головних генераторних шин або розподільного щита, що й одержують живлення через трансформатор.

Розрахунки струмів короткого замикання для системи повинні охоплювати струми короткого замикання, вироблені всіма двигунами і генераторами, підключеними до системи, включаючи струми на головних генераторних шинах, вторинних комутаційних щитах і розподільних щитах.

Для розрахунку використовується програма для визначення струмів КЗ. Вона розроблена для застосування в середовищі пакета Mathcad.

Перед розрахунками повинна бути складена однолінійна схема СЕЕС, що містить номінальні дані всіх активних і неактивних елементів. Вихідні дані для генераторів наведені в табл.1.

Таблиця 1. Вихідні дані для генераторів

Електричні параметри	*G*0	*G*1	*G*2
S, кВА	600	600	600
U, В	400	400	400
f, Гц	50	50	50
Xd, в.о.	3,14	3,14	3,14
X'_d, в.о.	0,17	0,17	0,17
X''_d, в.о.	0,11	0,11	0,11
*I*к, в.о.	6,5	6,5	6,5
T'_d, с	0,08	0,08	0,08
T''_d, с	0,012	0,012	0,012
Ra, мОм	4,30	4,30	4,30

Програма розрахована для одночасного визначення ударного струму тільки в одній точці. Для завдання іншої точки необхідно змінити дані комутаційної матриці в програмі, для чого буде потрібно кілька секунд.

У підсумку складаємо таблицю результатів розрахунків струмів короткого замикання в об'єднаній СЕЕС (табл.2.).

Таблиця 2. Результатів розрахунків струмів короткого замикання в СЕЕС

Найменування ланцюга (точка КЗ)	Розрахункові значення струмів короткого замикання	
	Струм що встановився	Струм ударний
	кА	кА
Генератор 1	15,87	32,31
Генератор 2		
Генератор 3		
Шини ГРЩ	23,81	49,87
Трансформатор	23,79	40,83
РЩ	23,81	46,45
Секція 230В	17,66	8,62

Крім чисельного значення ударних струмів і усталенних струмів короткого замикання програма дозволяє одержати характеристики загасання струмів.

Висновок. Розрахунок струмів короткого замикання за розглянутою методикою з використанням розробленої програми дозволяє суттєво скоротити час розрахунку. Достовірні результати розрахунків, отримані по вимогах міжнародного стандарту дозволяють якісно проектувати системи захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. IEC 61363-1-1998. Міжнародний стандарт. Суднові електричні установки. Переносні й стаціонарні наземні блоки.

УДК 681.5

АДАПТИВНИЙ РЕГУЛЯТОР У СУЧАСНИХ КОМПЛЕКТНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ

Шарейко Д.Ю.[1], Білюк І.С.[2], Савченко О.В.[3], Фоменко А.М.[4]

[1]кандидат технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
dshareyko.mk@gmail.com;
[2]кандидат технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
ivanbilyuk@gmail.com;
[3]зав. лаб. каф автоматики, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
savchenko1984@gmail.com;
[4]доцент НУК, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
fomenko.mk@gmail.com

Аннотація. Наведено аналіз структур комплектних електроприводів та обгрунтовано доводиться необхідність застосування в них адаптивного регулятора. На підставі проведених розрахунків показано ефективність такого введення та развантаження програмованого логічного контролера, що керує технологічним процесом.

Ключові слова: комплектний електропривод; адаптивний регулятор; програмований логічний контролер;показники якості керування.

Комплектні електроприводи є модульною системою, що свідчить про неможливість її доповнення додатковими елементами, що не входять в структуру електроприводу. Основною складовою частиною перших комплектних електроприводів стали операційні підсилювачі та тиристори, які керуються за допомогою фазового регулювання. Розглянемо комплектацію перших комплектних електроприводів на прикладі електроприводу серії КЕМЕК. Комплектні електроприводи типу КЕМЕК виробництва НРБ призначені для промислових роботів з послідовною роботою координат. Випускаються у варіанті використання їх в приводах подач верстатів з ЧПУ. Всі основні схемотехнічні рішення аналогічні приводам, призначеним для роботів [3]. Функціональна схема приводу наведена на рисунку 1.

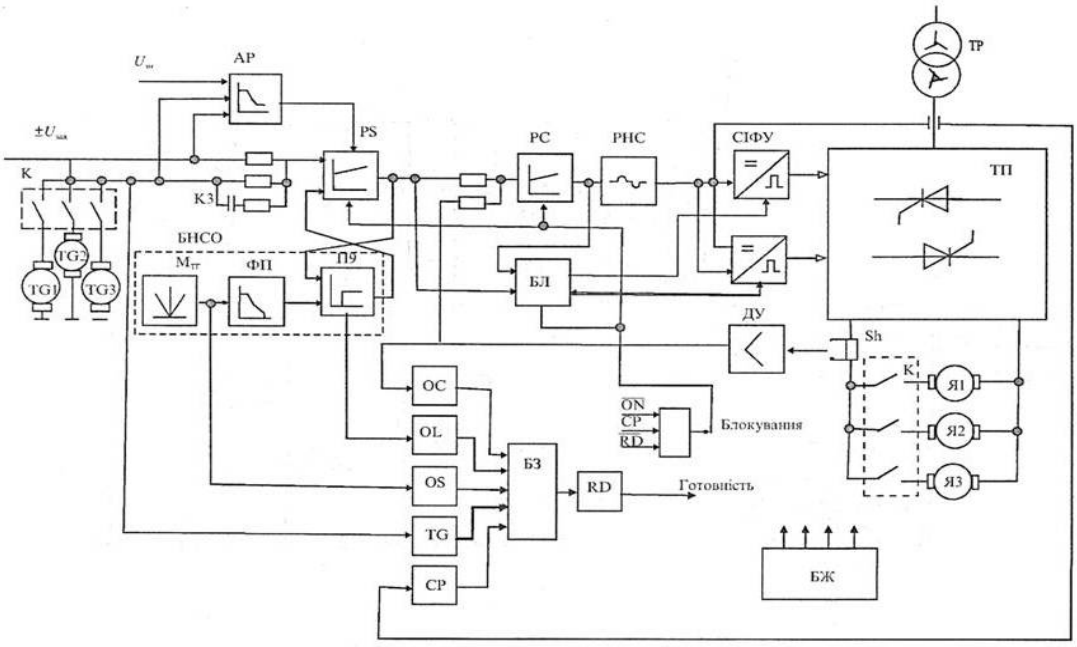


Рис. 1. Функціональна схема приводу КЕМЕК

На схемі позначено: РС - регулятор швидкості; РТ -регулятор струму, АР - адаптивний регулятор, КЗ - коригуюча ланка, МТГ - схема виділення модуля напруги тахогенератора, ФП - функціональний перетворювач, ПЕ - пороговий елемент, БНСО - блок нелінійного струмообмеження, РНТ - регулятор початкового струму якоря, БЛ - блок логіки роздільного керування, СІФУ - система імпульсно-фазового керування, ТР - силовий трансформатор, Я - двигун, ТГ - тахогенератор, Sh - шунт, УТ - диференційний підсилювач струму, ОС - захист від перевантаження по струму, OL - захист від тривалого перевантаження, OS - захист від перевищення максимальної частоти обертання, TG - захист від обриву ланцюга тахогенератора, СР - захист від неправильного підключення, RD - готовність, ON - сигнал «Робота» (деблокування), БЗ - блок захисту, К - комутатор, БП - блок живлення.

Подальший аналіз аналогових електроприводів показав, що комплектні електроприводи інших серій таких як КЕМТОР, КЕМТОК, Мезоматик та ін. мають у своєму складі адаптивний регулятор, призначений для зміни коефіцієнту підсилення та постійної часу регулятора швидкості.

Можна виділити наступні загальні тенденції розвитку електроприводів, що мають постійний характер:

– постійно розширюється застосування регульованих електроприводів у промисловому обладнанні, транспорті, авіаційній і космічній техніці, медицині, побутовій техніці для досягнення нових якісних результатів в технології;

– заміна нерегульованих електроприводів регульованими в енергозберігаючому обладнанні (насоси, компресори, вентилятори та ін.) з метою енергозбереження;

– поширення блочно-модульних принципів побудови електроприводів, інформаційних засобів, засобів керування і систем керування в цілому;

– динамічна комп'ютеризація електроприводів, механізмів, агрегатів і комплексів та нова ідеологія проектування систем;

– подальший розвиток методів каскадного (підлеглого) керування, що набули поширення в електроприводах.

– активний розвиток і впровадження систем діагностування, обслуговування, візуалізації технологічних процесів і процесів керування.

Багато операцій в електроприводах виконуються засобами керування без участі оператора. Беручи до уваги, що основними засобами керування в сучасних електроприводах є промислові комп'ютери, доречно визначати сучасний комплектний електропривод як комп'ютеризований. Це означення підходить для інтегрованих систем багатодвигуних електроприводів, що об'єднуються з комп'ютерними засобами автоматизації і розгалуженими інформаційними мережами в складі технологічних агрегатів і комплексів.

З урахуванням зазначених вище тенденцій розвитку автоматизованних електроприводів провідні електротехнічні компанії світу здійснюють розробку і продаж електроприводів головної для себе і перспективної для ринку серії з широкими функціональними та структурними можливостями, різними варіантами їх технічної реалізації за умовами застосування для найрізноманітніших машин і механізмів. У головних серіях електроприводів різних корпорацій можна відзначити багато аналогічних ознак. Класифікаційними є ознаки, що характеризують функціональні, конструктивні та енергозберігаючі можливості електроприводів, їх електромагнітну сумісність з технологічним середовищем.

Розглянемо комплектацію сучасного комплектного електроприводу на прикладі електроприводу серії MDC. Регулювання швидкості двозонне. У першій зоні (до номінальної швидкості) регулювання здійснюється зміною напруги на якорі при збереженні постійного значення струму збудження. Максимальний момент в цій зоні є постійною величиною. У другій зоні (вище номінальної швидкості) напруга на якорі зберігається постійною і рівною максимальній, а струм збудження зменшується. У цій зоні значення номінальної та максимальної потужностей залишаються постійними величинами. Функціональна схема представлена на рисунку 2.

На рисунку позначено: 1 - Задатчик інтензівності; 2 - Регулятор швидкості; 3 - Вузол формування кривої збудження струмообмеження; 4 - Регулятор струму якоря. Збудження; 5 - Імпульсно-фазове керування; 6 - Коригувальна ланка струму збудження; 7 - Динамічне струмообмеження ; 8 - Зворотній зв'язок струму якоря; 9 - Посилення зворотного зв'язку струму якоря; 10 - Посилення сигналу з тахогенератора; 11 - Регулятор струму збудження; 12-Імпульсно-фазове керування збудженням; 13-Зворотній зв'язок струму; 14 - Посилення зворотного зв'язку; 15-Зворотній зв'язок напруги на якорі; 16 - Посилення зворотного зв'язку.

Аналіз ринку комплектних електроприводів показує, що інші сучасні комплектні електроприводи такі як, Lenze, CSD, SDC, Siemens та ін.. мають в цілому схожу функціонально схему де основним керуючим пристроєм є програмований контролер або промисловий комп’ютер. Проаналізував старі та сучасні комплектні електроприводи було виявлено, що на відміну від перших комплектних електроприводів адаптивний регулятор у сучасних електроприводах, як окремий блок комплектного електроприводу – відсутній. Цілком зрозуміло, що з розвитком цифрової електроніки було вирішено покласти функції такого регулятора на мікроконтролери, тому функції адаптивного регулятора покладені на програмне керування за допомогою програмованого логічного контролеру (ПЛК). Основні функції ПЛК - це програмне керування верстатним парком взагалі, а не забезпечення регуляторів. Регулятор знаходиться безпосередньо у структурі КЕП, який реалізовано програмно на основі контролера цього

електроприводу. При наявності контролера передбачена можливість програмного керування шляхом задачі параметрів регуляторів з ЧПК. Крім того, в багатодвигунних КЕП можливо встановлення часу зміни параметрів керування при переключенні роботи з одного двигуна на інший. Сходячи з цього можна зробити висновок, що функція АР на сучасних КЕП покладена на ПЛК, але при використанні ПЛК завжди існує можливість його перевантаження, що може суттєво вплинути на роботу електропривода. На основі проведеного аналізу ставиться задача обґрунтувати доцільність застосування у структурі сучасного КЕП адаптивного регулятора, як окремого блоку з метою розвантаження ПЛК електроприводу. Загальна функціональна схема КЕП представлена на рисунку 3.

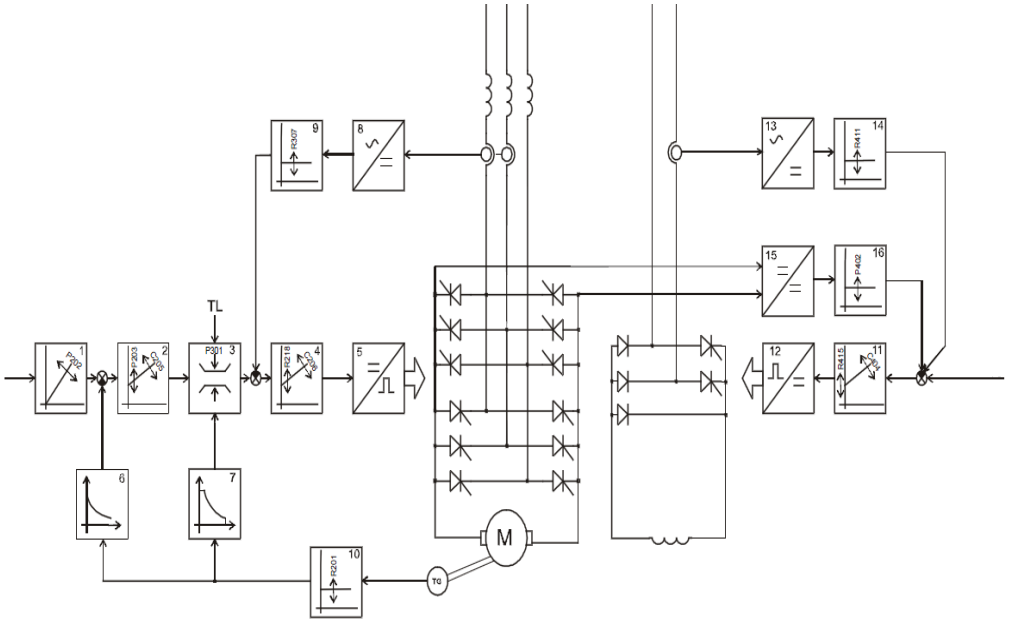


Рис. 2. Функціональна схема комплектного електроприводу серії MDS

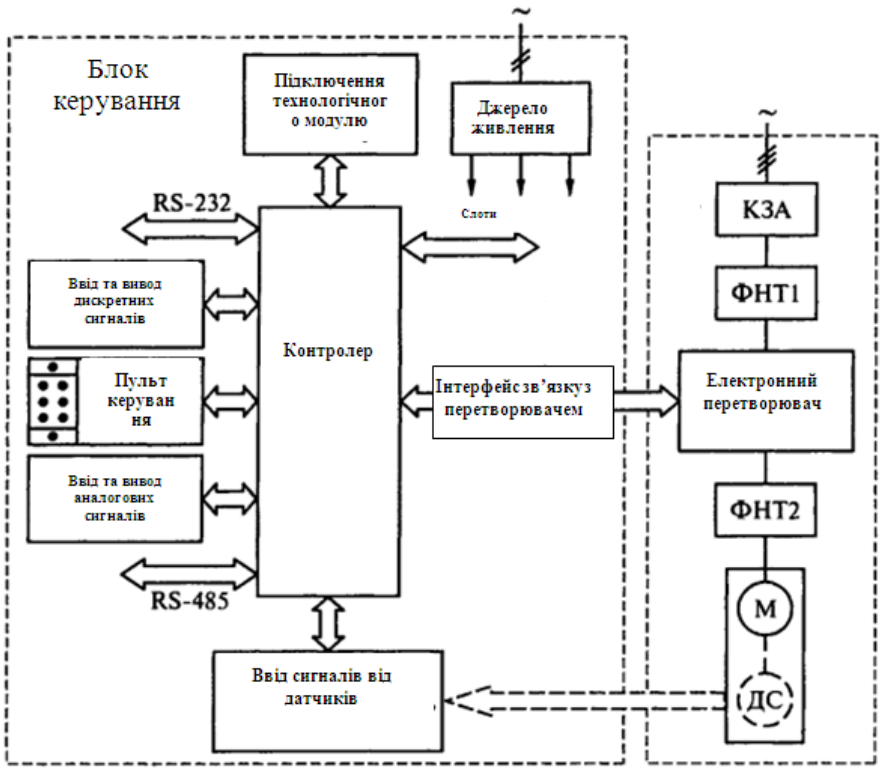


Рис. 3. Функціональна схема КЕП

На рисунку позначено: КЗА - комутаційно-захисна апаратура; ФНТ1, ФНТ2 - силові модулі фільтрації, узгодження напруг та обмеження струмів на вході та виході електронного обладнання; М - електродвигун з датчиком швидкості ДС, або без нього.

Відсутність АР обумовлено тим, що їх функцію взяли на себе програмовані логічні контролери (ПЛК).

В результаті такого підходу логічним стає висновок, що наявність окремо блоку АР в КЕП є недоцільним. Однак останні дослідження [1, 2] показують, що наявність АР може розвантажити роботу ПЛК, керуючого всім електроприводом. Сучасні АР можуть зробити систему керування, в яку входять, більш робастною [2]. За допомогою програмного продукту Matlab було проведено моделювання системи стабілізації швидкості двигуна постійного струму з використанням стандартного ПІД-регулятора і принципово нового АР, заснованого на методі аналітичного конструювання [1, 2]. Структурні моделі системи з ПИД- регулятором представлена на рисунку 4 [2].

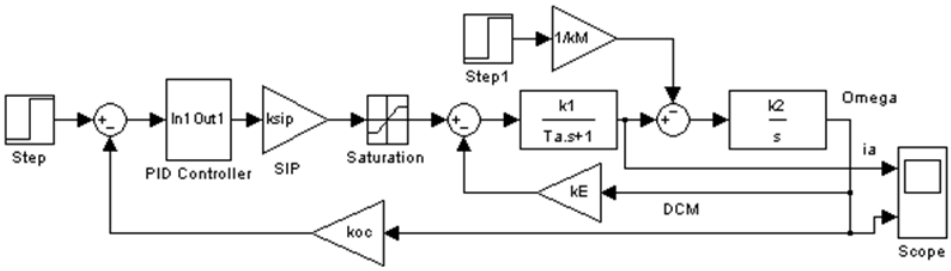


Рис. 4. Структурна модель стабілізації швидкості ДПТ

До складу структурної моделі входять наступні блоки-субмоделі: PID-controller - ПІД-регулятор, SIP - широтно-імпульсний перетворювач з обмеженням по виходу, призначений для управління струмом якірного ланцюга, DCM - ДПТ з незалежним збудженням.

Підставивши в схему значення, запропоновані в [2] були отримані перехідні характеристики, що наведені на рисунку 5.

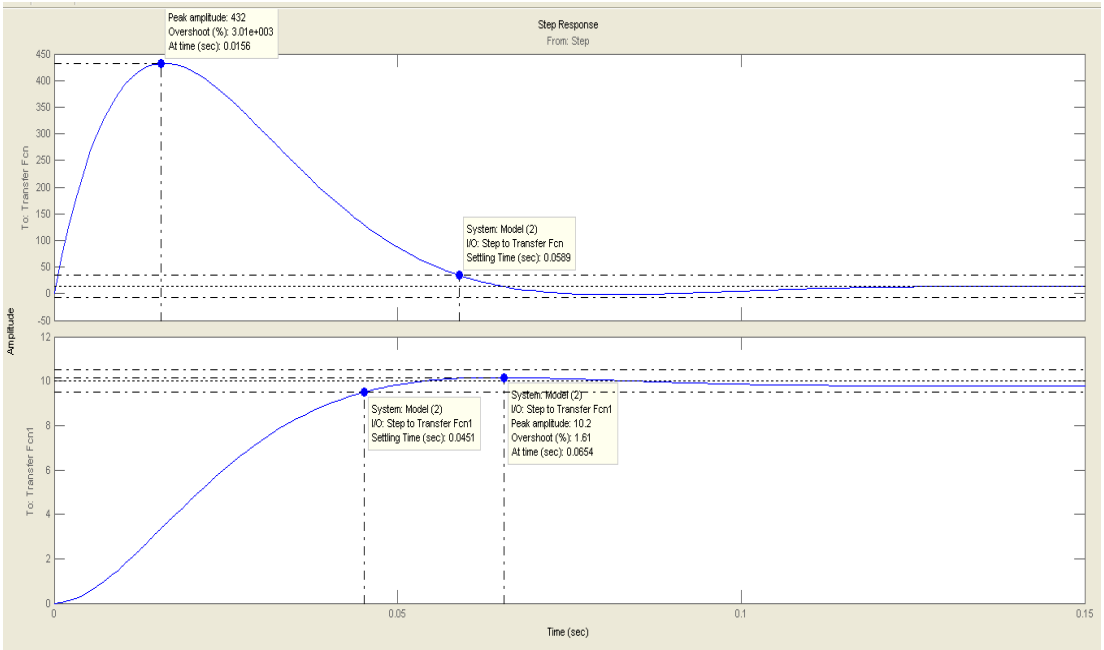


Рис. 5. Перехідні характеристики системи з ПІД-регулятором

Крива зверху відображає скачок струму якоря, знизу-кутову швидкість. Далі була проведена заміна ПІД-регулятора на АР, структурна схема якого представлена на рисунку 6.

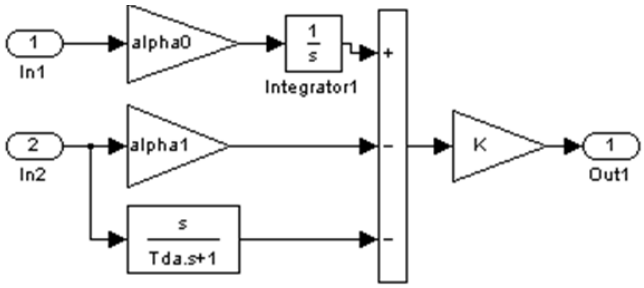


Рис. 6. Структурна схема адаптивного регулятору

Задаючись параметрами, запропонованими в [2] були отримані перехідні характеристики, що наведені на рисунку 7.

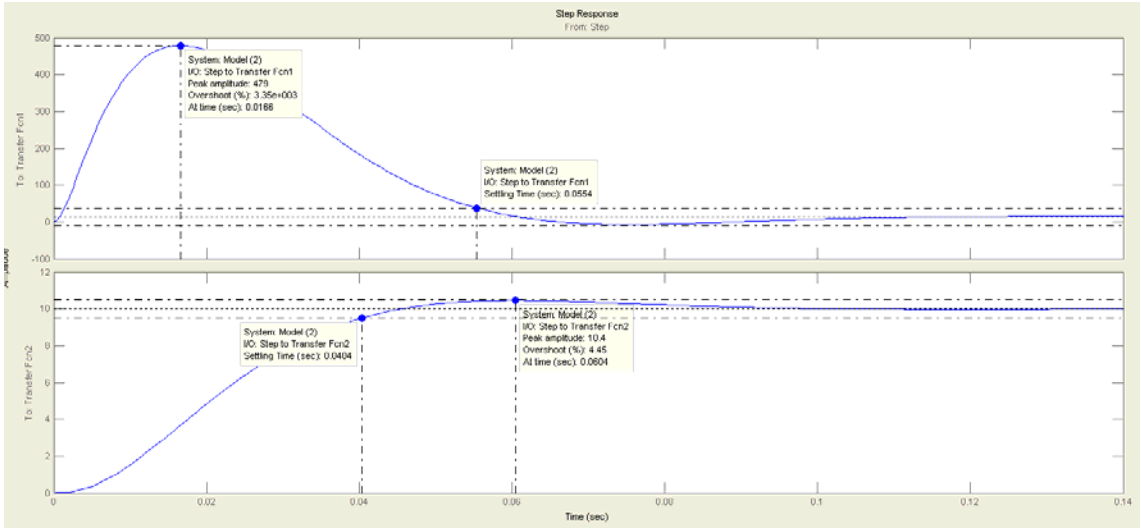


Рис. 7. Перехідні характеристики системи з АР

В обох випадках перерегулювання не перевищує 5% і час перехідного процесу - менше 0,06 с. Однак, в системі з АР відсутня статична помилка, що підтверджує наявність властивості робастності.

ЛІТЕРАТУРА

1.Краснодубец Л. А. (2010). Аналитическое конструирование адаптивных регуляторов на основе концепций обратных задач динамики и локальной оптимизации Автоматизация процессов и управление, 108, 5-9.

2. Краснодубец Л. А. (2010). Применение новых адаптивных регуляторов в системах стабилизации скорости двигателей постоянного тока Автоматизация процессов и управление, 108, 213-217.

3.Чернов Е.А. (1989). Комплектные электроприводы станков с ЧПУ. Справочное пособие Горький: Волго-Вятское из-во.

Adaptive regulator in current complex electric drivers

Shareyko D.Yu.1, Biluk I.S.2, Savchenko O.V.3, Fomenko A.M.4

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The analysis of the structures of complete electric drives is presented and the necessity of using an adaptive regulator in them is grounded. Based on the calculations performed, the efficiency of such input and unloading of the programmable logic controller that controls the technological process is shown.

Keywords: complete electric drive; adaptive regulator; programmable logic controller; quality control indicators

Секція № 8. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ В ПРОМИСЛОВОСТІ, ОСВІТІ ТА СОЦІАЛЬНІЙ СФЕРІ

PRINCIPLES OF CONDUCTING ESTIMATES PROJECT MANAGEMENT CONCEPTS UNMANNED MARINE TECHNOLOGY

Nadtochyi Anatolii[1], Ohor Hanna[2]
[1]PhD of technical sciencies, Assistant Professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch,
Kherson, Ukraine
e-mail: tasman.leh.85@gmail.com
[2]Lecturer, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch,
Kherson, Ukraine

Abstract. Fifteen principles for assessing project management of the concept of unmanned marine technologies are proposed. These principles, as fundamental laws and regulations, are a prerequisite for the analysis and evaluation of the project management of the concept of unmanned marine technology. Also, the formation of principles for conducting assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies is a highly formalized and complex procedural issue.

Keywords: project management of the concept of unmanned marine technology, principles of conducting estimates

Conducting assessment procedures project management of the concept of unmanned marine technologies in conditions of risks and uncertainties is a complex set of specific issues. The principles, as fundamental laws and regulations, are a prerequisite for the analysis and assessment procedures project management of the concept of unmanned marine technologies, and the principles must be developed before the start of the assessment procedures, in addition, when preparing them, it is necessary to take into account the specifics and industry affiliation of the object of analysis and assessment project management unmanned marine technology concepts[1].

It is also known that the formation of principles for conducting assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies is a highly formalized and complex procedural issue. A clear identification of the principles of analysis and evaluation of the project management of the concept of crewless marine technology aims to:

- reducing the level of risks and uncertainties accompanying the project management of the concept of unmanned marine technologies;
- development of effective models and processes for analysis and evaluation of project management of the concept of crewless marine technologies;
- selection of effective target indicators when carrying out assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies;
- an increase in the structuredness and formalization of analysis and assessment, project management of the concept of crewless marine technologies, etc [2-4].

The principles that should be guided by the assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies are proposed, taking into account the peculiarities of using the target approach:

1. The principle of dominance in the assessment procedures project management of the concept of unmanned marine technologies (priority of strategic goals project management of the concept of unmanned marine technologies over tactical goals project management of the concept of unmanned

marine technologies, tactical goals project management of the concept of unmanned marine technologies over operational goals project management of the concept of unmanned marine technologies in the analysis and assessment of project management of the concept of crewless marine technology).

Moreover, throughout the whole process of goal-setting between the goals of project management of the concept of unmanned marine technologies of all levels, clear direct and feedback links are established within the framework of constant monitoring and preparation of recommendations for adjustment [5].

2. The principle of multicriteria when conducting assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies (analysis and assessment of project management of the concept of unmanned marine technologies should be carried out according to various target indicators: economic, scientific and technical, personnel, environmental and resource saving, etc.). Each of the groups of indicators when carrying out assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies should include a certain set of target indicators formed taking into account the goals and specifics of the strategy project management of the concept of unmanned marine technologies, portfolio project management of the concept of unmanned marine technologies, individual projects project management of the concept of unmanned marine technologies and their life cycle stages..

3. The principle of taking into account uncertainties and risks when conducting assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies (taking into account high-risk factors of the external and internal environment that affect both project management of the concept of unmanned marine technologies and stakeholders and participants project management of the concept of unmanned marine technologies).

Analysis and assessment of project management of the concept of unmanned marine technologies in conditions of uncertainties is complicated by the lack of the possibility of making clear predictive estimates and the blurring of the probabilities of the objective conditions.

4. The principle of consistency in appraisal procedures in project management of the unmanned marine technology concept, taking into account the specifics of each stage of the life cycle (initialization stage, project management of the unmanned marine technology concept, planning stage, project management of the unmanned marine technology concept, execution stage, project management of the unmanned marine technology concept, and completion stage management projects of the concept of unmanned marine technologies).

Each of the stages of the project management life cycle of the concept of unmanned marine technologies has its own specific specifics and key characteristics that influence the formation of procedural issues.

The principle of objectivity in carrying out assessment procedures in project management of the concept of crewless marine technologies (use of functional, correlation, etc. dependencies when analyzing and assessing project management of the concept of crewless marine technologies; attracting independent experts who do not have personal and corporate interests in procedures in project management of the concept of crewless marine technologies).

The principle of goal-setting when conducting assessment procedures in project management of the concept of crewless marine technologies (visibility of achieving the final goals as a result of the analysis and assessment of project management of the concept of crewless marine technologies for users, experts, analysts, appraisers, stakeholders).

7. The principle of complexity in carrying out assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies (project management of the concept of unmanned marine technologies as a complex technical, technological object of research requires knowledge and competencies in various fields).

8. The principle of hierarchy when carrying out assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies (process manager - direction leaders ...).

9. The principle of multiple representation when conducting assessment procedures in project management of the concept of crewless marine technologies (formation of a set of options for indicators, forms of organizing the procedure for analyzing and evaluating project management of the concept of

crewless marine technologies). Element levels based on the principle of multiple presentation can be a collection of various elements. In order to conduct effective assessment procedures in the project management of the concept of unmanned marine technologies to achieve the goals of project management of the concept of unmanned marine technologies, it is necessary to take into account all possible options. If this condition is ignored, it is possible to choose non-optimal solutions in the presence of effective options. Alternatively, a basic option, a potentially achievable option, an optimal solution can be used.

10. The principle of the need to compare results and costs when conducting assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies.

One of the ways to determine the effectiveness of project management of the concept of crewless marine technologies is to compare the level of costs with the obtained effects and results from the implementation.

11. The principle of interrelationships when conducting assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies.

The principle is based on the construction of interconnections between the elements of analysis and assessment of project management of the concept of unmanned marine technologies by levels of organization: horizontal, vertical. The principle of the existence of interrelationships when carrying out assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies implies the possibility of constructing lower-level elements based on higher-level elements and identification in the reverse order.

Establishing links between subsystems and elements in the project management of the concept of unmanned marine technology contributes to an increase in the efficiency of target management and control of interrelated elements in system.

12. The principle of the possibility of additions during the assessment procedures in the project management of the concept of unmanned marine technologies.

The principle of the possibility of additions when carrying out assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies indicates the need for continuous improvement of indicators, processes and procedures at various stages on the basis of constant monitoring.

13. The principle of the limited number of indicators when carrying out assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies.

This principle assumes that the formalization of the objectives of analysis and assessment of project management of the concept of crewless marine technologies should be carried out on the basis of a limited number of indicators. An increase in the number of analysis and evaluation indicators used project management of the concept of unmanned marine technologies leads to an increase in the workload on experts, contributes to a decrease in the openness and transparency of the procedure.

The principle of informativeness when carrying out assessment procedures in project management of the concept of crewless marine technologies (use of official information in the process of analysis and assessment of project management of the concept of crewless marine technologies.

The principle of measurability of information when carrying out assessment procedures in project management of the concept of crewless marine technologies (the possibility of quantitative and qualitative determination of indicators of analysis and assessment of project management of the concept of crewless marine technologies).

The integrated implementation of the proposed principles is a rather difficult issue within the framework of constructing assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies due to the fact that the procedures for analysis and assessment of project management of the concept of unmanned marine technologies correspond to the features of self-organizing systems and have such characteristics as: novelty, ambiguity , self-organization, variability of signs and parameters, non-equilibrium, uncertainty, etc. Therefore, the development and effective application of the principles of assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies are especially relevant.

REFERENCES

[1] Nadtochiy A Conceptual model of project management for robotics underwater archaeological research.//Bulletin of NTU "KhPI". Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU "KhPI", 2017. – № 44 (1266).– P.75–84.

[2] Blintsov, O. V., Nadtochii, A. V.. The generalized underwater technics efficiency estimation methodology of deep sea archaeological projects. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2014, 1 (3 (67)), 25–29. doi: 10.15587/1729-4061.2014.21045.

[3] Rach, V. A.. Pryntsypy formuvannia kontseptsiyi. Visnyk Derzhavnoi sluzhby Ukrainy, 2000, 3, 93–95.

[4] Nadtochyi, A.V. Models of management of projects of robotization of underwater archeological researches: dis. … Cand. those. Sciences: 05.13.22 – Project and program management. Mykolaiv, 2018. 126 p.

[5] Nadtochii I., Nadtochii V., Ohor H. Mechanism of investment support of the transport system project based on uncavated surface vessels - Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference "Innovations in Shipbuilding and Ocean Engineering" - Mykolaiv: NUS, 2020.– P.205–209.

Principles of conducting estimates project management concepts unmanned marine technology

Nadtochyi Anatolii[1], Ohor Hanna[2]

[1]PhD of technical sciencies, Assistant Professor, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Kherson, Ukraine

[2]Lecturer, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Kherson, Ukraine

Abstract. Fifteen principles for assessing project management of the concept of unmanned marine technologies are proposed. These principles, as fundamental laws and regulations, are a prerequisite for the analysis and evaluation of the project management of the concept of unmanned marine technology. Also, the formation of principles for conducting assessment procedures in project management of the concept of unmanned marine technologies is a highly formalized and complex procedural issue.

Keywords: project management of the concept of unmanned marine technology, principles of conducting estimates

THE CURRENT STAGE OF POLITICAL EVOLUTION

Klysiak M. [1], Iatsenko G. [2]

[1]PhD student of Policy and Safety Department, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolayiv, Ukraine

[2]Doctor of Philosophy, Associate Professor of Modern Languages Department, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The work is devoted to the issue of the current stage of political evolution and the problem of the elite in general and the political elite in particular. The essential components of the elite are described in the light of some particular motives of initiation of the members of the political elite. The main functions of social transformation are presented under the circumstances of social turbulence.

Key words: elite, political elite, spiritual values, nation, publicity, social transformation, social development.

The elite is the base of any state, it creates spiritual values of a nation, secures national inheritance, forms the national future. The political elite is special: it has a specific task to secure independence,

autonomy, national identity and prevent it from destruction. The current stage of political evolution demonstrates that the old elite doesn't significantly differ from the new one. The reason is that the Soviet elite has left the inheritance of "standstill" that was connected with a lack of national reforms as well as the members of the old elite were brought under the circumstances of the Soviet regime with all following consequences that have influenced on their worldview, way of thinking and accepting information. The inevitable result is corporation and family connections that are abundantly inherent in the national Ukrainian elite on state and local levels.

The phenomenon of political elite occupies a prominent place among philosophical problems, as the general social development depends on the quality of managerial and political decisions. The quality of Ukrainian elite is far from the European countries, the fact has impacted on a developmental level of a country as well as on the international connections and national general image.

The elite (from Latin eligere – to select, or French élite – the best ones) – is the most authoritative people in society, its selected part; men who have gained the highest assessment and recognition in the fields of their activity; they occupy the highest level and are inspired persons with bright charisma. The elite is the most valuable element of social system oriented on the main needs' satisfaction. The elite is the people who realize their responsibility for a social life and are able to take responsibility and truly work for the future. Simultaneously, the elite should demonstrate effective management and ability to solve conflicts, namely these factors determine a right of the elite to take power and be legitimate. The term "publicity" – the high visibility of members of the elite should be added to the abovementioned term [3, 30].

Rapoport S. defines the following motives of initiation of the members of the political elite: 1) desire for material goods; 2) desire for power that has an intrinsic value; 3) desire for significance; 4) a motive of social service. The picture decreases a value of irrational motives that are inherent in the various psychological complexes and is rather universal in the light that reveals the motives of political application of the elite as well as the different layers of society. It is significant because if we ask a man involved in politics why he takes it, he will mention only the fourth motive and its variations, nevertheless, he "modestly" omits his personal reasons. At the same time, due to S. Rapoport, "the motive of social service is about social prestige that is inherent in the abovementioned motives as desire for significance or psychological usefulness" [2, 210].

Performing a function of social transformation, the political elite can be successful only under the following circumstances [1]: a change of election system with the protection of equal competition for all potential elite; extension of the channels and principles of elite emergence, namely establishing of the vast majority of the political elite via general elections and competition between parties instead of direct appointment; compromise secure, balance of the different social forces, namely consensus of opinions within the political elite should be established; maximal openness of the elite establishment on all levels, prevention of its transformation into "new nomenclature", constant enrichment of new professionally educated skilled people; updating mentality of the political elite, understanding that social changes require constant and serious informational support, namely a public opinion should be taken into consideration as well as all institutions of civil society, constant democratic control over the power authorities by the public, mass media, political parties and organizations should be presented; integration of the different social layers, harmonization of their social interests, cooperation and close inter-connection of all social powers; better compliance with legal democratic norms and procedures that are necessary and mandatory for normal function of a constitutional state and civil society.

Therefore, embodiment of all abovementioned conditions will facilitate establishing a new stable political system, forming the efficient political elite that is able to serve for national interests and achieve stability, intensive social and state development of Ukraine.

LITERATURE

[1] Kozlovets M.A. Politychna elita yak sub'ekt derzavotvorennia v umovach transformatsii ukrainskogo suspilstva. *Vistnyk NYY imeni Yaroslava Mudrogo*. Seria: Filosopfia, filosopfia prava, politologia, sotsiologia. 2017. № 2(33). 74-87.

[2] Rapoport S.S. Inteligentsia i polityka. *Sotsyologicheskyi zurnal.* 2006. № 3-4. S. 187-210. [3] Schevchuk P. Rol' politychnogo clasu ta politychnoi elity Ukrainy u rozbudovi derzavy. *Efectyvnist' derzavnogo upravlinia*. 2015. №42. S. 30-31.

УДК 004.942

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ІННОВАЦІЙ

Анастасенко С.М.[1]

[1]*кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування Первомайської філії, Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Первомайськ, Україна*

ondi2008@ukr.net

Анотація. В доповіді розглядається оптимальне проектування інновацій які реалізують мікропроцесорні системи з узгодженими компонентами: впорядкованими матричними схемами і гнучкими програмами, ініційовано програмно керовану архітектуру по універсальним моделям і лінійним алгоритмам з високоефективними метрологічними засобами.

Ключові слова: мікропроцесорні системи, тестер, синтез, оптимізація, проектування інновацій.

Інформаційні технології проектування інновацій систематизують закономірності аналізу і синтезу схемо- і мнемотехніки, природничих і гуманітарних наук, виявлені виснажливим синтезом форм представлення тестерів безпеки циклічними методами проб і помилок. Методи ітераційного аналізу систем безпеки в результаті трудомісткою роботою послідовним наближенням приводять, як правило, до псевдоінновацій за рахунок підгонки до фантома з ефемерними характеристиками. Істотною відмінністю інформаційних технологій служить прямий метод цілеспрямованого синтезу оптимального результату з бажаними характеристиками, обраними в апріорі по відомих закономірностях. Наприклад, по закономірностях надмірності, рівноваги і нормування "у лоб" синтезують асоціативні матричні архітектури з лінійними характеристиками і без дрейфу, з нормованими результатами і гальванічною розв'язкою.

Оптимальне проектування інновацій реалізують мікропроцесорні системи (МС) з узгодженими компонентами: упорядкованими матричними схемами і гнучкими програмами, що ініціюють програмно керовану архітектуру по універсальних моделях і лінійним алгоритмам з високоефективними метрологічними засобами. В основу проектування погоджених компонентів МС покладені методи оптимізації по похідних і по тотожності досліджень еквівалентам [1 - 3].

Тотожність по еквівалентів включає послідовність: аналіз прототипу і завдання еквівалентів, синтез умов і інновацій.

1. На відміну від аналізу комбінаторних схем тестера по жорстких формах алгоритмів перетворення, управління та обчислення методами ітерації, результатами технології проектування інновацій мікропроцесорних систем є інтегральні схеми з реальними характеристиками досліджуваного прототипу, які оптимізують за умовами тотожності еквівалентів.

2. У технології проектування інновацій мікропроцесорних систем, на відміну від ітераційного аналізу псевдоінновацій, які підганяють під відповідь методами проб і помилок по довільним характеристикам і ефемерним заходам через відсутність еквівалентів і закономірностей, служать еквіваленти по відомим закономірностям для створення інновації по цілеспрямованим правилам оптимізації прототипу.

3. Виявлення умов нових закономірностей по відомим раніше розвиває цілеспрямоване пізнання від простого до складного для реалізації асоціативної матричної архітектури із програмно керованих алгоритмом і явною моделлю з оптимальними параметрами універсального математичного забезпечення інтелектуальних мікропроцесорних систем.

4. На відміну від ітераційного аналізу вузькоспеціалізованого тестера з жорсткою структурою комбінаторної логіки, інформаційна технологія відповідає створенню нової ідеальної архітектури мікропроцесорної системи по цілеспрямованим правилами складання оптимальних еквівалентів-кубиків за запланованим проектом в образі ідеального кінцевого результату.

Таким чином, оптимальне проектування інновацій реалізує мікропроцесорні системи (МС) з узгодженими компонентами: впорядкованими матричними схемами і гнучкими програмами, ініціювали програмно керовану архітектуру по універсальним моделям і лінійним алгоритмам з високоефективними метрологічними засобами. В основу проектування узгоджених компонент МС покладені методи оптимізації за похідними і по тотожності досліджень еквівалентів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Кравченко С.И. Исследование сущности инновационного потенциала / С.И. Кравченко, И.С. Кладченко // Научные труды ДонНТУ / [научн. ред. Сущенко и др.]. — Донецк, 2003. — Вып. 68. — С. 88—96.

[2] Лисин Б.К. Инновационный потенциал как фактор развития / Б. Лисин, В. Фридляков // Инновации. — 2002. — No 7. — С. 25—26

[3] Пятецкий В.Е. Управление инновационными процессами. Организационные аспекты инновационного менеджмента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пятецкий В.Е., Генкин А.Л., Разбегин В.П.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2013.— 125 с.

[4] Мікропроцесорна техніка: Підручник/ Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол та ін. За ред. Т. О. Терещенко. – 2-ге вид., – К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»; «Кондор», 2004. – 416 с. [5] Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Т1. М: Постмаркет,2001. – 416с.

Information technologies of innovation design

Anastasenko S. N.[1]

[1]Pervomaisk branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Pervomaisk.

Abstract. The report considers the optimal design of innovations that implement microprocessor systems with coordinated components: ordered matrix circuits and flexible programs, initiated a software-controlled architecture based on universal models and linear algorithms with highly efficient metrological tools.

Keywords: microprocessor systems, tester, synthesis, optimization, innovation design.

УДК 004.9:347.1

МЕХАНІЗМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ ДЕРЖАВНОЇ РЕЄСТРАЦІЇ АКТІВ ЦИВІЛЬНОГО СТАНУ

Божаткіна Є.С.[1], Божаткін С.М.[2], Назарко А.А.[3]

[1]головний спеціаліст Центрального відділу державної реєстрації актів цивільного стану Управління державної реєстрації Південного міжрегіонального управління Міністерства юстиції (м. Одеса),

м. Одеса, Україна,

lizabozhatkina1@gmail.com
[2]викладач кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
sergii.bozhatkin@nuos.edu.ua
ORCID - 0000-0002-4653-8880
[3]магістр Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, головний спеціаліст Відділу представництва в судах та інших органах юридичного управління Головного управління Держгеокадастру в Одеській області,
м. Миколаїв, Україна
nazzarkoartem@gmail.com

Анотація. Розглянуто аспекти впровадження механізмів інформаційних технологій у сферу державної реєстрації актів цивільного стану. Досліджено напрями та механізми формування ефективної системи цифрових адміністративних послуг. Наведено можливості використання веб-порталів для оптимізації комунікації роботи державних органів юстиції та громадян.

Ключові слова: інформаційні технології, юридична діяльність, юридичні консультації, державні органи, державна реєстрація, акти цивільного стану, веб-портал.

Стрімке зростання обсягів інформації, формування колосальних інформаційних масивів і баз даних, інтенсивний розвиток інформаційних технологій змінюють характер взаємовідносин в усіх сферах життя людини.

Останнім часом відбувається перехід надання державних послуг в цифровий формат. В умовах переходу до цифрового суспільства відбувається зміна доступу і до юридичних послуг. Інтеграція інноваційних інформаційних технологій в юридичну діяльність призводить до прискорення процесу пошуку і підготовки необхідної документації та знайти актуальні законодавчі відомості, оперативно обмінятися даними, надати необхідні відомості в судові органи, оперативно отримувати та відшукувати статистичні дані та інше.

Україна належить до числа країн, в яких на законодавчому рівні «розвиток інформаційного суспільства та впровадження новітніх інформаційних технологій в усі сфери суспільного життя і в діяльність органів державної влади та органів місцевого самоврядування визначається одним з пріоритетних напрямків державної політики» [1].

Метою роботи є дослідження використання механізмів інформаційних технологій, що дозволять прискорити прийняття правомірних рішень у сфері державної реєстрації актів цивільного стану.

У даний час в найбільш широко використовуваними засобами доступу до юридичної інформації є Інтернет Платформи та портали, що спрощують взаємовідносини з громадянами [2]: офіційний сайт Міністерства юстиції України; портал iGov; он-лайн будинок юстиції; єдиний портал державних послуг Дія; єдиний державний портал адміністративних послуг (пілотна версія).

Веб-портал є офіційним сервісом щодо подачі заяв або звернень, працює цілодобово у режимі он-лайн та є доступним усім користувачам мережі Інтернет.

Основними перевагами користування Веб-порталом можна зазначити :

- відповідність європейським стандартам;
- можливість скористатися послугами Веб-порталу за допомогою будь-якого пристрою, під'єднаного до мережі Internet;
- оперативність прийняття рішення та отримання результатів;
- можливість отримання консультацій щодо надісланих заяв;
- зменшення черг та кількості відвідувань органу державної реєстрації акті цивільного стану;
- зменшення впливу «людського фактору».

Міністерства України під час карантину переходять на нові формати і запроваджують все більше онлайн-інструментів. Відповідно до наказу Міністерства юстиції України [3] та згідно до пілотного проекту[4] з подачі заяв у сфері державної реєстрації актів цивільного стану через мережу Інтернет рекомендовано приєднатися відділам державної реєстрації актів цивільного стану на Україні. У Міністерстві юстиції працює веб-портал «Звернення у сфері державної реєстрації актів цивільного стану» – електронний ресурс з унікальною адресою у глобальній мережі передачі даних Інтернет, на якому розміщуються організаційно-методичні матеріали, здійснюються реєстрація користувачів, подача, обробка, зберігання та передача інформації (даних) з питань у сфері державної реєстрації актів цивільного стану.

На веб-порталі «Звернення у сфері державної реєстрації актів цивільного стану» кожна особа може:

- подати заяву (звернення) для реєстрації актів цивільного стану: реєстрацію народження; реєстрацію шлюбу; реєстрацію розірвання шлюбу; реєстрацію зміни імені;
- подати заяву про внесення змін до актового запису;
- подати заяву для отримання повторного свідоцтва про державну реєстрацію актів цивільного стану;
- подати заяву на отримання витягу з Державного реєстру актів цивільного стану громадян.

Крім того, з використанням функціональних можливостей цифрового ресурсу користувач може здійснити попередній запис на відвідування відділу державної реєстрації актів цивільного стану із зазначенням зручних дати та часу з вказаних вище питань, а також з питань державної реєстрації народження, смерті , отримати консультацію фахівця та з використанням платіжних систем.

Водночас даним програмним забезпеченням передбачена можливість здійснювати сплату державного мита за послуги у сфері державної реєстрації актів цивільного стану, плату за послугу щодо видачі витягу з Державного реєстру актів цивільного стану громадян.

Для автоматизації юридичних послуг останнім часом, все частіше використовуються чат-боти, в якості безпосередньої комунікації громадян з відділами, що надає кінцевому споживачу послуги можливості задати питання та отримати швидку відповідь. Впровадження інноваційних інформаційних ресурсів дозволяє оптимізувати комунікації роботи державних органів юстиції та бізнесу і зробити її зручною та ефективною. Різноманітні державні структури впроваджують чат-боти як частину зв'язку з громадянами, адже не у всіх є можливість звернутись за консультацією особисто [5].

Таким чином використання інформаційних технологій в юридичній діяльності сприяє оптимізації процесу взаємодії громадян з державними органами. Застосування інформаційних технологій підвищує ефективність діяльності суб'єктів державної реєстрації актів цивільного стану, що дозволить уникнути черг, скоротити час та витрати на обробку даних та запитів, забезпечити доступ громадян до держаних послуг незважаючи на карантинні обмеження.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Закон України Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16#Text.

[2] Електронний уряд для початківців. URL: https://24tv.ua/special/egovenrment (дата звернення: 05.07.2021).

[3] Наказ Міністерства юстиції України «Про запровадження пілотного проекту щодо подання заяв у сфері державної реєстрації актів цивільного стану через мережу Інтернет». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0812-15 (дата звернення: 05.07.2021).

[4] Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про реалізацію пілотного проекту у сфері державної реєстрації актів цивільного стану». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/669-2015-%D1%80 (дата звернення: 05.07.2021).

[5] Міністерство юстиції запустило новий сервіс чат-помічників в Telegram. URL: https://legalhub.online/podiyi/ministerstvo-yustytsiyi-zapustylo-novyj-servis-chat-pomichnykiv-v-telegram-spysok (дата звернення: 05.07.2021).

Mechanisms of information technologies in the field of state registration of civil states

Bozhatkina Yelyzaveta Serhiivna[1], Bozhatkin Sergij Mykhailovych[2], Nazarko Artem Arkadiiovich[3]

[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Heroiv Ukrainy avenue, 9, Mykolaiv, 54025, Ukraine

Annotation. Aspects of introduction of mechanisms of information technologies in the sphere of the state registration of acts of civil status are considered. The directions and mechanisms of formation of an effective system of digital administrative services are investigated. Possibilities of using web portals for optimization of communication of work of state bodies of justice and citizens are given.

Keywords: information technologies, legal activity, legal consultations, state bodies, state registration, civil acts, web-portal.

УДК 65.012:656.615

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛІНГУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ МОРСКИМИ ПОРТАМИ

Гавриленко Н. В.

кандидат економічних наук, доцент кафедри обліку і економічного аналізу,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Первомайська філія),
м. Первомайськ, Україна
gavrilenko_1@mail.ru

Анотація. В умовах постійно зростаючої конкуренції в морських портах повинна бути створена служба контролінгу, з допомогою якої можна буде приймати управлінські рішення. В доповіді представлені підходи до структури служби контролінгу, організації її роботи, вплив на інформаційні потоки та управлінські рішення.

Ключові слова: контролінг, морські порти, інформація, управлінське рішення, логістичні системи

Морські порти завжди залишаються суттєвою стратегічною складовою вітчизняної транспортної системи, тому здійснюють вплив на розвиток зовнішньоекономічних зв’язків і ринкових відносин. Таким чином, під впливом як національної, так і глобальної економіки, яка енергійно розвивається, менеджмент морських портів мусить постійно вдосконалюватися і базуватися на застосуванні сучасного методичного апарату. Суттєве зростання інформаційних потоків, диверсифікація і складність завдань, що розв'язуються, велика кількість факторів і вимог, які постійно змінюються створюють перешкоди і проблеми для дієвого і результативного управління морськими портами. Все це вимагає підвищення відповідальності управлінців різних рівнів за наслідки рішень, які ними приймаються, здатності господарюючого суб'єкта безперервно адаптуватися до конкурентних умов, які швидко змінюються.

Нині існує велика кількість наукових робіт і публікацій, присвячених менеджменту підприємств морського транспорту [1, 2] логістиці і контролінгу [3, 4], проте, дослідивши їх суть, можна зробити висновок про відсутність в них науково обґрунтованих положень теоретичного і методичного змісту, а також організаційних складових формування і впровадження в менеджменті морських портів системи контролінгу. Значної актуальності і потреби в додаткових дослідженнях потребує використання такої системи контролінгу, яка створює інформаційно-методичну базу для прийняття управлінських рішень, з допомогою яких можливе досягнення результативності управління і розвитку господарюючого суб'єкта в умовах конкурентної боротьби за залучення вантажопотоків.

Висновок щодо активності, складності і особливості життєдіяльності системи управління морським портом уможливлює здійснити аналіз досліджень наявних концепцій менеджменту. Слід звернути увагу на управління морським портом, яке уособлює в собі систему, яка сформована з взаємозалежних підсистем - суб'єкта, який управляє (апарат управління портом) і об'єкта, яким управляють (виробничих і допоміжних підрозділів порту, які взаємодіють), де управлінський процес відбувається безперервно.

Із зростанням асортименту і обсягів вантажопотоків зростають діапазони інформаційних потоків і фактори сумнівності, що призводять до зміни внутрішніх складових в системі управління портом. Значно порушується самостійність і незалежність підсистем функціональних підрозділів, контакти ускладняються в багато разів, в самій системі формування і обробка інформації уповільнюється.

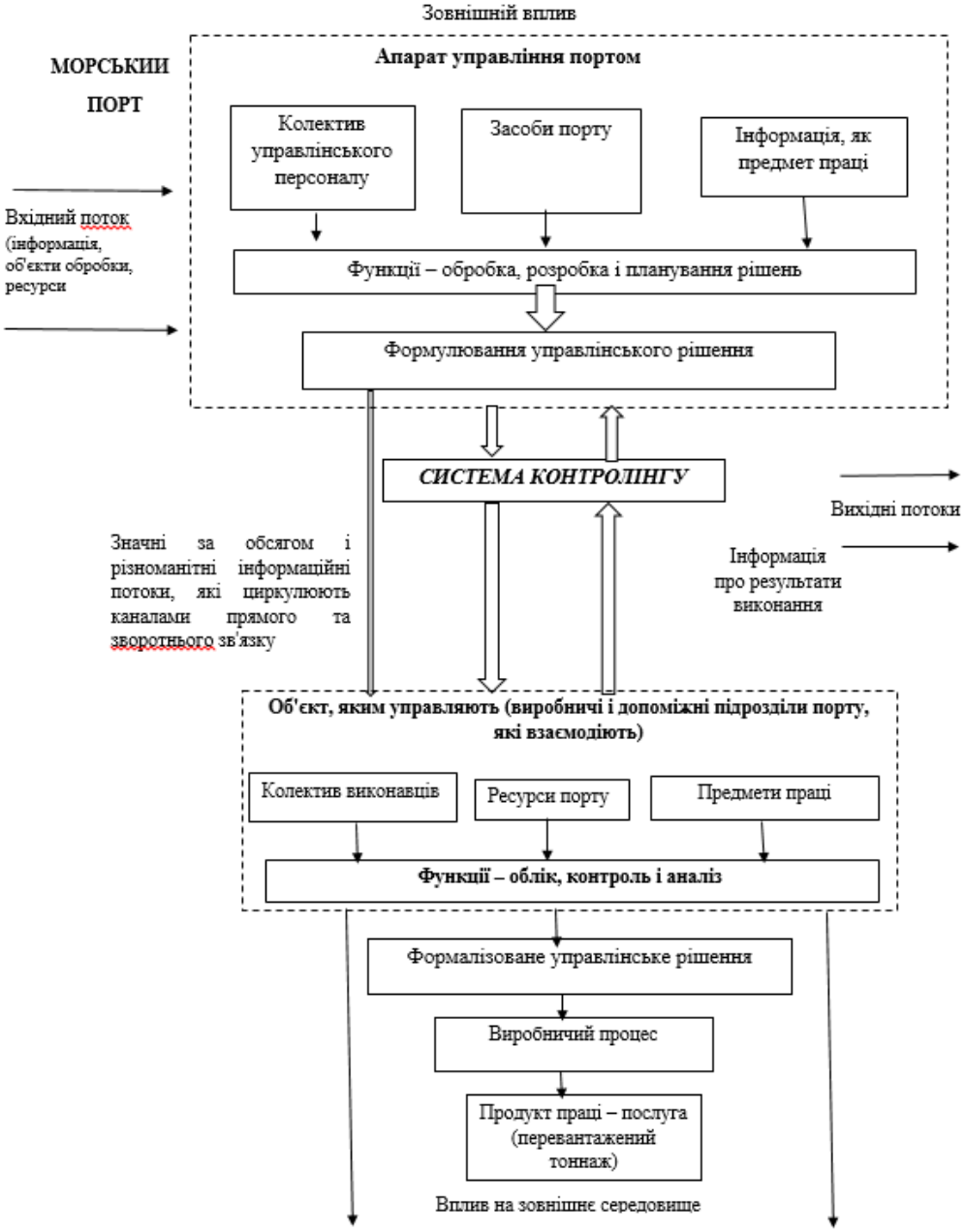


Рис.1 Схема управління морським портом з використанням системи контролінгу

Інформаційні потоки у значних обсягах і погано формалізовані, їх несвоєчасне надходження через неузгодженість і недостатню координацію дій структурних сегментів порту,

призводить до їх неактуальності, що негативно відбивається на ефективності прийнятих управлінських рішень. Найбільше це стосується тих питань, які переходять межу діяльності функціонального відділу морського порту, тому процес розв'язування таких проблем стає контпродуктивним. В наявній структурі управління морським портом слід створити новий елемент – систему контролінгу, яка представлена на рисунку 1.

Ця система завдяки тому, що вона оперує обігом взаємоспрямованих інформаційних потоків, які включають в себе канали прямого і зворотнього зв'язку, дозволяють підвищити ефективність управління всієї системи менеджменту в цілому.

Дослідивши різні цілі контролінгу, ми дійшли до висновку, що основна його мета – підвищення ефективності системи менеджменту морського порту, що обов'язково призводить до скорочення експлуатаційних витрат. В процесі життєдіяльності управління морським портом має справу з усілякими за рівнями складності проблемами і завданнями, вирішення яких не завжди є релевантними і ефективними. Структури компанії, на які покладається цей обов'язок, в межах своєї компетенції знаходять шляхи їх вирішення, проте частина їх постійно відкладається і накопичується в зв'язку з різними обставинами і причинами, серед яких можна виділити такі:

- складна організаційна структура менеджменту і багатоступінчаста система підлеглості, що впливають на затримку отримання і обробки інформації;
- недостатнє забезпечення кваліфікованими кадрами;
- перевантаження поточною роботою окремих підрозділів;
- проблемність в вирішенні питань, які перебувають на межі діяльності підрозділів і служб порту;
- недоліки формалізованого представлення інформаційного забезпечення, що дозволяє розробити власний або підібрати стандартний підхід вирішення. Застосування системи контролінгу в морських портах дозволить забезпечити різні рівні управління своєчасною, формалізованою, точною, необхідною інформацією.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Жерліцин Д. М., Мандра В. М. Стратегічне управління морським торговельним портом: проблеми теорії і практики / Науково-виробничий журнал «Бізнес-новігатор». – випуск 1 (50). 2019. С. 64-70.

[2] Коробкова М. Н. Формирование качества портовых услуг / Журнал Университета водных коммуникаций. 2012. Вып. 3. С. 200-207.

[3] Гавриленко Н. В., Грищенко О. В., Кошутська В. О. Ретроспективний аналіз декомпозиції логістичних систем / Економіка. Фінанси. Право. №5/1/2018. С. 21-25.

[4] **Kostash T., Havrilenko N.** Organization of a Strategic Management Accounting in an Innovative Economy / Academy of Accounting and Financial Studies Journal. - Volume 24. - Issue: 5/ P.1-7 2020.

Implementation of the control system to increase the efficiency of sea port management

Havrilenko N.V.[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Pervomaisk Branch)

Abstract. In the conditions of constantly growing competition in seaports the controlling service by means of which it will be possible to make administrative decisions should be created. The report presents approaches to the structure of the controlling service, the organization of its work, the impact on information flows and management decisions.

Keywords: controlling, seaports, information, management decision, logistics systems.

УДК 005.8:656.0

УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

Гусєва-Божаткіна В.А. [1], Козирко А. О. [2]

[1]старший викладач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна,
GusevaBozh@meta.ua
ORCID – 0000-0002-1117-3391

[2]магістр Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна,
nastya.kozyrko@gmail.com

Анотація. Досвід розвитку економік розвинених держав світу показує прямий зв'язок його із розвитком транспорту та інфраструктурою. У більшості країн світу інтелектуальні транспортні системи (ІТС) досліджуються як один із наукових напрямків симбіозу економіки – техніки – телематики, і розглядаються як найбільш ефективний інструмент для вирішення транспортних проблем. У статті наведено результати дослідження сутності інтелектуальних транспортних систем, ідентифікації суб'єктів послуг, їх інтереси та подальші стратегії співпраці. Інтелектуальні транспортні системи розглядаються як сучасні системи, які використовують інформаційні та комунікаційні технології для покращення та безпеки руху трафіку та ефективної підтримки транспортування пасажирів.

Ключові слова: інтелектуальні транспортні системи; інформаційні технології; транспортна система.

Складність міської транспортної інфраструктури та її об'єктів (транспортні коридори, транспортні вузли, транспортно-пересадочні центри, регіонально-розподільчі центри тощо) майже виключають можливість ефективної роботи в повному автоматичному режимі. Ефективне управління такою системою із застосуванням лише класичних методів вирішення навіть складних задач математичного моделювання майже неможливе [1].

Управління проектами транспортною системою (ТС) крупного міста є сполучною ланкою всіх напрямків і видів діяльності фірм, підприємств і організацій, що існують на його території. Однак, проблеми функціонування ТС міст, пов'язані зі зниженням якості транспортного обслуговування організацій і населення, набувають все гострішого характеру. Вирішити дані проблеми представляється можливим шляхом підвищення ефективності функціонування ТС міста. Для цього необхідне: вдосконалення транспортного планування і розвиток вулично-дорожньої мережі (ВДМ); реалізація комплексу заходів з удосконалення організації дорожнього руху; оптимізація маршрутної пасажирської мережі і підвищення надійності її функціонування; створення ефективної системи управління транспортно-дорожнім комплексом з єдиним координаційним центром; консолідація зусиль міської влади, провідних вчених, представників виробництва, громадських організацій міста та всіх зацікавлених сторін.

При цьому необхідно спиратись на досвід інших країн, як приклад, відведення транзитного транспорту від центру міста або скорочення присутності автомобілів в центрах міст. В основу розробки і реалізації даної мети повинні бути закладені такі основні науково-практичні принципи: системний підхід; комплексний підхід; техніко-економічне обґрунтування і оцінка ефективності проектних рішень; програмно-цільове планування [3].

Транспортні інфраструктурні проекти в зазвичай пов'язані з цілою низкою різних ризиків.

Комплексні ризики обумовлені унікальністю транспортних інфраструктурних проектів, а отже, тривалістю періоду проектування, що викликає труднощі в оцінці витрат на реалізацію проекту, неможливість досягнення запланованих соціальних і економічних ефектів в контрактні терміни і в рамках відведених бюджетів часто через навмисних «стратегічних спотворень» або

помилок, неоптимального розподілу ризиків, прав і обов'язків по концесійному угодою, завищених очікувань держави і приватних інвесторів та ін. [4].

Саме розвиток інформаційно-комунікаційної технології руху наземного транспорту на основі практичної реалізації синергетичного об‘єднання комп‘ютерних ресурсів усіх учасників дорожнього руху в єдиному інформаційному просторі глобальної мережі Internet – від окремого транспортного засобу до корпоративного рівня транспортної організації є основою розв‘язання задачі інформатизації цих процесів, завдяки стрімкому розвитку як інформаційних ресурсів так і інформаційного стану транспортних систем [1].

Щодо проблем організації роботи міського пасажирського транспорту (МПТ), де відзначають:

- недостатній рівень виконання функцій замовника з боку виконавчих органів місцевої влади;
- відсутність як науково-методичного забезпечення процесу прийняття рішень при управлінні перевезеннями, так і технічних засобів для контролю і координації всіх видів МПТ;
- відсутність центральної автоматизованої системи збору і обробки інформації про потреби у перевезеннях, а новостворювані маршрути в межах міста відкриваються без належного техніко-економічного обґрунтування.

Усі перелічені фактори зумовили збільшення витрат часу пасажирів на пересування; зниження рівня якості транспортного обслуговування; зростання соціальної та економічної напруженості. Головними напрямками розвитку маршрутної мережі, як показує практика, є: пріоритетний розвиток спеціалізованих видів МПТ; використання сучасних методів програмного забезпечення та математичного моделювання системи маршрутів; моніторинг процесу транспортного обслуговування пасажирів і потреб населення в пересуваннях; інтеграція технічних засобів всіх учасників транспортного процесу в єдиний регіональний ситуаційний центр; перехід на єдину платіжну систему, створення безпечних та комфортних умов для пересування людей з інвалідністю [3].

В сучасному світі проектування інтелектуальних транспортних систем (ІТС) вже не є проблемою окремо взятої країни. Майбутнє національних економік спирається на глобальні схеми транспортування та інтеграцію транспортних послуг в світовий ринок за допомогою використання механізмів Всесвітньої торгівельної організації. Для реалізації цієї мети ведуться роботи по міжнародній стандартизації технологій ІТС.

В даний час в Україні на регіональному рівні реалізуються комерційні проекти локальних компонентів ІТС, як елементів транспортної інфраструктури, які технологічно не пов‘язані. Відсутність системної роботи в даному напрямку блокує розвиток ринку ІТС, зупиняючи його на рівні надання комерційних послуг з використанням локальних компонентів ІТС [1].

ІТС динамічно розвиваються, інтегруючи інформаційні і комунікаційні технологій на транспорті. З кожним роком провідні країни світу представляють різні наукові розробки в галузі управління транспортним сектором. Ступінь використання цих технологій – і ступінь складності їх розгортання – варіюються від однієї країни до іншої. Зацікавлені сторони в усьому світі повинні розуміти основні програми та можливості ІТС, щоб вони могли оцінювати потенційні переваги, пов’язані з ними витрати і якнайкраще використовувати досвід впровадження ІТС [2].

Таким чином, підвищення ефективності функціонування ІТС будь-якого крупного міста ґрунтується лише на комплексному підході до вирішення всіх поставлених проектних завдань.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Волкова Т.В. Аналіз сучасного стану ринку інтелектуальних транспортних систем в Україні. Матеріали І Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ.2019. С 20-22.

[2] Катерна О. К. Цільові групи користувачів послуг інтелектуальних транспортних систем. Економічний аналіз: зб. наук. праць Тернопільського національного економічного університету. Тернопіль. 2018. Том 28. № 2. С. 155-160.

[3] Холодова О.О., Левченко О.С. Підвищення ефективності функціонування транспортної системи крупного міста Матеріали І Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ.2019. С – 7-9. [4] Шворнікова Г.М., Сорока С.І. Управління проектами у галузі міжнародних залізничних перевезень Вісник Східноукраїнського Національного Університету імені Володимира Даля. № 2 (250). 2019. С. 120-124.

Project management of the city transport system

Guseva-Bozhatkina Victoria Anatoliivna[1], Anastasia Olehivna Kozyrko[2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Heroiv Ukrainy avenue, 9, Mykolaiv, 54025, Ukraine

Annotation. The experience of economic development of developed countries shows a direct connection with the development of transport and infrastructure. In most countries of the world intelligent transport systems (ITS) are studied as one of the scientific directions of symbiosis of economy - technology - telematics, and are considered as the most effective tool for solving transport problems. their interests and further cooperation strategies. Intelligent transport systems are seen as modern systems that use information and communication technologies to improve the safety and security of traffic and effectively support the transportation of passengers.

Keywords: Intelligent Transport Systems; Information Technology; Transport System.

УДК 519.95

КУБАТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ШЕСТИУГОЛЬНОГО КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА

Гучек П.Й.[1], Литвиненко Е.И.[2], Карпова С.О.[3]

[1]доктор технических наук, заведующий кафедрой информационных технологий и физико-математических дисциплин Херсонского филиала Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова, г. Херсон, Украина

phuchek@gmail.com

[2]кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и физико-математических дисциплин Херсонского филиала Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова, г. Херсон, Украина

mmkntu@gmail.com

[3]старший преподаватель кафедры информационных технологий и физико-математических дисциплин Херсонского филиала Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова, г. Херсон, Украина

kbnuos@gmail.com

Аннотация. Наиболее эффективным численным методом инженерного анализа, который позволяет наилучшим образом оценить напряженно-деформированное состояние конструкции любой формы и размера, является метод конечных элементов. Работа посвящена построению кубатурных формул на дискретных элементах наилучших на тех или иных классах функций, а также к оценкам точности различных способов интегрирования. Построено 5 новых формул с различными весовыми коэффициентами. Точность кубатурных формул оценивается сравнением с известной в литературе формулой кратного интегрирования – формулой Люстерника-Диткина на функции формы конечного элемента в форме шестиугольника.

Ключевые слова: метод конечных элементов, кратное интегрирование, формула Люстерника-Диткина.

Задачи расчета конструкций с гексагональной структурой, например, ядерных реакторов [1, с. 88], приводят к необходимости вычисления кратных интегралов в шестиугольнике. В зависимости от характера интегральной функции точно вычислить такой интеграл в большинстве случаев очень трудно, а иногда и вовсе невозможно. Приближенное интегрирование можно осуществить путем разбиения шестиугольника на более простые фигуры (треугольники и прямоугольники), для которых построены кубатурные формулы типа Ньютона-Котеса или Гаусса-Лежандра различной степени точности [2, с. 21]. Однако создание простого, удобного и экономичного алгоритма должно опираться на единую кубатурную формулу для шестиугольника в целом. В настоящее время в связи с бурным развитием метода конечных элементов (МКЭ) резко возросло внимание специалистов к вопросам построения кубатурных формул и процессов интегрирования наилучших на тех или иных классах функций, а также к оценкам точности различных способов интегрирования.

В настоящей работе результаты точного интегрирования в шестиугольнике (в тех случаях, когда оно возможно) сравниваются с результатами применения различных кубатурных формул и различных приемов вычисления интегралов, возникающих в рамках МКЭ. А в качестве примера рассматриваются интегралы:

$$J_1 = \iint_{\omega} N_i(x,y)dxdy\,, \tag{1}$$

$$J_2 = \iint_{\omega} N_i(x,y)\cdot N_j(x,y)dxdy\,, \tag{2}$$

где ω – правильный шестиугольник, вписанный в окружность единичного радиуса. $N_i(x,y)$ – базисная функция КЭ, принимающая значение 1 в вершине i и значение 0 в остальных вершинах шестиугольника. Узел 1 помещен в вершину (1,0), остальные узлы нумерованы против часовой стрелки.

В отличие от работы [1, с. 88], где предложен дробно-рациональный базис (ДРБ), здесь рассматривается более удобный в вычислительном плане полиномиальный базис [3, с. 301; 4, с. 149]. Приведем одну из функций ПБ.

$$N_1(x,y) = \frac{1}{6}(x-2y^2+1)(2x+1)\,. \tag{3}$$

Остальные функции ПБ получаются из (3) последовательно поворотом координатной системы на 60^0.

Охарактеризуем вкратце способы вычисления указанных интегралов. I-й способ – точное интегрирование. II-й способ – кубатурная формула Люстерника-Диткина с 7-ю узлами. III-й способ – кубатурные формулы с 13-ю узлами, предложенные в работе [3, с. 301]:

$$\iint_{\omega} f(x,y) = mes\omega\,[\frac{1}{3}f(0,0)+\frac{4}{63}\sum_{i=1}^{6}f(M_i)+\frac{3}{63}\sum_{J=7}^{12}f(Mj)], \tag{4}$$

где точки M_i и M_j заданы в полярных координатах:

$$M_i:\ \rho_i = 0{,}8543\,,\qquad \varphi_i = \frac{\pi}{6}i\,,\qquad i = 1,...,6\,.$$

$$M_i:\ \rho_i = 0{,}7383\,,\qquad \varphi_i = \frac{\pi}{3}i\,,\qquad i = 1,...,6\,.$$

IV-й способ – модифицированная формула типа Люстерника-Диткина, в которой координаты узлов выбраны по Гауссу-Лежандру, а весовые коэффициенты отрегулированы по точному значению интеграла (2) [4, с. 149]:

$$\iint_{\omega} f(x,y) = mes\omega\,[\frac{85}{264}f(0,0)+\frac{179}{1584}\sum_{i=1}^{6}f(M_i)],$$

где точка M_i задана в полярных координатах:

$$\rho_i = 0{,}7749, \qquad \varphi_i = \frac{\pi}{3} i \ , \qquad i = 1,...,6$$

V-й способ включает разбиение шестиугольника на четыре прямоугольных треугольника (по два у вершин 1 и 4) и прямоугольник 2-3-5-6. В треугольнике применяется 7-точечная формула приближенного интегрирования [2, с. 21], а в прямоугольнике формула Гаусса-Лежандра с 4-мя узлами, VI-й способ – откорректированная формула Люстерника-Диткина: весовые коэффициенты сохранены первоначальные, а координаты точек интегрирования изменены. Результаты точного и численного интегрирования приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сопоставление способов интегрирования в шестиугольнике

Способы Интеграл	I способ Точное значение	II способ Отн. погреш.	III способ Отн. погреш.	IV способ Отн. погреш.	V способ Отн. погреш.	VI способ Отн. погреш.
J_1	$\frac{1}{6}$	0,1666667	0,1666667	0,1666667	–	0,1666667
J_2	0.2026308 –	0,0870136 57,058 %	0,2026307 0,00004 %	0,2026306 0,00009 %	0,1886717 6,88893 %	0,2026307 0,00004 %

Анализ полученных результатов показывает, что для данного класса функций, максимальные значения которых локализованы на периферии шестиугольника наилучшие результаты дают кубатурные формулы в III-м, IV-м, VI-м способах интегрирования.

Наибольшую погрешность дает формула Люстерника-Диткина во II способе при вычислении интегралов J_2. В VI-м способе формула Люстерника-Диткина была преобразована следующим образом: весовые коэффициенты сохранили свое значение, а узлы интегрирования были удалены от центра (вместо $\rho = \frac{\sqrt{14}}{15} \approx 0{,}249444$ в известной формуле Люстерника-Диткина в наших расчетах применялось значение $\rho = 0{,}742685$). Если же в расчетах на шестиугольнике применяются функции с преобладающими значениями в центре области, то вполне достаточно приемлемую точность дает классическая формула Люстерника-Диткина.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Misako Ishiguro. Construction of Hexagonal Basis Functions Applied in the Galerkin-Type Finite Element Method. Journal of Information Processing, Vol. 7, № 2, 1984. P. 88-95.

[2] Марчук Г.И., Агошков В.И. Введение в проекционно-сеточные методы. М.: Наука, 1981. С. 411.

[3] Хомченко А.Н. К расчету температурных полей в сотовых структурах методом конечных элементов. Инженерно-физический журнал. 1987. Т. 52, № 2. С. 301-305.

[4] Хомченко А.Н., Бардачов Ю.М., Литвиненко О.І., Астіоненко І.О. Метод інтерпретацій та квадратури Гаусса. Прикладні питання математичного моделювання. Т. 2, № 1. 2019. С. 149-154.

Cubature formulas for hexagonal finite element

Petro Guchek[1], Olena Litvinenko[2], Svetlana Karpova[3]
[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Kherson, Ukraine

Abstract. The most effective numerical method of engineering analysis, which allows the best estimate of the stress-strain state of a structure of any shape and size, is the finite element method. The work is devoted to the construction of cubature formulas on discrete elements of the best functions for certain classes of functions, as well as to estimates of the accuracy of various methods of integration. 5 new formulas with different weight coefficients have been built. The accuracy of cubature formulas is estimated by comparison with the multiple integration formula known in the literature – the Lyusternik-Ditkin formula for the shape functions of a finite element in the form of a hexagon.

Keywords: finite element method, multiple integration, Lyusternik-Ditkin formula.

УДК 004.9

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

Дончик Т.О.[1], Фаріонова Т.А.[2]
[1]аспірантка кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
tetyana.donchyk@nuos.edu.ua
[2]кандидат технічних наук, професор НУК, директор Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проектами Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна
tetyana.farionova@nuos.edu.ua

Анотація. Розглянуто існуючі інформаційні технології оцінювання трудомісткості розробки програмних продуктів. Зазначені їх недоліки. Запропоновано концепцію інформаційної технології для оцінювання трудомісткості розробки програмного продукту на основі багатовимірних нормалізуючих перетворень, що дозволить підвищити достовірність прогнозування трудомісткості розробки програмного забезпечення.

Ключові слова: інформаційна технологія, оцінювання трудомісткості, програмний продукт, нелінійна регресійна модель, багатовимірне нормалюзуюче перетворення.

В сучасному світі діяльність людини невід'ємно пов'язана з інформаційними технологіями, які динамічно змінюються та вдосконалюються. Це зумовлює процвітання ринку програмних продуктів, жорстку конкуренцію серед розробників і, як результат, актуальність точного оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення на ранніх етапах планування, що впливає на його вартість та термін виконання.

Для оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення використовуються різні складні інформаційні технології, такі як Comparative Estimating Tool від International Software Benchmarking Standards Group (ISBSG) чи Microsoft Project від Microsoft Corporation. Їхніми основними недоліками є

- використання спрощених підходів для обробки та перетворення емпіричних даних, що не завжди призводить до задовільних результатів прогнозування;
- висока вартість цих програмних продуктів. Так, вартість Comparative Estimating Tool становить близько 375 USD, а Microsoft Project Standard 2019 – близько 600 USD [1].

Тому задача створення нової інформаційної технології для оцінювання трудомісткості розробки програмного продукту з метою підвищення достовірності її прогнозування є актуальною та має практичну цінність.

Авторами пропонується концепція розробки інформаційної технології на основі використання регресійної моделі для обробки емпіричних даних, а саме трьохфакторного рівняння нелінійної регресії. Це дозволить оцінити трудомісткість розробки програмного забезпечення в залежності від таких факторів, як кількості екранів, функцій і файлів програмного продукту на основі чотиривимірного нормалізуючого перетворення [2] із застосуванням методів [3, 4], що ґрунтуються на взаємно-зворотніх нормалізуючих перетвореннях.

Задачі, які повинна вирішувати запропонована інформаційна технологія:

- точкове та інтервальне оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення;
- моделювання трудомісткості розробки програмного продукту;
- збір статистичних даних про завершені проекти з розробки програмного забезпечення;
- уточнення початкових параметрів моделей на основі зібраних статистичних даних [1].

Використання зазначеної моделі дозволить підвищити достовірність оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення. Крім того, після отримання нових емпіричних даних про завершені проекту, існує можливість уточнення параметрів математичної моделі, що дозволить покращити достовірність оцінювання за рахунок використання уточнених параметрів. Для цього необхідно створити інженерну методику статистичної обробки емпіричних даних.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Приходько С.Б., Пухалевич А.В. Інформаційна технологія для оцінювання тривалості проектів з розробки програмного забезпечення. Проблеми інформаційних технологій. Херсон, 2016. № 1 (019). С. 81-87. ISSN 1998-7005.

[2] Приходько С.Б., Приходько Н.В., Книрік К.О. Трифакторне нелінійне регресійне рівняння для оцінювання трудомісткості розробки мобільних застосунків у фазі планування. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, 2019, Том 30 (69) Ч. 1 № 5. С. 154-160. DOI: https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.5-1/25. [

3] Приходько С.Б., Приходько Н.В., Фаріонова Т.А., Ворона М.В. Трьохфакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру PHP-застосунків з відкритим кодом. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: технічні науки Том 31 (70) № 1, 2020. С. 124-131. DOI: https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.1-1/23.

[4] Prykhodko N.V., S.B. Prykhodko Constructing the non-linear regression models on the basis of multivariate normalizing transformations. Electronic modeling, 2018. Vol. 40. No. 6. P. 101-110. DOI: https://doi.org/ 10.15407/ emodel.40.06.101.

The concept of creating information technology to effort estimation of software product development

Donchyk T.O.[1], Farionova T.A.[2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

Abstract. The existing information technologies for effort estimating of software development are considered. Their shortcomings are noted. It is proposed to create information technology using more advanced nonlinear regression models based on multidimensional normalizing transformations, which will increase the reliability of effort predicting of software development.

Keywords: information technology, effort estimation, software product, nonlinear regression model, multidimensional normalizing transformation.

УДК 378.091.12.011.3-051:004.9

ВИКОРИСТАННЯ **ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬН**ОСТІ ВИКЛАДАЧА

Ковтанюк М.С.[1]

[1]викладач-стажист кафедри інформатики і інформаційно-комунікаційних технологій, Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, м. Умань, Україна
covtaniuk@gmail.com

Анотація. На сучасному етапі інформатизації суспільства, все більшого поширення в різноманітних сферах життя набувають інформаційні онлайн та офлайн-сервіси, вони виступають як один із інструментів пізнання. Тому однією із задач сучасної освіти є підготовка вчителя, який вільно орієнтується у світовому інформаційному просторі, який має знання та навички щодо пошуку, обробки та зберігання інформації, використовуючи сучасні комп'ютерні технології.

В статті розглянуто проблему ефективності використання інтерактивних технологій, а саме вебсервісів, при підготовці педагогічних фахівців до професійної діяльності. Доводиться, що використання інтерактивних вебресурсів дозволяє здійснювати індивідуалізацію навчання в межах загального освітнього процесу

Ключові слова: вебсервіс, онлайн-ресурс, інтерактивні технології, вебресурс, інтерактивний модуль.

Великий потік інформації, який впливає на людину, потребує від неї вміння швидко знаходити необхідні рішення, використовуючи для цього пошукові методи та користуючись великою кількістю різноманітних джерел знань. У зв'язку з цим, серед традиційних форм та методик навчання, у педагогічній практиці все частіше використовуються інтерактивні вебсервіси [1].

Взагалі, використання інтерактивних технологій у навчальному процесі закладів вищої освіти широко досліджується, зокрема такими науковцями як: Ю. Сабадош, О. Васько, С. Литвинова, М. Мамута, М. Медведєва, О. Рибалко, Г. Юркевич, О. Башмакова, О. Осіна, А. Рудакова та ін.

Існує значна кількість онлайн вебсервісів для створення дидактичних матеріалів але, нажаль, не всі з них є безкоштовними [6]. Розглянемо ряд онлайн-ресурсів для розробки та публікації дидактичних матеріалів для викладачів.

Онлайн-сервіс для створення інтерактивних ігор для занять **ClassTools.NET** (http://www.classtools.net). За допомогою даного ресурсу, використовуючи один із готових шаблонів, можливо швидко розробити дидактичну гру або ж навчальну схему. Є можливість зберегти гру на комп'ютері у вигляді htm файлу, розмістити на сторінках сайтів і блогів, поділитися посиланням. Крім того велику кількість ігор можна успішно використовувати з мультимендійною дошкою. Ресурс англомовний, але підтримує кирилицю [2].

Вебресурс **Flashcard Machine** (http://www.flashcardmachine.com) створений для підготовки дидактичних матеріалів в ігровій формі у вигляді наборів карток. На картках можна розміщувати матеріали у вигляді звуку, тексту, посилань, відео матеріалів та картинок. Для початку роботи необхідно зареєструватися. Сервіс підтримує кирилицю. Є можливість організувати групову роботу з картками. Крім того є змога користуватись колекцією готових карток розкладених по темам або ж віковим групам.

Творчий інструмент 21-го століття **Wixie** (https://www.wixie.com) дозволяє малювати, додавати текст, додати картинку, і багато іншого. Ресурс надає потужні інструменти для створення проектів, які поєднують текст, голос та відео з оригінальними зображеннями, розвиваючи критичне мислення та творчі здібності студентів. Наявна безкоштовна підписка яка не потребує реєстрації.

Не менш цікавим є освітній ресурс **Zondle** (http://www.zondle.com). Він не тільки дозволяє користуватись безкоштовними онлайн дидактичними іграми, а й пропонує викладачу проявити творчість, розробити свої захоплюючі ігри із одного з навчальних предметів. Досить зареєструватися в Zondle, вибрати тему і створити список обраних ігор [5].

Сервіс **Study Stack** (http://www.studystack.com) спеціалізується на створенні дидактичних матеріалів. Готові роботи легко можна вмонтувати на сторінки блогів, сайтів, або ж просто поділитися інформацією в соціальних мережах. Сервіс підтримує кирилицю. Крім ваших робіт ви можете скористатися колекцією робіт, створених педагогами всього світу.

Серед всіх розглянутих сервісів найзручнішим з погляду створення та редагування інтерактивних навчально-методичних елементів на даний момент є сервіс **LearningApps** (http://learningapps.org). Він зосереджений на роботі з шаблонами для створення певних видів діяльності. Тематика заготовок дуже різна: від інтерактивних ігор до створення карт знань та розгадування вікторин.

LearningApps.org є вебсервісом для підтримки процесів навчання та викладання за допомогою невеликих інтерактивних модулів. Ці модулі можуть використовуватись безпосередньо як навчальні ресурси або для самостійної роботи. Створення загальнодоступної бібліотеки незалежних блоків, придатних для повторного використання та змін є вирішальним елементом використання саме цього вебресурсу [3]. LearningApps – це конструктор для розробки інтерактивних завдань за різними предметними дисциплінами для застосування на заняттях і в позакласній роботі як школярів так і студентів ЗВО.

На сервісі представлено багато інтерактивних вправ, які були розроблені для різноманітних форм освітнього процесу. Їх можна використовувати в роботі з інтерактивною дошкою, або як індивідуальні завдання для студентів.

Кожний учасник процесу може використовувати розробки своїх колег, використовуючи величезний банк розробок користувачів сервісу та ділитися своїми авторськими розробками. Є також можливість вбудовувати зображення, звукові та відео матеріали у створені інтерактивні завдання. Під час розробки автор завжди має можливість використати функцію «повернутись та виправити».

Викладач може працювати з групами студентів, швидко створювати вправи на занятті, задавати домашнє завдання, отримувати гіперпосилання від студентів та перевіряти виконання завдань. Крім того, якщо виникає потреба то є можливість вбудовувати завдання в html сторінку. Процес створення вправ дуже простий та цікавий.

Інтерактивні онлайн-ресурси стали невід'ємною частиною нашого життя, застосування інтерактивних технологій у освітньому процесі, створює гарні умови для розвитку самореалізації особистості та допомагає досягти високого інтелектуального розвитку студентів, надає можливість працювати з літературою, довідниками, користуватись чужими напрацюваннями без обмежень.

Розповсюдження комп'ютерної техніки та її вдосконалення надає змогу викладачам використовувати інтерактивні дидактичні матеріали не тільки при вивченні інформатики, але й поєднанні викладання інших дисциплін із використанням комп'ютерної техніки. Новітні розробки в галузі інформаційних технологій змінюють спосіб їх застосування при вивченні різних дисциплін у процесі навчання.

В результаті, якщо в освітньому процесі використовувати дидактичні матеріали розроблені на базі інтерактивних вебсервісів, тоді рівень знань, умінь тих, хто навчається буде підвищуватись й тим самим зросте професійний рівень фахівця.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Сабадош Ю.Г. Інтерактивні лекції розвитку самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 1(23). Частина 2. С. 60-64.

[2] Литвинова С.Г., Мамута М.С., Рибалко О.О. Моделювання інтерактивних електронних плакатів. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 4(18). С. 96-100.

[3] Волкова Н.П. Інтерактивні технології навчання у вищій школі: навч-метод. посіб. Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля, 2018. – 360 с.

[4] Буртовий С. В. Електронні засоби навчання – від теорії до практики. Методичний посібник. Кіровоград : КЗ «КОІППО імені Василя Сухомлинського», 2014. 48 с.

[5] Мачинська Н.І., Стельмах С.С. Сучасні форми організації навчального процесу у вищій школі : навчально-методичний посібник. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2012. 180 с.

[6] Іващенко М.В., Бикова Т.Б. Особливості використання елементів змішаного навчання в процесі викладання навчальних дисциплін у закладах вищої освіти. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 1(15). С. 221-226.

[7] Зінченко Ю. М., Криворучко І. І., Медведєва М. О. Створення інтерактивних уроків на онлайн-платформі NEARPOD. Міждисциплінарний дискурс: теорія, практика, досвід : зб. наук. пр. Міжнар. науково-практ. конф. Київ, 2021. С. 41–44. [8] Медведєва М.О., Рудницький С.О. Онлайн-сервіс LearningApps.org як засіб реалізації. особистісно орієнтованого навчання студентів математичних дисциплін. Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодення і перспективи: матеріали V Всеукр. наук.-практ.конф., 19–20 листопада 2019 р. Полтава : Астрая, 2019. С. 113–114.

Trainee teacher at computer science and information and communication technologies department

Kovtaniuk Maksym Serhiiovych[1]

[1]Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

Abstract. Online and offline information services become more wide-spread in different areas of people's life on current stage of the computerization of society. They are one of the cognition's instrument. The modern education's task is the training of teachers, that fluently navigate in global information space. They should master knowledge and skills of searching, information's processing and preservation, using modern computer technologies.

The paper demonstrates the problem of effective usage of interactive technologies, web services, throughout the pedagogic expert's training to professional occupation.

It has been found that the interactive web services' usage let to make the study more personalized within the general education process.

Keywords: web services, online resource, interactive technologies, web resource, interactive module.

УДК 330.101+81'22

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ «ЕКОЛОГІЗАЦІЇ» ТЕКСТІВ ПРОФОРІЄТАНЦІЙНИХ ВІДЕОРОЛИКІВ

Кузьміна А.І.[1]

[1]аспірантка кафедри інформаційних управляючих систем та технологій, Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

alistiklenovo@gmail.com

Анотація. Розвідку присвячено розгляду інформаційно-комунікаційних технологій як інструментів «екологізації» текстів профорієнтаційних відеороликів. Пояснено сутність та

наголошено на зв'язках між поняттями «інформаційно-комунікаційні технології», «вплив», «профорієнтаційний відеоролик». Запропоновано модель застосування ІКТ для редукування патогенного (руйнівного) впливу текстів профорієнтаційних відеороликів.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні технології, вплив, засіб впливу, метод впливу, профорієнтація, профорієнтаційний відеоролик.

За визначенням О. Жук, інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) представляють собою «сукупність методів, засобів і прийомів, що використовуються для добору, опрацювання, зберігання, подання, передавання різноманітних даних і матеріалів, необхідних для підвищення ефективності різних видів діяльності» [1]. Однак пріоритетним напрямом для впровадження та апробації до сьогодні залишається сфера освіти «у зв'язку з відсутністю не тільки методичної бази їхнього використання, а й методології розробки ІКТ для освіти, що примушує педагога на практиці орієнтуватися лише на власний досвід і вміння емпірично шукати шляхи ефективного застосування інформаційних технологій» [2, с. 15], хоч у цьому руслі вже зроблено чимало. Зокрема проінспектовано механізми комп'ютерно-орієнтованого (Е. Драган, І. Капустян) і хмарно-орієнтованого (Т. Вакалюк, С. Литвинова, М. Шишкіна) навчання, сформульовано методичні рекомендації щодо застосування дистанційних технологій у навчальному процесі, а також мережних (Т. Вдовичин), Wiki- (Л. Варченко-Троценко), мультимедійних (В. Коваленко), програмно-імітаційних (Д. Антонюк) технологій. Не опиняються поза горизонтом наукової зацікавленості й технології віртуалізації (О. Головня), ігрові стимулятори (В. Концедайло), а також різноманітні системи типу DSpace (О. Олексюк) та Delphi (С. Петренко) тощо, що тестуються одночасно як засоби формування ІКТ-компетенцій працівників сфери освіти та інструменти реалізації чималої кількості потреб освіти. Проте варто відзначити, що численні експериментальні зондування окресленого питання стосуються здебільшого навчального процесу, що передбачає оволодіння певними компетенція ми, залишаючи поза увагою особливості застосування ІКТ у профорієнтаційній діяльності освітян, що також належить до векторів їхньої роботи. Саме це й указує на актуальність нашої розвідки, що також употужнюється через фокусування на ще невирішеному в науці питанні доцільності використання ІКТ як інструментів для «екологізації» текстів профорієнтаційних відеороликів, що пропонуються для перегляду українським школярам 10–11 класів.

В «Енциклопедії освіти» за редакцією В. Кременя професійна орієнтація, або профорієнтація трактується в такий спосіб: «комплексна науково обґрунтована система практичних методів і засобів впливу на особистість із метою забезпечення самостійного й усвідомленого вибору професії, її освоєння та здійснення професійної діяльності на основі врахування індивідуально психологічних властивостей людини і потреб ринку праці в кадрах» [3]. Повністю погоджуючись із запропонованою дефініцією, все ж дозволимо собі зробити певні уточнення. На нашу думку, поняття «засіб впливу» тяжіє до термінологічного апарату лінгвістики, оскільки, як стверджує О. Щербак, «основним засобом впливу вважається слово, підкріплене невербальними елементами» [4, с. 45]. Своєю чергою, поняття «метод впливу» ми зараховуємо до кола міждисциплінарних і вважаємо, що ІКТ цілком можуть слугувати його гіпонімними складниками насамперед у царині комп'ютерних наук. Крім цього, припускаємо, що ІКТ доцільно розглядати як інструменти для «екологізації» текстів профорієнтаційних відеороликів, тобто як інструменти, що редукують патогенність вербального ряду короткометражного кінопродукту (про патогенний впливу детальніше див. у працях Б. Потятиника [5] і Т. Ковалевської [6]). Доведемо зазначену гіпотезу.

Профорієнтаційний відеоролик є одним із продуктів кінодискурсу, маючи з ним однаковий набір структурних елементів (див. праці W. Buckland, A. Redei, N. Shmidt, P. Wollen, A. Newton), хоч функційно пов'язаний із рекламним дискурсом. Для створення профорієнтаційних відеороликів вітчизняні розробники вдаються до т. зв. копіювання рекламних фраз (Пор.: *Педагогічний факультет* ***чекає саме на Вас*** (профорієнтаційний ролик ЛНУ імені

І. Франка) та *Затишне та якісне житло* ***чекає саме на Вас*** (реклама компанії «УкрБуд»)), у яких убудовано як сугестійні, так і маніпулятивні механізми. Також доречно з цією метою використовувати й різноманітні ІКТ, до яких належать 1) електронні підручники, комп'ютерні тренажери; 2) мультимедійне обладнання; 3) соціальні Інтернет-сервіси; 4) бібліотечні Інтернет-ресурси; 5) хмарні сховища даних; 6) мережеві екрани, фаєрволи; 7) довідкові системи; 8) вебанімації; 9) технології HTML, JavaScript тощо (детальніше див. у [7]), хоч найпопулярнішими серед розробників виявляються останні два, оскільки вони найефективніше «використовуються для структурування вербальної інформації, динамізують її подання та створюють ефект власної фіксації необхідної інформації» [8, с. 275]. Проте до сьогодні ІКТ розглядаються як елементи «прикрашання» та «полегшення сприйняття» вербальної інформації, попри те, що вони мають неабиякий потенціал у редукуванні патогенного та маніпулятивного впливу. У зв'язку з цим ми пропонуємо модель застосування ІКТ у профорієнтаційній діяльності вишів, зокрема під час створення відповідних відеороликів (див. схему 1). Додамо, що Державною службою зайнятості України створено 20 анімаційних відеороликів профорієнтаційного спрямування, які відповідно до висновку Національної Ради України з питань телебачення і радіомовлення мають формат соціальної реклами. Метою роликів є спонукання учнів шкіл та випускників до вивчення своєї майбутньої професії. Кожна серія – це розповідь про професію, яка має попит на вітчизняному ринку праці сьогодні та матиме його в найближчому майбутньому. Відеоролики можна побачити на офіційному каналі ДСЗ у відеохостингу YouTube.

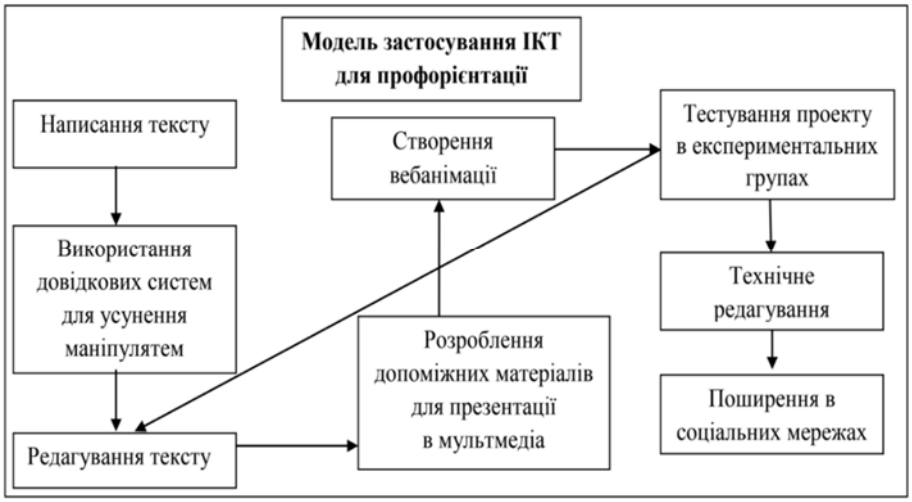


Схема 1. Модель застосування ІКТ для екологізації текстів профорієнтаційних відеороликів

Отже, процес перегляду профорієнтаційних роликів повинен бути скерований на визначення ставлення учнів до професій, формування усвідомлення ними важливості вибору фаху для майбутнього життя. Це значно впливає на формування у старшокласників чіткої мотивації у процесі вибору ними майбутньої професії, поліпшує сприймання та засвоєння учнями старшої школи відомостей профорієнтаційного змісту з урахуваннями вікових та індивідуальних особливостей, рівня їхніх здібностей, нахилів та вподобань. За допомогою правильного подання текстового контенту профорієнтаційних відеороликів із наявними маркерами сугестії, проте без маніпулювання, можна залучити до здобуття вищої освіти чималу кількість осіб без завдання їм психологічної шкоди. Тому використання ІКТ для реалізації цієї задачі потребує два етапи редагування (мовного й технічного), а також тестування в експериментальних групах.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Жук О. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у вивченні економіки. URL: https://www.socosvita.kiev.ua/sites/default/files/Zhuk_PROCEEDING-IES-2016.pdf

[2] Глущенко Г. М. Стан і перспективи запровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчально-виховний процес системи професійно-технічної освіти. *Комп'ютер у шк. та сім'ї*. 2012. № 1. С. 15–16.

[3] Енциклопедія освіти / голов. ред. В. Г. Кремень ; Акад. пед. наук України. Київ : Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.

[4] Щербак О. В. Впливова динаміка лінгвосеміотичних кодів у рекламному дискурсі : дис. канд. філол. наук. Одеса, 2018. 289 с.

[5] Потятиник Б. В. Патогенний текст у масовій комунікації: ідентифікація, типологія, нейтралізація : дис... д-ра філол. наук : 10.01.08. Львів, 1996. 349 с.

[6] Ковалевська Т. Ю. Комунікативні аспекти нейролінгвістичного програмування. Одеса : Астропринт, 2008. 2008. 324 с.

[7] Швачич Г. Г., Толстой В. В., Петречук Л. М., Іващенко Ю. С., Гуляєва О. А., Соболенко О. В. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології : Навчальний посібник. Дніпро : НМетАУ, 2017. 230 с.

[8] Щербак О. В. Лінгвосеміотичні коди в дискурсі української комерційної телереклами: виміри впливу : монографія / Олена Щербак ; за ред. Т. Ю. Ковалевської. Львів-Торунь : Liha-Pres, 2021. 342 с.

Information and communication technologies as a tool for "Ecologization" of texts of vocational videos

Kuzmina A.I.[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The investigation is devoted to the consideration of information and communication technologies as tools for "ecologization" the texts of career guidance videos. It is explained the essence and the connections between the concepts of "information and communication technologies", "influence", "career guidance video". A model of ICT application for reducing the pathogenic (destructive) influence of career guidance videos is proposed.

Key words: information and communication technologies, influence, means of influence, method of influence, vocational guidance, vocational guidance video.

УДК 004.773.7:378.091.313

ОНЛАЙН-СЕРВІСИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЄКТНОГО НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Медведєва М.О.[1], *Криворучко І.І.* [2]

[1]кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри інформатики і інформаційно-комунікаційних технологій Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, м. Умань, Україна

m.o.medvedeva@udpu.edu.ua

[2]викладач-стажист кафедри інформатики і інформаційно-комунікаційних технологій Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, м. Умань, Україна

krivoruchkoi43@udpu.edu.ua

Анотація: у статті запропоновано найпопулярніші онлайн-сервіси та онлайн-платформи для реалізації проєктного навчання в умовах пандемії. Відзначено, що платформи для дистанційного навчання, сервіси відеотелефонного зв’язку, онлайн-сервіси для обміну інформацією, віртуальні інтерактивні дошки, ресурси для створення спільних документів, презентацій, ментальних мап, інтерактивних завдань і опитувань та інтерактивні симуляції дають

змогу учасникам освітнього процесу вирішити усі навчальні завдання у процесі реалізації проєктної діяльності.

Ключові слова: проєктне навчання, проєктна діяльність, онлайн-сервіси, здобувачі освіти, ЗВО.

Основним завданням закладів вищої освіти (ЗВО) є підготовка сучасного конкурентоспроможного фахівця здатного до навчання протягом життя. В сучасному світі розвиток в усіх сферах діяльності людини відбувається занадто стрімко, тому майбутній фахівець має володіти відповідними компетентностями, які допоможуть йому адаптуватися до змін та самостійно здобувати знання і вміння відповідно до наукового й технічного прогресу, а також застосовувати їх на практиці. Реалізація проєктного навчання та проєктної діяльності здатна допомогти у вирішені цього завдання.

Науковці, які досліджували проблему впровадження проєктного навчання та проєктної діяльності, зокрема, О.М. Пєхота, Н.Ю. Пахомова, І.Г. Єрмаков, С.М. Шевцова, Н.С. Назаренко, З.Я. Шацька, С.А. Лічукова, А.І. Комишан, Н.Б. Щокіна, О.М. Сипченко, Ю.С. Пожитько, Д.А. Моторіна та інші, вважають проєктну діяльність актуальною та ефективною технологією навчання, яка здатна покращити мотивацію здобувачів освіти до навчання та підвищити їх рівень навчальних досягнень.

Проєктна діяльність – конструктивна і продуктивна діяльність особистості, спрямована на розв'язання життєво значущої проблеми, досягнення кінцевого результату в процесі цілепокладання, планування і здійснення проєкту. Проєктна діяльність належить до унікальних способів людської практики, пов'язаної із передбаченням майбутнього, створенням його ідеального образу, здійсненням та оцінкою наслідків реалізації задумів. Проєктування виступає як творча, інноваційна діяльність, оскільки завжди спрямована на створення об'єктивно і суб'єктивно нового продукту [3].

Закордонні науковці Філліс К. Блуменфельд, Елліот Солоуей, Рональд В. Маркс, Джозеф С. Крайчик, Марк Гуздіал та Аннемарі Палінчсар під проєктним навчанням розуміють комплексний підхід до викладання та навчання в аудиторії, який покликаний залучити студентів до дослідження справжніх проблем. На їх думку, проєкти мають потенціал допомогти людям навчатися, впливають на мотивацію та мислення [1].

Отже, під проєктним навчанням ми будемо розуміти метод, навчаючись за допомогою якого, студенти досліджуючи конкретні, цікаві й складні завдання отримують ґрунтовні знання та розвивають необхідні навички, зокрема Soft skills.

Будь-який проєкт потребує спільної роботи в команді. В умовах пандемії організувати спільну діяльність без використання інформаційних технологій (ІТ), зокрема хмарних, неможливо. Тому під час організації проєктного навчання, яке у 2020-2021 навчальному році у ЗВО відбувалося здебільшого дистанційно, ми використовували наступні онлайн-платформи та онлайн-сервіси:

- платформи для дистанційного навчання – Moodle, Google Classroom, Cisco Networking Academy;
- сервіси відеотелефонного зв'язку – Google Meet, Cisco Webex Meetings, Zoom, Microsoft Teams;
- онлайн-сервіси для обміну інформацією – Viber, Telegram, Messenger, Instagram, електронна пошта, чат в Moodle;
- віртуальні інтерактивні дошки – Padlet, Jamboard;
- вебресурси для створення для створення спільних документів – Google Документи, Google Таблиці;
- ресурси для створення презентацій – Canva, Prezi, Beautiful, Google Презентації;
- ресурси для створення ментальних мап – Mindomo, Mindmeister, Coggle;
- веб-ресурси для створення інтерактивних завдань та опитувань – Learningapps.org, Kahoot!, Mentimeter, Google Forms;
- інтерактивні симуляції для природничих наук, математики та інформатики – Phet Colorado, Go-Lab [2].

Використання даних онлайн-сервісів під час організації проєктної діяльності в умовах карантину дають змогу користувачам формувати групи, ставити завдання учасникам команди, комунікувати, організовувати відеозв'язок, спільно працювати в реальному часі, планувати та зберігати результати спільної роботи тощо.

Онлайн-сервісів, за допомогою яких можна впроваджувати проєктну діяльність, набагато більше. ІТ-компанії постійно створюють нові та удосконалюють існуючі онлайн-сервіси, які можна використовувати в освітньому процесі. Але завдання викладача підібрати оптимальний набір онлайн-сервісів, який урізноманітнить навчання, активізує навчальну діяльність студента та створить позитивну атмосферу для свідомого здобуття знань.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Phyllis C. Blumenfeld, Elliot Soloway, Ronald W. Marx, Joseph S. Krajcik, Mark Guzdial & Annemarie Palincsar (1991) Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning, Educational Psychologist, 26:3-4, 369-398, DOI: 10.1080/00461520.1991.9653139.

[2] Svitlana Lytvynova, Mariia Medvedieva. Educational Computer Modelling in Natural Sciences Education: Chemistry and Biology Aspects // Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops, Kharkiv, Ukraine, October 06-10, 2020. CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073). Vol. 2732. 2020. Pp. 532-546. http://ceur-ws.org/Vol-732/20200532.pdf

[3] Єрмаков І.Г., Шевцова С.М. Метод проектів у контексті життєвих результатів діяльності учнів // Проектна діяльність у ліцеї: компетентнісний потенціал, теорія і практика: Науково-методичний посібник / За редакцією С. М. Шевцової, І. Г. Єрмакова, О. В. Батечко, В. О. Жадька. К.: Департамент, 2008. 520 с.

Online services for organization of project training in higher education institutions

Medvedieva Mariia Oleksandrivna[1], Kryvoruchko Inna Ihorivna[2]
[1-2]Uman State Pedagogical University.

Abstract: the article offers the most popular online services and online platforms for the implementation of project-based learning in a pandemic. It is noted that distance learning platforms, videophone services, online information exchange services, virtual interactive whiteboards, resources for creating joint documents, presentations, mental maps, interactive tasks and surveys, and interactive simulations enable participants in the educational process to solve all educational tasks in the process of project activity implementation.

Key words: project training, project activity, online services, students, higher education institution.

УДК 004.93

АНАЛІЗ КЛАСИЧНИХ МЕТОДІВ В ПРОБЛЕМАТИЦІ ДИСЦИПЛІН МАШИННОГО НАВЧАННЯ, КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ І РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Михаліченко П.Є.[1], Дудченко О. М.[2]

[1]доктор технічних наук, завідувач кафедри автоматики та електроустаткування Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон, Україна

pahamihali4@gmail.com

[2]кандидат технічних наук, професор кафедри інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія, м. Херсон, Україна

kbnuos@gmail.com

Аннотация. Розглянуті основні методи компютерного зору, що можуть бути застосовані для розпізнавання образів надводних транспортних засобів. Проведено критичних аналіз різних підходів розпізнівання образів. І за результатами досліджень приінято рішення про застосування штучних нейронних мереж.

Ключові слова: компютерний зір, штучна нейронна мережа, машинне навчання, штучний інтелект.

Однією з найважливіших областей досліджень і розробки сучасних іформаційно-обчислювальних систем є області машинного навчання (МН), розпізнавання образів і комп'ютерного зору. Прискорюються темпи розвитку технологій інформаційного суспільства, розвиток робототехніки, розвиток концепцій «розумний будинок» і «розумне місто». Розвиток інтернету і систем штучного інтелекту визначають цій області особливе місце в сучасній науці та техніці. У багатьох прикладних задачах в практиці сучасного програмування використовують методи збору даних, кластеризації і класифікації, методи статистичного висновку. У повсякчасному житті, як і в корпоративну, і в промисловому середовищі починають впроваджувати технології, які стирають межу між реальним і віртуальним простором, що вимагає нового якісного рівня впроваджуваних технологій розпізнавання. Сфера їх застосування в останні роки зросла: те що раніше вважалися складними завдання розпізнавання сьогодні цілодобово вирішуються мобільними пристроями пересічних громадян. Комп'ютеризація простору з вираженою топологією, такі як «розумний дім» рядового користувача, доповнена і розрахована на багато користувачів віртуальна реальності різного ступеня занурення, ускладнюючий штучний інтелект (ШІ) в комп'ютерних іграх різного призначення вимагають нових ідей і підходів, нового рівня точності та швидкості розпізнавання образів.

Ефективність розпізнавання образів в процесі роботизації, економіки і виробництва, роботизації рятувальних заходів, роботизації збройних сил та інших корпоративних об'єднань, вирішує питання збереження людських життів.

Метою даної роботи є розробка проекту ефективної багатоступінчастої системи виявлення надводних транспортних об'єктів, визначення їх параметрів в умовах недостатньої видимості, шумів різного походження, низької чіткості кадрів і невисокої роздільної здатності записуючого обладнання. Система повинна бути розроблена для комплексів розвідувальних безпілотних апаратів, що виконують групове завдання в автономному режимі.

Комп'ютерний зір (КЗ).

Область КЗу, в свою чергу, розвивається як теорія і технологія створення машин, які виробляють виявлення, відстеження і классифікацію об'єктів. Як наукова дисципліна, КЗ тісно пов'язане з МН і теорією розпізнавання образів, але відноситься до більш спеціалізованной сфери теорії та технології створення штучних систем, які отримують інформацію і оперіючи інформацією з зображень [1, с. 134]. Автоматичне планування або прийняття рішень на основі систем КЗ так само займає важливу частину в області ШІ, оскільки автономні системи досить складного рівня організації, що виконують деякі механічні дії (наприклад, переміщення робота через деяке середовище), потребують високорівневих даних, складових інформації про середовище, в якій вони функціонують. Тому КЗ, як і разпізнавання образів, тісно пов'язане з обробкою сигналів, адже багато методів обробки одновимірних сигналів можуть бути природним шляхом розширені для обробки двовимірних або багатовимірних сигналів в рамках теорії КЗ, що використовує статистику, методи оптимізації та геометрії.

Комп'ютерний зір також тісно пов'язане з областями обробки зображень і машинного зору. Область обробки зображень зосереджена на аналізі і перетвореннях одних зображень в інші з використанням математичних методів. Область машинного зору, часто розглядається як розділ більш простої теорії КЗ, зосереджена на технологіях промислового застосування. Існують також і інші більш вузькі області, пов'язані, і залежать або виникли на основі теорії КЗ, такі як, наприклад, область візуалізації, що зосереджена на процесі створення зображень, їх обробкою і аналізом [1, с. 256].

Теорія КЗ досліджує методи обробки не тільки двомірних зображень, але і працює з тривимірними сценами.

В даний момент не існує ні стандартного формулювання проблеми КЗ, ні формулювання того як повинна вирішуватися проблема КЗ, замість чого розроблена маса методів для вирішення різних певних завдань, при цьому використовуються методи рідко узагальнюються для широкого кола застосування. Як і в розглянутих вище двох великих теоріях, досліджуваних і застосованих в даній роботі, цей фактор породжує складності при вирішенні загальної проблеми індукції в теорії КЗ.

Класичні методи машинного навчання, розпізнавання образів і комп'ютерного зору

Тут і далі теорія комп'ютерного зору, теорія розпізнавання образів, теорія МН і обробка зображень будуть розглядатися в сенсі розпізнавання образів в КЗ. В іншому випадку буде зазначений інший сенс.

Класичні методи КЗ, розпізнавання образів і МН можна умовно розділити на три групи: методи фільтрації; методи аналізу; дескриптори особливих точок; штучні нейронні мережі.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с

Analize of classical methods in the problem of the machine science, computer science and image design

Mykhalichenko Pavlo[1], Dudchenko Oleg[2]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch. Kherson, Ukraine

Annotation. The basic methods of computer vision are shown, so that they can be fixed for the development of images of above-water transport vehicles. Critical analyzes of the development of images have been carried out. I following the results of the research, a decision was made about storing piece neuronal fences.

Key words: computer vision, artificial neural network, artificial intelligence., machine learning.

УДК 004.93

ВИБІР НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗУ НАДВОДНИХ СУДЕН

Михаліченко П.Є.[1], Дудченко О.М.[2],
Латанская Л.О.[3], Родін П.А [4]

[1]доктор технічних наук, завідувач кафедри автоматики та електроустаткування Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
pahamihali4@gmail.com

[2]кандидат технічних наук, професор кафедри інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
kbnuos@gmail.com

[3]кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
e-mail:llatanskaya@gmail.com

[4]студент-магістр кафедри інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
rodin.ua@gmail.com

Аннотация. Проведено аналіз нейронних мереж. Визначено їх особливості застосування у вирішенні задач машинного навчання. Проведено аналіз топології нейронних мереж. Приведено опис згортаючої нейронної мережі

Ключові слова: компютерний зір, штучна нейронна мережа, топологія нейронних мереж, штучний інтелект, згортаючі нейронні мережі.

Штучна нейронна мережа (ШНМ) є концептуальною моделлю біологічної нейронної мережі і складається з пов'язаних різним чином шарів штучних нейронів (ШН), які організовують загальну активну структуру і функціонально впливають на роботу один одного. У більшості архітектур ШНМ активність нейрона визначається перетворенням зовнішнього сумарного впливу інших нейронів на даний нейрон [1].

З моменту свого зародження технології ШНМ розвивалися досить відокремленим від класичних методів шляхом, нерідко докорінно змінюючи уявлення про предмет в сукупній проблематиці теорій МН і розпізнавання образів, роблячи значний вплив на теоретичний, термінологічний і методологічний апарати цих дисциплін. З цього часу в науковому співтоваристві сталося кілька спадів і підйомів інтересу до цього напрямку, але, завдяки деяким проривів в теорії ШНМ, широке практичне застосування нейромережеві технології отримали порівняно недавно.

Через деякий час після розвитку базових моделей ШНМ, відбулася принципова поділ, який охоплює науки про НМ на види топологій архітектури мереж і методи навчання мереж.

У більшості архітектур ШНМ передавальні функції активації нейронів фіксовані, а ваги синапсів є параметрами мережі. Деякі входи нейронів є зовнішніми входами сукупної мережі, а деякі виходи нейронів - виходами сукупної мережі [2, с. 538]. Робота НМ полягає в перетворенні вхідного вектора у вихідний вектор, що здійснюється вагами і топологією мережі.

Навчання оригінального неокогнітрона відбувається так само без вчителя. Як і у випадку з когнітроном, воно відповідає процедурі виділення набору факторів подібно методу головних компонент і відбувається природним шляхом в процесі самоорганізації мережі.

З високою ефективністю неокогнітрон часто застосовується для розпізнавання рукописного тексту, номерів автомобілів і будинків [3, с. 57].

Сучасні глибокі згортуючі нейронні мережі засновані на ідеях, що лежать в основі неокогнітрона, і сьогодні застосовуються для вирішення широкого кола завдань: від промислових, корпоративних та дослідницьких до повсякденних побутових, включаючи завдання, які вирішуються мобільними пристроями.

В основі сучасних глибоких нейронних мереж, як правило, лежать архітектури мереж згортаючого типу, таких як когнітрон і неокогнітрон. Їх ефективність і стрімкий розвиток обумовлено гібридним підходом до архітектурних рішень, розвитком методів навчання, додаткових методів захисту від перенавчання. Внаслідок зростаючої популярності глибоких згортуючих ШНМ досягаються суттєві успіхи. Процес навчання ШНМ розглядається як налаштування архітектури і ваг зв'язків між нейронами (параметрів) для ефективного виконання поставлених перед ШНМ завдань. Існує два великих класу навчання ШНМ: клас детермінованних методів і клас стохастичних методів.

В клас детермінованних методів входять методи, в основі яких лежить ітеративна корекція параметрів мережі, в ході поточної ітерації, яка ґрунтується на поточні параметри. Основним детермінованним методом і найпоширенішим методом навчання ШНМ сьогодні взагалі є метод

зворотного поширення помилки [4, с. 391]. В клас стохастичних методів входять методи, що змінюють параметри мережі випадковим чином і зберігають тільки ті зміни параметрів, які привели до поліпшення результатів. Стохастичні алгоритми навчання реалізуються за допомогою порівняння помилок і деякі з них пов'язані з проблемою «пастки локального мінімуму», розв'язуваної за допомогою деяких ускладнень стохастичних алгоритмів.

Згортаючі нейронні мережі (convolutional neural networks, CNN) і глибокі згортаючі нейронні мережі (deep convolutional neural networks, DCNN) кардинально відрізняються від інших мереж [5].

Вони використовуються в основному для обробки зображень, іноді для аудіо та інших видів вхідних даних. Типовим способом застосування CNN є класифікація зображень: якщо на вхід подається зображення кішки, мережа видасть «кішка», якщо картинка собаки - «собака». Такі мережі зазвичай використовують «сканер», що не обробляє всі дані за один раз. Наприклад, якщо у вас є зображення 200x200, ви захочете будувати шар мережі з 40 тисяч вузлів. Замість цього мережа вважає квадрат розміру 20x20 (зазвичай з лівого верхнього кута), потім зрушиться на 1 піксель і вважає новий квадрат тощо. Слід зауважити, що ми не розбиваємо зображення на квадрати, а скоріше повземо по ньому. Ці вхідні дані потім передаються через згортаючі шари, в яких не всі вузли з'єднані між собою. Замість цього кожен вузол з'єднаний тільки зі своїми найближчими сусідами. Ці шари мають властивість стискуватися з глибиною, причому зазвичай вони зменшуються на який-небудь з подільників кількості вхідних даних (наприклад, 20 вузлів в наступному шарі перетворяться в 10, в наступному - в 5), часто використовуються ступеня двійки. Крім згортальних шарів є також так звані шари об'єднання (pooling layers). Об'єднання - це спосіб зменшити розмірність одержуваних даних, наприклад, з квадрата 2x2 вибирається і передається найбільш червоний піксель. На практиці до кінця CNN прикріплюють FFNN для подальшої обробки даних. Такі мережі називаються глибокими (DCNN), але назви їх зазвичай взаємозамінні.

Виконавши аналіз топології нейронних мереж для розпізнавання суден було обрано згортаючи нейронні мережі.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Теория распознавания образов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/ теория_распознава-ния_образов.

[2] Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изда-ние. / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2008. – 1103 с.

[3] Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника: Тео-рия и практика. / Ф. Уоссермен - М.: Мир, 1992. – 184 с.

[4] Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с. [5] LeCun, Yann, Gradient-based learning applied to document recognition / Yann LeCun. – Proceedings of the IEEE 86.11, 1998 – p. 2278-2324.

Selection of a neural network for image recognition of surface ships

Mykhalichenko Pavlo[1], Dudchenko Oleg[2], Latanskaya Lyudmila[3], Rodin Pavlo[4]
[1-4]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch
Kherson, Ukraine

Annotation. The analysis of neural networks is carried out. Their peculiarities of application in solving machine learning problems are determined. The analysis of the neural networks topology is carried out. A description of the convolutional neural network is given

Key words: computer vision, artificial neural network, topology of neural networks, artificial intelligence, convolutional neural networks.

УДК 004.94

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ

Партас В.К.[1], Удовицький Д.В.[2]
[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій Національного університету кораблебудування, м. Миколаїв, Україна
viktor.partas@nuos.edu.ua
[2]кандидат технічних наук, директор ТОВ «Технос», м. Миколаїв, Україна
info@techno-sys.com

Аннотация. В роботе представлено модифицированный метод вариационного параметрического моделирования, предусматривающий формирование ограничений и наложение связей между объектами в зависимости от особенностей конструкции. Метод реализован в составе программных средств проектирования корпусной мебели и позволяет существенно сократить общий процесс проектирования.

Ключові слова: автоматизоване проектування, параметризація, варіаційне моделювання, корпусні меблі

О параметрическом моделировании в системах автоматизированного проектирования (САПР) заговорили уже более 30-и лет тому назад [1, с. 378]. Современные САПР невозможно представить без элементов параметризации как одно из мощнейших инструментов, направленных на сокращение сроков проектирования. Каждый из известных методов параметрического проектирования нашёл своё место в реализации инструментов конструктора [2, с. 37]. Иерархическое проектирование отлично подходит при соблюдении строгой последовательности построения конструктивных элементов, но не позволяет создавать объекты из произвольных, хаотически создаваемых конструктором (только по ему известной логике) элементов. Этот недостаток устраняется при использовании вариационного параметрического проектирования. При наложении ряда ограничений и взаимосвязей между элементами любые геометрические изменения объекта в целом вызывают автоматический пересчёт параметров и положения всех составляющих элементов при помощи геометрического решателя [3].

К сожалению, вариационное моделирование в традиционном понимании наиболее эффективно при проектировании сложных объектов [4], но теряет свою привлекательность при реализации для проектирования менее сложных конструкций, какими является корпусная мебель, однако имеющие свои особенности.

Корпусные конструкции имеют преимущественно схожую топологию, однако конструктивные решения отличаются большим разнообразием, притом преобладают индивидуальные. Как следствие, широко используется метод прототипирования, предусматривающий изменение геометрических параметров изделия в целом, при этом сохраняя заданные табличные параметры отдельных элементов.

При относительно простой модели отдельных деталей (преимущественно детали имеют прямоугольную форму), изделия, состоящие из них (сборки), могут иметь весьма сложную структуру, зачастую рекурсивную, что существенно усложняет модель. Также, при проектировании характерен процесс «быстрого» принятия решения, проектирование «на лету», с возможностью получения эскизного решения в присутствии заказчика [5].

Отмеченные выше особенности не позволяют использовать методы вариационного моделирования в традиционном смысле [2, с. 41]. Для наложения ограничений и установления связей между деталями конструкции у конструктора обычно нет времени. Кроме этого,

трудоёмкость установки или корректировки этих связей для каждого изделия является весьма существенной, поэтому такие проектировочные инструменты просто будут отвергнуты. ***Целью работы*** является упрощение и сокращение сроков проектирования за счёт реализации адаптивного вариационного моделирования, при котором определение связей и ограничений возьмёт на себя САПР.

Необходимо отметить, что наиболее распространённой операцией при проектировании является растяжение-сжатие существующих изделий. При выполнении этой операции в интерактивном режиме вектор растяжения / сжатия (вектор изменения) находится в плоскости, т.е. изделие меняет свои размеры по двум координатным осям. Однако это не исключает трёхмерного изменения размеров изделия, например, когда конструктор заранее знает точные размеры будущего изделия. В связи с этим, в данной работе рассматривается только преобразование составных объектов корпусных конструкций путём изменения их размеров по координатным осям (рис. 1), в результате чего каждая деталь конструкции может изменить размеры и координаты положения в конструкции. Очевидно, что поворот составного объекта никак не повлияет на взаимное расположение деталей. Тогда в общем виде результирующая матрица свойств объекта $T_r = \overline{V} \cdot T_b$, где V – вектор изменения, заданный тремя координатами, T_b и T_r – матрицы начальных и конечных свойств составляющих объекта, которые представляются совокупностью габаритных размеров и координат положения каждой детали $P_i = \{L,\ B,\ H,\ X,\ Y,\ Z\}$, $i=1,N$, N - количество деталей конструкции. Таким образом, задача сводится к определению влияния вектора V на каждую матрицу P_i .

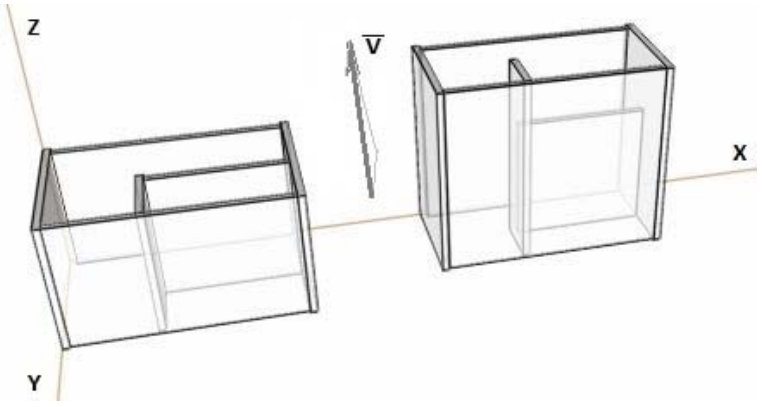


Рисунок 1. Пример преобразования составного объекта
(одновременное растяжение по оси Z и сжатие по оси X. Вектор изменения располагается в плоскости ZoY)

Наложение связей между деталями составных объектов основывается на конструктивных, технологических и традиционных особенностях конструкций, к которым можно отнести следующие:

–фиксированные размеры отдельных элементов (размеры ящиков, толщина плитного материала).

–конструктивные решения, которые должны оставаться без изменения после преобразования всей конструкции (зазоры между деталями, свесы столешницы и т.п.) (рис. 2).

С учётом вышесказанного рассмотрим общий алгоритм параметрического преобразования составного объекта. Его можно разделить на два этапа:

–подготовительный этап – определение связей и формирование ограничений;

–этап преобразований (выполняет функции геометрического решателя) – расчёт новых размеров и координат положения составляющих.

Подготовительный этап состоит из следующих шагов:

1)Анализ и предварительное определение степени свободы каждой детали.

2)Определение связей между деталями (указатели **p**, расстояния **d** и степень «жёсткости» **b**).

3)Наложение ограничений на взаимные связи деталей.

4)Формирование фиксированных блоков - совокупность деталей, составляющих последовательность жёстких связей.

Для формирования блока рассмотрим совокупность деталей в виде двунаправленного графа, вершинами которого являются сами детали, а ребра – связи между ними. Для примера рассмотрим простую абстрактную конструкцию на рис. 2., для которой формируется граф, представленный на рис. 3. Жёсткость связей обозначена знаками «плюс» и «минус».

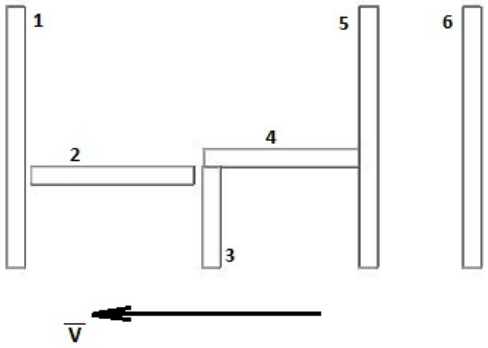


Рисунок 2. Пример составного объекта из 6 деталей

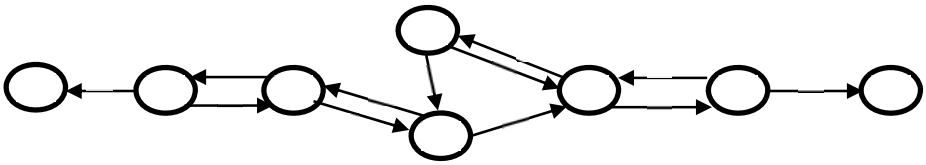


Рисунок 3. Граф связей деталей конструкции при наложении ограничений

Полученный граф необходимо нормализовать в смысле однозначности связей для обеспечения пересчёта параметров положения деталей. (рис. 4). Процесс нормализации является итерационным и выполняется до тех пор, пока изменяется хотя бы одна связь.

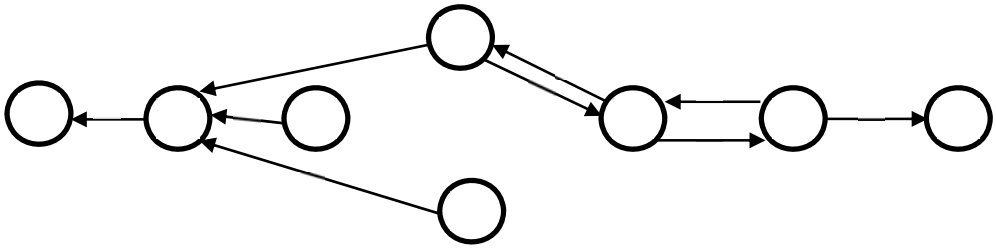


Рисунок 4. Нормализованный граф связей деталей конструкции.

5)Изменение положения и размеров деталей.

Вначале необходимо перемещать детали фиксированных блоков, новое положение которых определяется из выражения:

$$P_к = P_н + V + d * k * b$$

где:

$P_к$ – конечное положение детали; $P_н$ – начальное положение детали;

Для остальных деталей сначала определяются новые размеры, пропорционально коэффициенту k, а затем - новое положение с учётом пересчитанных размеров.

Представленный способ преобразования составных объектов конструкций корпусной мебели реализован в программе проектирования Астра Конструктор [6].

Выводы. Представленный адаптивный метод вариационного моделирования освобождает конструктора от трудоёмкой и требующей тщательного подхода операции наложения

ограничений и связей между объектами конструкции, что существенно сокращает сроки проектирования. Реализация метода и его использование в составе действующей САПР показала его эффективность и жизнеспособность. Безусловно, что при использовании в конструкциях, существенно отличающихся от конструкций корпусной мебели, потребуется, возможно, наложение дополнительных связей конструктором.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Ли К. (2004). Основы САПР (CAD/CAM/CAE). СПб.:Питер.

[2] Малюх В. (2013). Введение в современные САПР. Москва:ДМК.

[3] Ершов, А. (2007). Новый метод моделирования задач параметрического проектирования. Все возможности вариационного подхода при эффективности иерархического. САПР и графика, 9, 37-40.

[4] Булгаков, В. (2013). Инструменты для виртуозного исполнения работы инженера-конструктора в новой версии КОМПАС-3D V14. САПР и графика, 1, 11-16.

[5] Бунаков, П. (2009). БАЗИС 8.0: новые возможности автоматизации мебельных предприятий. САПР и графика, 9, 21-24.

[6] Програмне забезпечення для професійного виробництва меблів. Астра Конструктор Меблів. Взято з http://www.astrapro.com.ua/default.asp?page=astra-konstruktor-mebeli

Parametric modeling of composition objects in the design of the case furniture

Partas Viktor[1], Udovitsky Dmitro[2]
[1]National University of Shipbuilding
[2]Technos LTD

Abstract. The paper presents a modified method of variational parametric modeling, which involves the formation of constraints and relationships between objects depending on the design features. The method is implemented as part of software for cabinet furniture design and allows to significantly reduce the overall design process.

Keywords: automated design, parameterization, variational modeling, cabinet furniture

УДК 004.4:004.7

ПРОГРАМНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АТАК

Пасюк Б.Б.[1], Фаріонова Т.А.[2]
[1]аспірант кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,
bwolverine44@gmail.com
[2]кандидат технічних наук, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, Україна,
tetyana.farionova@nuos.edu.ua

Анотація. Розглядаються програмні засоби, що мають функціональні можливості для визначення мережевих атак, та визначення аномалій в комп'ютерній мережі. Проведено аналіз останніх версій систем визначення атак (СВА), а також досліджень та публікацій на задану тему. Внаслідок проведеного порівняльного аналізу програмних систем виявлення мережевих атак та аномального трафіку було обґрунтовано доцільність розробки програмного рішення, що забезпечує захист від загроз 0-го дня (zero-day threats) та інших мережевих атак.

Ключові слова: мережеві атаки, аномальний трафік, комп'ютерні мережі, системи визначення атак, неавторизована сторона, інформаційна система.

Стрімкий розвиток та поширення систем електронних комунікацій або комунікаційних систем спеціального призначення (КС) обробки інформації вимагає забезпечення постійного контролю коректного їх використання та впливу кіберзагроз на стан та властивості системи (хостову або мережеву їх частину). Основними особливостями побудови та застосування КС є динамічна топологія, децентралізоване управління елементами та системами, спільний доступ вузлів до середовища передачі трафіку, масштабованість, необхідність збору значної кількості інформації про стан мережі на різних рівнях мережевої моделі OSI.

Одним із актуальних напрямів, який активно розвивається у сфері інформаційної безпеки є виявлення кібератак і запобігання вторгнень до інформаційних систем (ІС) з боку неавторизованої сторони (НАС).

Система виявлення атак (англ. Intrusion Detection System, IDS) — програмний або апаратний засіб, призначений для виявлення фактів несанкціонованого доступу в комп'ютерну систему або мережу або несанкціонованого управління ними в основному через глобальну мережу Інтернет. IDS аналізує отриманий трафік і сигналізує при виявленні підозрілої активності. Виявлення порушення безпеки проводиться з використанням евристичних правил та аналізу сигнатур відомих комп'ютерних атак. Найбільш розумним рішенням в масштабованих комп'ютерних мережах є «зеркалювання» трафіку на сервер IDS за для зменшення навантаження на сам сервер та підвищення роботоспроможності всєї комп'ютерної мережі.

Як правило, методи виявлення атак розділяють на методи виявлення зловживань і аномалій [1]. Зловживання засновані на використанні існуючих недоліків ІС. Основною відмінністю між аномалією і зловживанням є те, що аномалія – це процес, який виникає перед можливим вторгненням в систему або вказує на наявність вже існуючої атаки. Фактично, аномалія – це відхилення від нормального стану системи, незвичайна активність в ній, що може свідчити про певні атакуючі дії. Слід зазначити, що аномалія може виникнути і за інших причин, наприклад, внаслідок неправильної роботи системи.

Саме тому за допомогою ефективного аналізу аномалій, що виникають у системі, можна попередити кібератаки певних типів і вчасно вжити необхідних заходів щодо їх блокування та захисту ІС. Варто сказати, що широке використання сучасних засобів захисту від кібератак не гарантує безпеки на належному рівні, оскільки останнім часом:

- зростають атаки, спрямовані на корпоративні системи, публічні, конфіденційні та державні інформаційні ресурси;
- кібератаки, постійно модифікуються, удосконалюються і стають більш регулярними;
- виявлення кібератак класичними засобами захисту не завжди є ефективним;
- частішають випадки здійснення складних атак на ІС [1-3].

В таблиці 1 наведені функціональні можливості найбільш поширених програмних систем [4] для визначення мережевих атак.

Відповідно до проведеного аналізу можна зазначити, що сучасні програмні засоби СВА аномального принципу, в основному, засновані на математичних моделях, що потребують багато часу для отримання статистичних даних, реалізацію процесу навчання (в основному для нейромережевих систем) та здійснення інших складних і довготривалих підготовчих процедур.

Одним з недоліків СВА є закладений в неї процес створення відповідного профілю нормального стану ІС, а при її модифікації та інших змінах набрана статистика не має необхідної повноти та є неактуальною. Більш ефективні у цьому відношенні є експертні підходи, що засновані на використанні знань та досвіду спеціалістів відповідної предметної області.

Крім того, побудова відповідних методів, технічних рішень та створення засобів (СВА, виявлення кібератак та інші), орієнтованих на обробку слабкоструктурованих даних з метою

встановлення фактів несанкціонованого доступу до ІС є основою для успішної протидії відповідним кібератакам.

Таблиця 1 – Зведені дані функціональних можливостей розглянутих СВА

№	СВВ	Види кібератак		Адаптивність	Відкритість	Методи виявлення атак											Масштабованість	Система СВА	Мережева СВА	Рівень спостереження		Підтримка ОС			
		Зловживання	Аномалії			Експертний	Статистичний	Сигнатурний	Графи сценаріїв	Контроль змін	Кластерний	Динамічний	Машинного навчання	Поведінковий	Евристичний	Нечітких множин				Реакція на кібератаку	Захищеність	UNIX	Linux	Windows	MacOS
1	Snort	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
2	Prelude SIEM	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-
3	NetSTAT	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
4	Shadow	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-
5	ASAX	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-
6	Bro	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+
7	OSSEC	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
8	Cisco IPS	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
9	Arbor Networks Spectrum	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-
10	InfoWatch ASAP	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
11	IPS	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-
12	Tipping Poing NGIPS	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
13	Axoft invGUARD	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-
14	DefensePro	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
15	KATA Platform	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	Suricata	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+
17	Samhain	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
18	Security Onion	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-

Більшість СВА достатньо дорогі, мають закритий код, потребують кваліфікованого налаштування (під певні вимоги організації та сервіси), яке можуть здійснити тільки висококваліфіковані фахівці.

Результати аналізу сучасних СВА показав, що існуючі засоби не є ефективними проти нових типів вторгнень. Тому, розробка відповідних методів та математичної моделі для ідентифікації аномальних станів для СВА з метою розширення їх функціональних можливостей (за рахунок засобів, що використовують відповідний математичний апарат), дозволить цим системам бути дієвими щодо виявлення нових типів кібератак (0-day атак), які характеризуються невстановленими або нечітко визначеними критеріями у відповідному гетерогенному середовищі. Такі розширені можливості СВА дозволять їм, фактично, залишатися функціональними у потенційно небезпечному оточенні характерному впливам різноманітних загроз.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Корченко А. А., Ахметова С. Т. Классификация систем обнаружения вторжений. Інформаційна безпека. К. : НАУ, 2014. № 1 (13). № 2 (14). С. 168-175.

[2] Зоріна Т. І. Системи виявлення і запобігання атак в комп'ютерних мережа. Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2013. № 15 (204). С. 48-52.

[3] Мєшков В. І., Віролайнен В. О. Аналіз сучасних систем виявлення та запобігання вторгнень в інформаційно-телекомунікаційних системах. Проблеми безпеки інформації в інформаційно-комунікаційних системах. К.: НТУУ КПІ РТФ, 2015. №. 1. С. 1-4.

[4] Best FREE Intrusion Detection Software in 2020. Режим доступу URL: https://www.addictivetips.com/net-admin/intrusion-detection-tools/ (дата звернення 27.06.2021).

Software systems for detecting network attacks

Pasyuk Bohdan Borysovych[1], Farionova Tetyana Anatoliivna[2]

[1,2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Heroiv Ukrainy avenue, 9, Mykolaiv, 54025, Ukraine

Abstract. Software tools that have the functionality to detect network attacks and detect anomalies in a computer network are discussed. An analysis of the latest versions of intrusion detection system (IDS), as well as research and publications on a given topic were done. As a result of the comparative analysis of software systems for detecting network attacks and anomalous traffic, the expediency of developing a software solution that provides protection against 0-day threats (zero-day threats) and other network attacks was substantiated.

Keywords: network attacks, abnormal traffic, computer networks, intrusion detection system, unauthorized party, information system

УДК 330.341.1:339.13(477)

ІННОВАЦІЙНА СПРОМОЖНІСТЬ РЕГІОНІВ ЯК ЧИННИК ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

Ревенко Н. Г.[1]

[1]кандидат економічних наук, професор, професор кафедри економіки Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

bobelur@meta.ua

Анотація. Розглянуто проблемні питання забезпечення інноваційної спроможності розвитку регіонів. Зазначено необхідність підвищення інноваційної компоненти освіти випускників закладів вищої освіти. Запропоновано удосконалення системи організації використання інноваційних ідей на регіональному рівні.

Ключові слова: інноваційна спроможність, розвиток, економіка, професійна освіта, інноватизація, регіональний рівень.

Сучасний світ характеризується інтенсивним розвитком і глибокими системними змінами, які супроводжують всі напрями діяльності суспільства. Це впливає на інтенсивність появи інноваційних ідей, нових технологій, товарів, послуг, зміни в організації виробництва, в управлінні виробничими і економічними процесами, створюючи умови для інтеграції багатьох наукових галузей і наукових досягнень. Здійснювані зміни і нові технології мають одну спільну ключову ознаку. Вони створюються завдяки потужним можливостям нових інформаційних технологій, які, у свою чергу, є продуктом інноваційних відкриттів та інноваційної діяльності. Комп'ютерні можливості, доступність великих обсягів інформації, хмарні технології, технології 3D-друку, передова робототехніка та інші можливості інформаційних технологій стають

«інтелектуальними помічниками» діяльності і управління процесами суспільного розвитку і створення спільних цінностей.

Одним із суттєвих результатів застосування інформаційних технологій стала поява електронного бізнесу і нових форм спільнот у діяльності суспільства. Електронний бізнес сприяв зменшенню витрат на створення одиниці капіталу у сферах інформатизації за рахунок суттєво меншої кількості працівників ніж 10 – 15 років тому, при цьому скорочення прибутку не спостерігається.

На жаль, в Україні навіть із появою нових можливостей розвитку кількість проблем не зменшується: поширюється безробіття, особливо молоді, підвищується соціальна нерівність, існує небезпека появи автоматизованих комплексів зброї, кіберзагроз та ін. В цих умовах вибір інноваційного шляху системного і комплексного розвитку стає головним фактором зміцнення країни, прогресивного технологічного і економічного зростання суспільства. Виникає гостра потреба у створенні гнучких і відповідальних систем управління у виробничому, економічному, соціальному та екологічному середовищі, які здатні забезпечити можливості для мінімізації і подолання чинників дестабілізації за рахунок інноватизації діяльності, спрямованої на сталий, динамічний розвиток.

Процеси інноватизації суспільної діяльності характеризуються багатоаспектністю, багатосторонністю і багатосуб'єктністю. Істотно, що і механізми інноваційного розвитку регіонів також будуть мати низку відмітних рис на різних рівнях управління: державному, регіональному і місцевому. Для розробки цих механізмів на рівні держави необхідно відмовитись від існуючої формальної інноваційної політики і локальних заходів інноваційного розвитку і перейти до застосування гнучкої політики, чіткого визначення її напрямів та їх опанування, забезпечення законодавчих основ, інституційних і фінансових важелів, стимулювання і підтримки створення інноваційної продукції. При цьому слід враховувати, що при оновленні продукції і послуг суспільного виробництва з вищою доданою вартістю за рахунок запровадження інноваційних конкурентних переваг на ринку епіцентром інновацій повинні стати регіони, які мають змогу і умови для створення і забезпечення інноваційної спроможності виробничих ланок і господарюючих суб'єктів на власних територіях, гарантуючи стабільний розвиток не тільки регіонів, а і частки їх вкладу в спільний розвиток країни.

На рівні держави на часі гостро постало питання поглиблення уваги до збереження існуючого стану і напрямків підготовки фахівців нової інноваційно спрямованої формації, які не тільки матимуть професійні знання, а й володітимуть системним, інтелектуальним мисленням і здатностями до ініціації нових ідей і можливостей їх реалізації. Втім, надзвичайно розширений у системі вищої і середньої освіти України перелік спеціальностей і спеціалізацій, за якими ведеться підготовка фахівців, не забезпечує баланс між рівнем отриманих знань і видозмінюваними сферами їх застосування, зменшує можливості до участі в поліаспектних наукових дослідженнях, здатність до швидкого опанування новітніх технологій, а отже, включення нових фахівців у поле інноваційної діяльності. Існують навіть спеціальності, за якими жоден молодий спеціаліст не був працевлаштований. Це засвідчує, що система вищої і середньої професійної освіти України потребує глибокого аналізу доцільності вузької спеціалізації фахівців, посилення інноваційних міждисциплінарних компонент освіти різних наук при опануванні студентами знань. Це допоможе випускникам бути затребуваними суспільством, прагнути постійного розвитку, реалізуючи його в суспільному житті.

Однією з проблем є зменшення загальної уваги і поваги до професійних знань і кваліфікації, набутих молодими фахівцями, під час їх працевлаштування з боку роботодавців. Вимога наявності практичного досвіду стала «неписаним правилом» при прийомі на посади, які можуть займати особи з вищою чи середньою спеціальною освітою. Збільшується кількість осіб з вищою освітою, що працюють на робочих посадах і виконують типові статично повторювані операції, які не потребують професійних знань. У свою чергу навчальним закладам, які здійснюють професійну підготовку молоді, розробляючи навчальні програми, слід зосереджуватись не тільки

на теоретичних знаннях, які уособлюють попередній досвід, а й приділяти увагу міжгалузевим і науковим зв'язкам усуспільнення і взаємовпливу знань у трансформаційних процесах розвитку, зважати на їх невіддільність і спільність з новими ціннісними орієнтирами і технологіями сучасного етапу розвитку. Акцент на інноваційності в навчанні дозволить розширити діапазон обізнаності студентів з інноваційним розвитком. Одним із головних напрямів інноватизації професійного навчання повинно стати проходження виробничих і переддипломних практик студентів у науково-дослідних лабораторіях, наукових центрах, заводських підрозділах, які займаються розробкою і запровадженням інвестиційних проектів, оснащенням підприємств новітньою технікою і технологіями. Проте, в закладах вищої освіти діяльність таких лабораторій і дослідних центрів суттєво зменшилась, тому участь студентів у широкомасштабних дослідженнях, пошукових, технічних і технологічних проєктах залишається вкрай недостатньою. Не оминула ця проблема поведінкові й економічні науки. Зазначимо відсутність можливості широкої капіталізації знань щодо новітніх ідей і технологій, які містяться в захищених докторських і кандидатських дисертаціях і після захисту залишаються незатребуваними. Студенти обмежені в контактах з ученими, дослідницькими колективами через відсутність у викладачів цього виду навчального навантаження. У зв'язку з цим не розвиваються партнерські зв'язки між талановитою молоддю і досвідченими вченими, відсутні умови для розробки картки індивідуальних можливостей кожного випускника. Потенційні можливості і здатність до генерування творчих ідей у молоді слід розглядати через призму спеціально розроблених характеристик, які формують здатність до творчої діяльності.

Держава повинна найти вихід і по захисту права освіченої молоді щодо працевлаштування, підвищити відповідальність усього суспільства за зниження престижу і поваги до професійних знань, за відсутність належної підтримки фахового потенціалу і за збереження людського капіталу загалом. Врешті-решт державним органам влади необхідно підвищити відповідальність і за відсутність «економічної віддачі» від витрачених на освіту державних і батьківських коштів, за створення умов утримання молоді в країні і за забезпечення її умовами життя на рідній землі.

Серед державних заходів імплементації інноваційних складників у процеси розвитку на особливу увагу заслуговує реалізація і капіталізація науково обґрунтованих ідей, представлених у докторських і кандидатських дисертаціях, більшість яких довгі роки зберігаються в «кабінетах» і науково-технічних архівах. Це інтелектуальний продукт нації, який має невичерпний потенціал і здатен живити всі види суспільної діяльності, забезпечуючи підвищення їх продуктивності, ефективності і зменшення витратності.

Новий спектр можливостей інноваційних шляхів розвитку з'явився на регіональному рівні в результаті розширення прав регіонів отриманих ними в результаті реформування державної влади. Це дозволяє суттєво актуалізувати і активізувати процеси інноватизації діяльності у власному адміністративно-територіальному просторі регіонів і за їх межами. Вирішення складних питань вимагає забезпечення науково-технічним потенціалом, який у більшості регіонів є достатньо потужним. Мережа навчальних, наукових, проєктно-конструкторських організацій на території регіонів повинна бути залученою до розгляду фундаментальних і прикладних тем і до ефективного забезпечення їх інноваційного вирішення і запровадження у виробництво господарюючих суб'єктів різних форм власностей.

Вибір конкретних напрямів дослідження у регіонах повинен визначатися політикою економічного розвитку, галузевою специфікою, природно-кліматичними умовами, наявністю трудових та інших ресурсів. Водночас політики розвитку галузей регіонів, стратегії і плани соціально-економічного розвитку областей не містять заходи щодо розвитку науки. Серед показників оцінювання розвитку регіонів відсутні показники зростання інноваційних можливостей території, кількості реалізованих наукових ідей і співпраці влади з господарюючими суб'єктами всіх форм власності, показники підвищення творчого потенціалу молоді.

Доцільно підкреслити, що в країнах ЄС регіони тісно співпрацюють з навчальними і науковими закладами. Нові знання, інноваційні ідеї, їх впровадження є ключовими чинниками

розвитку. Існують регіональні наукові центри і агенції, з якими влада тісно співпрацює, враховуючи їх рекомендації при розробці стратегій розвитку.

Українські регіони також мають змогу отримувати інноваційні знання, створивши спільну базу наукових ідей і наукових результатів діяльності в регіонах, спрямовувати їх на забезпечення науково-технічного розвитку в усіх сферах життя і розробляти спільні рішення, що змінять поведінку господарюючих суб'єктів у напрямі зберігання, розвитку і запровадження інноваційних ідей за участю досвідчених вчених і молодих випускників закладів вищої освіти. Використання зроблених пропозицій надасть можливість створення умов для розбудови інноваційної економіки.

Innovative capacity of regions as a factor of economic development

Revenko Nadia[1]
[1]Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract. The problematic issues of ensuring the innovative capacity of regional development are considered. The need to increase the innovative component of education of graduates of higher education institutions is noted. It is proposed to improve the system of organization of the use of innovative ideas at the regional level.

Key words: innovation capacity, development, economy, vocational education, innovation, regional level.

УДК 811.111:37.091.26

СПЕЦИФІЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ТЕСТУВАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ З АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

Смуглякова М.К.[1], Кисельова Т.В.[2], Фатєєва В.Г.[3]
[1]старший викладач кафедри сучасних мов Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
marina124553@gmail.com
[2]старший викладач кафедри сучасних мов Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
tatashavasana@gmail.com
[3]старший викладач кафедри сучасних мов Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
vgfateeva@gmail.com

Анотація.Стаття представляє особливості та основні методи проведення діагностичного оцінювання базових знань та навичок студентів у процесі викладання іноземних мов. Аналізуються умови проведення тестування на заняттях з англійської мови. Визначаються деякі ефективні шляхи удосконалення підготовки та проведення діагностичних тестів.

Ключові слова: діагностичне тестування, навички, іноземна мова, рівень оцінювання

Однією із складових процесу викладання іноземної мови є перевірка і оцінювання отриманих під час вивчення іноземної мови знань, навичок і умінь студента. Уміле застосування різноманітних видів оцінювання навичок студентів дозволяє викладачеві диференціювати навчання, а студентам - контролювати власне навчання і формувати компетенцій, які необхідні їм у процесі вивчення іноземної мови.

У своєму дослідженні Дж. Ч. Олдерсон звертає увагу, що «діагностичне оцінювання знань студента є важлива галузь, яка не так добре розвинена, як інші типи мовного оцінювання, як перевірка знань і досягнень». [1. с. 178]

А. Девіс дає характеристику чотирьох основних типів мовних тестів та визначає мету діагностичного тесту, як виявлення слабких сторін знань студентів з окремих мовних навичок. [2, с.67].

Важливим аспектом діагностичного оцінювання є попередній аналіз рівня сформованості тих чи інших умінь або компетентностей студента, що допомагає викладачеві отримати важливу інформацію про те, на якому етапі вивчення нового матеріалу курсу у студента можуть виникнути проблеми, передбачити їх і спланувати кроки для їх попередження.

Результати діагностичного тесту дозволяють викладачеві проявляти гнучкість і диференційований підхід при введенні певних тем а також зрозуміти, чи відповідає курс рівню іноземної мови студента і допомогти викладачеві оцінити можливості і очікувані результати студента у вивченні пропонованого курсу.

У своїй роботі А. Теннант підкреслює, що діагностичні тести проводяться на початку курсу і часто призначені для охоплення широкого діапазону рівнів, що дозволяє проводити один і той же тест для великої кількості студентів і, виходячи з результатів , розміщувати їх у групу відповідного рівня підготовки. [4, с. 11]

На відміну від діагностичних тестів минулих років, які обмежуються тільки лексико-граматичними питаннями, сучасні тести містять у собі всі основні мовні навички такі як читання, письмо, аудіювання та говоріння.

Багато діагностичних тестів засновані переважно на питаннях з кількома варіантами відповідей і зосереджені на граматичній точності. У той час саме навчання базується на спілкуванні, де точність використовуваної мови часто грає другорядну роль.

Нарешті, основна проблема більшості діагностичних тестів, у яких використовуються питання з декількома варіантами відповідей (multiple choice), полягає в тому, що важко відрізнити студентів, які дійсно знають правильну відповідь, від тих, хто просто вгадує і яким пощастило з їх припущенням, що іноді ставить під сумнів достовірність і надійність даного виду оцінювання.

Таким чином, діагностичне тестування є важливим засобом перевірки базових знань іноземної мови, результати якого можуть являти собою цінний ресурс для викладача при підборі матеріалів і плануванні занять, що відповідають меті навчання курсу і потребам студентів.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Фоломкина С. К. Тестирование в обучении иностранному языку. Иностр. языки в школе. М.: 2006. — 289 с.

[2] Павловская И. Ю., Башмакова Н. И. Основы методологии обучения иностранным языкам: Тестология. Издание 2-ое, исправленное и дополненное — СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 2007 г. — 194 с.

[3] David Jaques. When Teaching Becomes Learning. Teaching Strategies in Higher Education. Effective Teaching, Effective Learning. Ed. by R.Fowkes, Hungary, 1999, p.26.

Specific features of diagnostic tests in english classes

Smuhliakova Maryna Kostyantynivna[1], Kiselyova Tetiana Volodymyrivna[2], Fatieieva Viktoria Georgiivna[3]

[1-3]Department of Modern Languages. Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The paper presents some specific features and principal methods of organizing diagnostic assessment of students' basic knowledge and skills in teaching foreign languages. Essential conditions of conducting testing in English classes are analysed. The article determines some effective ways how to improve both preparation and testing processes.

Key words: diagnostic testing, skills, foreign language, level, assessment

УДК 004.422.833

ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ МОДЕЛЮВАННЯ ОБУМОВЛЕНИХ РЕАКЦІЄЮ ХВИЛЬ ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ ХВИЛЬОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА КОРПУСИ СУДЕН

Суслов С.В.[1]

[1]*кандидат технічних. наук, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна*

sergiy.suslov@nuos.edu.ua

Анотація. Наведено опис програмного модуля, що реалізує розрахунок характеристик стохастичних моделей морського хвилювання, що відповідають заданому рівню хвильових навантажень за лінійною теорією. Використання таких моделей дає можливість суттєво зменшити потрібний обсяг обчислень при стохастичному моделюванні хвильових навантажень на корпус судна для визначення їх проектних величин. Функції модуля включають розрахунок АЧХ розгляданого навантаження, розрахунок характеристик моделей хвиль з заданим рівнем лінійної реакції і реалізації цих моделей.

Ключові слова: нелінійні хвильові навантаження; стохастичний аналіз; програмний модуль; моделі хвиль; заданий рівень реакції.

Вступ. З появою нових конструктивних типів суден і зростанням їх розмірів класифікаційні товариства включили у свої правила вимоги визначати проектні величини хвильових навантажень на основі прямих теоретичних розрахунків з використанням комп'ютерних програм для нелінійного моделювання хитавиці і стохастичного аналізу, що враховує випадковий характер морських хвиль [1, 2].

Для стохастичного аналізу хвильових навантажень потрібен достатній обсяг статистичних даних з характеристик хвиль, які діють на під час експлуатації судна і спричинених ними навантажень з врахуванням режимів хвилювання, що визначаються маршрутами плавання, варіантів завантаження судна, швидкості і кутів ходу відносно хвиль, під час експлуатації. Прямий розрахунок нелінійної хитавиці судна на випадковому хвилюванні (метод "грубої сили") [3]. для досягнення стійкості статистичних характеристик з малою імовірністю (10^{-6}, 10^{-8}) потребує великого обсягу обчислювальних ресурсів. Одним зі шляхів зменшення обсягу потрібних обчислень є використання моделей хвиль, обумовлених заданим рівнем реакції [4].

У Національному університеті кораблебудування України розроблено комплекс програм для нелінійних розрахунків хвильових навантажень "Wave Load" [4]. У розвиток можливостей комплексу додано модуль моделювання хвилеутворень, обумовлених рівнем величини навантаження.

Ціль роботи – розширення можливостей використання комплексу програм "Wave Load" при дослідженні нелінійних хвильових навантажень за рахунок зменшення потрібного обсягу розрахунків для стохастичного аналізу проектних величин шляхом долучення до комплексу модуля для моделювання хвиль, обумовлених заданим рівнем реакції.

Основна частина. Використаний підхід до зменшення потрібного обсягу розрахунків стохастичного аналізу засновано на припущенні, що визначальну складову проектних величин навантажень спричиняють певні хвилеутворення, урахуванням яких можна обмежитися при моделюванні. Такі хвилеутворення, у певному наближенні, може бути визначено лінійними розрахунками, заснованим на спектральній теорії, як у випадковому варіанті (Conditional Random Response Wave – CRRW), так і у детерміністичному – найбільш вірогідна хвиля (Most Like Response Wave – MLRW) , що є математичним очікуванням стохастичних обумовлених хвиль [5].

Хвилювання подано випадковим процесом у часі $Z(x,t)$ підняття поверхні хвилі над рівнем спокійної води у точці з координатою x:

$$Z(x,t) = \sum_{n=1}^{N} a_{zn} [V_n \cos(\omega_n t - k_n x) + W_n \sin(\omega_n t - k_n x)], \quad (1)$$

де: $a_{zn} = \sqrt{S(\omega_n)\Delta\omega}$ – амплітуда n-ої хвильової гармоніки; $S(\omega_n)$ – спектр хвилювання; ω_n– кутова частота n-ої хвильової гармоніки; k_n – хвильове число;

V_n і W_n – незалежні випадкові величини зі стандартним нормальним розподіленням.

Випадкова хвиля CRRW, обумовлена реакцією r_c, може бути подана у вигляді процесу (1) при підстановці коефіцієнтів [6]:

$$V_{cn} = V_n - \frac{a_{rn}}{m_2 m_0 - m_1^2}\{[(m_2 - \omega_{en} m_1)S_1 + (m_1 - \omega_{en} m_0)S_4 - r_c(m_2 - (\omega_{en} + \omega_r)m_1 + \omega_r \omega_{en} m_0)] \cos\varphi_{rn} - [(m_{21} - \omega_{en} m_{01})S_2 + (m_2 - \omega_{en} m_1)S_3] \sin\varphi_{rn}\} \quad (2)$$

$$W_{cn} = W_n - \frac{a_{rn}}{m_2 m_0 - m_1^2}\{[(m_2 - \omega_{en} m_1)S_1 + (m_1 - \omega_{en} m_0)S_4 - r_c(m_2 - (\omega_{en} + \omega_r)m_1 + \omega_r \omega_{en} m_0)] \sin\varphi_{rn} - [(m_{21} - \omega_{en} m_{01})S_2 + (m_2 - \omega_{en} m_1)S_3] \cos\varphi_{rn}\},$$

де: $a_{rn} = A_r(\omega_n) a_{zn}$ – амплітуда n-ої гармоніки реакції на хвильове збудження; $A_r(\omega_n)$ – АЧХ реакції; φ_{rn} – зсув фази; m_k – спектральні моменти реакції; ω_{em} – гадана частота;

$S_1 = \sum_{n=1}^{N} a_{rn}[V_n \cos\varphi_{rn} + W_n \sin\varphi_{rn}]$;

$S_2 = \sum_{n=1}^{N} a_{rn}\omega_{em}[V_n \sin\varphi_{rn} + W_n \cos\varphi_{rn}]$;

$S_3 = \sum_{n=1}^{N} a_{rn}[-V_n \sin\varphi_{rn} + W_n \cos\varphi_{rn}]$;

$$S_4 = \sum_{n=1}^{N} a_{rn}\omega_{em}[V_n \cos\varphi_{rn} + W_n \sin\varphi_{rn}] .$$

Найбільш вірогідна хвиля MLRW, обумовлена заданою реакцією, може бути подана відповідною підстановкою осереднених значень коефіцієнтів:

$$\overline{V_{cn}} = \frac{a_{rn} r_c}{m_2 m_0 - m_1^2}[(m_2 - \omega_{en} m_1) - (m_1 - \omega_{en} m_0)] \cos\varphi_{rn} ; \quad (3)$$

$$\overline{W_{cn}} = \frac{a_{rn} r_c}{m_2 m_0 - m_1^2}[(m_2 - \omega_{en} m_1) - (m_1 - \omega_{en} m_0)] \sin\varphi_{rn} .$$

Короткотермінові розподілення нелінійних хвильових навантажень можна розрахувати з використанням належного числа випадково згенерованих CRRW. Результати нелінійних розрахунків з детермінованою MLRW використовують для корегування короткотермінових розподілень, отриманих за лінійними розрахунками.

Модуль моделювання обумовлених реакцією хвиль розроблено за структурною методологією і закодовано, як весь програмний комплекс "Wave Load", мовою Pascal. У модулі реалізовано наступні функції:

1. Розрахунок лінійної АЧХ для відповідного виду реакції і зсуву фази при регулярному хвилюванні. Вихідними даними є геометричні й вагові характеристики судна і розрахункові значення хвильових частот. Значення АЧХ модуль отримує через звернення до модулю розрахунку хитавиці і хвильових навантажень "Wave Load" при завданні регулярних хвиль з малими висотами.

2. Розрахунок коефіцієнтів моделі випадкової хвилі CRRW за залежністю (2) і моделі MLRW за залежністю (3).

3. Моделювання стохастичного процесу хвилювання для моделі випадкової хвилі CRRW і хвилі MLRW при нелінійних розрахунках хвильових навантажень у комплексі "Wave Load".

Для налаштування параметрів моделей хвиль (1) було використано порівняння результатів розрахунків значень спектральних моментів безпосередньо інтегруванням спектру реакцій і сумуванням реакцій по складовим моделей хвиль, які показали, що число гармонік N=50 і діапазон частот $0.2<\omega<3.0$ забезпечують її адекватність.

Використання моделей обумовлених реакцією хвиль при розрахунках хвильових навантажень на корпуси суден для стохастичного аналізу проектних величин передбачає заміну

моделювання за методом "грубої сили" плавання в умовах трьохгодинного шторму на моделювання проходження таких хвиль протягом декількох хвилин реального часу. Хоча це дозволяє суттєво зменшити обсяг обчислень, але потрібні подальші дослідження вірогідності існування таких хвилеутворень і адекватності відтворення ними реальних критичних умов.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Temarel, P.X., Chen, B., Ergin, A., & others. (Eds.). (2009) ISSC Committee I.2: Loads, 17th International Ship and Offshore Structures Congress, ISSC -2009, Seoul: Seoul National University.

[2] Lloyd's Register. (2018). ShipRight SDA Procedure – Global Design Loads of Container Ships and Other Ships Prone to Whipping and Springing. London: Lloyd's Register Group Limited.

[3] Yu, L. (2010). Fatigue reliability of ship structures (Doctoral dissertation, University of Glasgow, 3010) (p.291). Glasgow, Scotland, UK.

[4] Кочанов, Ю.П., Коростильов, Л.І., Суслов, В.П., Суслов, С.В., та інші. (2008). Разработка методов исследований и расчета нелинейных вероятностных квазистатических и динамических нагрузок и деформаций корпусов судов в экстремальных штормовых условиях (Rep. No. 0106U000829). Миколаїв, Україна: Національний університет кораблебудування.

[5] Dietz, J. C. (2004). Application of Conditional Waves as Critical Wave Episodes for Extreme Loads on Marine Structures (Doctoral dissertation, Technical University of Denmark, 2004) (p. 218). Lyngby, Denmark.

[6] Drummen, I., Wu, M. K., & Moan T. (2009). Numerical and experimental investigations into the application of response conditioned waves for long-term nonlinear analyses. Marine Structures. V. 22, 576 - 593.

Software module for the response conditional waves simulation for calculations of wave loads on ship hulls

Suslov Sergij Vitalyevich[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Heroiv Ukrainy avenue, 9, Mykolaiv, 54025, Ukraine

Abstract. A software module for the response conditioned waves models characteristics calculation is described. The use of such models significantly reduces the required amount of calculations in stochastic simulation of wave loads on the ship hull to determine the design values. The module functions include the reaction frequency response calculation, the calculation of the response conditioned waves models characteristics, and the implementation of these models.

Keywords: nonlinear wave loads; stochastic analysis; software module; wave models; reaction conditional waves.

УДК 517.8

ЕФЕКТИВНИЙ АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ В МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЯХ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

Титов С.Д.[1], Чернова Л.С.[2]

[1]доцент кафедри управління проектами, Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

ss1-ss10@ukr.net

[2]доктор технічних наук, доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій, Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

19chsk56@gmail.com

Анотація. Математичне моделювання сучасних процесів управління може бути зведено до розв'язку задач лінійної оптимізації.

Важливе значення має спрощення підготовленого до початку комп'ютерної реалізації математичної моделі. Така доцільність стимулює розробку ефективних та вдосконалення існуючих алгоритмів підготовки до комп'ютерних розрахунків. Застосування таких алгоритмів дозволить суттєво скоротити комп'ютерний час розрахунків та зменшити апаратні вимоги до комп'ютера.

Ключові слова: лінійна оптимізація, поліедр, цільова функція, симплекс-метод.

Лінійна оптимізація, яка вже давно визначилась як окремий розділ теорії оптимізації, у більшості випадків використовує для розв'язку своїх задач алгоритм симплекс-методу [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Типові задачі містять такі кроки класичного алгоритму: отримання початкового опорного плану, побудова ланцюга опорних планів, оцінку їх оптимальності, покращення плану та значення цільової функції [7,8,9,10]. Кожен з опорних планів має набір лінійно незалежних базисних векторів. Перехід до нового базису, який являє собою, ні що інше, як перехід по ребру у сусідню вершину поліедру, здійснюється в межах строгого алгоритму. Як стверджує теорія алгоритму симплекс-методу перехід виконують у напрямку найкращої зміни значень цільової функції.[11,12] Така «жорстка» обчислювальна вимога алгоритму в деяких задачах лінійної оптимізації приводить до появи надмірно великої кількості ітерацій у порівнянні з переходом не у сусідню вершину а іншу, яку можливо визначити за додатковими вимогами.

В багатьох випадках математичні моделі управління активними системами інтерпретуються у вигляді задач лінійної оптимізації [2,8,11,13]. Розв'язок задач лінійної оптимізації ґрунтується на алгоритмі класичного або звичайного симплекс-методу. Сутність його полягає в інтелектуальному переборі вершин поліедру Ω_I (припустимої області оптимізаційної задачі). План або вершина поліедру Ω_I задається системою n базисних векторів $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \ldots, \vec{a}_n$. Кількість можливих вершин поліедру дорівнює числу комбінацій C_n^m (n – вимірність задачі, а $m = rang(\Omega_I)$). Реальні задачі лінійної оптимізації, які інтерпретують моделі управління відзначаються великими значення m. З огляду на це, необхідно було отримати алгоритм, який забезпечує впорядкований перебір кутових точок поліедру. Такий метод був розроблений [1,2] та називається симплекс-методом. Він дозволяє від відомого первісного опорного плану X_0, за скінчену кількість кроків отримати оптимальний розв'язок оптимізаційної задачі. Кожен ітераційний крок симплекс-методу відповідає новому плану, який покращує значення цільової функції. Алгоритмічний процес продовжується до тих пір поки не буде знайдено оптимальне значення цільової функції або відсутність розв'язку оптимізаційної задачі.

Кількість ітерацій симплекс-методу визначається первісним опорним планом $\mathbf{X}_0$ та кількістю кутових точок Ω_I. Оскільки «шляхів» переходу від $\mathbf{X}_0$ до оптимальної $\mathbf{X}_{\text{opt}}$ декілька, то виникає потреба знаходження найкоротшого(з точки зору кількості вершин) ітераційного «шляху». На цей час в літературі відсутні такі оцінки та кореляція їх з класичним алгоритмом симплекс-методу.

Розглянемо загальний підхід до розв'язку лінійної оптимізаційної задачі за класичним алгоритмом симплекс-методу.[3]

Не порушуючи загальності міркувань, нехай маємо, задачу лінійної оптимізації у стандартній формі запису

$$\begin{aligned} &\mathrm{W}_I = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \max, \\ &\Omega_I : \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i, \ i = 1, \ \ldots, \ m, \\ &\qquad x_j \ge 0, \ j = 1, \ \ldots, \ n, \end{aligned} \qquad \text{де } b_i \ge 0, \quad i = 1, 2, \ \ldots \ , m.$$

Додавання до кожної нерівності балансової невід'ємної змінної $x_i \geq 0, \quad i = n+1,\ n+2,\ \ldots,\ n+m$ та запис задачі у векторній формі дозволяють отримати канонічну форму запису оптимізаційної задачі

$$\mathrm{W}_I = (\mathbf{c}, \mathbf{x}) \to \max,$$
$$\Omega_I : (\mathbf{a}_j, \mathbf{x}) = \mathbf{b},$$
$$\mathbf{x} \geq 0,$$

або у розгорнутій формі:

$$x_1\mathbf{a}_1 + x_2\mathbf{a}_2 + \ldots + x_m\mathbf{a}_m + x_{m+1}\mathbf{a}_{m+1} + \ldots + x_n\mathbf{a}_n = \mathbf{b},$$

де

$$\mathbf{x} = \left[\, x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n \,\right]^T,\ X \in \mathbf{R}^n,\ \mathbf{c} = \left[\, c_1,\ c_2,\ \ldots,\ c_n \,\right],$$
$$\mathbf{a}_1 = \left[\, a_{11}, a_{21}, \ldots, a_{m1} \,\right]^{\mathrm{T}}, \mathbf{a}_2 = \left[\, a_{12}, a_{22}, \ldots, a_{m2} \,\right]^{\mathrm{T}}, \ldots, \mathbf{a}_n = \left[\, a_{1n}, a_{2n}, \ldots, a_{mn} \,\right]^{\mathrm{T}},$$
$$\mathbf{a}_{n+1} = \mathbf{e}_{n+1} = \left[\, 1, 0, \ldots, 0 \,\right]^{\mathrm{T}},\ \mathbf{a}_{n+2} = \mathbf{e}_{n+2} = \left[\, 0, 1, \ldots, 0 \,\right]^{\mathrm{T}},\ \ldots,\ \mathbf{a}_{n+m} = \mathbf{e}_{n+m} = \left[\, 0, 0, \ldots, 1 \,\right]^{\mathrm{T}},$$
$$\mathbf{b} = \left[\, b_1, b_2, \ldots, b_m \,\right]^{\mathrm{T}}.$$

Вектори $\mathbf{a}_{n+1}, \mathbf{a}_{n+2}, \ldots, \mathbf{a}_{n+m}$ є одиничними векторами. Ці вектори є лінійно незалежними і складають базис. Розвинення вектора правих частин системи обмежень оптимізаційної має вигляд:

$$\mathbf{b} = b_1\mathbf{e}_{n+1} + b_2\mathbf{e}_{n+2} + \ldots + b_m\mathbf{e}_{n+m}.$$

Оскільки всі $b_i \geq 0$, то отримаємо припустимий первісний опорний план $\mathbf{X}_0$. Первісному плану відповідає базисне розвинення

$$\mathbf{X}_0 = b_1\mathbf{e}_{n+1} + b_2\mathbf{e}_{n+2} + \ldots + b_m\mathbf{e}_{n+m} = [\underbrace{0, 0, \ldots, 0}_{n}, b_1, b_2, \ldots, b_m].$$

Головною ідеєю алгоритму симплекс-методу є послідовний перебір припустимих опорних планів. Виключення одного вектора з базису і залучення другого виконується методом Жордано-Гаусса.[14] У разі дотримання цих критеріїв складається ланцюг. Початок якого знаходиться в стартовій вершині $\mathbf{X}_0$ поліедру Ω_I і відповідає першій симплекс-таблиці розрахунків. Перехід до наступного опорного плану $\mathbf{X}_1$ за класичним алгоритмом відповідає переходу до сусідньої вершини. Фактично кожна таблиця є числовим описом вершин Ω_I. Процес продовжують до тих пір поки не буде знайдена оптимальна вершина $\mathbf{X}_{\text{opt}}$ або доведена її відсутність.

На довільному кроці розрахунків за звичайним алгоритмом симплекс-методу існує можливість переходу не в сусідню вершину, а в довільну, яка розташована в околі оптимальної вершини. Вибір такої вершини можливо виконувати на базі багатьох оціночних методів, наприклад, половинного ділення. Для такого обирання альтернативний ланцюг симплексного розрахунку може мати значно меншу кількість ітерацій.

Прикладною цінністю запропонованого підходу є використання отриманого наукового результату для забезпечення можливості вдосконалення канонічних прийомів розв'язку оптимізаційних задач.

ЛІТЕРАТУРА:

[1] Данциг Дж. Линейное программирование его применение и обобщение – М., 1966 – 600 с.

[2] Канторович Л. В., Горстко А. Б. Оптимальные решения в экономике – М., Наука, 1972. – 227 с.

[3] Unger N., Dempe S. Lineare Optimierung. – Wiesbaden, Springer, 2010. – 142 s.

[4] Гетманцев В. Д. Лінійна алгебра і лінійне програмування. – Київ, Либідь, 2001. - 250 с.

[5] Багаєнко І. М. ,Григорків В.С., Бойчук М. В., Рюмшин М. О. Математичне програмування. - Київ, 1996.- 266 с.

[6] Teschl Gerald, Teschl Susanne. Mathematik für Informatiker. Band 1: Diskrete Mathematik und Lineare Algebra. Berlin, Springer, 2008. – 519 s. DOI: 10.1007/978-3-540-77432-7.

[7] Бугір М.К. Лінійна алгебра, лінійні моделі – К., Академія, 1998. – 237с.

[8] Гавурин М. К., Малоземов В. Н. Экстремальные задачи с линейными ограничениями – Л., 1984, 176 с.

[9] Ашманов С. А. Линейное программирование – М., 1981. – 304 с.

[10] Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. М., 2003, 240 с.

[11] Романюк Т. П., Терещенко Т. О., Присенко Г. В., Городкова І. М. Математичне програмування. – Київ, 1996. – 312 с.

[12] Степанюк В. В. Методи математичного програмування. – Київ, 1984. – 272 с.

[13] Титов С.Д., Чернова Л.С. Вища та прикладна математика: Навч. посібник: У 2-х ч., Ч. 1., Харків, Факт, 2017. – 336 с.

[14] S. Chernov, S. Titov, Ld. Chernova, V. Gogunskii, Lb. Chernova, K. Kolesnikova Algorithm for the simplification of solution to discrete optimization problems /// Eastern–European Journal of Enterprise Technologies. 2018, № 3/4 (93), pp. 34 – 43. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.133405.

Effective algorithm for solving linear optimization problems in mathematical project management models

Titov Sergij Dmitrovich[1], Chernova Lydmula Serhiivna[2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Heroiv Ukrainy avenue, 9, Mykolaiv, 54025, Ukraine

Abstract. The modern control processes of mathematical modeling can be reduced to solve linear optimization problems.

It is important to simplify thepreparation of mathematical model before the beginning of computer implementation. Such expediency stimulates the development of effective existing algorithms preparation to computer calculations and there improvement. The use of such algorithms will significantly reduce computing time and hardware requirements using computer.

Keywords: linear optimization, polyhedron, objective function, simplex method.

УДК 008.5

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ПРОЕКТУ РОЗВИТКУ СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

Чернова Л.С.[1]

[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв, Україна

19chls92@gmail.com

Анотація: Розроблено модель траєкторії розвитку проекту суднобудування України у разі високої активності стейкхолдерів. Позитивні зміни в галузі суднобудування в Україні відбудуться в разі покращення партнерства представників приватного сектору економіки і державних установ.

Ключові слова: суднобудування, проект, стейкхолдери.

Передумови пожвавлення суднобудівної галузі в Україні у майбутньому беззаперечні. Виникає питання: хто буде локомотивом розвитку суднобудування в Україні, хто здатний підняти таку складну проблему, які напрямки діяльності зараз є пріоритетними? Спробуємо знайти відповіді на ці питання у кількісній формі. Виконаємо розширення моделі циклу PDCA (рис.1)

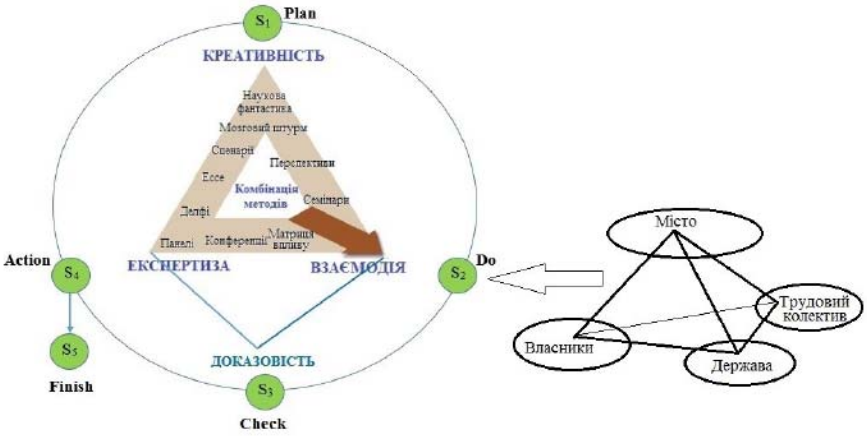


Рис. 1 – Принципова схема розширення моделі циклу PDCA з включенням основних стейкхолдерів суднобудування України

У модель циклу Шухарта-Демінга, яка побудована шляхом обєднання "Трикутника Форсайту" і циклу PDCA введемо «піраміду» основних зацікавлених сторін: місто (Миколаїв), власників, державні установи і трудовий колектив суднобудівних підприємств [1]. Узагальнений процес Do (Виконання), таким чином буде обіймати вказаних стейкхолдерів (рис. 2).

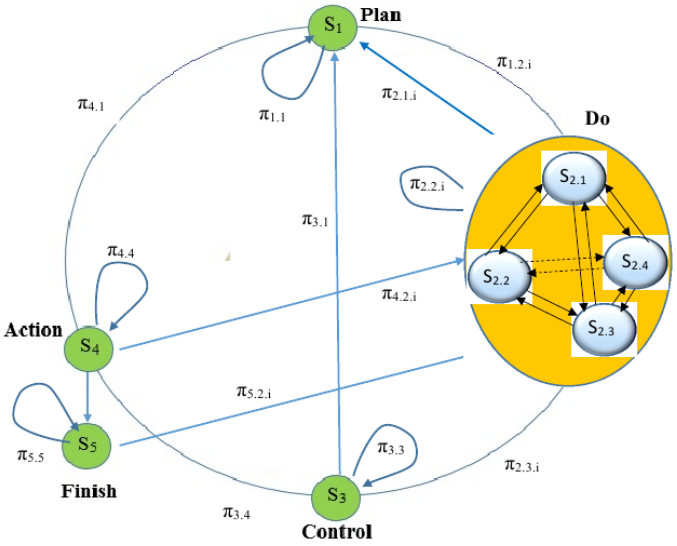


Рис.2 – Розширення моделі циклу PDCA для Форсайтінга проблем суднобудування України з урахуванням активності стейкхолдерів: держави, власників суднобудівних заводів, адміністрації міста Миколаїв та трудового колективу ГП НВКГ "Зоря"- "Машпроект"

Оскільки всі комутативні зв’язки у цьому випадку повинні зберегтися, на розміченому графі рис. 2 введемо замість скалярів векторні відображення перехідних ймовірностей. Наприклад, між станами S4 і S2 існував зв'язок, який характеризувався одним значенням перехідної ймовірністю (π4.2)b, де b – позначення базової структури. При декомпозиції стану і S2 у разі розширення моделі циклу PDCA замість однієї комунікації виникає чотири:

$$(\pi 4.2)b \rightarrow \{ \pi 4.2.1; \pi 4.2.2; \pi 4.2.3; \pi 4.2.4\} \rightarrow \pi 4.2.i \qquad (1)$$

Щоб не ускладнювати відображення додаткових зв'язків, на рис. 2 будемо застосовувати векторну форму перехідних ймовірностей, наприклад, π4.2.i, що буде означати вектор { π4.2.1; π4.2.2; π4.2.3; π4.2.4}, який містить чотири незалежні значення перехідних ймовірностей [2].

Як показано на рис. 2, всі стейкхолдери мають зв'язки з всіма іншими стейкхолдерами, тобто у загальній структурі вони утворюють повний підграф, у якому всі вершини мають потенційний зв'язок "всі до всіх".

Позначимо всі стани на рис. 2 такими ідентифікаторами: S1 – ініціація проекту; {S2.1 – держава; S2.2 – власник; S23 – місто; S2.4 - трудовий колектив } – виконання робіт; S3 – Check; S4 – Action; S5 – Finish.

За допомогою експертного оцінювання визначені перехідні ймовірності комунікацій між всіма стейкхолдерами для існуючого стану системи:

	1	2/1	2/2	2/3	2/4	3	4	5
1	0,84	0,01	0	0,05	0,1	0	0	0
2/1	0,05	**0,6**	**0,1**	**0**	**0,05**	0,2	0	0
2/2	0	**0,1**	**0,4**	**0**	**0,1**	0,4	0	0
2/3	0,01	**0**	**0,01**	**0,73**	**0,15**	0,1	0	0
2/4	0,01	**0**	**0,1**	**0,2**	**0,64**	0,05	0	0
3	0	0	0	0	0	0,6	0,4	0
4	0	0	0,05	0	0,4	0	0,54	0,01
5	0	0,01	0,01	0,01	0,17	0	0	0,8

Рис. 3 – Перехідні ймовірності комунікацій за характеристиками існуючих сучасних комунікацій з наближеною до реальних показників активністю всіх стейкхолдерів: 1 – ініціація проекту; {2.1 – держава; 2.2 – власник; 2.3 – місто; 2.4 - трудовий колектив } – виконання робіт; 3 – Check; 4 – Action; 5 – Finish.

Визначимо Форсайт-передбачення траєкторії тенденцій змін станів в суднобудуванні України за характеристиками існуючих сучасних комунікацій з наближеною до реальних показників активністю всіх стейкхолдерів (рис.3). Результати моделювання траєкторії розвитку суднобудування за існуючих умов і за характеристиками сучасних комунікацій з наближеною до реальних показників активнстю всіх стейкхолдерів віображені на рис. 4.

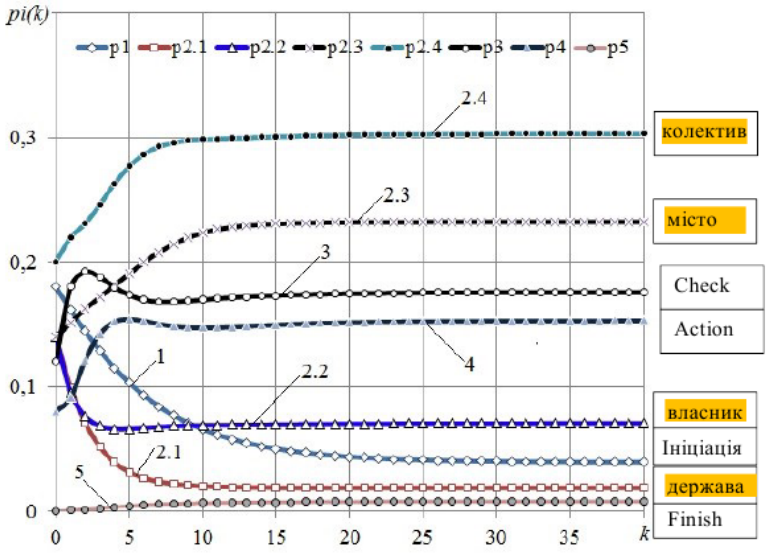


Рис. 4 – Траєкторія тенденцій зміни стану в суднобудуванні України за характеристиками сучасних комунікацій з наближеною до реальних показників активнстю всіх стейкхолдерів

Пояснимо появу нульових значень в матриці (рис. 3):

- комунікація S2.1→ S2.3 {держава → місто}за даними експертів не є продуктивною;

- комунікація S2.2→ S2.3 {власник → місто}за даними експертів відсутня;
- комунікація S2.3→ S2.1 {місто → держава}за даними експертів відсутня;
- комунікація S2.3→ S2.4 {місто → колектив} не визначена експертами дієвою.

Як слідує з графічної інтерпретації (рис. 4) результатів моделювання траєкторії розвитку проекту суднобудування України у разі реальної активності всіх стейкхолдерів система фактично не працює. На 40-му кроці отримані наступні ймовірності станів:

- p1(40) =0,039 (Ініціація);
- p2.1(40)= 0,019 (Держава);
- p2.2(40) = 0,07 (Власник);
- p2.3(40) = 0, 232 (Місто);
- p2.4(40) = 0,303 (Колектив);
- p3(40) = 0,176 (Check);
- p4(40) = 0,153; (Action);
- p5(40) = 0,008 (Finish).

На рис. 5 представлена матриця перехідних ймовірностей у разі високої активності всіх стейкхолдерів – всі рівномірно завантажені і активно працюють. Виділено повний граф підматриці, яка відображає комунікації стейкхолдерів.

	1	2/1	2/2	2/3	2/4	3	4	5
1	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0
2/1	0,1	**0,5**	**0,1**	**0,1**	**0,1**	0,1	0	0
2/2	0,1	**0,1**	**0,5**	**0,1**	**0,1**	0,1	0	0
2/3	0,1	**0,1**	**0,1**	**0,5**	**0,1**	0,1	0	0
2/4	0,1	**0,1**	**0,1**	**0,1**	**0,5**	0,1	0	0
3	0,15	0	0	0	0	0,5	0,35	0
4	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0	0,5	0,3
5	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0,6

Рис. 5. – Матриця перехідних ймовірностей у разі високої активності всіх стейкхолдерів

Результат моделювання приведений на рис. 6.

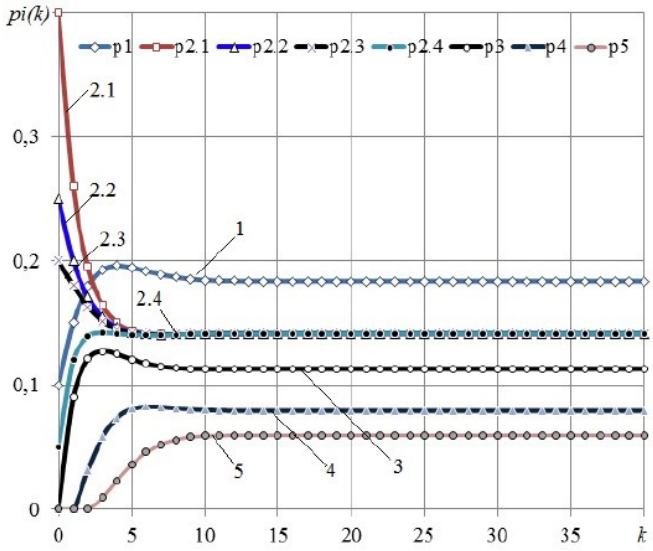


Рис. 6 – Траєкторія розвитку проекту суднобудування України у разі високої активності всіх стейкхолдерів: 1 – ініціація проекту; {2.1 – держава; 2.2 – власник; 2.3 – місто; 2.4 – трудовий колектив } – виконання робіт; 3 – Check; 4 – Action; 5 – Finish.

Як видно з графічної інтерпретації (рис.6) результатів моделювання траєкторії розвитку проекту суднобудування України, у разі високої активності всіх стейкхолдерів система працює у

стійкій області. На 40-му кроці отримані наступні ймовірності станів: p1(40) =0,183 (Ініціація); p2.1(40)= p2.2(40) = p2.3(40) = p2.4(40) = 0,141 (стейкхолдери); p3(40) = 0,113 (Check); p4(40) = 0,08 (Action); p5(40) = 0,06 (Завершення).

Слід відмітити, позаяк всі перехідні ймовірності в групі стейкхолдерів прийняті однаковими, то на 5-му кроці ймовірності станів, що характеризує їх активність, стають однаковими (рис.6). Тобто фактично, всі чотири стейкхолдери працюють як одне ціле. Всі інші ймовірнісні характеристики системи не протирічать загальноприйнятним якісним міркуванням[3].

Співставлення результатів проектної діяльності за різних умов активності стейкхолдерів показано на рис. 7, з використанням даних рис. 4 (існуючий стан – 1 варіант) та рис. 6 (Форсайт-передбачення для системи у разі високої активності стейкхолдерів – 2 варіант).

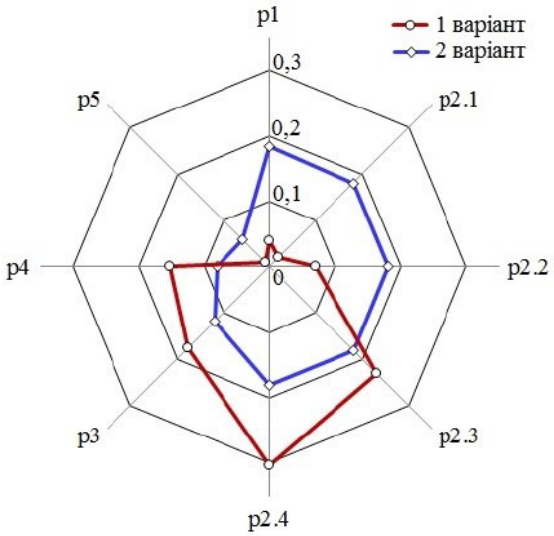


Рис. 7 – Співставлення результатів проектної діяльності за різних умов активності стейкхолдерів: 1 варіант – існуючий стан; 2 варіант – висока активність стекхолдерів

Слід відмітити, що отримані дані для варіанту 1 відображають найбільшу активність p2.4(40) = 0,303 (Колектив), далі слідує p2.3(40) = 0, 232 (Місто) (рис. 2.10). Практично не проявляється активність p2.1(40)= 0,019 (Держава) і p2.2(40) = 0,07 (Власник).

Тобто фактично, не всі стейкхолдери працюють у напрямку покращення галузі суднобудування України.

Для Форсайт-передбачення зміни станів системи у разі високої активності стейкхолдерів – 2 варіант, лише підвищеня комунікативної активності до значень перехідних ймовірностей $(\pi 4.2)b \rightarrow \{\pi 4.2.1; \pi 4.2.2; \pi 4.2.3; \pi 4.2.4\} \rightarrow \pi 4.2.i = 0{,}1$ (рис.5), приводить систему у працездатний стан (рис.6).

Рекомендації, щодо покращення ситуації в галузі суднобудування в Україні, однозначно вказують на необхідність покращення партнерства представників приватного сектору економіки – власників заводів і державних установ.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Нив, Генри. Организация как система. Принципы построения устойчивого бизнеса Эдвардса Деминга. Из-во "Альпина Паблишер", 2017. – 370 с.

[2] Development of the model of interaction among the project, team of project and project environment in project system / O. Kolesnikov, V. Gogunskii, K. Kolesnikova, D. Lukianov, T. Olekh. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 5/9(83). – С. 20–26.

[3] "Lifelong learning" is a new paradigm of personnel training in enterprises / V. Gogunskii, A. Kolesnikov, K. Kolesnikova, D. Lukianov. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 4/2 (82). – С. 4–10. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.74905.

Modeling the tractor of the shipbuilding development project of Ukraine

Chernova Lyubava Serhiivna[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Heroiv Ukrainy avenue, 9, Mykolaiv, 54025, Ukraine

Abstract: A model of the trajectory of development of the shipbuilding project of Ukraine in case of high activity of stakeholders is developed. Positive changes in the field of shipbuilding in Ukraine will occur in case of the partnership between private sector and government agencies.

Key words: shipbuilding, project, stakeholders.

УДК 004.942

МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Шостак О.В.[1]

старший викладач кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Україна

energia.tov@gmail.com

Анотація. В роботі розглядаються методи оцінки ефективності автоматизованих інформаційних систем що дозволяють врахувати заміщаємість і доповнення, які властиві приватним показникам, для формування узагальненого показника ефективності.

Ключові слова: автоматизовані інформаційні системи, оцінка ефективності, математичне забезпечення, вагові коефіцієнти, методи оцінки.

Сучасний рівень техніки характеризується постійним підвищенням складності як власне автоматизованих інформаційних систем (АІС), так і функцій, виконуваних ними. Цей факт визначає тенденцію, властиву сучасним АІС і яка полягає у все більш широкому використанні в них цифрового подання інформації, що зумовило широкомасштабне застосування в АІС засобів обчислювальної техніки і телекомунікації, які, в свою чергу, формують новий рівень вимог до уніфікації та стандартизації елементів АІС, в тому числі до підсистем контролю якості та оцінки ефективності АІС, причому роль останніх неухильно зростає з ростом складності АІС.

Проблема оцінки ефективності АІС в даний час все частіше формулюється як задача комплексного дослідження складу АІС, структур побудови функціональних, тактичних і технічних можливостей АІС в інтересах формування на всіх етапах життєвого циклу оптимальних рішень для АІС, пов'язаних з проблемою оцінки ефективності АІС.

Математичним забезпеченням оцінки ефективності АІС підтримується три методу отримання кількісної багатокритеріальної оцінки ефективності [1, с. 98]. Ці методи дозволяють врахувати різну важливість, виражену відповідними ваговими коефіцієнтами w, приватних показників ефективності x щодо узагальненого показника ефективності E при побудові функціональної залежності.

Оцінку ефективності АІС здійснюють відповідно до методу побудови узагальненого показника на основі сумарної міри. У відповідності з основним принципом теорії адитивної корисності як метод побудови узагальненого показника ефективності на основі сумарної міри часто використовується широко відомий метод адитивної зваженої згортки.

Метод адитивної зваженої згортки використовується в припущенні, що приватні показники ефективності попарно незалежні і дозволяє отримати, так звану, «середню» оцінку ефективності ε. У цьому випадку поняття базової ймовірності тотожне поняттю простої ймовірнісної міри.

Наступним методом оцінки ефективності АІС, є методи побудови узагальненого показника на основі не сумарних мір.

Дуже важливо, що методи побудови оцінок на основі не сумарних мір дозволяють врахувати заміщаємість і доповнення, властиві приватним показниками ефективності, які беруть участь у формуванні узагальненого показника ефективності.

Метод «верхньої» оцінки ефективності дозволяє отримати кількісну оцінку ефективності, яка базується в основному на врахуванні «переваг» розглянутої підмножини ієрархії АІС, для якого вирішується елементарна задача оцінки ефективності.

Метод «нижньої» оцінки ефективності дозволяє отримати кількісну оцінку ефективності, яка базується в основному на врахуванні «недоліків» розглянутої підмножини ієрархії АІС, для якого вирішується елементарна задача оцінки ефективності.

Сукупність цих методів повністю забезпечує особа яка приймає рішення всіма основними стратегіями для прийняття рішення - «оптимістичною», «середньої» та «песимістичною».

ЛІТЕРАТУРА

[1] Черняков М.В., Петрушин А.С. Основы информационных технологии. Учебник. - М.: Академкнига. 2007. - 129с.

Methods for assessing the efficiency of information systems

Shostak O.V.

Abstract. In robots, the methods of evaluating the effectiveness of automated information systems are being looked at, and they allow the substitution and additional information, such as the authorities in private indicators, to formulate a common indicator of efficiency.

Key words: automated information systems, evaluation of efficiency, mathematical security, capacity, methods of evaluation.

Секція № 9. АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ

УДК 62-503.5

EXPANSION OF TOURIST ACTIVITY OF THE AZOV-BLACK SEA REGION OF UKRAINE WITH THE USE OF ROBOTIC AND TELECOMMUNICATION TECHNOLOGISTS

Nadtochiy I.I. [1], Nadtochiy V.A.[2]
[1] Doctor of Economics, Associate Professor, Department of Economics
Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Kherson, Ukraine
nira@ukr.net
[2]Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Automation and Electrical Equipment
Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Kherson, Ukraine
nva074@gmail.com

Abstract. Strengthening the competitiveness of Ukrainian business in both the domestic and international economic space is a priority for the government and local governments. Virtual tourism is being actively introduced into the daily lives of ordinary citizens around the world, so its commercialization is an urgent task. To provide services in this area of business, it is necessary to create an effective technology of virtual tourism, justify its effectiveness, determine the amount of investment and attract investors. One of the key elements of this type of service is provided by transport robotic systems, which will perform the functions of mobile photo-video platforms.

Key words: virtual tourism, drone, regional economy, robotic transport platform.

Marine robotics, as well as robotic air and surface land mobile works, are seen as universal transport systems in the service of a scientist to deliver measuring instruments, physical field recorders, photo-video and acoustic equipment to hard-to-reach or dangerous locations. From the point of view of "business" such systems are considered either as products of the entertainment industry (low price segment of the market having a mass character) and are more characterized as "toys", or as difficult engineering systems for the same needs, as in the scientific world. or single-exclusive samples). In the latter case, it is relatively expensive in the production and operation of the system and the scope of their application is limited to geological exploration, exploration work for the survey of underwater communications, maintenance of mineral deposits, etc.

In the middle price range, the market has a limited demand for robotic transport systems (drones) due to the limited technology that uses them. There are isolated proposals for the use of drones in postal operations, in agriculture to control pests and diseases, in the film, television and multimedia industries, etc. [1]. Widespread implementation of business projects using transport robots is not common. However, such business projects have a place. This applies to sectors of the economy that are booming. These include agriculture, utilities, own transport and transport links, tourism. In this regard, special attention should be paid to the latter sector as one that has significant potential for development in the southern regions of Ukraine [1].

Admiral Makarov National University of Shipbuilding has repeatedly proposed the idea of creating a "Virtual Underwater Museum of Ukraine" [2].

This innovative project is proposed by prof. Ryzhkov S.S. and prof. Blintsov V.S. as a variant of Ukraine’s entry to the international level with unique objects of underwater cultural heritage, which can

be made the property of mankind through modern robotic underwater technologies in combination with the telecommunication capabilities of today.

Scientific research in this regard, conducted by domestic scientists, indicate the prospects for the development of underwater archeology in the Black Sea [3-5]. According to the latest data, thousands of underwater cultural heritage sites have been discovered in the territorial waters of Ukraine, which are located at depths of 100 meters and more and are of national and international importance. Separate expeditions of foreign and domestic scientists testify to the presence of unique underwater objects of different historical epochs [6, 7].

In addition, a significant area of Ukrainian territory is occupied by rivers, canals, lakes, artificial seas. In total, the length of highways is 2547 km (of which artificial - 1891 km). The waters of Ukraine, which belong to the Azov-Black Sea basin in the south, have unique natural formations, many of which have the status of protected areas. Access to them can be completely virtual in real time with the use of underwater robots on its surface in the air and on land. According to [8], there are more than 50 nature reserves in the coastal areas of southern Ukraine (excluding the territory of Crimea) (Fig. 1).

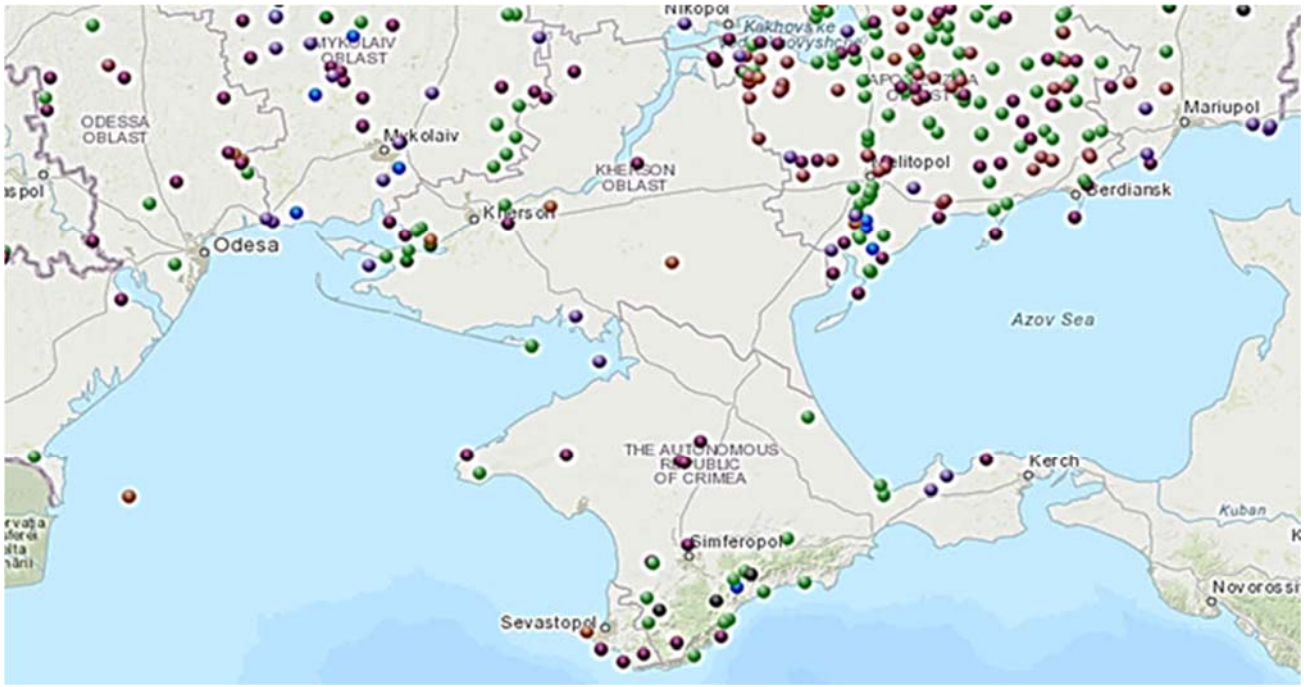


Fig. 1 Nature reserves of the south of Ukraine

This creates preconditions for the development of this type of business activity as the provision of services in the field of virtual tourism. This category of business already exists in the world [9, 10].

The advantage of virtual tourism over other, more active varieties, is its territorial, social and age accessibility, which allows us to estimate its global capital turnover in the hundred In general, the structure of a virtual travel agency is seen as follows (Fig. 2).s of millions of dollars.

When connecting the consumer's workstation to the server of the operations center, the necessary control and communication channels with the selected drone are allocated. With the help of special software after a test connection and verification of the "adequacy of the pilot", the consumer independently controls the drone. To prevent emergencies, the drone control system shall provide appropriate warning, locking and safe switching systems. The operations center provides transmission to the consumer of video and photo streaming, navigation information and telemetry, as well as its temporary storage on the server.

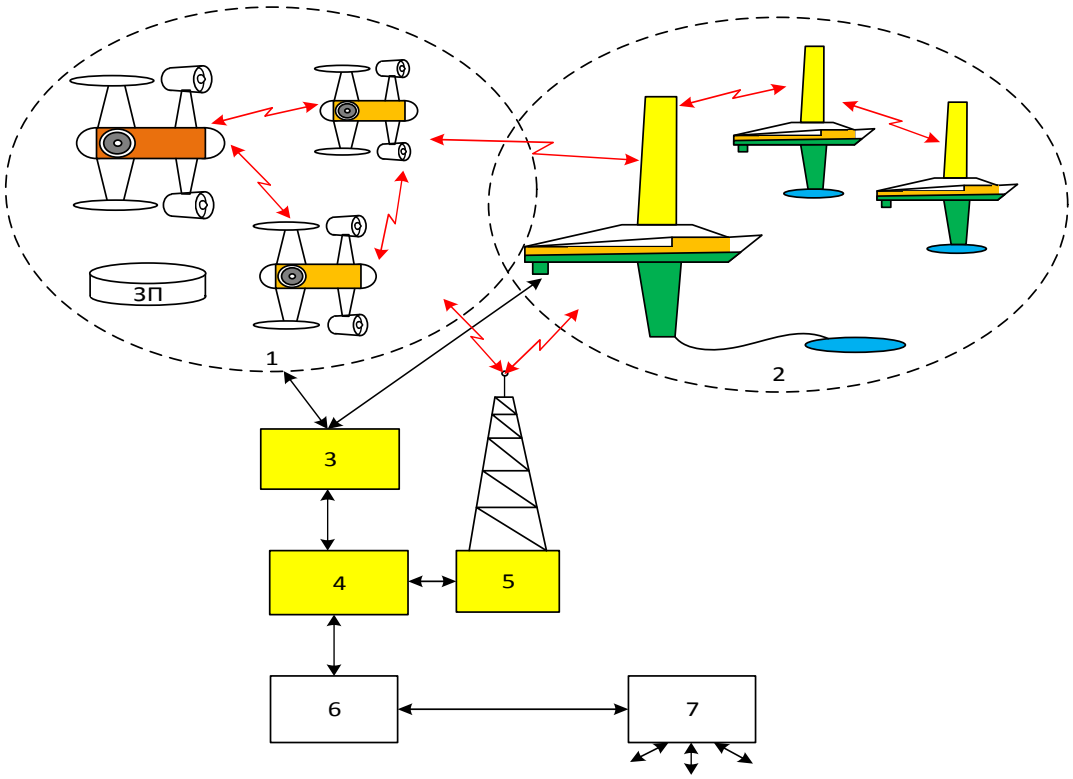


Fig. 2. The structure of a virtual travel agency: 1 - grouping of air drones is constantly in the airspace of the nature reserve, on the territory of which there are also several automatic charging platforms (CP); 2 - a group of surface unmanned boats with submarines drifting on board near interesting, from the point of view of virtual tourism underwater and surface objects. These groups are equipped with high-quality photo and video equipment, as well as telecommunications equipment as a payload; 3 - the support center performs the functions of service maintenance, replenishment of energy resources, repair and maintenance of the reserve fleet of drones; 4 - the operations center provides control of drones in the air and at sea, also performing the function of a backup pilot. The main control of drones is done by virtual tourists through special software that is downloaded for a (cheap) fee to consumer workstations from the server of the operations center; 5 - multi-channel radio modem 544 (2,4) MHz or GSM technology, which provides communication of the operations center with drones; 6 - communication with consumers through a local provider; 7- communication with consumers through a regional provider.

The estimate of investments for the organization of a virtual travel agency is given in the table gives reason to believe that the investment basket can reach from 10 to 13 million UAH.

REFERENCES

[1] ESU [electronic resource] // esu.com.ua: [site]. - Access mode: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=27326

[2] Nadtochiy, A.V. Models of management of projects of robotization of underwater archeological researches: dis. … Cand. those. Sciences: 05.13.22 - Project and program management. Mykolaiv, 2017. 126 p.

[3] Voronov, S.A. Treasures of the Black Sea. Underwater archeology of Ukraine. // K.: Publishing House "PE" Medobory 2006", 2010. - 100 p.

[4] Voronov, S.O. Byzantine captives of the Black Sea depths / SO Voronov, AM Ievleva // K.: «Underwater research: Archeology. History. Diving ", 2010. - P. 16-22.

[5] Blintsov, V.S. Basic technologies for the use of underwater robots for marine archeology [Text] / VS Blintsov, SO Voronov // Innovations in shipbuilding and ocean engineering: Proceedings of the international scientific and technical conference: - Mykolaiv: NUS, 2010. - P. 389-391.

[6] Ballard, R.D. Deepwater Archeology of the Black Sea: The 2000 Season at Sinop, Turkey [Text] / RD Ballard, F, T. Hiebert, DF Coleman, C. Ward, J. Smith, K. Willis, B. Foley , K. Croff, C. Major, and F. Torre. // American Journal of Archeology Vol. 105 No. 4 (October 2001). - R. 607-623.

[7] Voronov, S.O. Encyclopedia of maritime catastrophes of Ukraine: (sunken monuments of ancient, medieval and modern history: the remains of cities and settlements, military ships, civilian ships, aircraft and armored vehicles) / K .: Bogdana, 2008. - 848 p.

[8] Portal "Nature of Ukraine" [electronic resource] // pzf.land.kiev.ua: [site]. - Access mode: https://pzf.land.kiev.ua/pzf6-12.html

[9] THE BARENTS OBSERVER [electronic resource] // thebarentsobserver.com: [site]. - Access mode: https://thebarentsobserver.com/ru /travel/2020/05/virtualnyy-turizm-vo-vremena-pandemii-finlyandiya-sleduet-primeru-drugih

[10] rg [electronic resource] // rg.ru: [site]. - Access mode: https://rg.ru/ 2017/01/30/turagentstva-budut-prodavat-puteshestviia-v-virtualnuiu-realnost.html

УДК 657

ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ В ПОЛЬЩІ

Бурунсуз К.С.[1]

[1]*кандидат технічних наук, старший викладач кафедри обліку і економічного аналізу Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна*

kateryna.burunsuz@nuos.edu.ua

Анотація. Процес гармонізації регулювання бухгалтерського обліку відповідно до кращої світової практики в Україні відбувається в контексті євроінтеграційних перетворень. Охарактеризовано основні складові нормативного забезпечення бухгалтерського обліку в Польщі. Розглянуто форми фінансової звітності, що вимагаються для складання в Польщі.

Ключові слова: бухгалтерський облік, Директива 2013/34/ЄС, фінансова звітність.

Кожна країна має власну систему бухгалтерського обліку, яка склалась під впливом політичних, економічних, історичних, соціальних чинників. В умовах глобалізації економічних процесів і систем особливо важливою стає задача вивчення досвіду особливостей обліку зарубіжних країн, зокрема держав-членів Європейського Союзу. У свій час Польща входила до соціалістичного табору і разом з СРСР мала атрибути радянських підходів до ведення обліку. У зв'язку з посиленою інтеграцією України до ЄС вивчення особливостей бухгалтерського обліку саме у Польщі та досвіду цієї країни є актуальним [1, с. 971].

Польща має розвинений ринок в Центральній Європі з найбільшою фондовою біржею у Східно-Центральноєвропейській зоні. Країна посідає шосте місце за величиною економіки в Європейському Союзі і є лідером економічного зростання в Європі за останнє десятиліття. Це одна з найдинамічніших економік світу за Індексом людського розвитку [2].

Польща є членом таких міжнародних організацій, як ЄС (2004), НАТО (1999), ОЕСР (1996), СОТ (1995), ООН (1945). При цьому ВВП у номінальних цінах у 2019 році становив 527 млрд. євро, ріст реального ВВП у 2019 році (5,1% у 2018 році) – 4,1% [3, с. 14].

Польща протягом останніх десятиліть зазнала багатьох політичних, структурних, соціальних та економічних змін та перетворень. Ці зміни особливо вплинули на систему бухгалтерського обліку, оскільки бухгалтерський облік є основною системою збору, зберігання та обробки фінансових та нефінансових даних, що використовуються управлінським персоналом [4, с. 55].

Польща підпорядковується Регламенту ЄС 1606/2002 та Директиві 2013/34/ЄС, що затверджено Комісією Європейського Союзу. Польське законодавство про бухгалтерський облік вимагає підготовки фінансової звітності згідно з польськими загальноприйнятими

принципами бухгалтерського обліку (польські ЗПБО) або, коли дотримуються конкретні критерії, компанії мають можливість підготувати фінансову інформацію звітів відповідно до Міжнародних стандартів фінансової звітності, прийнятих в ЄС (МСФЗ). Польські ЗПБО базуються на Законі про бухгалтерський облік від 29 вересня 1994 р. (Ustawa o rachunkowości), в який згодом неодноразово вносилися поправки, і який передбачає послідовну реформу бухгалтерського обліку і фінансової звітності відповідно до нормативів ЄС [2].

Бухгалтерський облік ведеться польською мовою та в польській валюті (польських злотих). Звітний період становить 12 місяців та співпадає з календарним роком. Організація має право вибрати інші дати, проте тоді обов'язково потрібно поінформувати податкові органи про таке рішення.

Директива 2013/34/ЄС «Про щорічну фінансову звітність, консолідовану фінансову звітність та пов'язані з ними звіти визначених типів компаній» була прийнята Європейським Парламентом та Радою у червні 2013 року. Основною метою було спрощення принципів підготовки фінансової звітності, включаючи принципи подання та розкриття інформації про фінансову інформацію шляхом адаптації податкового навантаження до типу та розміру підприємства [1, с. 973, 975].

Фінансова звітність Польщі визначається відповідно до стандартів та повинна розкривати однаковий набір показників загального призначення. Фінансова звітність часто є предметом узгодження, оскільки використовується для порівняння і задоволення потреб широкого кола користувачів (особливо інвесторів на фінансових ринках). Категоризація суб'єкта господарювання зазвичай використовується для розрізнення фінансової звітності щодо розкриття інформації (табл. 1.) [4, с. 64].

Таблиця 1. Форми фінансової звітності, що вимагаються для складання в Польщі

Види суб'єктів	Категорія суб'єктів		Фінансова звітність
	незалежно від фінансового порогу	інші організації, які в попередньому фінансовому році виконали принаймні дві з наступних умов:	
Мікро	Суб'єкти, зазначені ст. 3.1a.	• загальний баланс: 1 500 000 злотих; • чистий дохід від продажу товарів та готової продукції: 3 000 000 злотих; • середній штат у фінансовому році: 10 чол.	• короткий вступ до фінансової звітності; • скорочений баланс; • скорочений звіт про прибутки та збитки; • додаток та пояснювальні записки, що містять обмежену кількість інформації.
Малі	Суб'єкти, зазначені ст. 3.1a.	• загальний баланс: 17 000 000 злотих; • чистий дохід від продажу товарів та готової продукції: 34 000 000 злотих; • середній штат у фінансовому році: 50 чол.	• короткий вступ до фінансової звітності; • скорочений баланс; • скорочений звіт про прибутки та збитки; • додаток та пояснювальні записки, що містять обмежену кількість інформації.
Середні	Суб'єкти, зазначені ст. 3.1a.	• загальний баланс: 85 000 000 злотих; • чистий дохід від продажу товарів та готової продукції: 170 000 000 злотих; в) середній штат у фінансовому році: 250 чол.	• звіт про прибутки і збитки в скороченому вигляді; • надання додаткової інформації в Примітці
Великі	Суб'єкти, зазначені ст. 3.1a.	перевищують межі принаймні двох з трьох критеріїв. • загальний баланс:	• додаткова інформація в Примітці відповідно до положень ст. 17 та 18.

		85 000 000 злотих; • чистий дохід від продажу товарів та готової продукції: 170 000 000 злотих; в) середній штат у фінансовому році: 250 чол.	
Суб'єкти, що підлягають фінансовому аудиту	Вітчизняні банки, філії іноземних банків, страхові компанії, кредитні профспілки; юридичні особи, що діють на основі положень про інвестиційні фонди; акціонерні товариства.	• загальний баланс: еквівалент у польській валюті щонайменше 2 500 000 євро • чистий дохід від продажу товарів і послуг: еквівалент у польській валюті не менше 5 000 000 євро; • середній штат у фінансовому році: 50 чол.	• Баланс • Звіт про прибутки та збитки • Звіт про зміни власного капіталу • Звіт про рух грошових коштів • Примітки

Центральна та Східна Європа привертає все більшу увагу протягом останніх 20 років – економічно, політично та з точки зору досліджень. Польща як країна з перехідною економікою зазнає багатьох політичних, структурних, соціальних та економічних змін та перетворень.

В системі зовнішньополітичних пріоритетів України євроінтеграція посідає важливе місце. Подальша оптимізація нормативно-правової бази бухгалтерського обліку і фінансової звітності повинна орієнтуватися на використання правових норм ЄС і кращої європейської практики, зокрема досвіду Польщі.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Костюченко В.М., Кравчук А.О. (2017). Досвід Польщі у євроконвергенції бухгалтерського обліку та аудиту. *Глобальні та національні проблеми економіки,* № 20, С. 971-976.

[2] Doing business in Poland URL: https://www.irglobal.com/article/doingbusinessinpoland-2020/

[3] Business Services Sector in Poland 2020. (2020). ABSL, 176 p.

[4] Beata Zyznarska-Dworczak, Ivana Mamić Sačer (2019). Accounting Systems in Poland and Croatia comparative study. Zagreb International Review of Economics & Business, Vol. 22, No. 1, pp. 55-72.

Features of accounting regulation in Poland

Burunsuz Kateryna[1], Ph.D., senior lecturer of Department of Accounting and Economic Analysis
[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The process of harmonization of accounting regulation in accordance with the best world practice in Ukraine takes place in the context of European integration transformations. The main components of regulatory accounting in Poland are described. The forms of financial reporting required for preparation in Poland are considered.

Keywords: accounting, Directive 2013/34/EU, financial reporting.

ПОРТОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ, ЯК СКЛАДОВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЇЇ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Гришина Л.О.[1], Хмарська І.А.[2]

[1]кандидат економічних наук, професор НУК, зав. кафедри економіки і організації виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м.Миколаїв, Україна

grishinappi@gmail.com

[2]кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки і організації виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м.Миколаїв, Україна hmarska@ukr.net

Анотація. Досліджено значення портового потенціалу у забезпеченні конкурентоспроможності транспортної системи України. Визначено основні стримуючі фактори використання портового потенціалу. Сформовано рекомендації щодо підвищення ефективності використання портового потенціалу України в сучасних умовах.

Ключові слова: портовий потенціал, конкурентоспроможність, розвиток, транспортна система

На сьогодні реалії функціонування портової галузі України свідчать про недостатній рівень відповідності використання її потенціалу зростаючим потребам у відповідних видах діяльності вітчизняного морегосподарського комплексу, вимогам європейських стандартів якості надання транспортних послуг. Поряд з цим, враховуючи географічне положення з виходом в океан, довжину морських кордонів та площі водного простору, можливості власного суднобудування, саме портовий потенціал України має стати вагомою передумовою забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного транспортного сектору, досягнення лідерства в обслуговуванні експортно-імпортних морських вантажопотоків, тощо.

Як відомо, Україна володіє найпотужнішим портовим потенціалом серед всіх країн Чорного моря [1]. Так, на узбережжі Чорного та Азовського морів знаходиться 13 континентальних морських торговельних портів і 12 портопунктів, пропускна спроможність яких становить більше 260 млн тонн на рік. Причальний фронт і територію портів обслуговують близько 600 портальних кранів, тисячі навантажувачів різних типів та інших одиниць портової техніки, 25 тис. працівників. Порти мають більше ніж 330 тис. м2 критих складів і понад 2,5 млн м2 відкритих складських площ. А найбільш значні три морських торговельних портів (Одеський, Іллічівський та Южний порти) забезпечують понад 60 % вітчизняного морського вантажообігу.

Слід відзначити, що в Україні морський транспортний комплекс є багатофункціональною сферою господарювання, що задовольняє потреби національної економіки у транспортному забезпеченні, сприяє розвитку міжнародної торгівлі та збільшенню валютних надходжень до бюджету держави (табл..1). До того ж, ця структура реалізує зобов'язання України як морської держави [2]. Значення морських портів ще й доводиться тим, що в них обслуговується водний транспорт - як найдешевший та відносно екологічний у порівнянні з іншими видами транспорту.

Таблиця 1. Тенденції функціонування морських портів України

Тенденції функціонування морських портів	*Загальний дохід, сформований ринком послуг у морських портах України становить близько 1,5 відсотка внутрішнього валового продукту країни*
	Морські порти забезпечують експортно-імпортні операції (агропромисловий, гірничо-металургійний комплекс, контейнерні вантажі, та ін..)
	Скорочення обсягів перевантаження металопродукції у морських портах на фоні зростання глобального ринку руд металів
	Зростання обсягів виробництва зернових культур обумовило потребу в портових потужностях з їх перевалки
	Активізація діяльності з днопоглиблення акваторій та каналів морських портів України, що зумовлено світовими тенденціями до збільшення використання великотоннажного флоту
	Недостатній рівень завантаженості наявних потужностей з прийому та обслуговування контейнерних вантажів
	Достатньо висока технічна можливість перевантаження з/на трубопровідний, залізничний, автомобільний та річковий транспорт внаслідок наявності транспортних вузлів у морських портах України

Поряд з цим, рівень використання портового потенціалу є низьким, що зумовлено високим рівнем зносу активної частини основних фондів, недостатньою глибиною і довжиною причалів,

аварійним станом хвилеломів та огороджуючих молів, та ін.. Також серед загальних стримуючих факторів використання портового потенціалу слід вказати такі, як: проблеми формування вантажної бази портів, невідповідність рівня ефективності управління діяльністю морських торговельних портів в Україні сучасним міжнародним вимогам й попиту на портові послуги, низький рівень відповідності чинної довгострокової стратегії розвитку портової галузі сучасним потребам і національним інтересам України в цілому [3].

Отже, вирішення проблеми підвищення ефективності використання портового потенціалу України, як складової конкурентоспроможності її транспортної системи, потребує створення відповідних умов та виконання комплексних заходів, серед яких є: удосконалення системи управління морськими портами, посилення цільового характеру використання портових зборів власниками морських гідротехнічних споруд; ліквідація відомчої та технологічної роз'єднаності роботи портів та інших транспортних галузей (залізничної, автомобільної, річкової); створення сприятливих інвестиційних умов для розвитку портової інфраструктури та реалізації необхідних інноваційно-інвестиційних проектів; удосконалення тарифної політики в портовій галузі щодо підвищення економічної обґрунтованості й адаптованості до умов ринку портових тарифів; модернізація та розбудова інфраструктури портів, що дозволить більш ефективно експлуатувати потужності портового господарства, сприятиме збільшенню кількості суднозаходів і зростанню обсягів вантажів; розбудова та модернізація контейнерних терміналів у вітчизняних портах, тощо.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Котлубай О.М. Портовий комплекс України: проблеми і перспективи розвитку / Газета 2000, 21.VIII.2015.

[2] Кібік О. М., Подцерковний О. П., Драпайло Ю. З., та ін. Державна підтримка розвитку морегосподарського комплексу України (організаційні та правові аспекти): монографія / [О. М. Кібік, О. П. Подцерковний, Ю. З. Драпайло, В. О. Котлубай та ін.]; за ред. О. М. Кібік, О. П. Подцерковного. – Херсон: ФОП Грінь Д. С, 2014. – 442 с.

[3] Про внесення змін до Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року. Розпорядження Кабміну України від 23 грудня 2020 р.№1634-р.

Port potential of Ukraine as a component of the competitiveness of its transport complex

Gryshyna L. [1], Khmarska I. [2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding**:** Mykolayiv, UA

Annotation . The importance of port potential in ensuring the competitiveness of the transport system of Ukraine is studied. The main restraining factors of port potential use are determined. Recommendations for improving the efficiency of using the port potential of Ukraine in modern conditions have been formed.

Key words: port potential, competitiveness, development, transport system

УДК 339.9:334.764

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ МОРЕГОСПОДАРСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ КРАЇН СВІТУ

Гурченков О.П.[1], Трунін К.С.[2], Тубальцев А.М.[3]

[1]кандидат економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки та організації виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

gurchencoff@gmail.com

[2]кандидат технічних наук, доцент кафедри менеджменту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
trunin.konstantin.stanislav@gmail.com
[3]доцент Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
anatoliy.tudaltsev@nuos.edu.ua
ORCID ORG 0000-0002-5453-8388

Анотація. Розглядаються питання структуризації морегосподарських комплексів (МГК) країн світу. Особлива увага приділяється тим країнам, які розташовані у моря (океану), півостровах та островах, життя яких пов'язане з морем, вся економіка яких і є одним морегосподарським комплексом. Обґрунтовуються фактори і проблеми розвитку МГК тих країн, які мають вихід до узбережжя морів та океанів. Пропонуються шляхи вирішення окремих проблем розвитку МГК цих країн.

Ключові слова: Морегосподарський комплекс (МГК), регіональні МГК, проблеми розвитку МГК країни, чинники розвитку МГК.

Дане дослідження здійснюється згідно із затвердженою темою НДР «Інституціональні та організаційно-економічні передмови розвитку Морегосподарського комплексу (МГК) України», яка проводиться на кафедрі економіки та організації виробництва НУК. Накопичений інформаційний матеріал дозволяє здійснювати аналіз світового досвіду розвитку МГК приморських країн, які мають вихід до морів та океанів. Метою дослідження є аналіз світового досвіду розвитку МГК приморських країн Світу, які мають вихід до морів та океанів, вироблення рекомендацій, які могли б бути застосовані для розвитку МГК України.

Як складна динамічна система Світовий океан є об'єктом дослідження багатьох наук. Розглядаючи Світовий океан як специфічне середовище, виділяють три основних аспекти глобальної проблеми «людина й океан»: економічний, військовий і політичний [1]. Перелік країн Світу, які мають вихід до Світового океану та морів [2], сьогодні нараховує 143 країни. Ми пропонуємо здійснювати групування країн з використанням наступних класифікаційних ознак: за приналежністю до континентів, окремих півостровів та островів, атолів. Автори. Україну бажано розглядати окремо для уточнення класифікації та структурування її МГК [3]. Як визначено раніше [3, с. 122], існують поняття «морські види діяльності» та «морська господарська діяльність» [3], морська галузь, морська індустрія та морський кластер [4], «економіка» моря [5; 6]. У науковій літературі зустрічається термін «Морегосподарський комплекс». Якщо ж звернути увагу на країни, які розташовані в Азово-Черноморському басейні, то на наш погляд він структуризація МГК потребує більш змістовного обґрунтування.

Теза "Україна – морська держава" сприймається зараз як аксіома. Із причорноморських держав Україна має саму більшу довжину приморської смуги – 1720 км [8], звичайно вона має розвинений МГК. Зокрема, 19 із 40 морських портів Причорномор'я розташовані саме в Україні. Тенденції розвитку морської галузі України свідчать про інше – поступове перетворення України з морської держави в "країну у моря" [9]. В даних умовах відсутнє необхідне виокремлення певних морегосподарських галузей економіки, організаційного оформлення, наприклад, для створення «міністерства МГК України»?

В Україні морегосподарська діяльність представлена у межах конкретного приморського регіону (Одеської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької та Луганської областей) не представляє цілісної системи, що в свою чергу стримує її розвиток.

На наш погляд, МГК кожного приморського регіону (країни) формується з суб'єктів господарювання, які використовують в якості засобів виробництва акваресурси, хвильову та припливну енергію, природні багатства морського шельфу, створюють та використовують засоби морської інфраструктури. У випадках, коли ці суб'єкти не знаходяться в організаційному

взаємозв'язку, шляхи їх розвитку не координуються, кошти для фінансування факторів розвитку розпилені і не завжди є можливість реалізувати великі інноваційні заходи – все це знижує темпи розвитку кожного суб'єкта по окремості та всієї їх сукупності у складі регіону.

Нам здається, що створення різного роду об'єднань підприємств, наприклад, технопарків, індустріальних парків корпорацій та інших бізнес-альянсів, галузевих та регіональних море господарських кластерів дозволяє суттєво підвищити темпи економічного зростання кожного суб'єкта, МГК та в цілому їх організаційної сукупності.

Формулювання змісту поняття «морегосподарський комплекс» (МГК) існує у авторів [7;8;10;11], але одностайно прийнятого все ж таки немає. Деякі з науковців пов'язують поняття МГК тільки із суднобудуванням та судноремонтом [7;8;11], інші – з діяльністю портового господарства [7] або морського (річкового) транспорту, що частково характеризує зміст цього поняття. Авторський варіант формулювання поняття такий: МГК, означений вище, ліквідовує цей недолік і дозволяє з високим ступенем достовірності згрупувати суб'єкти господарювання в МГК і організаційно його виділити.

Питання, пов'язані з використанням природних ресурсів морів і океанів, широко обговорювалися ще за часів Радянського Союзу [12;13], у наші часи [8], і у закордонній літературі [14;15]. Для координації діяльності різних ресурсокористувачів за кордоном був сформований і розроблявся (J.R. Clark, LP. Hildebrand) методологічний підхід, називаний "Integrated Coastal Zone Management", що переводиться як «комплексне керування прибережними зонами» (ККПЗ). Його активно почали розробляти недавно, лише після Конференції ООН по навколишньому середовищу й розвитку 1992 р. у Ріо-де-Жанейро [3].

У МГК Росії існує інший підхід, пов'язаний з відмінністю Морської доктрини Росії від Морської доктрини України [16;17;18]. У російській літературі цей напрямок наукових досліджень став розвиватися тільки з початком ринкових реформ. У першу чергу проблемами управління приморськими регіонами зацікавилися географи й екологи, серед них такі вчені як академік Матішов Г.Г., д.г.н. Айбулатов Н.А, д.г.н. Денисов В.В., ряд учених Інституту океанології Вартанов Р.В., Михайличенко Ю.Г. вчені Державного гідрометеорологічного університету (Санкт-Петербург) Аверкиев А.С, Гогоберідзе Г.Г., Шилін М.Б.).

Проблема дослідження господарського освоєння Світового океану, морів та внутрішніх водойм отримала глобальний характер й у ряді морських держав зведена в ранг національної проблеми. Націоналізація шельфів, поширення суверенітету приморських держав на ресурси прибережних зон, міжнародні угоди по використанню дна Світового океану – все це слугує новим стимулом для подальшого розвитку МГК. Однак, для визначення напрямків розвитку МГК Україні необхідно вивчати закордонний досвід, особливо розвинених країн Світу, для того, щоб перейняти позитивний досвід для національного МГК, визначити напрямки його розвитку та пройти цей шлях скоріше, ніж інші країни.

Основними факторами, які впливатимуть на МГК, як складову економіки країни в сучасних умовах є:

1. Географічне положення країни.
2. Кліматичні умови.
3. Вплив зміни клімату на планеті.
4. Ступінь розвитку інфраструктури в країні, у т.ч. і морської, та комунікацій.
5. Наявність трудового потенціалу та ступінь розвитку трудових ресурсів, можливість їх подальшого розвитку.
6. Ступінь розвитку економіки країни. Важливе значення має питома вага «морської частки» економіки (МГК) в економіці країни.
7. Світова економічна криза в результаті впливу грипу коронавірусу COVID-19 на економіку країн.

Висновки. Інституціональні фактори окремої країни, які пов'язані з управлінням та регулюванням окремих сфер, складових частин, сторін, елементів соціально-економічних

відносин залежать від багатьох факторів і повинні враховуватися. Важливого значення набуває все ж таки однозначного визначення поняття «морегосподарський комплекс». Від цього буде залежати можливість структурування економіки країни і подальший розвиток «морської складової» економіки країни.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Капитанец И.М. Битва за мировой океан в «холодной» и будущих войнах. – М.: Вече. 2002. 544 с.

[2] Атлас Мира. – Киев: ГНПП «Картография», 2008. 56 с.

[3] Трунін К.С. Структурування морегосподарського комплексу України. Збірник наукових праць НУК, №1(451), 2014. 136 с. (с. 120-125).

[4] Управління інноваційною діяльністю підприємств та організацій морегосподарського комплексу: монографія. С. І. Бай, В. С. Блінцов, С. Д. Бушуєв та ін. Миколаїв: видавець Торубара О. С, 2013. 448 с.

[5] Парсяк В.Н. Розвиток економіки моря: інституціональні передумови // актуальні тренди економічного розвитку України: Матеріали Всеукраїнських наукових економічних читань з міжнародною участю з нагоди 50-річчя економічної освіти на Миколаївщині. Миколаїв: НУК, 2015. 134 с.

[6] Парсяк В.Н. Економіка моря: підручник, В.Н. Парсяк. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. 319 с.

[7] Морехозяйственный комплекс Николаевщины: проблемы и перспективы Транспорт, №10, 2013. URL: http://transport-journal.com.

[8] Макогон Ю.В. Украина – держава морская: монография / Ю.В. Макогон, А.Ф. Лысый, Г.Г. Гаркуша, А.В. Грузин; под ред. Ю.В. Макогона. Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2010. 391 с.

[9] Гриневецкий С. Украина: из морской державы в "страну у моря"? [Електронний ресурс] // Зеркало недели, №2, 23-29 января 2010. URL: http://www.ukrrudprom.com/diqest/Ukraina iz morskoy derqavi v stranu u morya.html.

[10] Менеджмент морських ресурсів : навчальний посібник. Уклад. : О. П. Безлуцька, А. П. Бень, М. О. Колегаєв та ін. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2011. 100 с.

[11] Управління інноваційною діяльністю підприємств та організацій морегосподарського комплексу: монографія. С. І. Бай, В. С. Блінцов, С. Д. Бушуєв та ін. Миколаїв: Видавець Торубара О. С, 2013. 448 с.

[12] Залогин, Б. С. Океан человеку. Б. С. Залогин. – М.: Мысль, 1983. 206 с.

[13] Магула, В. Е. Історія освоєння Світового океану: Підручник. В. Е. Магула. Миколаїв, УДМТУ, 2000. 167 с.

[14] Манн-Боргезе Э. Драма океана. Э. Манн-Боргезе / Пер. с англ. Л.: Судостроение, 1982. 176 с.

[15] Риффо К. Будущее – океан. Клод Риффо. / Пер. с фр. П. С. Чахотина, Ж. А. Чернява, В. Н. Шабалина. Под ред. В. А Некрасова. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. 272 с.

[16] Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року» за № 1307 від 7 жовтня 2009 р. URL: zakon4.rada.gov.ua.

[17] Морская доктрина Российской Федерации на период 2020 г. Судостроение, 2001, №6. с. 9-12;

[18] Морская доктрина Российской Федерации на период 2020 г. Судостроение, 2002, №1. с. 9-11.

The problems of development of regional marine economy comlexes of the world's countries

Gurchenkov O.P.1, Trunin K.S. 2, Tubaltsev A.M 3

[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The issues of structuring of maritime complexes (IGC) of the world are considered. Particular attention is paid to those countries that are located in the sea (ocean), peninsulas and islands, whose life is connected with the sea, whose entire economy is one maritime complex. Factors and problems of IGC development of those countries that have access to the coast of the seas and oceans are substantiated. The ways of the decision of separate problems of development of MGK of these countries are offered.

Keywords: Maritime complex (IGC), regional IGCs, problems of IGC development of the country, factors of IGC development.

УДК 332.1:005.52]:005.583.1:330.322

ТРЕНДИ ІНОЗЕМНОГО ІНВЕСТУВАННЯ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ РЕГІОНІВ

Єфімова Г.В.[1], Марущак С.М.[2], Пащенко О.В.[3]

[1]доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної політики та безпеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна
hanna.efimova@nuos.edu.ua

[2]кандидат економічних наук, доцент кафедри економічної політики та безпеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна
svitlana.marushchak@nuos.edu.ua

[3]кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри фінансів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
oleksiy.pashchenko@nuos.edu.ua

Анотація. Визначено основні тренди іноземного інвестування в Україну. Проаналізовано методи оцінки рівня інвестиційної привабливості регіонів України, запропоновано напрямки їх удосконалення та застосування.

Ключові слова: капітальні інвестиції, прямі іноземні інвестиції, інвестиційна привабливість, рейтингова оцінка.

Наразі стан інвестиційної привабливості України та окремих її регіонів значно погіршився в порівнянні з попередніми роками, про що свідчать дані Державної служби статистики та Міністерства фінансів України (рис. 1-3). Обсяги капітальних інвестицій в економіку України скорочуються. В Україні за останні 20 років відношення валового нагромадження основного капіталу (ВНОК) до ВВП скоротилося до найнижчого рівня 12,8% в 2020р. [1, 2, 3].

Динаміка ПІІ за принципом спрямованості, тобто, за грошовими потоками представлена на рис. 2.

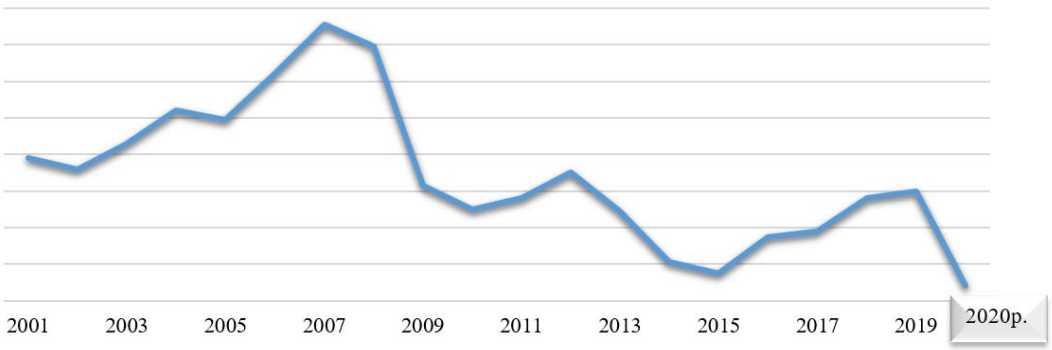


Рис. 1. ВНОК в Україні за 2001-2020 рр., у % до ВВП [1, 2]

Ми можемо спостерігати періоди позитивної динаміки, в тому числі і сальдо притоку і відтоку ПІІ з України, – 2009-2012; 2016-2019рр. В 2014-2015 рр. обсяги ПІІ значно скоротились і в подальшому так і не відновились, зокрема, в 2020р. обсяги ПІІ в і з України мають негативну динаміку. Фактично в сумі на кінець 2020 р. обсяги ПІІ на були нижчі порівняно з 2013-2014рр. [1].

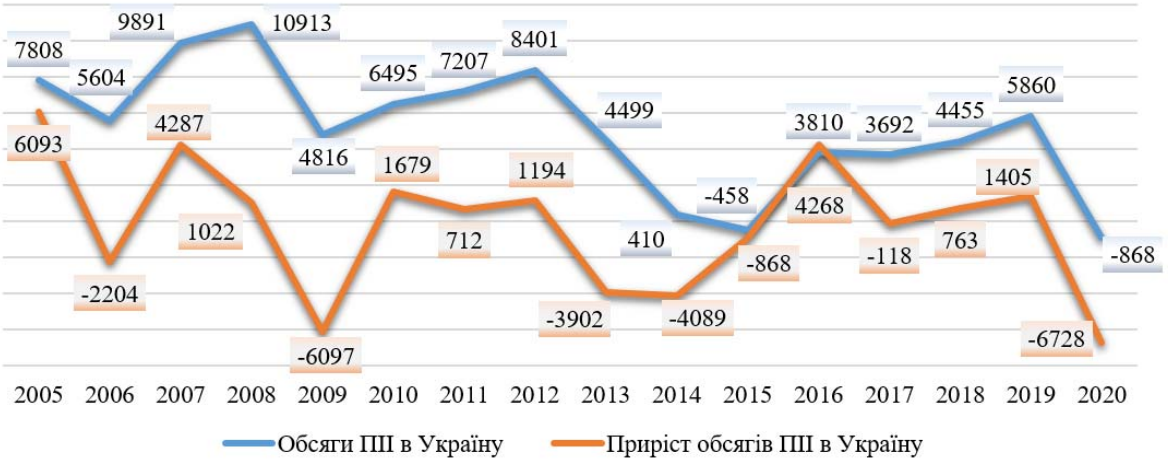


Рис. 2. Динаміка ПІІ в Україну за 2005-2020 рр., млн. US$ [3]

Така ситуація склалася як наслідок впливу світової фінансової кризи, наявності внутрішніх ризиків – проблем економічного розвитку, політична нестабільність, військовий конфлікт, тощо.

Основою позитивних кількісних та якісних змін, прогресивного розвитку економіки, економічного зростання, започаткування та розвиток високопродуктивних нових видів діяльності, реалізації перспективних проектів є капітальні інвестиції (КІ), які включають інвестиції вітчизняні та іноземні. Для залучення іноземних інвестицій важливою є розробка напрямів підвищення рівня міжнародної інвестиційної привабливості, підтримка ініціатив підприємств, регіонів, територіальних утворень в даному напрямку, активізації інвестиційних процесів.

Інтенсивність інвестиційної діяльності регіонів України різна, але основна тенденція зниження її рівня спостерігається і в регіонах. Абсолютні прирости обсягу ПІІ в регіони України за 2019-2020 рр. представлені на рис. 3.

За загальним обсягом ПІІ лідирують Дніпропетровська, Донецька, Полтавська області; низький рівень інвестиційної активності в Волинській, Вінницькій, Сумській та Чернівецькій областях. Загалом, підвищення-скорочення обсягів ПІІ в регіони тісно пов’язані з їх обсягами: більші обсяги – більше скорочення.

Прийняття управлінських рішень завжди спирається на попередній аналіз, результати якого є вхідною інформацією для розробки стратегічних та поточних планів. Тому метою даної роботи ми визначили порівняльний аналіз методів, які дозволяють оцінити рівень міжнародної інвестиційної привабливості регіону.

О.А. Лактіонова наводить наступні методи оцінки інвестиційної привабливості [4]: параметричний аналіз; рейтингова оцінка. В практичних дослідженнях частіше використовується рейтингова оцінка. Саме цей метод пояснюють та застосовують для оцінювання інвестиційної привабливості регіонів Є.В. Бушинський, О.В. Вірянська, Н.М. Давиденко, Ю.В. Єльнікова, Г.М. Завадських, Г.В. Лещук, С.І. Стахорська, С.О. Степуріна та ін.

Суть рейтингового підхід полягає в аналізі різних аспектів розвитку регіону, формуванні на їх основі аналітичних і синтетичних показників за групами та інтегрального показника. За цим показником або системою синтетичних показників визначається рейтинг регіону за рівнем його привабливості для інвестора – як вітчизняного, так і іноземного. До переваг даного методу варто віднести його відносну простоту, можливість використання статистичної інформації для

визначення оцінки більшості так званих «жорстких чинників» [5]. «М'які чинники» та рівні їх значимості визначаються на основі суб'єктивних оцінок експертів. Метод рейтингової оцінки одночасно дозволяє виявити «вузькі місця» на основі порівняння значень окремих показників і, таким чином, визначити пріоритетні напрямки вирішення проблем соціально-економічного стану регіону та підвищення рівня його інвестиційної привабливості для іноземних інвесторів.

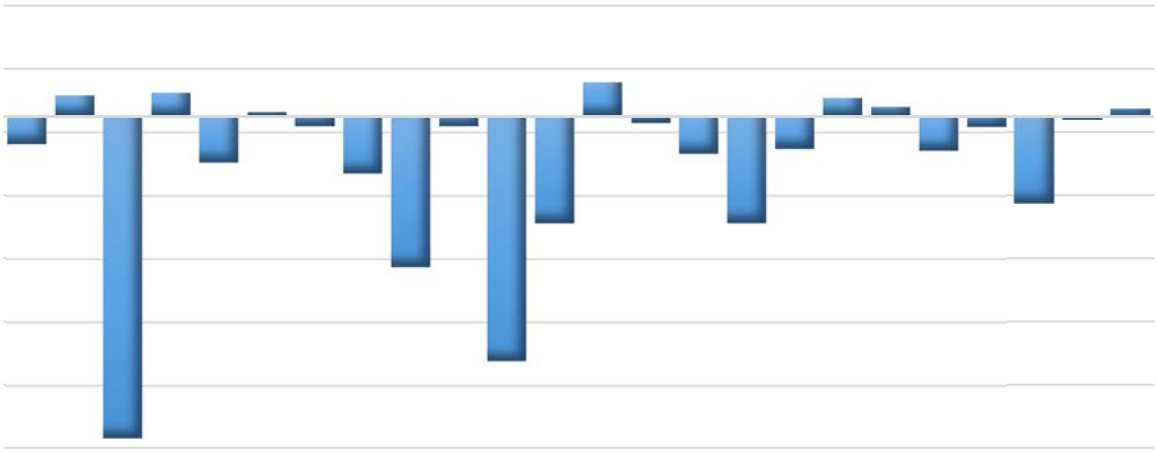


Рис. 3. Абсолютні прирости обсягу прямих іноземних інвестицій в регіони України за 2019-2020 рр., млн. US$ [2, 3]

Проте невирішеним питанням є перелік показників, які варто включати у систему оцінювання інвестиційної привабливості регіону. На практиці концептуальними вважаються показники, визначені методологіями Державної служби статистики України та UNCTAD [6]. При цьому в дослідженнях перелік показників та їх груп , тобто система показників оцінювання значно різняться.

На нашу думку, система показників рейтингової оцінки міжнародної інвестиційної привабливості регіонів потребує виваженого обґрунтування. Враховуючи значну кількість чинників, які різною мірою визначають привабливість регіону для іноземних інвесторів, пропонуємо проводити рейтингове оцінювання рівня інвестиційної привабливості за такими ознаками: 1) типами інвесторів – вітчизняні, іноземні; 2) рівень глибини оцінки, який визначається потребами інвесторів – експрес-аналіз (основні показники), середній аналіз (основні групи показників), повний аналіз (всі показники); 3) напрям інвестування коштів – промисловість, сільське господарство тощо.

Існуючі методики рейтингової оцінки інвестиційної привабливості регіонів відрізняються і способами розрахунку інтегрального показника. Окрім того, «м'які» фактори – це фактори, які переважно стосуються сприйняття економічного середовища інвесторами, тобто по суті є якісними показниками, які можна включити в кількісний інтегральний показник лише спираючись на суб'єктивну оцінку експерта. В такому випадку доцільно використовувати дещо інший підхід – оцінку рівня інвестиційної привабливості регіону на основі нечіткої логіки [7]. Недоліком даного підходу є складність реалізації, тому на практиці його використовують значно рідше. Цей метод, як і рейтингова оцінка, передбачає обґрунтування системи показників, їх класифікацію, обчислення інтегрального показника, але відрізняється способом узагальнення оцінок, дозволяє враховувати якісну інформацію, отримувати проміжні висновки щодо окремих груп показників та лінгвістичні висновки на кожному рівні оцінювання, передбачає можливість

порівняльного аналізу за різними складовими, оцінювати рівень інвестиційної привабливості окремого регіону і отримувати висновки безвідносно до інших регіонів та часових порівнянь.

Отже, залежно від можливостей аналізу ми пропонуємо для оцінювання рівня інвестиційної привабливості регіонів застосовувати або рейтингове оцінювання, або оцінювання на основі нечіткої логіки.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Власюк В. Що не так з капітальними інвестиціями в Україні? *Економічна правда* : веб-сайт. 6 травня 2021. URL: https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2021/05/6/673627/

[1] Статистична інформація. *Державна служба статистики* : веб-сайт. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/

[2] Прямі іноземні інвестиції (ПІІ) в Україну. *ТОВ «МінфінМедіа»* : веб-сайт. URL: https://index.minfin.com.ua/ua/economy/fdi

[3] Лактіонова О.А. Навчальний посібник з дисципліни «Інвестування». Донецький національний університет імені Василя Стуса. Вінниця. 2019. 256 с.

[4] Завадських Г.М. Методичні підходи до оцінки інвестиційної привабливості регіону. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2017. Вип. 17. С. 152-155.

[5] Лещук Г.В. Систематизація підходів до оцінювання інвестиційної привабливості регіону. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2020. Вип. 29. С. 93-98.

[6] Корепанов Г.С. Статистичне оцінювання інвестиційної привабливості регіонів України : дис. … к-та екон. наук : 08.00.10 / Житомир. Харків. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна. Харків, 2015. 191 с.

[7] Iefimova G., Dr. Sci. (Econ.), Prof., Marushchak S., Cand. Sci. (Econ.), Pashchenko O., Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof.

Trends of foreign investment and methods of evaluation of investment attractiveness of regions

Yefimova G.V [1], Marushchak S.M [2], Pashchenko O.V [3]

[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The main trends of foreign investment in Ukraine are identified. Methods for assessing the level of investment attractiveness of the regions of Ukraine are analyzed, directions for their improvement and application are proposed.

Key words: environmental costs; accounting, economic analysis; efficiency, environmental protection, rating.

УДК 338.262.4

СУДНОБУДУВАННЯ – СТАРТОВЕ ВИРОБНИЦТВО МОРСЬКОЇ ІНДУСТРІЇ

Жувагіна І.О.[1]

[1]кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки та організації виробництва Первомайської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. м. Первомайськ, Україна

Irene.zhuvagina@gmail.com

Анотація. Здійснено аналіз сучасного стану суднобудування в Україні, як основоположної домінанти морської індустрії. Обґрунтовано необхідність удосконалення державного управління суднобудуванням. Визначено основні принципи відновлення соціально-економічної та оборонної значимості галузі. Представлений до розгляду Проект Концепції Закону України «Про державну підтримку суднобудування».

Ключові слова: суднобудування, індустрія, економіка, розвиток, безпека, політика, Україна.

Суднобудування України є важливим фактором соціально-економічного розвитку та вирішує доволі складні та масштабні питання гарантування національної безпеки. Суднобудування України було одним із ключових, вкрай важливих, системних складових морської індустрії у цілому. В незалежній Україні воно в основному втратило це своє високе значення і для економіки, і для оборони. Поточний стан є прямим результатом недалекоглядної державної політики щодо галузі, котра реалізовувалася і за часів СРСР і, особливо, після здобуття країною незалежності [1].

Передбачене Законом удосконалення державного управління суднобудуванням повинно бути спрямоване на створення конкурентоспроможних, значно кращих ніж у країн-конкурентів, умов ведення підприємницької діяльності у суднобудуванні, зокрема та межах морської індустрії, у цілому. Без такого удосконалення не є можливим відновлення соціально-економічної та оборонної значимості суднобудування.

В основі мають бути покладеними наступні принципи:

1. Першої особи. За підготовку та прийняття рішень щодо суднобудування (кластеру морської індустрії) мають нести пряму персональну відповідальність перші керівники вищих органів державної влади, міністерств та установ;

2. Впровадження стратегічного планування (управління) розвитком галузі, котре передбачає законодавче визначення її перспектив розвитку (прийняттям національних програм) та активний аналіз стану справ у суднобудуванні з наступною оцінкою його позиції на ринках;

3. Постійний моніторинг стану ринків суднобудування та використовуваних конкурентами засобів державної підтримки;

4. Формуванні стратегії розвитку суднобудування як однієї із ключових складових морської індустрії (кластеру морської індустрії);

5. Розвиток державно-приватного партнерства.

Для цього при Президентові України створюється координуючий консультативно-дорадчий орган з питань розвитку суднобудування (або морської індустрії у цілому). Головне завдання цього органу – підготовка пропозицій Президентові України щодо удосконалення державної підтримки суднобудування (та морської індустрії у цілому). Напрацювання консультативно-дорадчого органу у вигляді проектів владних рішень (проектів законів, указів, постанов, розпоряджень) представляються у відповідні органи влади те вони набувають легітимності відповідно до чинних регламентів роботи цих органів влади. Аналогічні органи, по управлінській вертикалі, створюються у Кабінеті Міністрів України, міністерствах, відомствах.

Відтак, представлений Асоціацією суднобудівників України "Укрсудпром" відповідно до пропозиції Міністерства промислової політики України щодо перегляду базових принципів організації державної підтримки суднобудування України та відповідних рішень, прийнятих на нараді в Комітеті з питань промислової і регуляторної політики та підприємництва Верховної Ради України в травні поточного року Проект Концепції Закону України «Про державну підтримку суднобудування» передбачатиме [2]:

1. Приєднання до «Угоди щодо нормальних умов конкуренції в комерційному суднобудуванні та судноремонті» – депозитарій ОЕСР;

2. Розробку та затвердження «Концепції розвитку суднобудування» (морської індустрії на період до 2030 р.);

3. На основі «Концепції…» розробку та затвердження Державної регуляторної програми «Суднобудування України» (або «Морська індустрія України») включаючи зміни в законодавстві, котрі забезпечуватимуть:

- звільнення імпорту від сплати ПДВ;
- звільнення імпорту від сплати мита;
- надання державних гарантій під кредити комерційних банків, котрі надаються вітчизняним судновласникам для будівництва (ремонту) суден на вітчизняних заводах (в межах реалізації національних програм);

4. Надання державної фінансової підтримки на будівництво суден через механізм здешевлення кредитів банків (в межах реалізації національних програм);

5. Економічне стимулювання залучення інвестицій на переоснащення та модернізацію вітчизняних верфей і потужностей заводів суднового машинобудування і приладобудування (в межах реалізації національних програм);

6. Надання державної підтримки суднобудівним науково-дослідним та проектним організаціям для виконання робіт за науково-технічною програмою «Продукція суднобудування» в частині розробки та організації випуску виробів суднового машинобудування і морського приладобудування та виконання науково-дослідницьких робіт (в межах реалізації національних програм);

7. Створення умов для залучення в галузь молодих працівників, особливо робочих професій (в межах реалізації національних програм).

Ресурсна підтримка суднобудування: передбачатиме обмежене використання коштів державного бюджету лишень для вирішення питань удосконалення конкурентоспроможності галузі; надаватиметься тільки в межах реалізації національних програм відновлення галузі, котрі мають затверджуватися Верховною Радою. Закон передбачатиме розробку та затвердження: «Національної програми розвитку суднобудування України до 2030 року»; «Національної програми кораблебудування України до 2030 року».

ЛІТЕРАТУРА

[1] Рижева Н. О. Суднобудування в Україні: етапи й особливості розвитку (від давнини до початку XX ст.). – Дис. …д-ра іст. Наук : 07.00.01 / Київський національний університет імені Тараса Шевченка. - Київ, 2010.

[2] Проект Концепції Закону України "Про державну підтримку суднобудування" електронний ресурс [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://sd.net.ua/2009/06/10/proekt_koncepc_zakonu_ukrani_pro_derzhavnu_pdtrimku_sudnobuduvannja.html

Shipbuilding is starting production of marine industry

Iryna Oleksandrivna Zhuvahina[1]
[1]Pervomaisk Branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Annotation. The analysis of the modern state of shipbuilding is carried out in Ukraine, as a fundamental dominant of marine industry. The necessity of improvement of state administration shipbuilding is reasonable. Basic principles of proceeding in socio-economic and defensive meaningfulness of industry are certain. The Project of Conception of Law of Ukraine presented to consideration is "About state support of shipbuilding".

Keywords: shipbuilding, industry, economy, development, safety, politics, Ukraine.

ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ

Карась П.М.[1], Гришина Л.О.[2]
[1]кандидат економічних наук, професор кафедри фінансів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
karas.nuos@gmail.com
[2]кандидат економічних наук, професор НУК, завідувачка кафедри економіки і організації виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
grishinappi@gmail.com

Анотація. Досліджено місце, значення та тенденції функціонування морських портів України. Визначено джерела фінансового забезпечення реалізації Стратегії розвитку вітчизняних морських портів. Сформовано рекомендації щодо зміцнення фінансової складової реалізації Стратегії на шляху становлення України як морської держави.

Ключові слова: морські порти, розвиток, стратегія, фінансове забезпечення

На сьогодні реалії функціонування морського транспортного комплексу України свідчать про його невідповідність зростаючим потребам у переміщенні вантажів, вимогам світових стандартів якості надання транспортних послуг. Досліджуючи тенденції функціонування вітчизняної сфери морської діяльності, слід відзначити, що під тиском загальних несприятливих економічних умов, Україна втрачає лідерство в обслуговуванні експортно-імпортних морських вантажопотоків, а внаслідок високого рівня зношеності виробничого потенціалу морського транспорту прискорюється зниження конкурентоспроможності підприємств морської галузі в цілому. Тому актуалізуються завдання реформування і розвитку морських портів, у яких обслуговується морський і водний транспорт. Особливої уваги заслуговують питання фінансового забезпечення реалізації Стратегії розвитку морських портів до 2038 року.

Слід відзначити, що метою Стратегії розвитку морських портів України до 2038 року встановлено «визначення концептуальних засад формування державної політики планування та розвитку портової галузі, спрямованих на покращення сервісу, створення умов для залучення приватних інвестицій та підвищення ефективності використання наявних потужностей в морських портах України…» [1]. Тому питання фінансового забезпечення досягнення визначених завдань займають важливе місце в сучасних умовах розвитку портової галузі. Серед джерел фінансового забезпечення реалізації зазначеної Стратегії можуть бути як кошти суб'єктів господарювання, що надають послуги в морських портах України, так і кредитні, інвестиційні кошти (рис.1).

Рис.1. Джерела фінансових ресурсів реалізації Стратегії розвитку морських портів України

Одною із важливих подій економічного простору України стало проведення в жовтні 2019 року Першого Інвестиційного Форуму «RE:THINK invest in Ukraine» під егідою Президента України Володимира Зеленського [2]. Серед 120 інвестиційного проекту слід відзначити 2 проекти щодо розвитку морської інфраструктури Причорноморського регіону, а саме: інвестиційний проект концесії морського порту «Ольвія» (розрахована сума інвестицій становить 49 млн.дол. США) ; інвестиційний проект концесії Херсонського морського порту (розрахована сума інвестицій становить 45 млн.дол. США). Стосовно фінансування розвитку морської інфраструктури за рахунок інвестицій іноземного капіталу, варто відзначити, що вони можуть здійснюватися у різних формах, а найбільш розповсюдженою формою є інвестиції в акціонерний капітал підприємств, державні та корпоративні цінні папери. Одним із найбільших партнерів такої співпраці є Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР), який надає міжнародні кредити на пільгових умовах під державні гарантії та кредитує приватні

підприємства на комерційних умовах [3]. Серед цілей і напрямів фінансової підтримки зазначаються і заходи із завершення модернізації основного транспортного коридору, що з'єднує Україну з Європейським Союзом; ініціативи за проектами в морських портах, на приватних терміналах та інфраструктурних об'єктів.

Варто відзначити, що необхідною передумовою активізації фінансово-інвестиційних процесів у забезпеченні розвитку вітчизняних морських портів є формування взаємовигідних відносин між суб'єктами морської галузі і фінансово-кредитними установами. До основних вимог при цьому треба вказати великі обсяги залученого капіталу, тривалі терміни та доступність його ціни. Якщо ж немає можливості отримати доступ до альтернативного фінансування, то суб'єкти морської інфраструктури можуть користуватися послугами лізингу, що є досить розповсюдженим в розвинутих морських державах. Як показує позитивний досвід інших країн, доцільним є створення банківських консорціумів, які очолює банк з достатніми пасивами, великим досвідом кредитної діяльності та який має налагоджені зв'язки з фінансовими і кредитними структурами. Функціонування такого банківського консорциума може мати багато переваг для розвитку морської інфраструктури [4].

Отже, однією із передумов фінансування реалізації Стратегії являється створення сприятливих інвестиційних умов для розвитку морських портів та реалізації масштабних інвестиційних проектів, прийняття порядку та умов здійснення компенсації залучених у розвиток стратегічних об'єктів портової інфраструктури інвестицій, спрощення процедур передачі майна і земельних ділянок, розташованих на території порту, в концесію; здійснення відповідної амортизаційної політики, тощо. Подальша активізація фінансово-інвестиційних процесів у забезпеченні розвитку морських портів потребує формування відповідного організаційно-економічного механізму, впровадження якого сприятиме підтримці інвестиційної діяльності, оптимізації джерел фінансування морської галузі, інноваційному розвитку портової інфраструктури та зміцненню позицій України як морської держави в цілому.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Про внесення змін до Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року. Розпорядження Кабміну України від 23 грудня 2020 р.№1634-р.

[2] "RE:think. Invest in Ukraine". Перший інвестиційний форум в Україні. URL :https://eu4business.eu/uk/events/mizhnarodnyy-investyciynyy-forum-rethink-invest-ukraine

[3] Міжнародне співробітництво: ЄБРР. URL: https://www.minfin.gov.ua

[4] Фінанси суднобудівних підприємств: монографія/ І.А.Воробйова, Г.В.Єфімова, П.М.Карась, О.П.Кириченко, О.М.Крамаренко, В.Н.Парсяк, О.В.Пашенко, Н.В.Приходько, Г.К.Рогов, Н.Є.Терешкіна, П.В.Трофімішин, М.В.Фатєєв, Е.Б.Хачатуров.-Миколаїв: НУК. 2012. 234 с.

Financial providing of realization of Strategy of development of marine ports of Ukraine

Karas P.[1],Gryshyna L.[2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding: Mykolayiv, UA

Annotation. A place, value and tendencies of functioning of marine ports of Ukraine, is investigational. The sources of the financial providing of realization of Strategy of development of home marine ports are certain. Recommendations are formed in relation to strengthening of financial component realization of Strategy on the way of becoming of Ukraine as naval power.

Keywords: marine ports, development, strategy, financial providing

УДК 657

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПОДАННЯ ФІНАНСОВОЇ ЗВІТНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ, СКЛАДЕНОЇ НА ОСНОВІ ТАКСОНОМІЇ UA XBRL МСФЗ 2020

Каткова Н.В.[1], Грищенко О.В.[2]

[1] кандидат економічних наук, доцент, професор кафедри обліку і економічного аналізу Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

natalia.katkova@nuos.edu.ua

[2]кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри обліку і економічного аналізу Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

grishenko_elena@ukr.net

Анотація. Розглянуто сутність таксономії фінансової звітності та причини оновлення змісту таксономії МСФЗ. Наведено порядок подання фінансової звітності у форматі iXBRL до Центру збору фінансової звітності. Окреслені основні проблемні аспекти подання фінансової звітності за UA XBRL МСФЗ.

Ключові слова: таксономія фінансової звітності, система фінансової звітності, подання.

Одним з найактуальніших питань за останній час серед бухгалтерів та аудиторів в Україні стало питання подання і аудиту фінансової звітності підприємств, складеної на основі таксономії МСФЗ.

Згідно Закону України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» підприємства, що становлять суспільний інтерес, публічні акціонерні товариства, суб'єкти господарювання, які здійснюють діяльність у видобувних галузях, підприємства, які провадять господарську діяльність за видами, перелік яких визначається Кабінетом Міністрів України, а також підприємства, які самостійно визначили доцільність застосування МСФЗ, складають і подають фінансову звітність та консолідовану фінансову звітність органам державної влади та іншим користувачам на їх вимогу на основі таксономії фінансової звітності за міжнародними стандартами в єдиному електронному форматі, визначеному центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері бухгалтерського обліку [1].

Таксономія фінансової звітності — склад статей і показників фінансової звітності та її елементів, які підлягають розкриттю. Таксономія фінансової звітності затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері бухгалтерського обліку [1].

Загальна Таксономія МСФЗ випускається Радою з МСФЗ (International Accounting Standards Board (IASB) для сприяння поданню в електронному форматі фінансової звітності, складеної відповідно до Міжнародних стандартів фінансової звітності. Ілюстрована Таксономія МСФЗ публікується Фондом з МСФЗ і відображає зміст Таксономії як у форматі PDF, так і у форматі HTML.

Оновлення змісту Таксономії МСФЗ відбувається протягом усього року в результаті:

- опублікування нових або змінених МСФЗ та МСБО (адже кожного року у світі МСФЗ відбуваються зміни: випускаються або замінюються нові стандарти, вносяться зміни, поправки, доповнення, тощо);
- проєктів звичайної практики (тобто прямих норм стандарти не містять, але зазвичай, більшість компаній розкривають таку інформацію – звичайна практика);
- вдосконалень Таксономії МСФЗ (вносять зміни до Таксономії, виправлення п омилок, тощо) [2].

Відповідно до вимог законодавства, фінансова звітність підприємств, яка подаватиметься в єдиному електронному форматі, повинна бути підготовлена згідно таксономії, зокрема Таксономії UA XBRL МСФЗ.

Таксономія UA XBRL МСФЗ - таксономія фінансової звітності за міжнародними стандартами фінансової звітності в Україні, затверджена Міністерством фінансів України, яка адаптована до особливостей складання фінансової звітності в Україні та включає в себе також звіт аудитора і звіт про управління. Таксономія UA XBRL МСФЗ має два розширення: для банківського та страхового секторів. Для всіх інших необхідно користуватися загальною таксономією.

Таксономія МСФЗ - це не лише перелік статей і показників фінансової звітності та її елементів, які підлягають розкриттю. Ці статті та показники взаємопов'язані, об'єднані так званими «тегами». Тобто розкриваючи один показник, наприклад, у Звіті про зміни у власному капіталі, необхідно розкрити цей показник в інших звітах та примітках таким чином, щоб всі розкриття узгоджувалися між собою. Саме це і є найскладнішим та потребуючим особливо уваги з боку компаній.

Деякі показники містять формули, які автоматично рахують ті, чи інші показники. Такі статті не є заповнюваними.

І хоча для складання фінансової звітності на підставі таксономії фінансової звітності за міжнародними стандартами в єдиному електронному форматі необхідно і використовувати певне програмне забезпечення, і користуватися новою «Системою фінансової звітності» (СФЗ), проте все ж найосновнішою проблемою, з якою стикаються суб'єкти господарювання, є знання МСФЗ. Тому що Таксономія МСФЗ містить понад 60 тисяч показників відповідно до МСФЗ, які компаніям необхідно дослідити і визначити, які саме показники відносяться до компанії і мають бути заповненими. Звичайно, для великих компаній це буде досить велика кількість показників та статей.

Варто звернути увагу, що Таксономія МСФЗ містить майже навпроти кожного показника посилання на конкретний пункт конкретного стандарту, що може значно допомогти при складанні фінансової звітності за МСФЗ.

Необхідно уважно слідкувати за використанням вірної Таксономії UA XBRL МСФЗ за відповідний період. При складанні фінансової звітності за 2020 рік необхідно використовувати Таксономію UA XBRL МСФЗ 2020. При валідації фінансової звітності за допомогою програмного забезпечення-валідатора, завантажувати до нього відповідну Таксономію. Також слід уважно заповнювати додатні/від'ємні значення, тому що заповнення невірно одного значення може непровалідувати фінансову звітність [2].

На цей час створення суб'єктами звітування фінансової звітності у форматі XBRL, складеної з використанням Таксономії звітності UA XBRL МСФЗ, може здійснюватися за допомогою безкоштовного програмного сервісу iXBRL Report – Система створення iXBRL звітності, розробленого за підтримки проєкту USAID/DAI «Трансформація фінансового сектору», який розміщений на порталі https://frs.gov.ua, або спеціалізованого програмного забезпечення, придбаного (розробленого) на замовлення суб'єкта звітування.

Система фінансової звітності – це інтегрована система, що дозволяє отримувати, обробляти, перевіряти та розкривати фінансову звітність суб'єктів звітування та їх аудиторських звітів на основі використання документів у форматі Inline XBRL (iXBRL), що розроблені на основі таксономії, прийнятої та опублікованої Міністерством фінансів України. СФЗ передбачає подання фінансової звітності за принципом «єдиного вікна». Формат XBRL є загальновизнаним міжнародним стандартом, що дозволяє опрацьовувати великі обсяги якісних та кількісних показників [3].

Подавати фінзвітність у форматі iXBRL до Центру збору фінзвітності можна лише за умови реєстрації. Процедура реєстрації на порталі СФЗ завершена лише після затвердження

регулятором Корпоративного профілю суб'єкта звітування. Суб'єкт звітування повинен забезпечити реєстрацію довіреного користувача, який у подальшому, від імені суб'єкта звітування, може надавати доступ до Порталу ЦЗФЗ «Система фінансової звітності» іншим користувачам шляхом створення облікових записів нових користувачів, зокрема, підписантів фінансової звітності.

Після реєстрації суб'єкти звітування регулятор надсилає чернетку звіту корпоративного профілю для заповнення із зазначенням кінцевої дати подання такого звіту, після цього на стартовій сторінці кабінету користувача з'являється інформація, що доступний звіт до заповнення.

Процес подання фінансової звітності відбувається у такому порядку:

1) регулятор створює запит на подання звіту суб'єктом звітування, що відображається в кабінеті користувача суб'єкта звітування

2) суб'єкт звітування на основі актуальної Таксономії UA XBRL МСФЗ створює та валідує (перевіряє) файл звіту використовуючи спеціальне програмне забезпечення.

3) здійснює підписання створеного звіту КЕП особами, уповноваженими на підписання такої фінансової звітності, які повинні бути зареєстрованими користувачами Порталу ЦЗФЗ «Система фінансової звітності»

4) завантажує підготовлений файл звіту до ЦЗФЗ «Система фінансової звітності», використовуючи запит на подання звіту, створений регулятором.

Після подання фінансової звітності до ЦЗФЗ «Система фінансової звітності», фінансова звітність буде оприлюднена на «Порталі розкриття фінансової звітності» у разі, якщо це вимагається законодавством.

За результатами проведення аудиту фінансової звітності суб'єкта звітування та перед поданням цієї фінансової звітності до СФЗ аудиторська фірма повинна підписати цю звітність, складену суб'єктом звітування у форматі iXBRL. Підписує аудиторський звіт ключовий партнер з аудиту, який призначений аудиторською фірмою відповідальним за проведення аудиту фінансової звітності суб'єкта звітування [3].

Отже, процес складання фінансової звітності на підставі таксономії фінансової звітності за міжнародними стандартами в єдиному електронному форматі досить складний та потребує значних зусиль з боку компаній. Але перехід України на новий формат iXBRL відкриє низку переваг як для користувачів, так і для тих, хто готує фінансову інформацію.

Література

[1] Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні: Закон України від 16.07.99р. № 996-XIV URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text.

[2] Савкова О. Що являють собою нові вимоги у світі фінансової звітності (iXBRL)? URL: https://www.bdo.ua/uk-ua/blog-2/consulting/april-2020/what-are-the-new-requirements-in-the-world-of-financial-reporting.

[3] Система фінансової звітності. URL: https://frs.gov.ua/about-frs/

Current issues of submission of financial statements of enterprises prepared on the basis of taxonomy UA XBRL IFRS 2020.

Katkova Natalia V.[1], Hryshchenko Olena V.[2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The essence of the taxonomy of financial reporting and the reasons for updating the content of the taxonomy of IFRS are considered. The procedure for submitting financial statements in iXBRL format to the Financial Reporting Collection Center is given. The main problematic aspects of the presentation of financial statements in accordance with UA XBRL IFRS are outlined.

Key words: taxonomy of financial reporting, system of financial reporting, presentation.

УДК 336

НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ОТГ ЯК ФАКТОР ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ

Клисяк Марія Дмитрівна[1]
[1]*аспірантка кафедри економічної політики та безпеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*
м. Миколаїв, Україна
mariia.klysiak@nuos.edu.ua

Анотація. Тема присвячена актуальному питанню визначення напрямків підвищення інвестиційної привабливості ОТГ з метою піднесення економіки моря. На сучасному етапі розвитку світової економіки інвестиційна привабливість ОТГ є однією з найважливіших характеристик економічної потужності та майбутніх перспектив розвитку України. Залучення іноземних інвестицій та загалом міжнародна інвестиційна привабливість ОТГ є, безумовно, одним із головних чинників, що визначають ефективність діяльності ОТГ, а зокрема оцінюють фактичну та потенційну здатність до проведення нею ефективної зовнішньоекономічної діяльності.

Ключові слова: напрями підвищення інвестиційної привабливості ОТГ, інноваційно-інвестиційний комплекс, державно-приватне партнерство, технологічні парки.

З часів незалежності, реформа децентралізація є однією із найбільш визначальних перетворень в Україні. Створення якісних умов для населення, формування ефективного місцевого самоврядування - являються головними завданнями модернізації системи державного управління. Для досягнення цих цілей необхідно мати високий рівень економічного розвитку територій та достатнє фінансове забезпечення. Фінансовий фактор є одним із найважливіших, від якого повністю залежить ефективна діяльність територіальних громад. Основою для розвитку ОТГ є кваліфіковані трудові ресурси, розвинена інфраструктура, активні підприємства і тд. Підвищення зацікавленості у залученні додаткових надходжень до місцевих бюджетів виявилось результатом даної реформи, через недостатнє державне фінансування. Тому проблема підвищення інвестиційної привабливості ОТГ є актуальним питанням на сьогоднішній день.

Серед науковців, які розглядали питання пов'язані з інвестиційною привабливістю, слід визначити: О. Хаєцька, В. Мельник, А. Пешко, І. Іващук, О.Носова, М. Ромашко та інші.

Метою дослідження є визначення основних напрямів підвищення інвестиційної привабливості ОТГ, що дозволить піднести економіку моря.

Одна із причин низької ефективності економіки моря є гальмування інвестиційних процесів. Для піднесення економіки моря необхідно визначити напрямки підвищення інвестиційної привабливості ОТГ (Рис.1.).

Тобто напрямами підвищення інвестиційної привабливості ОТГ є:

1. Підвищення ефективності інвестиційної інфраструктури периферійних територій. На сьогодні існує багато можливостей для територіальних громад довести до відома іноземним інвесторам свої проекти, наприклад [2, с. 49]:

- офіс залученні інвестицій;
- МБФ «ДОБРОБУТ ГРОМАД»;
- торгово-промислова палата України;
- європейський бізнес асоціація;
- спілка Українських підприємців;
- американська торговельна палата в Україні;
- сайт Дія Бізнес;
- офіс з просування експорту України;

- Western NIS Enterprise Fund
- німецько-українська промислово-торгівельна палата.

Також вони можуть допомогти в залученні інвестицій в територіальну громаду.

2. Застосування механізму державно-приватного партнерства. Для ефективного економічного розвитку країни, регіонів та ОТГ в цілому, необхідна система взаємовідносин між державою та інвесторами (приватними партнерами), тобто об'єднання ресурсів та розподіл відповідальності та доходів між ними.

3. Системне вирішення проблеми безробіття. Створення нових підприємств для збільшення робочих місць в сільських місцевостях, малих містах та в регіонах з недостатньо зайнятим населення працездатного віку. Для залучення прямих іноземних інвестицій в економіку України необхідно: створювати нові робочі місця, підвищувати кваліфікацію робочої сили, сприяти розвитку технологій, підвищенню експортних показників, конкурентоспроможності підприємств, регіону, країни [6] .

4. Формування інноваційно-інвестиційного комплексу шляхом створення у регіоні мережі технологічних парків. Вони допоможуть збільшити добробут ОТГ та регіону в цілому, адже вони є зонами економічної активності, які поєднують потенціал університетів, науково-дослідних структур, промислових підприємств та суб'єктів інноваційної інфраструктури регіонального загальнодержавного та міжнародного рівнів. Короткий аналіз процесу становлення в Україні цих інноваційних структур засвідчує про зниження на сьогодні динаміки їх розвитку та функціонування, хоча практика роботи технопарків протягом останніх дев'яти років підтверджує їх доцільність та ефективність у активізації інноваційної діяльності [3].

Рис. 1. Напрями підвищення інвестиційної привабливості ОТГ (розроблено на основі [1])

Досягнення поставленої мети можливе шляхом дотримання напрямів підвищення інвестиційної привабливості кожній ОТГ. Значні кроки вже зроблені, зокрема у 2013 році набрав чинності Закон України «Про стимулювання інвестиційної діяльності у пріоритетних галузях економіки з метою створення нових робочих місць», який спрямований на створення умов для активізації інвестиційної діяльності шляхом концентрації ресурсів держави на пріоритетних напрямах розвитку економіки з метою запровадження новітніх та енергозберігаючих технологій, створення нових робочих місць, розвитку регіонів [7]. Надалі залишається створення у регіоні мережі технологічних парків, застосування механізму державно-приватного партнерства та підвищення ефективності інвестиційної інфраструктури периферійних територій. Перший пункт покращить економіку регіону, сприяє створенню економічної стабільності. Другий – забезпечить позитивні зміни, тобто забезпечить відкритості економіки, посилить захист приватної власності. Третій – прискорення ринкових реформ, зі змінами в митному законодавстві.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Макогон Ю. В. Шляхи підвищення інвестиційної привабливості периферійних територій Сходу України / Ю.В. Макогон // Електронний режим доступу: http:// old2.niss.gov.ua/articles/1291/

[2] Як ОТГ залучити інвестиції? Практичний посібник. - Електронний режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1SYN6IVlphKLZ0P3Lc_rVYbgp-sIfF9YK/view?fbclid=IwA R3hzb0 Eg bc luxDa3f8O wxrWM8g QQfPQRC KpRnYxNtt5Hf2XdXXTdE0eM-s

[3] Міністерство освіти і науки України Технологічні парки. // Електронний режим доступу: https://mon.gov.ua/ua/nauka/innovacijna-diyalnist-ta-transfer-tehnologij/tehnologichni-parki

[4] Носова О.В. Інвестиційна привабливість підприємств // Стратегічні пріоритети. — 2007. — № 1(2).— С. 120—126.

[5] Ромашко О.М., Сопко В.В. Роль інвестиційної діяльності у формуванні прибутку підприємства// Актуальні проблеми економіки. — 2008. — №12(90). — С. 107—112.

[6] Хаєцька О.П. Шляхи підвищення міжнародної інвестиційної привабливості України/ О. П. Хаєцька// Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. – Вип. №3.- 2020. с. 113-127. Електронний режим доступу: http://socrates.vsau. org/ repository/getfile.php/ 26517.pdf

[7] Закон України «Про стимулювання інвестиційної діяльності у пріоритетних галузях економіки з метою створення нових робочих місць» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 32, ст.410). Електронний режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5205-17#Text

Directions for increasing the investment attractiveness of OTG as a factor in the rise of the maritime economy

Klysiak Mariia Dmitrievna[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding. Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The topic is assigned to the current nutritional status of the direct investment adjustment of the OTG in the context of the development of the economy of the sea. At the current stage of development of the light economy and investment, the profitability of the OTG is one of the most important characteristics of the economic need and potential prospects for the development of Ukraine. Recognition of the international investment and the recognition of the international investment efficiency of the OTG но, madly, one of the leading officials, in order to start the efficiency of the OTG, while the efficiency of the cost of the actual

Keywords: direct investment promotion of OTG, innovation-investment complex, state-private partnership, technological parks.

УДК 330.341.1

КЛАСТЕРИ В ПРОМИСЛОВОСТІ: ЕТИМОЛОГІЧНІ ВИТОКИ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ ЗМІСТ

Парсяк В.Н.[1], Жукова О.Ю.[2], Ващиленко А.М.[3]

[1]доктор економічних наук, професор кафедри інтелектуальної цифрової економіки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв Україна, volodymyr.parsyak@nuos.edu.ua

[2]кандидат економічних наук, доцент кафедри інтелектуальної цифрової економіки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Виконавчий директор Морського кластеру України, Україна, Миколаїв
eyzhukova@gmail.com

[3]Голова ради Всеукраїнського громадського об'єднання «Українська Асоціація Центрів Підтримки Бізнесу», голова наглядової ради Морського Кластеру України,Україна, Миколаїв
artem.biz.mk@gmail.com

Анотація. Доповідь присвячена висвітленню поглядів авторів на економічну природу терміну «кластер». Він набув широкого поширення в контенті, присвяченому пошуку ефективних інструментів піднесення прибережних регіонів. І не лише в Україні, але й і цілому світі. Від так виникла потреба узагальнити чисельні пропозиції колег-науковців та запропонувати власну.

Ключові слова: економіка, економіка моря, регіональний розвиток, кластер, конкурентна спроможність, економічна ефективність.

Вступна частина. Тема індустріальних кластерів завжди захоплювала і продовжує цікавити дослідників. Не оминули її своєю увагою й автори цієї доповіді [1, 2]. Для когось з них кластер – невідривний елемент чинного економіко-правового ландшафту. Тому, оглядаючи та оцінюючи його, вони вдаються до систематизації накопиченого досвіду, формулюють практичні рекомендації для підприємств-новачків, демонструють зразки розбудови законодавчих підвалин запровадження кластерного підходу.

Інші, приділяючи належну увагу утворювальному потенціалу кластерів, констатують, що вітчизняна сьогоденність далека від ідеалу, і пояснюють це відсутністю інституціонального підґрунтя і виваженої державної політики. На відміну, скажімо, від країн Європейського Союзу. Знаходяться і такі, хто дорікає представникам бізнесу (власникам, менеджменту), оскільки, на їхню думку, вони мали б виказувати максимальну зацікавленість у зростанні ефективності започаткованої справи завдяки застосуванню прогресивних форм підкріплення корпоративних потенціалів. І кластери тут стають в пригоді. За браком часу, оминемо стороною дискусію з шановними попередниками та продемонструємо результати наших розвідок щодо сутнісного змісту кластерів. Прагнучи дістатися поставленої мети, ми звернулися до тлумачних словників, які вважаємо справжніми концентраторами людської мудрості. Посилена увага до них обумовлена тим, що цей різновид глосаріїв визначає лексико-фразеологічний склад мови, пояснює значення, граматичні та стилістичні особливості уживання тих чи інших слів. Крім тлумачення, власне, вони містять також цілу череду контекстних ілюстрацій.

Cambridge Advanced Learner's Dictionary пропонує відразу декілька версій, в залежності від того, про яку частину мови йдеться [3]:

1. Іменник – «група з подібних, близьких один до одного об’єктів (осіб, речей), оточують кого-небудь або що-небудь». Для ілюстрації згадують, зокрема, «кластер галактик, кластер шанувальників особистості (кіноактора, політичного діяча, спортсмена), кластер високотехнологічних підприємств у спеціальній економічній зоні (наприклад, **ROTTERDAM HARBOUR, CEDAR CROSSING INDUSTRIAL PARK, YANBU INDUSTRIAL CITY)**, кластер комп’ютерів, з’єднаних разом, щоб працювати як один потужний обчислювальний центр». Далі, у тезаурусі вміщені синоніми слова: ансамбль, покоління, підгрупа, збірка, набір даних, антологія і, як це не дивно, – сніп.

2. Дієслово – «об’єдна́ння, групування подібних речей навколо кого-небудь або чого-небудь, вчинення спільних дій в межах невеликої площі, серед малої групи людей». Скажімо, онуки оточують бабусю, щоб послухати казку перед тим, як лягти спати; студенти збираються біля дошки об’яв деканату, щоб ознайомитися з рейтинговими списками.

Longman Dictionary of Contemporary English [4] зосереджується на важливій деталі: група *однорідних* речей, дуже наближених одне до одного (кластер подвірних сільськогосподарських будівель або викладачів провінційних шкіл, які допомагають один одному втілювати у життя навчальну програму. В останньому випадку пропонується застосовувати словосполучення «кооперативний кластер». Ми також мали нагоду висловлюватись з цього зовсім не випадкового уточнення [5]. Автори Oxford Dictionary of English притримуються гіпотези, що слово «кластер» перегукується зі староанглійським «згусток» (крові чи листя, яке опало) [6]. Отже, з’ясовано: «cluster» на мові походження має значення «скупчення», «об’єдна́ння».

Академічний тлумачний словник української мови:

а) б'єднання (іменник) – ціле, що склалося на основі з'єднання, поєднання чого-небудь. Організація людей на основі спільності мети, завдань [7, с. 494]. Констатуємо гармонію поглядів з розробниками Господарського кодексу України [8];

б) скупчення (іменник) – велика кількість зібраних, зосереджених в одному місці людей, предметів і так інше [9, с. 497] (навіть натяку на непорушність лав та підпорядкованість одній волі та висока кореляція з дефініціями англійських колег). Якщо ж до переліку об'єктів скупчення додати підприємства зі споріднених ланцюгом створення вартості, то впритул наближаємося до істини;

об'єдна́ння (дієслово) – з'єднувати в одне ціле; робити єдиним, ***подібним, схожим (за певними спільними ознаками); споріднювати,*** сполучати між собою і (увага!) ***згуртовувати, єднати на фундаменті одностайності щодо мети, поглядів, інтересів [10].***

Очевидно, що змістовне навантаження цих слів має різні відлиски. Скупчення це щось невпорядковане, нагромадження чогось, що діє на власний розсуд. Об'єднання ж викликає уявлення про організовану та керовану систему. Таким чином, сутнісний зміст терміну визначається обставинами вживання, природою інтегрованих об'єктів і завданнями, які постали перед розвідниками того чи іншого процесу або явища.

Остаточно розставити крапки над «і» допомагає М.Ю. Портер. Саме його – професора Гарвардської школи бізнесу, почесного доктора Стокгольмської школи економіки вважають одним з засновників сучасної теорії менеджменту та особою, яка вперше привернула увагу до кластерів, як інструменту посилення конкурентної спроможності бізнесу. Проілюструємо його бачення [11] прикладами сьогоденного життя миколаївської громади:

1. Кластери – географічні скупчення фірм у певній галузі. Наприклад, суднобудівних підприємств, інжинірингових бюро, транспортно-логістичних хабів, судноплавних компаній, ферм з вирощування риби та морепродуктів.

2. Кластери, які охоплюють на додаток низку підприємств споріднених галузей та інших суб'єктів, здатних посилити конкурентну спроможність першої групи, надати нових імпульсів розвитку регіонів. Наприклад, постачальників специфічних матеріалів, комплектуючих виробів, надавачів послуг (з монтажу двигунів, кабелів та електричного устаткування).

3. Кластери з участю маркетингових посередників та кінцевих споживачів продукції. Скажімо, підприємств офшорної індустрії: нафто- та газовидобувних платформ, морських вітрових парків, фірм, які їх будують та обслуговують.

Кластери, до яких залучені розробники технологій (науково-дослідні центри), агенції із нагляду за дотриманням стандартів (класифікаційні товариства), продуценти освітніх програм: університети (навчання майбутніх співробітників відповідних підприємств, підвищення кваліфікації персоналу, вже залученого до роботи); коледжі (допомога в опануванні робітничих професій). В Миколаєві це – Національний університет кораблебудування, Миколаївський політехнічний коледж, Вище професійне училище суднобудування, Миколаївський професійний суднобудівний ліцей та низка інших.

5. Кластери, в піднесені яких зацікавлені уряди та органи місцевого самоврядування. Їх приваблює нарощування експорту продукції, виготовленої підприємствами-учасниками, перспективи створення нових робочих місць, посилення економічної потужності й привабливості регіону для місцевих мешканців або трудових мігрантів.

Відповідь на питання, яке з них є найкращим, потрібно шукати в площині посилення ринкових позицій кожного із тих, хто перебуває у скупчені або знайшов для себе плюси, пов'язані з приєднанням до нього.

Висновки. 1. Проведене під етимологічним кутом зору дослідження змісту терміну «кластер» доводить, що застосування кластерних технологій в промисловості не супроводжується виникненням загроз втрати правовій або економічній незалежності суб'єктів господарювання. 2. За умов ретельного узгодження сторонами положень установчих документів, обрання в органи управління компетентних та авторитетних осіб, запровадження ретельного

контролю за їх діяльністю, кластери здатні сприяти виникненню синергетичного ефекту, в якому зацікавлені усі та кожен його учасник.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Жукова О.Ю., Парсяк В.Н., Жуков Ю.Д. Інноваційний аутсорсинг в управлінні мультисервісним інжиніринговим підприємством. Херсон: Олді-плюс. 2017. 248 с.

[2] Парсяк В.Н., Жукова О.Ю. Економіко-правові обриси кластера суднобудівних підприємств Миколаївщини. Причорноморські економічні студії. 2020. Вип. 52., частина 2, с. 73-81.

[3] Cambridge Dictionary. Cluster. URL:https://dictionary.cambridge. org/dictionary /english/cluster

[4] Longman. Cluster. (2019). URL: https://www.ldoceonline.com/dictionary/cluster

[5] 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. 2019. Vol. 4. №. 5. С. 110-120.

[6] Lexico Dictionary. Oxford. Cluster. URL: https://www.lexico.com/en/definition/cluster

[7] Словник української мови: в 11 тт. / АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І.К. Білодіда. К.: Наукова думка, 1970-1980., Том 5, 1974, с. 494. URL: http://sum.in.ua/s/ob.jednannja

[8] Господарський кодекс України.URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15#n911

[9] Словник української мови: в 11 тт. / АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. К.: Наукова думка, 1970-1980. Том 9, 1978, с. 337. URL: http://sum.in.ua/s/skupchennja; http://sum.in.ua/s/ob.jednannja

[10] Словник української мови. URL: https://slovnyk.ua/index.php?swrd=%D0%BE%D0%B%27%D1%94%D0%B4%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8

[11] Porter M. Clusters and the New Economicsof Competition, *Harvard Business Review*, November 1, 1998. URL: https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition

Clusters in industry: ethymological origins and economic content

Volodymyr Parsyak[1], Olena Zhukova[2], Artem Vashchylenko[3]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
[3]Ukrainian Association of Business Support Centers,
Maritime cluster of Ukraine

Abstract. The report is devoted to the authors' views on the economic nature of the term "cluster". It has become widespread in the content of finding effective tools for the uplift of coastal regions. And not only in Ukraine, but also in the whole world. Hence the need to summarize the numerous proposals of fellow scientists and offer your own.

Key words: economy, sea economy, regional development, cluster, competitiveness, economic efficiency.

УДК 338.2

РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ОЩАДЛИВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ЛОГІСТИЦІ

Пулянович О.В.[1], Година О.В.[2]

[1]кандидат економічних наук, доцент Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Херсон, Україна

lenapul@ukr.net

[2]старший викладач Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Херсон, Україна

grifon1972@ukr.net

Анотація. В роботі розглядається поняття та принципи ощадливого менеджменту. Наведено обґрунтування актуальності реалізації концепції ощадливого менеджменту в логістиці. Визначено етапи та переваги впровадження ощадливого менеджменту логістичними компаніями.

Ключові слова: ощадливий менеджмент, логістика, витрати

Вступна частина. Концепція lean-менеджменту більше як півстоліття розглядається великою кількістю світових компаній як головний принцип роботи. Така необхідність виникає в першу чергу у компаній з великими оборотами та обсягами виробництва. Але концепція lean-менеджменту підходить не тільки промисловим гігантам та компаніям зі складною структурою. Основні принципи «lean» можуть бути застосовані і для малого бізнесу.

Дослідження питання «lean production», «lean management» висвітлені в наукових працях як закордонних, так і вітчизняних вчених: Д.Т. Джонс,Д.П. Вумек, Тайіті Оно, Л.М. Джордж, Д. Роос, Т.В. Омельяненко,Д.О. Барабась, О.В. Щербина, А.В. Вакуленко.

Основна частина. Ощадливий менеджмент (lean management) можна назвати системним підходом до виявлення та зменшення відходів у компанії. Це відбувається шляхом забезпечення безперервності потоку, скорочення виробничих витрат, підвищення рівня якості та постійного прагнення до досконалості [1].

З іншого боку, ощадливий менеджмент - це концепція, яка спочатку була створена на виробничих підприємствах і передбачає, що група, яка має досягти успіху, повинна діяти згідно з двома основними принципами. Перший - уникнути будь-яких відходів, другий - забезпечити найвищу якість продукції [2].

Ощадливий менеджмент також може бути успішно використано в логістиці. Логістика представляє собою управління матеріальними потоками на стадії закупівель сировини, матеріалів, виробництва і розподілу продукції, товарів, робіт, послуг на макро- і мікрорівнях. [3, с.8-12].

Слід зазначити, що логістичні витрати характеризуються розподілом за різними групами витрат, високою часткою у загальних витратах компанії; мінливістю суми витрат у різні періоди; розподілом відповідальності за їх виникнення між різними організаційними ланками, що складають логістичну систему; складністю визначення їх загального обсягу та виконанням великої кількості рахункових операцій [4, с. 124; 5, с. 155].

Ощадливий менеджмент в логістиці - це процес, який дозволяє ефективно ідентифікувати витрачений час, матеріали та енергію у ланцюжку поставок. Виявляючи та усуваючи такі гарячі точки, експедитор може запропонувати швидший та дешевший транспорт.

Ефективна та практична реалізація ощадливого менеджменту логістикою дозволяє суттєво покращити управління зберіганням та доставкою логістичними компаніями, прагнучи до найбільшого задоволення клієнтів. Завдяки цьому час затримок зменшується, а доставки дешевші. Впровадження ощадливого управління в логістичній компанії дозволяє скоротити час очікування, збір та доставку продукції. Це також дозволяє організації отримувати постійну якість послуг, оскільки доставка ділиться на кілька кроків, і існує не так багато факторів, які можуть її порушити.

Переваги від впровадження ощадливого менеджменту в логістиці:

- зменшення запасів;
- зменшення ризику незадоволеності клієнтів,
- зібрані дані дозволяють усунути будь-які неточності,
- зведення до мінімуму кількості кроків, необхідних для транспортного процесу,
- зменшення простору, необхідного для зберігання інвентарю, а отже
- зменшення розміру інвестицій, необхідних для його підтримки.

Однією з основних проблем, з якими стикаються логістичні компанії у всьому світі, є додатковий час, необхідний для доставки на великі відстані, та велика кількість залучених людей. З моменту прийняття товару до моменту доставки весь процес може включати, серед іншого, водіїв вантажівок, експедиторів, клієнтів, брокерів, залізничних, морських та авіаперевізників.

На початковому етапі впровадження ощадливого менеджменту в логістиці необхідно створити команду, яка включатиме людей, які виконуватимуть функції у таких відділах, як закупівля, дистрибуція та обслуговування клієнтів.

Другий крок - це спільне зіставлення всіх процесів, що відбуваються у ланцюжку поставок (відображення потоку вартості).

Ощадливий менеджмент реалізується поетапно, і контроль відіграє надзвичайно важливу роль протягом усього процесу. Завдяки йому вдається виявити невідповідності і при необхідності швидко реагувати на них. Усі заходи повинні проходити в атмосфері підвищення рівня поінформованості персоналу [6].

Висновки. Належна реалізація концепції ощадливого менеджменту в логістиці приносить ряд переваг, включаючи скорочення операційних витрат, збільшення прибутку, кращу ефективність та кращий контроль часу, а також більш швидкі поставки.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Лайкер Дж. Практика дао Toyota: Руководство по внедрению принципов менеджмента Toyota: пер. с англ. / Джеффри Лайкер, Дэвид Майер. − М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. − 588 с. − (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»).

[2] Кваша О.І., Бондар-Підгурська О.В. Реалізація концепції «LEAN PRODUCTION» як спосіб заощадження у національному виробництві. Європейський вектор модернізації економіки: креативність, прозорість та сталий розвиток : матеріали X Ювілейної Міжнародної науково-практичної конференції (18-19 квітня 2018 р., м. Харків). Харків: ХНУБА, 2018. Частина 1. С.129-132.

[3] Марченко В.М. Логістика: Підручник/ В.М. Марченко, В.В. Шутюк. – К.: Видавничий дім «Артек», 2018. — 312 с.

[4] Нікшич С.М. Теоретико-методичні засади оцінювання логістичних витрат підприємств – URL: http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/1046/1/26.pdf

[5] Рета М.В. Логістичні витрати: визначення, класифікація та облік / М.В. Рета // Бізнесінформ. – 2012. – № 8. – С. 155-158.

[6] Ощадливе виробництво: концепція, інструменти, досвід: наук.-практ. видання / Т.В. Омельяненко, О.В. Щербина, Д.О. Барабась, А.В. Вакуленко; Держ. вищ. навч. заклад «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана». − К.: КНЕУ, 2009. − 157 с.

Implementation of the concept of lean management in logistics

Olena Pulianovych[1],Olena Godyna[2]
[1-2]Kherson Branch of admiral Makarov National University of Shipbuilding
Kherson, Ukraine

Abstract. The concept and principles of lean management are considered in the work. There isgiven the substantiation of urgency of realization of the concept of economical management in logistics. There are identified stages and advantages of implementing lean management by logistics companies.

Key words: lean managemen, logistics, costs

УДК 330.341.1

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВАХ: МЕТОДИ ТА МЕХАНІЗМИ

Руснак А.В.[1], Ломоносов Д.А.[2]
[1]доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
rusnak_av@meta.ua
[2]кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
dmytro.lomonosow@gmail.com

Анотація. Метою дослідження є узагальнення європейського досвіду застосування методів та механізмів управління інноваційною діяльністю для використання на вітчизняних підприємствах. Визначено найбільш поширені за кордоном інструменти управління інноваційним процесом на підприємстві. Досліджено підходи щодо здійснення інноваційної діяльності на підприємствах у країнах ЄС.

Ключові слова: інновації; інноваційна діяльність; інноваційний розвиток; інноваційні процеси; підприємство.

У країнах Європейського союзу проблемам інноваційного розвитку, а також основним механізмам його реалізації – інноваційній діяльності підприємств, приділяється значна увага з боку держави, наукової і бізнес-спільноти [1]. Реалізація заходів щодо активізації та розвитку інноваційної діяльності ведеться в двох напрямках [1; 2; 3; 4]. Перший напрямок, що ініціюється державою, пов'язаний з розвитком систем адміністративної та економічної мотивації й підтримки підприємств, і створенням інноваційної інфраструктури, методології та інструментарію, що дозволяють ефективно здійснювати інноваційну діяльність. Другий напрямок, що розвивається в Європі, пов'язаний з організацією на підприємствах інноваційної діяльності та розвитком їх інноваційного потенціалу.

З метою формування та розвитку інноваційної інфраструктури, в країнах ЄС реалізовано низку проектів, зокрема: 1) проект Europe INNOVA, ініційований з метою вдосконалення механізмів та інструментів здійснення інноваційної діяльності на підприємствах, що дають їм можливість успішно та швидко створювати і впроваджувати нові рішення [1; 3]; 2) проект Leonardo da Vinci Pilot Project, здійснений підприємствами з різних галузей промисловості, які надали дані про рівень розвитку їх інноваційних процесів та застосовуваної ними методології в даній сфері [2; 5]; 3) проект ЄС IMP3rove (IMProvement of Innovation Management Performance with Sustainable IMPact «IMP3rove», поліпшення показників управління інноваційною діяльністю для сталого розвитку) – сприяє подальшому розвитку конкурентоспроможності в Європі, і є засобом формування практичних рекомендацій, надання допомоги підприємствам при оптимізації інноваційної діяльності [6].

Усі проекти передбачають конкретизацію отриманих результатів щодо різних секторів економіки [1]. Реалізація країнами ЄС інноваційної діяльності, вимагатиме скоординованих зусиль держави та бізнесу, наукових установ, агентств, які спеціалізуються на інноваціях, а також приватних і державних фінансових інститутів.

У Європі продовжуються роботи щодо створення та вдосконалення методів і інструментів управління інноваціями [2; 3; 7]. Основоположним методологічним документом, який формує понятійну базу інноваційної діяльності, є Керівництво Осло: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation. Документ підготовлений Організацією економічного

співробітництва та розвитку та Євростатом й дозволяє проводити поглиблене дослідження, здійснювати кількісне та якісне вимірювання інноваційної діяльності й виконувати її міждержавні зіставлення [7].

До методів та інструментів, що застосовуються для управління інноваціями, відносяться спеціально створені, які враховують необхідність мінімізації невизначеності та ризику, притаманні інноваційній діяльності та універсальні інструменти і методи, що застосовуються в різних сферах управління підприємством – прогнозуванні, маркетингу, стратегічному менеджменті, оцінці інвестиційних проектів тощо.

До інструментів, спеціально розроблених для управління інноваційним процесом на підприємстві, найбільш поширених за кордоном слід віднести:

1. Stage-Gate-процес (рис. 1) – технологія, яка представляє собою план управління розробкою нового продукту від формування ідеї до його комерціалізації [4; 8]. Процес включає низку визначених «стадій» (stage), кожна з яких складається з сукупності визначених дій. Їх успішне завершення необхідне для переходу процесу розробки нового продукту до наступної стадії розвитку. Вхід в кожну стадію – це «ворота» (gate), що контролюють процес і є точками прийняття рішення.

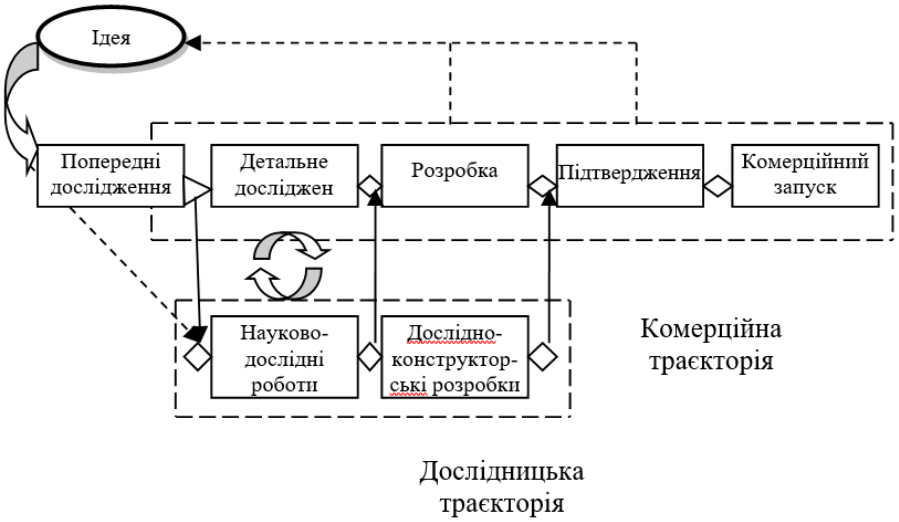


Рис. 1. Технология Stage-Gate-процесс [4]

2. The Innovation Pipeline – це технологія управління потоком інновацій, яка має ширшу, ніж Stage-Gate-процес, сферу застосування: від нових продуктів, бізнес-процесів та бізнес-моделей до проектів розширення, придбання активів або підприємств [9]. Відмінними рисами The Innovation Pipeline від Stage-Gate-процесу є чітко виражений стратегічний контекст технології, її інтеграція з процесом управління портфелем та процедурою поетапного фінансового планування і контролю діяльності підприємства.

3. NPD-процес (New Product Development) – має істотну схожість з технологією Stage-Gate, але робить акцент не тільки на розробці самого продукту, але і на процесі його виробництва (рис. 2) [2; 3; 5].

Разом з тим, в розробці методів управління інноваційною діяльністю підприємств відзначається низка проблем, що пов'язані зі стратегічним плануванням цієї діяльності, її виміром та оцінкою.

Проведений аналіз способів здійснення інноваційної діяльності на підприємствах у країнах ЄС дозволив виділити декілька підходів у цій галузі: 1) «проектний підхід», при якому інноваційна діяльність на підприємстві розглядається як сукупність інноваційних проектів, керованих в рамках методології проектного управління або з використанням інших інструментів (наприклад, Stage-Gate-nponecc, the Innovation Pipeline) [10]; 2) «програмний підхід», заснований на застосуванні програмного менеджменту, який використовується для управління масштабними

інноваційними перетвореннями [4; 10]; 3) підхід на основі створення систем управління дослідженнями, розробками та інноваціями (Research, Development and Innovation (R&D&I)) відповідно до вимог національних стандартів [11; 12].

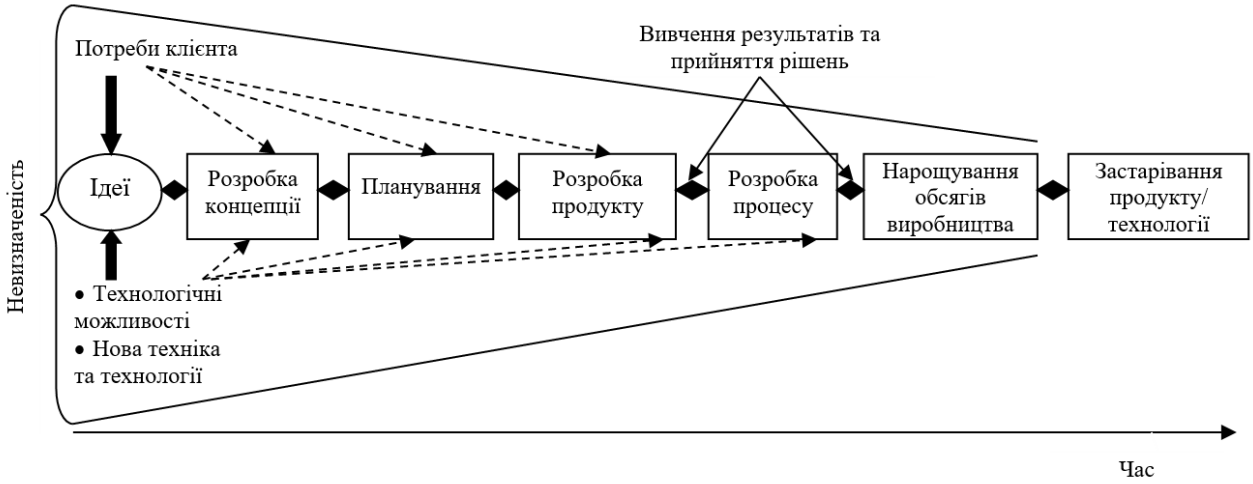


Рис. 2. Технологія NPD-процесу [5]

Інноваційній діяльності, як головному чиннику формування конкурентних переваг підприємств, галузей, економік технологічно розвинених країн, приділяється значна увага за кордоном, де накопичено значний досвід інноваційного розвитку виробництва, який вимагає аналізу та може бути використаний для здійснення інноваційної діяльності на підприємствах в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Europe INNOVA: European Innovation Platforms (2008). Retrieved from www.europe-innova.org/index.jsp.

[2] Kas ir inovācija? (2021). Retrieved from http://innovation.lv/inovacija/.

[3] Leading Edge Innovations (2019). Retrieved from https://www.le-innovations.com.

[4] Management Methods and Management Models (2021). Retrieved from www.12manage.com.

[5] Derksen, U. (2006). InnoSupport: Supporting Innovation in SMEs. Leonardo da Vinci Pilot projects. The Surrey Institute of Art and Design University College. Retrieved from https://www.yumpu.com/en/document/read/9560102/innosupport-supporting-innovation-in-smes.

[6] Kearney: Global Management Consulting Firm (2021). Retrieved from https://www.ru.kearney.com.

[7] Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. 3rd edition. A Joint Publication of OECD and Eurostat. OECD/EC (2005). Retrieved from https://ec.europa.eu/ eurostat/docum ent s/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF/60a5a2f5-577a-4091-9e09-9fa9e741dcf1?version=1.0.

[8] Бабаскин, С.Я. (2009). Инновационный проект: методы отбора и инструменты анализа рисков. Москва: «Дело» АНХ.

[9] Turrell, M. & Lindow, Y. (2003). The Innovation Pipeline. Imaginatik Research.

[10] Cooper, R. & Edgett, S. Portfolio Management for New Products Scott J. (2001). Product Development Institute, Product Innovation Best Practices Series, №11.

[11] Aenor project. (2021). Retrieved from https://www.aenor.com.

[12] Iberdrola. (2021). Retrieved from https://www.iberdrola.es.

European experience of management of innovative activities at enterprises: methods and mechanisms

Rusnak Alla [1], Lomonosov Dmytro[2]

[1-2]Kherson branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The purpose of the study is to summarize the European experience in the application of methods and mechanisms for managing innovation for use in domestic enterprises. The most common tools for managing the innovation process at the enterprise are identified. Approaches to the implementation of innovative activities at enterprises in EU countries are studied.

Keywords: innovations; innovation activity; innovative development; innovation processes; enterprise.

УДК 657:004

ПРОЕКТНЕ УПРАВЛІННЯ В СТРУКТУРІ КОРПОРАТИВНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СУДНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Фатєєв М.В.[1], Поткін О.О.[2]
[1-2]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, м. Миколаїв
ipdo@nuos.edu.ua

Анотація: В доповіді розкрито механізм запровадження системи проектного управління на суднобудівному підприємстві. Визначено роль нормативно-довідкової бази підприємства та функції офісу управління проектами.

Ключові слова: суднобудування, мережеві графіки, офіс управління проектами.

Конкурентоспроможність підприємств на глобальних ринках суднобудування визначається рівнем розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, що є основою формування ланцюгів створення вартості. В галузі запроваджується методологія Shipbulding 4.0, основу якої складають передові технології четвертої промислової революції.

Побудова транспортних суден є складним і тривалим процесом, який неможливо реалізувати без використання проектного підходу і спеціалізованого програмного забезпечення управління проектами. Система проектного управління ні в якому разі не замінює ніяку підсистему в корпоративній інформаційній системі підприємства, вона доповнює кожну з них та забезпечує інтеграцію процесів обробки управлінської інформації.

Стандартизація стала необхідним атрибутом в проектному управлінні. Розвиваються галузеві та національні стандарти. Впливовим стандартом є PMBOK – національний стандарт США [1]. Провідна світова організація по стандартизації ISO розробила та розвиває власний стандарт проектного менеджменту [2], він є об'єднуючим базисом для стандартів в галузі проектного управління на національному та корпоративних рівнях.

Українська асоціація управління проектами під керівництвом професора Бушуєва С.Д. ефективно координує наукові дослідження з проблем проектного управління, реалізує програми сертифікації менеджерів проектів.

Досвід використання проектного управління в суднобудуванні підтверджує доцільність формування графіків в трьох рівнях:

1. Генеральний графік (30-50 подій).
2. Календарно-мережевий графік (50-400 подій).
3. Локальні графіки (кількість подій залежить від рівня декомпозиції виробничих процесів).

На вказані основні графіки суттєво впливають суміжні графіки:

- графік розробки конструкторсько-технологічної документації;
- Графіки забезпечення виробництва матеріалами та комплектуючим обладнанням.

Ефективна інтеграція системи управління проектами і суміжних систем можлива при правильній організації нормативно-довідкової інформації підприємства. Необхідним є наявність

на підприємстві наскрізної методики кодування обладнання, матеріалів і структури декомпозиції робіт (WBS). Тільки при наявності такої наскрізної системи кодування стає можливим зв'язати в систему всі управлінські функції (закупівлі, виробництво, облік, технічне обслуговування та ін.)

При запровадженні сучасних механізмів проектного управління в першу чергу на суднобудівному підприємстві необхідно забезпечити високий рівень організації інформаційних потоків та моделей бізнес-процесів. Для тестового випробування механізмів проектного управління в умовах підприємства необхідно організувати групу фахівців з відділів головного технолога, інформаційних технологій, фінансового управління. По результатам тестового випробування розробляється й затверджується стандарт підприємства по використанню підсистеми проектного управління.

Важливим елементом запровадження проектного управління є організація *офісу управління проектами*. Офіс управління проектами має забезпечити ефективні комунікації проектного управління і функціональних служб підприємства (маркетинг, матеріально-технічне забезпечення, управління фінансами, управління персоналом), що дозволить підвищити якість системи управління підприємством в цілому.

ЛІТЕРАТУРА

[1] A Guide to the Project management. Body of Knowledge. (PMBOK Guide) – Sixth Edition URL:http//www.pmi.com

[2] Международный стандарт ISO215002012 «Guidance on project management»

[3] Умное управление проектами: Учебное пособие/ под ред.Новикова Д.А. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019.- 189с.

Project management in the structure of the corporate information system of the shipbuilding enterprise

Fateev M.V[1], Potkin O.O[2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Mykolayiv

Abstract: The report reveals the mechanism of introduction of the project management system at the shipbuilding enterprise. The role of the regulatory framework of the enterprise and the functions of the project management office are determined.

Keywords: shipbuilding, network schedules, project management office.

Секція № 10. ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ

УДК 371.3

TEACHING ENGLISH: THE EFFECTIVENESS OF REMOTE ONLINE LEARNING

Boiko L.M.[1]
[1]*Candidate of Philological Sciences, Associate Professor*
Department of Social Sciences, Kherson Branch of Admiral Makarov
National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine
boikolmh@gmail.com

The current pandemic has made the problem of remote online learning one of the critical issues for teachers. Our University had to replace the traditional face-to-face teaching with remote education. The special attention in the paper is paid to teaching English online, its benefits and constraints.

Keywords: remote/online learning, teaching English, the Covid-19 pandemic

Synchronous or face-to-face learning has always seemed to be the most effective medium for training. But according to the Covid-19 pandemic restrictions the use of this medium became impossible. Thus, the only way to reach students and teach them was the one with using computer technologies that may be called in different terms: distant/remote/online education. Before the pandemic era distant learning was used for training students with special needs and for reaching students (usually they were the correspondence department students) in remote areas.

The main problem, revealed by the Covid-19 era was digital literacy of the students and teachers as well as availability of computers and access to the Internet. The reality of the pandemic required to respond quickly to the current needs and changes in the educational paradigm, as it was not planned, designed or developed over time [1].

Remote learning during the pandemic time showed all the faults and drawbacks in readiness of both the students and the teachers to work online. They had to adapt rapidly: the first to learn online and the second to conduct their classes online.

Teaching English for Specific Purposes online at the Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding had some positive and negative sides. The sudden shift to online learning made both teachers and students disorientated and frustrated. The first things the English teachers used were social media and messengers like Viber, Telegram and WhatsApp to communicate with and engage students [2]. They shared ideas, tools, activities, provided informational support as well as worksheets and quizzes for English learners. Using these messengers gave teachers some time to plan their classes online. The next step was utilizing the platforms like GoogleClassroom for providing materials, advice and support. The structure of the platform appeared to be clear for the students and they quickly got used to it and its requirements. The next level was conducting the real-time classes using the video-conferencing service Zoom. That was the biggest challenge for the students as they had to answer the teacher's questions and react to the assignments at once. These online classes also challenged teachers as well [3]. The teacher had to be prepared with different kinds of exercises, be able to change activities, to have a lot of material online, ready to use.

The benefits of online learning in our opinion are: flexibility, encouraging motivation, opportunities for virtual communication, increasing digital skills. On the contrary, online learning has a lot of negative sides too. The first and the most important is the access to the Internet, if there is no one, then all above mentioned has no meaning. The students with no access are left marginalized and frustrated. The students who attended the classes online also stress the importance of

face-to-face English classes. Some of them find technical classes more suitable for learning online, while linguistic ones, like Ukrainian or English, in their words, are far better to be conducted in the traditional classroom, letting them have visual contact with the partners and easiness to ask the teacher any questions on the topic.

REFERENCES

[1] Paudel, P. (2021). Online education: Benefits, challenges and strategies during and after COVID-19 in higher education. International Journal on Studies in Education, 3(2), 70-85.

[2] Suryana, I., Hidantikarnillah, V., and Murwantono, D. (2021). A narrative inquiry of language teachers' perceptions and experiences in using WhatsApp during New Normal Post Covid-19 era. EduLite: Journal of English Education, Literature and Culture, 6(1), 55-70.

[3] Бойко Л.М. Проблеми онлайн-викладання іноземної мови студентам під час карантину// Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці (24-25.09.2020)». Т.2. Миколаїв: НУК, 2020, 251-253.

Викладання англійської мови: ефективність дистанційного онлайн навчання

Бойко Любов Михайлівна[1]

[1]Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова

В теперішній період пандемії перед викладачами гостро постала проблема дистанційного навчання. В період локдауну наш університет був змушений замінити традиційне навчання в аудиторії на дистанційне. Особлива увага у статті приділяється перевагам і недолікам викладання англійської мови онлайн.

Ключові слова: дистанційне навчання, онлайн навчання, викладання англійської мови, пандемія Ковід-19.

УДК 004.023

HEURISTICS AS A SEARCHING METHOD OF NEW APPLIED TO PROBLEM SOLVING UNDER UNCERTAINTY

Dyukova S.[1], Iatsenko G.[2]

[1]PhD student, manager of methodical cabinet of Project Management Department, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolayiv, Ukraine

[2]Doctor of Philosophy, Associate Professor of Modern Languages Department, Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolayiv, Ukraine

Abstract.The work is devoted to the field of heuristics that is considered as a searching method of the new when it applied to problem solving under uncertainty. Heuristics is presented as a method as well as an approach that can be widely used as a problem solving mechanism especially under the circumstances of information explosion and limited time for any search. On the other hand, heuristics is described as a science that has its subject to study heuristic models of new original problem solving or to determine the correct solutions from the wide range of examples. A wide range of heuristic models as well as heuristic methods are mentioned in the work.

Key words: heuristics, heuristic models, heuristic methods, problem solving, decision-making, uncertainty, search.

Heuristics is applied to the field of philosophy of science with the aim to reflect and explain a constant feature of scientific knowledge to expand, namely to describe a situation when a theory crosses its boarders and is to grow. Heuristic meaning of the process is connected with emergence of completely new meaningful spheres and niches. Heuristic characteristic is an ability of a theory to cross its prime boarders, adapt and be potentially able to expand on new fields. In modern philosophy heuristics is described as a science connected with the emergence of new way of thinking, ideas in knowledge and human activity [6]. Heuristic methods have rather broad way of appliance in any science. As a science of creative thinking, heuristics is one of the youngest in the system of current scientific knowledge, namely it has been formed on the base of generalized results of different sciences that study a man, his activity and creativity. A major breakthrough of philosophy of science was awareness of heuristic opportunities as a universal tool which permits problem solving under uncertainty.

The main task of heuristics is to create the new appropriate models of problem solving. Being a complex scientific branch that contains elements of philosophy, psychology, linguistics, cybernetics, informational theory, knowledge sciences, labor organization, etc., it provides the tools for such search. The main part is devoted to psychology of creative thinking that studies the mechanisms of problem solving [2].

There are several heuristic assumptions:

- A group of inventive tasks is infinite, a group of inventive methods is finite.
- A method of problem solving always contains subjectivity, its effectiveness depends on excellence of an inventor.
- There is always an opposite method of problem solving as an alternative one.
- There is no inventive task that was solved without conscious or unconscious method, strategy or tactics of thinking.

The goal of heuristics is to develop models of any new task solution or problem solving. Heuristics as a science has its subject to study heuristic models of new original problem solving or to determine the correct solutions from the wide range of examples. The models of performed search have individual character and closely connected with psychological activity and general motivation of a subject of cognition. The following heuristic models can be named: an elementary model of “blind search”, structural and semantic model of G. Bush, maze model, transformer model, gateway model, seed model, model of obstacle and springboard, etc. [3].

Heuristic moments can be visualized in a case when the presented circumstances don’t have a ready solution and the past experience doesn’t contain a ready scheme which can be applied in the situation. A new strategy of activity is needed to find a way out of a problem situation. Furthermore, heuristics includes studies of human abilities to intellectual activity, namely to heuristic study and methods of its organization [5]. The term “task” is used when an ultimate goal is clear and input data are precisely formulated. A problem relates to such situations where there is a high level of uncertainty, namely there is no clear goal, technology of decision-making is ambiguous, there is a lack of resources, etc. A problem is a task with a correct and obvious decision. It emerges when a man has a goal, nevertheless, he doesn’t know how to achieve it. Or in a situation when a man can’t overcome a present situation and meet desired requirements with a help of simple tools, therefore, in this case he needs to advance the process of thinking and decision-making. The task of such cognitive process is to invent some actions that can be a mediator between a present and desired situation. Problem solving is a search of a logical decision that can be used to achieve the desired things. Problem solving can be considered as a process of creation of subjective mental representations that impact on solution searching based on strategies [4].

The term “uncertainty” is one of the popular terms that are used in current philosophical studies as well as in social, natural sciences that consider it in various historical contexts and situations. Uncertainty is determined by a lack of integrity and information that can be a base for problem-solving [7].

There is urgent necessity of problem-solving strategies. Adequate strategies are applied when a problem can be determined and identified. The strategies and tasks can be differentiated based on their potential chances to find solutions or due to their inherent level of ambiguity under the circumstances of uncertainty. The heuristic strategies contain a search of possible solutions, for instance through trial and error, unlike the algorithms they lead to a desired result with some goal. The heuristic strategies are interesting for a behavioral study while problem-solving [4].

The heuristic methods based on managerial principles that permit to apply creative thinking, generate new ideas, usage of which enhance decision effectiveness, are widely used under uncertainty. A choice of tools for decision-making is variable: some researchers rely on methods of decision-making; others purposely activate the past experience of the similar tasks or intuitively make their choice [1].

The tools' selection for decision-making has only emerged, namely the process is complicated by a range of objective reasons [1]:

- A task can be solved by usage of some or, in a number of cases, a wide range of principles.
- Every principle of problem-solving can be found by some relative methods.
- On the other side, different methods of search can lead to the same principle of decision-making.
- The individual peculiarities of every person should be counted alongside with the presented patterns of creative process.
- There are stereotypical methods of problem-solving that lead to a solution in most cases. A decision taken based on the stereotypical methods is equally original as those taken based on completely new methods that were not used before.
- Any method of problem-solving is connected with limitations on the number of possible solutions. Making a choice means to find an optimal method with the highest originality.

The methods of problem-solving can be distributed into the following types according to the heuristic principle: methods of heuristic analogy, heuristic complex and heuristic combinations. The abovementioned groups can be divided into numerous methods that have their peculiarities and ways of application. The main practical meaning has a classification of tools due to the heuristic principle that facilitates the whole process of decision-making [1].

The current heuristic methods and models permits to expand a process of thinking towards new. The system of heuristic methods of problem-solving and knowledge in general, is an open system, therefore more and more heuristic methods will appear as a result of scientific and technological development.

LITERATURE

[1] Bush G.Ya. Methody technicheskogo tvorchestva. [Electronny resurs] Izdatelstvo "Liesma". Riga, 1972. Regim dostupa: https://www.metodolog.ru/00937/00937.html.

[2] Entsyklopedia suchasnoyi Ukrainy. T. 9: E-Z. Kyiv: Instytut entsyklopeduchnych doslidzen' Ukraivy, 2009. 711 s.

[3] Il'in V.V. Teoria piznannia. Vstup. Zagalni problemy. Moskva, 1993.

[4] Kirchler E., Schrot A. Priniatie rescheniy v organizatsiach. Psichologia truda i organizatsionnaya psichologia. Charkov: Gumanitarnyi tsentr, 2004. 155 s.

[5] Pilosops'kyi entsyklopedychnyi slovnyk. Kyiv: Abrys, 2002. 742 s.

[6] Philosopskyi slovar'. / Pod red. I.T. Frolova. Moskva, 1980. 448 s.

[7] Us S.A., Koriashkina L.S. Modeli i metody priyniattia rishen'. Donetsk: NGU, 2014. 300 s.

CHOICE OF SOLUTION SEARCH METHOD UNDER UNCERTAINTY

Дюкова С.П.[1], Патлайчук О.В.[2], Патлайчук В.М.[3]
[1]аспірант кафедри управління проектами Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[2]кандидат філософських наук, доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[3]кандидат технічних наук, доцент кафедри турбін Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

The abstracts reveal the meaning of the concept of uncertainty, consider heuristic research methods, among them are the most common methods of choosing ways to solve problems and task

Key words: uncertainty, problem, task, search methods.

The concept of "uncertainty" can be considered today one of the popular concepts used not only in philosophical research, but also in works in the humanities, social sciences, natural sciences, which consider this concept in different historical contexts and situations. Uncertainty is due to the lack of reliability and the amount of information on the basis of which you need to make your choice.

Here is the classification of uncertainty by type and the reasons for its occurrence [2]:

The fundamental uncertainty is due to the impossibility of obtaining information in principle, for example, at this level of development of scientific knowledge.

Uncertainty caused by the total number of objects or elements of the system, for example, when their number exceeds; caused by lack of information or its improbability due to technical, social or other reasons; generated by a price that is too high or unaffordable to establish certainty created by the decision maker due to his incompetence; lack of experience and knowledge of the factors influencing the process; as a consequence of limitations in the decision-making system (time and space constraints on the parameters that characterize decision-making factors) caused by non-antagonistic behavior of the opponent, which has an impact on the decision-making process.

Another classification of types of uncertainty involves: uncertainty, incompleteness, inadequacy, inadequacy, uncertainty. [2]

The choice of method for finding ways to solve problems and problems is still in its infancy. The creation of such a technique is complicated by a number of objective reasons [1]: - the problem usually, can be solved by using several, and in some cases a large number of principles; - each principle of solving problems can mostly be found by several approximate methods; - on the other hand, often different search methods lead to the same principle of decision; - along with the objectively existing laws of the creative process, it is necessary to take into account the individual characteristics of each person; - there are stereotypical methods for finding solutions to most inventive problems that lead to solutions in most cases. A solution found through the use of a stereotypical method is often less original than that achieved through the use of a method that has not previously been used to solve similar problems; - any choice of methods for finding solutions to inventive problems is associated with limiting their number. The choice of a number of stereotypical methods often means the elimination of the optimal method to achieve a solution with the most vivid originality.

However, the creation of a methodology for selecting tools for solving inventive tasks is quite possible, although this does not guarantee the optimal selection of these funds in each case. A number of such selection methods have long been used in inventive practice. The inventors choose the means of solving problems in different ways: some use their development of methods of choosing means, others consciously activate past experience in solving similar problems, others make the choice more or less intuitively.

The method of choosing solutions is based on the conscious use of mental operations for the optimal choice of methods and modes of action.

Prerequisites for the correct choice of tools are the judgment of the problem situation, semantic interpretation of the problem, for example, in the form of a sketch, graph, block diagram of the components of the problem, updating past experience and knowledge in solving inventive problems.

Consider the most common methods of choosing ways to solve problems [1]:

The method of linear arrangement of means of solution is a simple method of this kind. The essence of it is to compile a list of known to the inventor simple heuristic means of solving inventive tasks, from which to solve a particular problem are selected individual tools. The most common lists of heuristic methods for solving the problem, which are based on different principles. Some inventors group them alphabetically, others by frequency of application in a particular field of technology, a third by the degree of universality of application, a fourth by conditional originality or triviality of the expected result, and some compile several lists by selected method classification criteria (eg list of method sets), list of complex methods, list of simple universal methods, list of special methods).

Some inventors use one universal list of linear arrangement of methods for all cases, others to solve a specific problem make a special list of methods selected by a preliminary assessment of their applicability in specific conditions. It should be noted, however, that a preliminary assessment of problem-solving methods in terms of their effectiveness and applicability may lead to the exclusion of the most effective of them. In technical creativity, not everything comes down to rational thinking. In addition, the best methods for solving trivial technical problems are rarely the best for solving creative problems, at least similar. Therefore, a well-justified tool used by some experienced inventors in choosing the means of solving the problem: they try to solve the inventive problem not the most typical for it, but the least reliable method, the expected effectiveness of which is the lowest in solving similar problems. There is a methodical rule: traditional standard methods of solving inventive problems are more effective, non-traditional ones give more original solutions.

The method of linear arrangement of methods for solving inventive problems is widely used in the United States. One of the American lists of methods is as follows: the method of the list of control questions A.F. Osborne; method of information of characteristic features (method of "dismemberment") R.P. Crawford; method of cost and results analysis Yu. K. Fang; association chain method; method of clarifying the opinion of others (method of complex reason) G.V. Gabriel; method of brainstorming (method of using unexpected thoughts) A.F. Osborne; synectics of W. J. Gordon.

American experts also recommend methods of inversion, empathy, consideration of the technical object from the inside, analogies. The method of linear arrangement of solutions due to the simplicity of its application is recommended for novice inventors.

The method of tabular (matrix) arrangement of means of solving inventive tasks involves some conditionality, determinism of application of methods from any criterion. It is based on the assumption that inventive tasks are usually solved by typical methods. One of the simplest types of tables is recommended by the honored Soviet inventor A.N. Trusov. The table of selection of the most effective methods of solving inventive tasks is created by him empirically on the basis of creative experience in solving inventive tasks and is used in seminars on the methods of invention. The tabular arrangement of means of the decision of inventive problems offered by the engineer G.S. Altshuller is widely popularized. The proposed table, according to its author, reflects the typical technical differences between the conditions of the problem and known ways to solve them. Vertically, the table contains the elements of the technical object, which under the conditions of the task must be improved - increase or decrease (weight, length, area, volume, temperature, stability, lighting, ease of repair, etc.). Horizontally, there are parameters that are unacceptably deteriorating if the decision is made in a trivial way. At the intersection of the corresponding horizontal and vertical rows of the table lead the principles of solving the problem.

The tabular arrangement of methods for solving inventive problems of the above universal type can be more or less successfully used mainly to solve trivial technical problems, for example, problems

of conventional design according to generally accepted principles. Attempts to expand the tables in practice lead to their cumbersomeness, many alternative samples, inconvenience of use. Special tables can be successfully used for application in a certain field of technology or for solving certain stereotypical problems. There are known attempts to use to select methods of solving the table, in which the edges are lists of inputs and outputs, eliminating the disadvantages and desirable advantages, the specified technical purpose, unknown components of the tasks, their characteristics and so on.

Methods of hierarchical arrangement of methods for solving inventive problems are based on the concept that various private methods for solving inventive problems are based on several basic operations of thinking. The choice of a specific method of solving inventive tasks is carried out in several stages. The first is chosen one of the main operations of thinking or the main groups of methods for solving inventive tasks (eg, analogy, association, dismemberment, etc.). Then from a list of methods, such as analogy, the most appropriate for specific conditions method of solving the problem is selected. This hierarchical arrangement of methods on the principle of the tree was quite effective in the practice of invention and can have universal significance.

Another means of hierarchical arrangement of the solution of inventive problems is the star system method. A specific method of finding solutions to inventive problems is also selected in several stages.First, the guiding principle of the decision is chosen, determined by the analysis of the purpose and development trends of the industry and a specific technical object (analogue or prototype). Such guidelines can be, for example, the principles of universality, specialization, intensification, continuity, standardization, reliability. The guiding principle can be implemented by various heuristic stereotypical methods. For example, the principle of specialization can be implemented by methods of heuristic particulation, selection, elimination, simplification, reduction, autonomy, fragmentation of social needs into sub-needs, analogies with wildlife, bifurcation (division of the process or production flow into two parts). The principle of standardization is usually carried out by methods of aggregation, multiplication of standard elements, permutation of standard elements, transposition of standard elements, modular elements, micromodules, etc.

After choosing the principle and the most appropriate for specific conditions of the method of its implementation, it is sometimes necessary to choose a specific type or means of the found method. The method of aggregation, for example, is carried out by several means: increasing the number of working bodies, working positions or the number of parts processed in one position; as well as the creation of current aggregate lines with branched flows, linear and rotary layout. The method of stellar system can create both universal and specialized systems for the selection of means of solving inventive tasks. A distinctive feature and advantage of this method of selection is the purposeful consideration of trends and principles of technology development.

Of interest are the methods of combined placement of means of solving inventive problems in groups, which can be built on a list, tables, stellar system, on the principle of a tree and so on.

The group of traditional rational methods of invention includes methods based on heuristic analogy, inversion, integration, dismemberment and reduction, transposition, transformation, combination.

The group of stochastic methods for solving inventive problems includes methods of brainstorming, focal objects of C.S. Whiting, the method of Serendipus (use of side search results), methods of chains of free or forced associations, empathy (representation of oneself as a technical object), psycho-heuristic activation of intellectual activity (method of V.V. Chavchanidze), method of synectics of V. Gordon, etc.

The group of creative methods of standardization includes methods of aggregation, permutation of standard elements, transposition of standard elements, duplication and multiplication of standard elements, modular elements and micromodules, partitioning and spatial fusion, etc. A separate group consists of complex methods, sets of methods for solving inventive tasks and methods, such as algorithmic methods of system heuristics of I. Mueller, methods of information of characteristic features

of R. Crawford, methods of morphological approach of F. Zwick, methods of cost and results analysis of Yu. Fang, methods of creative engineering design G.R. Bull and others.

Group lists, tables, stellar systems of location of means of the decision of inventive problems include not only methods of search of the decision. In the same way, separate groups of heuristic principles, methodical rules, recommendations, means can be composed.

Heuristic methods are widely used today in various areas of human activity, as they stimulate the development of intuitive thinking, imagination, creativity and more.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Буш Г.Я., Методы технического творчества [Електронний ресурс] Издательство «Лиесма». – Рига. 1972. Режим доступу: https://www.metodolog.ru/00937/00937.html.

[2] Ус С.А., Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. / С.А. Ус, Л.С. Коряшкіна; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2014. – 300с.

DEVELOPMENT OF COMMUNICATIVE COMPETENCIES IN APPLICANTS OF TECHNICAL INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

Smilichenko Ianina[1], Smirnova Iryna[2]

[1]Senior Lecturer of the Department of Social Sciences in Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

[2]Senior Lecturer of the Department of Social Sciences in Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

The importance of human communicative competence for modern society can hardly be overestimated. The formation of communicative knowledge, skills and abilities of the future specialist is in the field of view of both foreign and local researchers. Despite the large number of publications on the development of communication skills, as well as the appearance of several textbooks, many questions on this issue have not yet received an appropriate justification and unambiguous solution. Analysis of recent research and publications shows the need to address various issues related to the low level of communicative competence of future professionals in various fields.

The relevance of the research is exacerbated by the existing contradictions related to the non-compliance of the society with the requirements of a competent person in communication and the low level of communicative training of the candidates in the free economic zone.

The aim of the article is to characterize the problems of the communicative training of the candidates and to identify ways to increase the low communicative competence of the future specialists.

Problems of formation of communicative culture of specialists of different profile were considered by L.Aukhadieieva, L.Ivanchenko, I.Zaretska, S.Znamenska, V.Liventsova, I.Mazaieva, V.Sadovska, S.Sarnovska, V.Smorchkova, V Sokolova, H.Tymchenko, O.Shevtsova, M.Shovkun, N.Yurchenko and others.

Many production problems may not be at a low level of professional knowledge and content, but not at the level of the communicative competence of an individual due to the fact that they often require communicative conflicts at the interpersonal, group and social levels.

S. Omelchuk understands communicative competence as general knowledge in the field of communication, communication and navigation, necessary for the perception of strangers, and stimulates his own programs to improve actions, adequate prices, scale and situational communication [3, p.3-4]. The model of communicative competence considered by S. Omelchuk may look like this:

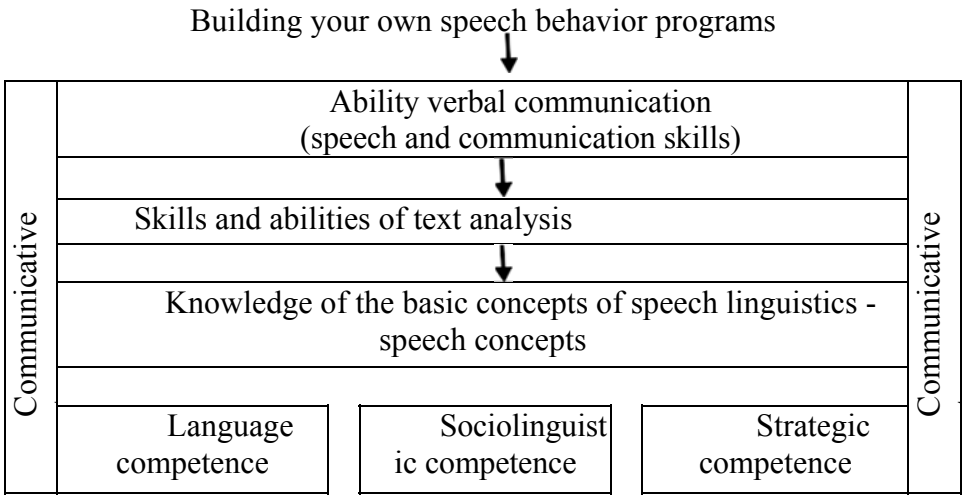


Fig. 1. Model of communicative competence

The interpretation of the concept of communicative competences is presented in the Common European Framework of Reference for Languages in a slightly different way: communicative competence consists of three factors - linguistic, sociolinguistic and pragmatic [2, p.9].

Linguistic competence has a traditional definition, and sociolinguistic competence is explained as knowledge of the markers of social relations (greetings, farewells, forms of address, gratitude, etc.), rules of courtesy, expressions of folk wisdom, differences between language options when There are used in different contexts, dialectal and accent differences and the ability to properly use this knowledge in communication, this is important for socio-cultural competence.

Pragmatic competence is also presented in the Recommendations in several forms: 1) discursive (ability to organize, structure and compose messages); 2) functional (the ability to use and apply communicative micro- and macro functions in the process of communication, ie to provide and request factual information; to express your attitude to various facts during communication, to provoke certain actions; to describe, tell, comment, explain, demand, argue, persuade, refute, etc.); 3) competence in speech programming (the ability to coordinate performances using interactive and transactional schemes).

Linguistic subject competences are also strategic, although they can be considered both in a broad (linguistic and didactic) sense and in a highly specialized (linguistic-methodological) sense. In a broad sense, strategic competence includes the ability of the student's personality to determine the purpose of their own cognitive, educational activities, to plan their activities to achieve each goal; perform planned actions, develop strategies and evaluate the results of their own activities.

In a highly specialized sense, strategic competence is the ability of the candidate to analyze linguistic and extralinguistic concepts, phenomena, models, to compare them, summarize, emphasize the main and secondary characteristics; model linguistic and extralinguistic components, represent and use linguistic means of expression to describe objects, phenomena, events, to make assumptions about how to solve problem situations, to choose evidence to confirm or refute one's own and others' opinions, positions, abilities to notice the beauty of the use of linguistic grammatical constructions, the uniqueness of artistic linguistic means of expression and the linguistic behavior of human actions, the use of one's own and indirect experience and the critical evaluation of other people's own statements and statements.

The process of improving the indicators for holistic education has its own specifics at different educational and qualification levels: at the bachelor level - the emphasis is on the educational and cognitive activities of the candidate; at the master's level - for the development of scientific research.

In classes that include the following forms and methods of working with abilities:

- review and heuristic lectures, colloquium seminars, independent study of educational literature and performance of separate control works provided by curricula; work with reliable sources through online resources;

- tasks to correct coins (different rules (essential mode for independent work), tests, storage of abstracts, annotations, reviews);

-task to study the nature of the search, aimed at developing communication skills; correcting and editing texts;

- simulation of situations; problematic with performance - looking for work;

- training speaks, proves, essays, speeches in scientific styles; participation in subject Olympiads.

The results of the analysis of the process of training masters of higher education show that the current state does not meet modern requirements for engineering education. The technology of primary education was not created in the conditions of formation in the future of the graduate of professional communicative competence, his creative potential, systematic independent work, capable to stimulate development of fundamental knowledge.

REFERENCES

[1] Iezhyzhanska T.S. Problemy formuvannia komunikatyvnoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv [Elektronnyi resurs] / T. S. Yezhyzhanska, M. P. Osadcha // Naukovi zapysky [Natsionalnoho universytetu "Ostrozka akademiia"]. Ser. : Kultura i sotsialni komunikatsii. - 2012. - Vyp. 3. - S. 23-31. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nznuoaksk_2012_3_5.

[2] Zahalnoievropeiski Rekomendatsii z movnoi osvity: vyvchennia, vykladannia, otsiniuvannia / naukovyi red. vydannia d-r ped. nauk, prof. S. Yu. Nikolaieva. – K.: Lenvit, 2003. – 273 s.

[3] Omelchuk S. Formuvannia movlennievo komunikatyvnykh umin u protsesi vyvchennia syntaksysu / Serhii Omelchuk // Dyvoslovo. – 2006. – № 9. – S. 2 – 5.

[4] Potiuk I.Ie. Rol stratehichnoi kompetentsii u formuvanni inshomovnoi komunikatyvnoi kompetentsii [Elektronnyi resurs] /I. Ye. Potiuk // Naukovi zapysky [Natsionalnoho universytetu "Ostrozka akademiia"]. Ser. : Filolohichna. - 2012. - Vyp. 25. - S. 227-229. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nznuoaf _2012_25_80

Development of communicative competencies in applicants of technical institutions of higher education

An aim and task of research is forming of professionally-communicative competenses of future engineer, namely: capture by theoretical bases, systems of norms of professional communicationability to conduct effective of communication co-operations, including by the methods of information technologies.

Key words: "competence", "competent", "communication".

УДК: 15.41.39

COMMUNICATIVE SOCIALIZATION OF STUDENTS

Vatulya Yuriy[1], Smilichenko Ianina[2]

[1]Ph.D. of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of Social Sciences in Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

[2]Senior Lecturer of the Department of Social Sciences in Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

In recent decades, the problems of the development of social communications, increasing the efficiency of their functioning in society have become especially important. This is primarily due to the growing strengthening of world integration, the formation of mechanisms for solving global problems.

In addition, the complexity of the social structure of society in the process of its evolution, complicates the very structure of social communications and the need to improve it. Thus, the important indicators of the viability of society at the present stage are the speed and efficiency of information technology.

At present, it is becoming increasingly important to clarify the essence of modern communicative education, which must meet the challenges of the 21st century.

The effectiveness of students' learning activities is determined by the level of formation of their experience of educational and cognitive orientation, which is manifested in their awareness of the stages of educational activities, awareness of the preconditions and results of each of its stages (cognition, transformation, evaluation).

The activity approach to the organization and realization of pedagogical process of formation of experience of intercultural communication promotes mastering by students of ways of educational-cognitive, practically transforming, value-oriented and communicative activity, development of their cognitive abilities and creative potential.

The purpose and result of the pedagogical process of formation of intercultural communication should be the formation of the subjectivity of the future specialist, which is the basis for his further self-development. Personally oriented learning provides conditions for the identification and development of subjective qualities of students, in which each of them becomes an active subject of their educational activities. [1, p.7]

During their studies, students should learn the theoretical aspect of the peculiarities of the communication process, ways of transmitting information through semiotic systems in situations of future professional activity, and on their basis – to concentrate their efforts on acquiring practical skills of speech communication.

For example, let`s consider the "teacher-student" communication, focusing on not formal "teacher-textbook" but on informal communication – direct communication (cooperation) between teacher and student. This aspect is still insufficiently studied in science.

It is known that the best option for professional communication is the relationship "teacher – student (graduate student, doctoral student, candidate, doctor of sciences)". It depends not only on the scientific capabilities of the leader of the scientific school, but also on his ability to communicate directly with his students. The closer the communication links between all participants in the scientific and educational process, the higher the level of its effectiveness.

Developed forms of interaction between teacher and student should be considered:

• the cooperation of teacher and student in the process of scientific and educational activities;

• the direct communication of the teacher with the student not only in the classroom, but also outside the educational process;

• the regular holding of individual, group and mass forms of scientific and scientific-educational activity, in particular scientific student conferences of international, all-Ukrainian and regional levels;

• the presence of a teacher's website, which creates favorable conditions for communication and transmission of information;

• the use of Internet capabilities, including e-mail, for messaging;

• the use of telephone communication for short messages, etc. [2, p. 18]

Communicative competence involves a conscious understanding of the value of communication for the professional activities of a social educator, which positively reflects the value system of communicative knowledge and determines the purposeful activities of students to master them, understanding the need to know oneself as a communicative person (advantages and disadvantages). Interaction by means of verbal, nonverbal, computer communication, examination of own communicative actions and decisions; formed a set of generalized communication skills and developed emotional intelligence.

Communication systems set up by a socially responsible organization should take into account external stakeholders (in the case of universities, including students, alumni, cooperating companies, social organizations, local and public authorities and the local community) and internal (university staff).

External means of communication, such as portals and websites, social reports, advertising in the media and materials containing information about the activities of socially responsible organizations, contribute to the formation of its reputation and a climate of trust by building relationships with stakeholders. Communicating with external stakeholders reduces the risk that the environment will not understand the organization's activities and intentions. Internal communication, on the contrary, is important in the process of building a strategy of corporate social responsibility and its implementation in the organization.

If in the process of two-way communication employees feel the impact on the life of the organization, they are much more likely to take measures in the field of social responsibility and are often their initiators. [3, p. 118-120] It seems that a significant role in the above processes should be played by new media, which are not only a convenient tool for communication and promotion of the idea of social responsibility of the university, but also for the implementation of tasks related to social responsibility.

In this regard, it is extremely important that from the early stages of professional development, students begin to understand their value space, see its connection with the goals and objectives of the chosen profession, and be involved in specially organized work to develop their professional and life goals [4, p. 233]. Such work can be considered volunteering of students while studying at a higher educational institution.

Solving the issue of preparing students for the future profession by means of volunteer work is possible provided a rethinking of the theoretical foundations of volunteer work in higher education, as well as determining the purpose, content of volunteer education in the context of personality-oriented paradigm of education.

Although today the vast majority of students are engaged in volunteer work, it has not yet formed its optimal model, which would include effective mechanisms for recruitment and selection, training and monitoring, supervision and encouragement, which are the main stages of volunteering.

Thus, communicative training of students is an important component of the educational process of the university. It is carried out on the principles of systematization and continuity of communicative processes and consists of cognitive, regulatory, value-semantic and behavioral components. The outlined aspect of the researched problem seems promising for further scientific research.

REFERENCES

[1] http://www.repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/17681/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0%20%D0%A2.%20%D0%92.%204.pdf

[2] Khlistunova N.V. Formuvannia systemy komunikatsii u navchalno-vykhovnomu protsesi VNZ. Efektyvna ekonomika.- № 1, 2016.

[3] Rudnicka A. Komunikowanie o społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw, w: Społeczna odpowiedzialność organizacji. Metodyka, narzędzia, ocena, red. Z. Pisz, M. Rojek-Nowosielska, Wydawnictwo UE we Wrocławiu, Wrocław 2011.

[4] Bekh I. D. Vykhovannia osobystosti: u 2 kn. – Kn. 2: Osobystisno oriientovanyi pidkhid: naukovo – praktychni zasady: navch.-metod. posib. – K., 2003.

Communicative socialization of students

Abstract. The article reveals the relevance and explains the importance of social communication in the modern world, and hence the relevance of communicative education of student youth. The system of interdependent relations between the teacher and the student is revealed. The role of social responsibility of communication is emphasized, as well as the role of students' volunteering during their studies at a higher educational institution.

Keywords: social communication, communicative education of students, intercultural communication, communicative competence, communication systems, volunteer activity.

УДК 19.01.29

THE USAGE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AT THE CURRENT STAGE OF ACTIVITY ECONOMIC ENTITIES

Vatulya Yuriy[1], Smilichenko Ianina[2]

[1]Ph.D. of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of Social Sciences in Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

[2]Senior Lecturer of the Department of Social Sciences in Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

The functioning of sea transport is associated with the implementation of complex transport processes in international transport markets, characterized by very high variability. The instability of the economic environment is associated with the need to anticipate and streamline the economic activities of each involved enterprise so that it can maintain its competitive potential.

An important issue related to the operation of shipping and port enterprises is to maintain the ability to provide services that are competitive in the market, of high quality and perceived by value-added customers.

Modern business entities that provide a number of additional services must skillfully use their economic resources, where the decisive factors are currently employees, modern technology, organization of work and knowledge, which allow to combine all the above elements into purposeful activities.

Existing sea connections and the number of existing seaports in the world allow maintaining a system of global transport links. Coordination of processes of movement of all types of cargoes in any direction allows to provide the complex services of complex character, capable to satisfy growing needs of clients. For this purpose, in addition to transport, logistics services are offered, which allow to use the technical and human potential of port logistics centers.

A developing economy generates a steady increase in demand for information. A factor that stimulates economic development is the ability to acquire, process and collect information. According to recent research, information and communication technologies account for about 40% of productivity growth in the European Union.

Economic development forces the use of new information technologies to ensure universal access to information stored in electronic systems. It is also necessary to create safe legal and economic conditions in the process of using information systems.

The use of opportunities created by modern information technology also makes it possible to improve the performance of enterprises in the economy. Information technology, through the use of information systems, allows you to quickly process and manage information.

A company, regardless of industry, cannot compete effectively in the market without IT systems. Business leaders are constantly looking for opportunities to effectively use IT systems in a broad sense of management. Effective IT systems improve the flow of information and significantly increase the efficiency of the available resources of the enterprise.

In modern business processes, IT systems are involved in almost all areas of economic activity. They allow you to distribute technological documentation, ensure the movement of funds and create the entire field of marketing and advertising. It is difficult to identify business processes in which IT systems are not involved.

With the development of the Internet and information technology, contributing to the expansion of the global communication infrastructure, there has been the development of new organizational forms known as virtual enterprises or virtual organizations. Their emergence was due to the fact that the market has noticed new opportunities for development that arise from the virtualization of business activities [1, c.24].

Thus, it was the result of changes in the functioning of enterprises. In practice, every company has the opportunity to "become" virtual. This is because virtuality is defined as the ability of a company to

create and develop basic skills along with the simultaneous and effective design of organizational structure and business processes in order to create added value.

We can even assume that virtuality is a strategy of cooperation within the enterprise, between enterprises and even between direct competitors [2, p.14]. However, the transformation of a real enterprise into a virtual entity requires the transformation of its internal potential into electronic form.

There is currently no clear and binding definition of an enterprise or virtual organization. However, it is important to familiarize yourself with the terms used in the literature describing such an organizational form to understand what it is characterized by and what its competitive strength is.

Generally speaking, we can say that the virtual organizational form is a complex system that combines manufacturers, customers and other organizations that offer value-added services in one information block. [3, p.18]. It can also be perceived as a mental label that covers solutions based on the capabilities of modern technology and the ability to expand the image of such an organizational form as a result of its use [4, p. 112].

The strength and essence of a virtual enterprise is expressed in its ability to use the economic, intellectual and organizational potential that occurs in different parts of the world in a way that does not fit into traditional patterns of economic activity. This forces us to constantly look for new opportunities for profit, creating effective configurations of material and human resources of various scales and duration, as well as to manage the process of distribution of profits [5, p.27].

Virtual enterprise increases its potential as a result of using external resources, changing the structure of resources to increase the share of knowledge and information, as well as by increasing activity and reducing the time of preparation and implementation of specific activities [6, p.45]. As a result, it becomes a set of independent enterprises that form a network for the joint performance of specific tasks, the organization of a network of enterprises, a group of independent enterprises connected by an electronic network or information network located in different places. [7, p.250].

Applying the above approach, it is assumed that the benefit of such an enterprise is determined primarily by the shared key skills of the parent company and other companies that jointly create with him a more or less integrated and branched network. This network facilitates flexible networking and finding favorable market opportunities.

REFERENCES

[1] Por. M. Pańkowska, Typologia Organizacji Wirtualnych, "Gospodarka Materiałowa i Logistyka" 1998, nr 3.

[2] Por. S.L. Goldman, Co-operating to compete, from alliances to virtual companies, CMA Magazine, March 1994.

[3] Kasperek M., Haus P., Internet – nowoczesna technika transmisji, "Gospodarka Materiałowa i Logistyka" 1997, nr 7–8.

[4] Por. Zarządzanie przedsiębiorstwem w turbulentnym otoczeniu, pr. zb. pod red. R. Krupskiego, PWE, Warszawa 2005.

[5] Matejuk, Zasadnicze cechy organizacji wirtualnej, artykuł zamieszczony na stronie internetowej pod adresem: http://www.wsz-pou.edu.pl/biuletyn.

[6] Grudzewski W. M., Hejduk I., Przedsiębiorstwo wirtualne, Difin, Warszawa 2002.

[7] Pierścionek Z., Strategie konkurencji i rozwoju przedsiębiorstwa, WN PWN, Warszawa 2003.

The usage of information and communication technologies at the current stage of activity economic entities

Abstract. The article is devoted to the problem of using information and communication technologies in the modern economy. It is considered oin ssues of functioning of sea transport, work of shipping and port enterprises, virtual enterprises. It is emphasized on the need for effective use of IT systems in business.

Keywords: information technologies, communication technologies, IT systems, business entities, virtual enterprise.

УДК 378.4

ПРО ДОСВІД АКРЕДИТАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В США І ЄВРОПІ

Бобіна О.В.[1]

[1]кандидат історичних наук, доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін, директор Навчально-наукового гуманітарного інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

oleg.bobina@nuos.edu.ua

Акредитація освітніх програм в Україні за новими правилами діє всього два роки. Тому так важливий досвід різних країн. Українська вища освіта втратила багато часу. Тому її система акредитації тільки розвивається.

Ключові слова: акредитація, історія, досвід, вища освіта, США, Європа, Росія, Україна.

Акредитація як інструмент оцінки якості і відповідності певним стандартам у сфері освіти відомий з початку XX ст. В 1906 р. Асоціація медиків США провела першу акредитацію медичних шкіл і факультетів. В 1921 р. Асоціація адвокатів США почала акредитацію т. зв. юридичних шкіл. В Європі з кінця XIX ст. як інструмент оцінки якості освіти почали використовувати ранжування і створення рейтингів вищих шкіл. Американці ж активно розвивали процедури акредитації. Саме тому вони мають розвинуту систему акредитації.

В США сьогодні можуть акредитувати весь навчальний заклад (інституціональна акредитація), акредитувати навчальну програму, а регіональна акредитація направлена на з'ясування, як освітні програми задовольняють регіональні потреби. Загальну акредитацію здійснюють регіональні асоціації навчальних закладів, їх шість і кожне відповідає за всій регіон. Акредитація окремих шкіл, факультетів, програм здійснюється громадськими, федеральними, незалежними, професійними організаціями. Федеральний уряд через Федеральний департамент освіти США контролює лише діяльність акредитаційних агентств, не втручаючись в сам процес акредитації. Складовим елементом системи акредитації в США є діяльність Ради з акредитації вищої освіти (Council for Higher Education Accreditation – CHEA). Це приватна некомерційна організація коледжів і університетів. Організація не проводить акредитацію. Її завдання напрацювання методик і технологій акредитацій, узагальнення досвіду, вироблення процедур визнання акредитаційних агентств, підтвердження того, що рішення про акредитацію прийнято об'єктивно, відповідно до процедур. На сьогодні в США діють близько ста акредитаційних агентств. В цей перелік входять регіональні, національні (не державні) і професійні організації з акредитації [1].

Самою відомою і авторитетною організацією що акредитує освітні програми є Акредитаційна «дошка» інженерії і технології (переклад автора, Accreditation Board for Engineering and Technology). Організація акредитує освітні програми в галузі прикладних і природничих наук, інженерії і технології. Вона акредитувала більше двох тисяч програм. В тому числі більше сімдесяти програм в Германії, Голландії, Туреччині, Мексиці та ін.

З 90-х рр. XX ст. на просторах Європи почали замислюватись над необхідністю конкуренції європейської системи вищої освіти з американською. На кінець 80-х рр. XX ст. американська вища школа «поглинала» більшість міжнародних студентів і перетворилась в галузь економіки, що приносила досить великі прибутки.

Першими кроками в такій конкурентній боротьбі стала Сорбонська декларація (1998), а через рік Болонська декларація, яку підтримали вже міністри освіти 29 країн. Ці декларації заявили про необхідність підвищити конкурентоздатність європейського простору вищої освіти, при збереженні незалежності і самостійності всіх вищих закладів освіти. Всі положення Болонської декларації, були встановлені як добровільні заходи, що потребують узгодження, а не як жорсткі юридичні зобов'язання.

Кожна країна, що погодилась з Болонською декларацією мала сформувати свою систему акредитації в сфері вищої освіти. Перші системи, в 90-і рр., з'явились у Британії, Данії, Нідерландах, Франції. В 1992 р., ряд британських ВНЗ створили організацію «Послуги атестації університету» (переклад автора, The Open University Validation Services), яка проводить акредитацію освітніх програм. З 1997 р. існує Агентство гарантії якості (переклад автора, Quality Assurance Agency). Це некомерційна організація, що проводить акредитацію, і інституційний аудит. Проведення такого аудиту є умовою отримання державних субсидій. В Нідерландах до процедури акредитації залученні такі організації як Інспекція з вищої освіти, Асоціація університетів Нідерландів, Нідерландське агентство з якості освіти, Нідерландська асоціація з акредитації. Цікаво, що в українському збірнику «Розвиток системи забезпечення якості освіти» [2] вказано лише одну акредитаційну організацію Нідерландів. В 1998 р. в Германії була створена Акредитаційна рада, яка розробила мінімальні стандарти і критерії для акредитаційних агентств. Акредитаційні агентства працюють на рівні федеральних земель (16 земель) і на рівні держави. Особливу роль відіграють незалежні громадські професійні організації. Асоціація германських інженерів в 1999 р. заснувала Акредитаційне агентство з інженерних і комп'ютерних наук. Активно працює Агентство з акредитації кваліфікацій в медицині, охороні здоров'я і соціальній роботі. Діє агентство з акредитації освітніх програм в інженерії, інформатики, природничих наук і математики. Загалом у Германії працює вісім визнаних акредитаційних агентств.

Певний досвід в галузі акредитації має Росія. Перші документи, що регулюють ці питання з'явились в 1995 р. За формальними ознаками акредитаційна справа в Росії наближається до кращих європейських зразків. Так, на січень 2020 р., за даними ресурсу accredpoa.ru нараховувалось 108 акредитаційних агентств в галузі освіти. Але як пише дослідниця Галина Лютова «Державна акредитація, що обов'язкова для всіх ВНЗ, монопольно проводиться одним агентством (Росакредагентство), діяльність якого фінансується із бюджету і фактично зведена до функції контролю державних норм» [3].

Зрозуміло одне, в умовах «масової» вищої освіти, з її «фабриками дипломів і дисертацій», «депутатами – кандидатами наук», «президентами – професорами» і «мерами – науковцями» інструмент акредитації дозволяє мінімально зберегти «обличчя вищої школи» і віру людей у вищу освіту. Важлива мета яка реалізується під час акредитації. В євроатлантичному світі – «дотриманні якості, підтримка автономії і різноманітності», в Росії та інших авторитарних країнах – дотримання єдиних державних стандартів, Україні – скорочення ЗВО через не акредитацію освітніх програм, і через велику оплату експертизи, скорочення соціально-гуманітарних освітніх програм.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Шестакова М. В. Зарубежные модели оценки качества высшего образования. Экология человека. 2008. №11. С. 23–28.

[2] Розвиток системи забезпечення якості вищої освіти в Україні: інформаційно-аналітичний огляд / за заг. ред. С. Калашнікової та В. Лугового. Київ: Пріоритети, 2015. 84 с.

[3] Лютова Галина. Охранники или проводники? Новые требования для аккредитационных агентств по обеспечению качества образования. Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 6. С. 9–21.

On the Experience of Accreditation Activity in the USA and Europe

Bobina Oleh V.[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Accreditation in Ukraine is valid only for two years. Is very important to study the experience of other countries. The Ukrainian system of higher education has lost a lot of time in accreditation.

Key words: accreditation, history, experience, higher education, USA, Europe, Russia, Ukraine.

УДК 37.371.09

ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ НАВІГАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЕЛІПТИЧНОЮ ПОХИБКОЮ

Гудирева О.М.[1], Савченко О.Г.[2], Вільданов В.Є.[3]
[1]кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри судноводіння Херсонської державної морської академії, м. Херсон, Україна
gudelena1@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-1841-8555
[2]доктор фізико-математичних наук, професор кафедри алгебри, геометрії та математичного аналізу Херсонського державного університету, м. Херсон, Україна
savchenko.o.g@ukr.net
ORCID ID: 0000-0003-4687-5542
[3]курсант 4 курсу факультету судноводіння Херсонської державної морської академії, м. Херсон, Україна
vitaliy.vildanov1703@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-2786-0820

Анотація. Питання точності є найбільш актуальним при визначенні місця судна у відкритому морі. Тому до фахівців морського флоту пред'являються вимоги вміти визначити місце судна у разі непередбачуваних (аварійних) ситуацій «вручну» різними методами та вміти визначати точність знайденого місця. Це потребує високої культури проведення математичних обчислень. Підготовка компетентних фахівців морського флоту повинна бути спрямована на формування математичної обчислювальної компетентності, яка перед усім передбачає точність розрахунків.

Ключові слова: похибки опрацювання навігаційної інформації, точність розрахунків, компетентність.

Введення. Сучасний світ високоточних інформаційних технологій потребує висококласних фахівців, які не тільки досконало володіють професійними навичками, здатні співпрацювати з різними людьми, але також здатні до самонавчання та самовдосконалення як фахівці. Велику роль у такому самовдосконаленні відіграє здатність фахівця точно та коректно виконувати ті або інші дії, оцінювати точність отриманих та очікуваних результатів та своїх дій. Особливо це стосується фахівців морської галузі, де від грамотного виконання професійних прийомів та точного оцінювання результатів залежить, часом, безпека екіпажу та вантажу. Тому, з метою зниження ризику помилок як людини, так і техніки, постійно удосконалюються міжнародні вимоги до професійного досвіду моряків. більш істотні вимоги пред'являються як до рівня компетентності фахівців морського флоту, так і до системи контролю над забезпеченням та підтримкою необхідного рівня компетентності фахівця, яка, в свою чергу, базується на високому рівні його фахової підготовки.

Стандарти підготовки майбутніх морських фахівців регламентуються Міжнародною конвенцією про підготовку і дипломування моряків та несення вахти ПДНВ-78/95 р. з манільської поправками 2010 року (ПДНВ) [2].

Крім того, високі вимоги пред'являються до навігаційних систем, до їх високої точності і надійності. Ці вимоги наведені у резолюції IMO A.953(23) World-Wide Radionavigation System [1].

Питання точності є найбільш актуальним при визначенні місця судна у відкритому морі. Визначення місця судна пов’язане з навігаційними вимірюваннями. Загальновідомо, що ніякі вимірювання, і навігаційні також, не можуть бути абсолютно точними, всі вони супроводжуються появою різного роду похибок. Тому визначенні місця судна – це перш за все

математичне опрацювання навігаційної інформації (навігаційних вимірювань) з урахуванням похибок, що виникають.

Сьогодні місце судна у морі визначення супутниковими навігаційними системами, однак, залишились вимоги до судноводіїв вміти визначити місце судна у разі непередбачуваних (аварійних) ситуацій «вручну» різними методами та вміти визначати точність знайденого місця. Все це безпосередньо пов'язане з високою культурою проведення математичних обчислень.

Все вище сказане дозволяє зробити висновок про те, що дослідження в області підготовки фахівців морської галузі з високою математичною компетентністю є актуальними.

Метою проведеного нами дослідження є з'ясування особливостей проведення математичних обчислень курсантами ВНЗ морського профілю при визначенні місця судна та опрацювання похибок навігаційних вимірювань.

Основна частина. Найважливішим завданням судноводіння є визначення місця судна, з використанням інструментальних вимірювань різних фізичних величин навігаційними приладами [4,с.123,5,с.62]. При цьому, необхідне оцінювання точності навігаційної інформації еліптичною і радіальною похибками. Раніш було розглянуто [3,с.256] визначення ймовірнішого результату вимірювань навігаційного параметру та середньої квадратичної похибки місця судна по заданому напрямку.

Поточне місце судна повинно бути відомо з похибкою не більше 4% відстані до найближчої небезпеки, але не більше 4 миль. При цьому точність місця повинна оцінюватися фігурою похибок з урахуванням випадкових і систематичних похибок з ймовірністю 95%. Похибки повинні мати нормальний розподіл. Точність обсервованого і счислимого місць оцінюють еліпсами або колами похибок місця судна (еліптична і радіальна похибки, відповідно). В теперішніх тезах розглядається тільки розрахунок еліпса похибок при обсерваціях по двох лініях положення.

Випадкові похибки навігаційних параметрів викликають випадкові зміщення навігаційних ізоліній (ліній положення). В результаті обсервоване місце виявляється зміщеним щодо істинного за випадковим напрямку і на випадкову величину. Передбачити випадкову векторну похибку місця неможливо. Тому похибка місця враховується в імовірнісному сенсі у вигляді вказівки площі, в межах якої знаходиться справжнє місце судна з певною ймовірністю.

При нормальному розподілі точок на площині, справжня безпомилкова точка з певною ймовірністю знаходиться в межах площі еліпса відповідних розмірів, проведеного щодо найбільш ймовірного місця цієї точки. При оцінці точності місця судна за центр еліпса приймають обсервоване або, в загальному випадку, ймовірніше місце судна. Еліпсів подібних один одному можна провести безліч, і кожному з них відповідає своя ймовірність невиходу істинного місця судна за межі даного еліпса (рис.1). Чим більше розміри еліпса, тим вище ймовірність знаходження безпомилкового місця в межах цієї площі.

Так як еліпси розсіювання характеризують можливі помилки місця, то їх називають еліпсами похибок.

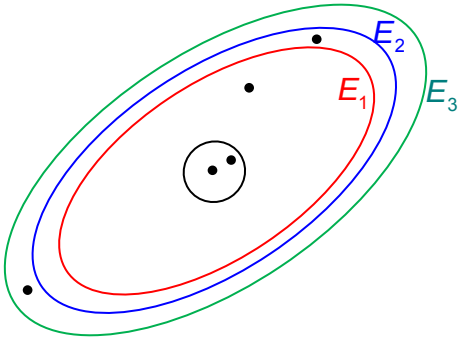


Рис.1 Еліпси похибок

Еліпс похибок, як і будь-який еліпс, характеризується довжинами своїх півосей і напрямом великої осі.

Півосі еліпса похибок обчислюються по формулах

$a \pm b = \frac{1}{\sin\theta}\sqrt{m_{ЛП1}^2 + m_{ЛП2}^2 \pm 2m_{ЛП1}m_{ЛП2}\sin\theta}$, де $m_{ЛП}$ - СКП лінії положення.

Напрям великої півосі відносно істинного меридіана визначається виразом $Ta = \tau^* \pm 90^\circ \pm \alpha$, де τ^* - напрям градієнта точнішої лінії положення, α - кут великою піввіссю і точнішій лінії положення.

Середній квадратичний еліпс похибок (рис.2) - це еліпс з півосями a і b, які дорівнюють середній квадратичній похибці місця судна за напрямками T_a й $T_b = T_a \pm 90^\circ$ і ймовірністю знаходження судна в ньому $P = 0.393$. При $a = b$ середній квадратичний еліпс похибок перетворюється в коло похибок радіуса $R = a = b$ і ймовірністю $P = 0.393$.

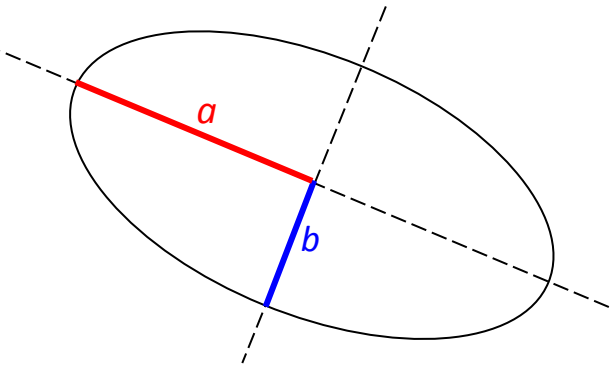


Рис.2 Середній квадратичний еліпс похибок

Еліпс похибок E_P заданої ймовірності P має півосі $a_P = C \cdot a$ і $b_P = C \cdot b$, де C - коефіцієнт, який обчислюється за заданою ймовірністю P за формулою $C = \sqrt{\ln\frac{1}{(1-P)^2}}$.

Граничний еліпс похибок - еліпс, в межах якого знаходиться судно з ймовірністю $P \le 0.95$.

Якщо для еліпса похибок $\overline{E}$ не вказана ймовірність, то вона вважається рівною $P = 0.95$, в цьому випадку півосі $\overline{a} = 2.45a$ і $\overline{b} = 2.45b$.

Висновки. Майбутнім фахівцям морського флоту необхідно бути добре компетентними у математиці. Без цього успішне засвоєння фахових дисциплін, кваліфіковане виконання курсових і дипломних проектів.

Судноводій повинен знати різни методи визначення позиції судна і оцінювати точність отриманого результату.

Судноводій і сьогодні не позбавлений від обов'язку перевіряти чи коректно працює система супутникової навігації GPS (DGPS), знати недоліки системи і вміти вчасно визначити, що система неправильно інтерпретує навігаційну інформацію і виправити її так, щоб отримати точну позицію, а у разі визначення позиції судна «вручну» визначити точність такої позиції. Це є базовим у забезпеченні безпеки судна і екіпажу.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Admiralty List of Radio Signals,Volume 2, (Великобритания), 2004 / 05.

[2] Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками). К.: ВПК Експрес–Поліграф, 2012. — 568 с.

[3] Гудирева О.М., Савченко О.Г., Таранущенко В.І. Опрацювання похибок навігаційної інформації курсантами-судноводіями. Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції "Інновації в суднобудуванні та океанотехніці", 24-25 вересня 2020 р., Миколаїв, НУК імені адмірала Макарова. – 2020. – Ч.2. С. 254 – 257

[4] Кожухов В.П. Математические основы судовождения: Учеб. для вузов / В.П. Кожухов, А.М. Жухлин, В.Т. Кондрашихин, В.А. Логиновский, А.Н. Лукин. – М.: Транспорт, 1993. – 200с.

[5] Синяев В.А. Математические основы судовождения. Конспект лекций. Учебное пособие, Одесса: УМА ОГМА, 1995. 84с.

Evaluation of the accuracy of navigation information by elliptical error

Gudireva O.M.[1], Savchenko O.G.[2], Vildanov V.E.[3]

[1]Kherson State Maritime Academy Kherson, Ukraine; [2]Kherson State University Kherson, Ukraine; [3]Kherson State Maritime Academy Kherson, Ukraine.

Abstract. The question of accuracy is most relevant when determining the location of a vessel on the high seas. Therefore, the specialists of the navy are required to be able to determine the location of the vessel in case of unforeseen (emergency) situations "manually" by various methods and to be able to determine the accuracy of the found place. This requires a high culture of mathematical calculations. The training of competent specialists of the navy should be aimed at the formation of mathematical computational competence, which primarily involves the accuracy of calculations.

Key words: errors of navigation information processing, accuracy of calculations, competence.

УДК 37.09

РОЛЬ ОСОБИСТОСТІ ЗАВІДУЮЧОГО КАФЕДРОЮ У ФОРМУВАННІ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА: З ДОСВІДУ КАФЕДРИ ДИЗАЙНУ

Данильченко Наталя Вячеславівна[1], Сергієнко Олена Миколаївна[2]

[1]викладач кафедри дизайну Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

email: nataliia.danylchenko@nuos.edu.ua

[2]старший викладач кафедри дизайну Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

email: olena.serhiienko@nuos.edu.ua

Анотація. Проаналізовано вплив особистості викладача на професійну якість підготовки фахівців у галузі дизайну на прикладі завідуючого кафедрою дизайну Пишнєва С.М. Розглянуто поєднання його технічної та творчої діяльності, особисті якості, що сприяли розвитку кафедри. Визначені етапи розвитку кафедри.

Ключові слова: завідуючий кафедрою, підготовка дизайнерів, організатор, ефективність, Данилко О.В., Пишнєв С.М., Матійко О.В.

Кафедра дизайну була створена 2001р. За 20-річну діяльність викладацький склад кардинально не змінювався, основний «кістяк» викладачів залишається і понині. Ми пишаємось нашими викладачами, їх досвід, приклад їх професійної діяльності як найкраще говорить про рівень підготовки майбутніх дизайнерів. Кожен викладач привносить свій особистий вклад в навчальний процес, особливо це помітно на таких творчих спеціальностях, як «Дизайн».

Не останню роль в цьому відіграє особистість завідуючого кафедрою – людини, яка організує, направляє, підтримує діяльність інших викладачів і співробітників.

Першим завідуючим кафедри був Олександр Васильович Данилко, людина, що поєднала у собі технічну освіту і дар художника. Він, як ніхто інший, підходив на роль організатора та керівника та успішно з нею справився: за короткі строки була сформована необхідна навчально-методична документація та знайдені досвідчені художники та дизайнери в якості викладачів кафедри [1, с. 264].

Естафету підхопив Пишнєв Сергій Миколайович, який очолював кафедру дизайну в НУК ім. адмірала Макарова з 2003 по 2019 рік, і, на жаль, дуже рано нас залишив. С.М. Пишнєв був кандидатом технічних наук, доцентом, а також віце-президентом всеукраїнської Федерації судномоделювання та судномодельного спорту України, членом-кореспондентом Академії технологічних наук України відмінником освіти.

Хочеться відмітить Пишнєва С.М. як вмілого та досвідченого керівника. Це період розвитку кафедри, зародження традицій, формування цілій та завдань на майбутнє. За цей час кафедра успішно пройшла дві акредитації, провела багато виставок та презентацій, покращила матеріально-технічно базу, наладила співробітництво з іншими ВНЗ, фірмами та організаціями.

Сергій Миколайович за освітою інженер-кораблебудівник, спеціаліст в галузі архітектури і проектування кораблів, успішно поєднував технічну та дизайнерську діяльність. Окрім звання кандидата технічних наук, доцента, був також членом Спілки дизайнерів України.

Поєднування технічної та творчої діяльності сприяло популяризації таких навчальних дисциплін, як «Архітектура і дизайн суден», «Особливості будови малих суден», «Дизайн-проектування суднового середовища», які викладав Пишнєв С.М. Студенти під керівництвом Сергія Миколайовича не просто виконували художню частину курсових та дипломних проектів, а враховували технічні та конструктивні особливості приміщення судна, для якого розроблювали дизайн інтер'єру. Сергій Миколайович, міг надати конкретну пораду з точки зору інженера-суднобудівника, пояснити технічні питання експлуатації суден. Такі аспекти, особливо, сприяють підвищенню ефективності підготовки студентів.

Одночасно з роботою в університеті Пишнєв С.М. професійно займався виготовленням моделей суден, викладав основи макетування і судномоделювання в Миколаївському обласному центрі технічної творчості. Його багаторічні навички фахівця-практика з виготовлення моделей, до речі, дозволи якнайкраще передати свій досвід студентам при викладанні навчальної дисципліни «макетування».

Залучення студентів до наукової роботи - невід'ємна частина вищої освіти. Як людина, що має відношення до науки, Пишнєв С.М. докладав немало зусиль, щоб зацікавити студентів. В рамках Всеукраїнського конкурсу наукових студентських робіт керував студентськими науковими роботами з тематики «Архітектура і дизайн водного транспорту». Під керівництвом доцента Пишнєва С.М. була започаткована конференція «Сучасні тенденції в корабельній архітектурі та дизайні». Студенти представляли дослідження щодо направлень та тенденцій розвитку суднових інтер'єрів та екстер'єрів. Для студентів дизайнерів участь у таких заходах є дуже корисною, вони набувають досвіду з виконання оглядових, аналітичних, статистичних досліджень, виконання презентацій, і у подальшій творчій діяльності можуть застосовувати такі навички для розробки дизайн-проектів середовища. Пишнєв С.М. - сам автор багатьох наукових, навчально-методичних робіт та патентів в галузі проектування і архітектури суден, технології макетування, дизайну суднового інтер'єру – залучав до цього і студентів кафедри. За підсумками цих досліджень Пишнєв С.М. у співавторстві зі студентами 4 курсу публікував статті та брав участь у науково-практичних конференціях.

За ті роки, що Сергій Миколайович був завідуючим кафедрою, були налагоджені зв'язки з іншими навчальними закладами, фірмами та організаціями: Херсонським національним технічним університетом, Харківською академією дизайну і мистецтв, Миколаївською філією КНУКІМ, проводилися сумісні конференції, виставки. Ми намагаємся підтримувати ці зв'язки.

Також хочеться відмітити заслуги Пишнєва С.М., як вмілого керівника. Під час його керівництва на кафедру були залучені висококваліфіковані-спеціалісти: художники та дизайнери: Забурдаєв Л.В., кандидат технічних наук, фахівець з проектування яхт та малих суден,

Золотухін Ю.В., який за роки роботи на кафедрі підготував кандидатську дисертацію та захистив її, Одробинський Ю.В., кандидат мистецтвознавства, доцент, Булавицький Я.І., художник. Сергій Миколайович був тактичним та чуйним керівником, прислуховувався до думки кожного. Підтримав багато пропозицій щодо участі наших студентів в різноманітних заходах, де студенти мали змогу проявити свої навички: конкурсах з дизайну, виставках. Це і фестиваль з дизайну «Корова!», і конкурс «Друге життя предмету», і «Міські екологічні читання», де студенти створювали плакати та афіші на екологічну тематику, і участь у проекті Миколаївської міської Ради «Наша нова школа» та багато інших [2, с. 261].

На даний час завідуючим кафедри дизайну є Матійко Олександр Васильович - заслужений діяч мистецтв України, доцент НУК, відомий художник. Всі традиції та напрями розвитку кафедри, що були закладені Данилко О.В. та Пишнєвим С.М., підтримуються:

- подальшій розвиток напряму з дизайну суднового середовища;
- участь студентів у виставках та конкурсах з дизайну;
- підтримування професійності кадрового складу.

А також, відповідно до цього, Матійко О.В. визначені і нові етапи подальшого розвитку кафедри і спеціальності:

- розвиток дистанційного навчання зі спеціальності «Дизайн»;
- посилення профорієнтаційної роботи з метою залучення абітурієнтів;
- проведення конкурсів серед студентів, що мають відношення до діяльності кафедри та університету (наприклад, у 2020-21 н.р. був проведений конкурс на створення логотипа кафедри дизайну).

ЛІТЕРАТУРА

[1] Росляков С. Н. Создание новой специальности. Гуманітарний вісник НУК, том 13. Миколаїв, 2020.

[2] Пышнев С. Н. 20-летний юбилей кафедры «Дизайн». Гуманітарний вісник НУК, том 13. Миколаїв, 2020.

The role of personality of the head of the department in the formation of the educational area: from the experience of the department of design

Danylchenko N.V.[1], Serhiienko O.M.[2]

[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine.

Abstract. An analysis was made of the inflow of special features of the performance on the professionalism of the preparation of the faculties and the design on the application of S.M. Pyshnev, the head of the department of design. The presentation of the technical and creative activity, special quality, was shown, and the development of the department was taken. Viznacheni stage and development of the department.

Key words: head of the department, training of designers, organizer, efficiency, Danylko O.V., Pyshnev S.M., Matiiko O.V.

УДК 316.472.47: 332.1

ВИЩА ОСВІТА ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СУСПІЛЬСТВА

Дюндін В.Д.[1]

[1]кандидат економічних наук, доцент Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Визначено суть інтелектуального капіталу та потенціалу суспільства; проведен порівняльний аналіз релевантних індикаторів розвитку вищої освіти; відзначені чинники утворення інтелектуального капіталу на регіональному рівні; представлена порівняльна характеристика показників системи вищої освіти ряду областей України; зроблені висновки і пропозиції з подальшого розвитку системи вищої освіти.

Ключові слова: людський капітал, інтелектуальний потенціал, інтелектуальний капітал, система вищої освіти.

Ми вважаємо, що найвпливовішим чинником, який формує методологію визначення ступеня розвитку інтелектуального потенціалу регіону, є рівень загальної та професійної освіти. Тому вдосконалення сфери освіти та професійної підготовки відповідно до потреб майбутнього прогресивного розвитку регіону має стати одним із головних факторів соціально-економічного відродження території.

З поняттям інтелектуального капіталу чітко кореспондує визначення та характеристика етапів формування інтелектуального потенціалу, зокрема специфічні особливості його формування на регіональному рівні. Зазначений чинник є найвагомішим у розміщенні й розвитку продуктивних сил.

Основу інтелектуального потенціалу кожного суспільства представляє освітній потенціал як найбільш узагальнене визначення реальних можливостей розвитку, які надаються йому саме освітою.

Для якісного аналізу розвитку системи вищої освіти як фактору формування інтелектуального потенціалу на державному і регіональному рівнях, як правило, розглядаються наступні основні абсолютні і відносні показники в їх динаміці: фінансування науки і освіти; кількість вищих навчальних закладів; чисельність студентів, у т.ч. на одного викладача з урахуванням його ступеня і звання; відносна кількість доцентів і професорів; наявність аспірантури і докторантури; матеріальна й наукова база тощо.

У своєму аналізі ми розглянули ряд відповідних показників Миколаївської і Херсонської областей.

Отримані вище результати підрахунків дають нам підставу дати деякий якісний аналіз функціонування системи вищої освіти двох областей Південного регіону. Якщо в цілому розглядати ситуацію, що слалася в даній сфері, то можна зробити висновок, що, незважаючи на ряд позицій, Херсонська область, як видно з таблиці, перебуває в трохи кращому положенні, чим Миколаївська. За такими показниками як кількість студентів вузів I-II рівня акредитації на 10 тисяч населення, забезпеченість учбово-лабораторними площами, надання студентам вузів III-IV рівень акредитації гуртожитків, забезпеченість студентів бібліотеками Херсонська область на певну кількість пунктів перевершує своїх сусідів. Аналіз такого показника, як кількість студентів на один викладача, кандидата або доктора наук, доцента і професора, привів нас до висновку, що по всіх статтях якісний показник у Херсонській області краще, ніж у Миколаївської, оскільки навантаження на один фахівця в першому випадку менше в півтора-два рази.

Розгляд вищенаведених і інших відповідних показників розвитку системи вищої освіти як одного з основних факторів розвитку інтелектуального потенціалу суспільства на загальнодержавному і регіональному рівнях, безумовно, повинне проводитися з урахуванням динаміки певних процесів і, як ми вважаємо, у порівнянні з подібними показниками сусідніх регіонів і України в цілому. Але рамки даної статті не дозволяють цього освітити, хоча і закладають ґрунт для подальших наукових досліджень у даному напрямку.

Рішення проблеми ефективного становлення суб'єкта інтелектуального потенціалу значною мірою залежать від ефективності взаємодії всіх структурних формувань і суб'єктів освітнього

процесу. При цьому принципове значення має об'єднання всього комплексу і різноманіття підходів до процесу підготовки випускника вищого навчального закладу як особистості та фахівця на основі обліку індивідуальних особливостей, характеру, здатностей, можливостей і професійних прагнень.

Гострота проблеми перебудови і розвитку в галузі освіти за останні роки не зменшується. З огляду на світовий досвід, важливо насамперед продовжувати переорієнтацію освіти на масові випуски нових фахівців: операторів, програмістів, алгоритмізаторів, когнітологів (інженерів зі знань), системотехніків, різних працівників інформаційної сфери, фахівців з новітніх виробничих технологій, менеджменту, маркетингу, фінансів і кредиту, інформаційного ринку. По-друге, слід прискорити формування патріотичної національної еліти – інтелектуальної, ділової, духовної. По-третє, необхідно підвищувати якість освіти, посилювати її селективну роль (добір людей залежно від їхньої обдарованості, схильностей тощо), стимулювати зацікавленість у підвищенні кваліфікації, підтримувати престиж освіти. По-четверте, варто прискорено формувати нову – інформаційну – культуру суспільства і нову особистість – особистість незалежної і цивілізованої держави. По п’яте, залишається актуальною масова підготовка фахівців у галузі національної культури, гуманітарних наук, соціальної психології, права, що безпосередньо пов’язані з проблемами відродження української нації. По-шосте, повсюдно впроваджувати систему тестів для визначення розумових здібностей і профвідбору, рішуче проводити селекцію тих, хто вступає до вищих навчальних закладів усіх рівнів акредитації.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Афтаназів, І.С. Економічні аспекти реформування регіональної системи підготовки кадрів вищою школою / І.С. Афтаназів; Інститут управління природними ресурсами. – Коломия: Видавничо-поліграфічне товариство "Вік", 2007. – 224 с.

[2] Вищі навчальні заклади Миколаївщини [Текст]. Статистичний збірник. – Миколаїв: Головне управління статистики у Миколаївської області, 2020.

[3] Литвин, В. Науково-освітній потенціал нації: погляд у XXI століття /В. Литвин, В. Андрущенко, С. Довгий та ін. – К.: Навч. книга, 2003.

[4] Основні показники діяльності вищих навчальних закладів області на початок 2019/2020 навчального року [Текст] . Статистичний бюлетень. – К.: Держкомстат України, Головне управління статистики у Херсонської області, 2020.

Higher education as a factor of the development of the intellectual potential of society

Dyundin V.D.[1]

[1]Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Kherson Branch of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Mykolayiv, Ukraine.

The essence of intellectual capital and the potential of the society is determine; mechanism of development of intellectual potential is structured; comparative analysis of relevant indicators of the development of higher education is conduct; factors of formation of the intellectual capital at regional level are designated; the comparative characteristic of indicators of system of the higher education of a number of areas of Ukraine is submitted; conclusions and suggestion on further development of system of the higher education are drawn.

Keywords: human capital, intellectual capital, intellectual potential, system of the higher education.

УДК 378.4: 005

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ТА МОТИВАЦІЇ СТУДЕНТІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Коваленко М.А.[1], Ломоносов А.В.[2], Ломоносова О.Е.[3]

[1]доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
kovalenko45@ukr.net

[2] доктор економічних наук, професор, директор Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Херсон, Україна
lavloe@gmail.com

[3]кандидат економічних наук, доцент, завідувачка кафедри економіки Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна
lavloe@gmail.com

Анотація. Висвітлюються проблеми мотивації до знань сучасного покоління студентів. Вказується на підвищення вимог до молодих фахівців під впливом процесів інформатизації суспільства, становлення економіки знань. Наведені основні мотиви та стимули людини до знань. Наголошується на особливостях сучасного покоління студентів, які мають враховуватися при організації їх навчання.

Ключові слова: заклади вищої освіти, мотивація, знання, навчальний процес, особливості покоління Z, методика викладання.

Проблемам мотивації до знань, присвячена велика кількість публікацій вітчизняних і зарубіжних авторів. Однак, незважаючи на це, питання мотивації сучасного підростаючого покоління до опанування фаховими знаннями, необхідними у майбутній професійній діяльності, не можна вважати розв'язаними. Дослідження мотивів і стимулів людини до знань проводилось на основі аксіоматичного твердження, що людина має природний, споконвічний потяг до знань, а також виходячи з припущень щодо її мотивів і стимулів, до яких можна віднести такі:

1. Особливості кожного етапу розвитку соціально-економічної сфери суспільства визначають умови соціально-економічної діяльності суб`єктів господарювання та зумовлюють, їх вимоги до професійних компетентностей учасників соціально-виробничих процесів. У сфері професійної діяльності формуються відповідні вимоги до компетентностей фахівців за функціями, робочими місцями, визначаються стимули до досягнення цих компетентностей.

2. Внутрішня мотивація людини до знань розвивається під впливом отриманої нею інформації щодо імперативів та детермінант розвитку суспільства, його соціально-економічної сфери, сучасних вимог виробництва, розуміння напрямків його майбутнього розвитку та власних уподобань, схильності до того чи іншого виду діяльності.

3. Освітньо-наукова сфера суспільства створює умови для отримання членами суспільства сучасних знань, формує організаційну систему надання освітніх послуг та через систему забезпечення рівнів і якості освіти створює суспільно значиму систему стимулів до знань. Пропозиції освітньо-наукової сфери формуються з урахуванням когнітивних та інших особливостей відповідної групи споживачів освітніх послуг.

4. Завдання формування мотивації до навчання для системи освіти означає, перш за все, усвідомлення необхідності створення умов, у яких людині хотілося б вчитися, розвивати свої природні потреби у знаннях.

Узагальнена схема факторів формування мотивів і стимулів людини до знань наводиться на рис. 1.

Аналіз публікацій у науковій літературі вказує на одностайність думки дослідників – сучасне суспільство знаходиться на шляху до нового рівня свого розвитку. Історик, професор

Прінстонського університету (США) Гарольд Джеймс, наприкінці 2019 року у статті «Як зміниться світ» наголошував, що сьогодні ми живемо в епоху найбільш радикальної технологічної та економічної трансформації в історії людства [1].

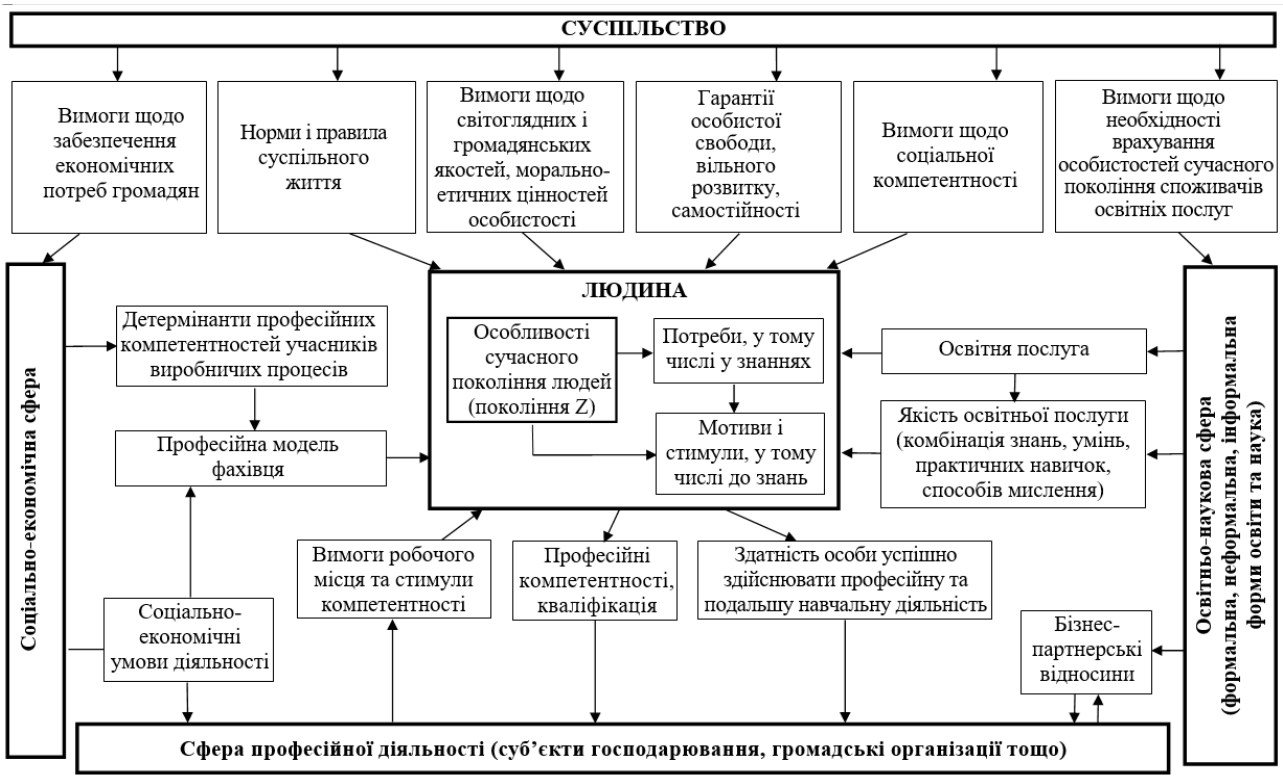


Рис. 1. Формування мотивів і стимулів людини до знань та їх реалізація

Радикальні зміни відбуваються надзвичайно високими темпами. Розвиток науки прискорюється, спостерігається «обвальне» нарощування знань. Загальновідомо, що період подвоєння обсягу наукової інформації та знань у XX столітті становив приблизно 50 років. В останній час він скоротився до 5 років.

В таких умовах молодій людині, що тільки визначає своє майбутнє, у тому числі і у професійній діяльності, складно зробити правильний вибір. Поради старших за віком можуть бути малоефективними, оскільки у свій час вони обирали собі одну професію на все життя, а сьогодні набуті за 5 років студентами знання на час закінчення навчання можуть виявитися вже застарілими. Образно кажучи, ніхто не знає, що потрібно вчити сьогодні, щоб через роки ці знання залишилися потрібними. Людина постає перед фактами накопичення і руху великої кількості інформації та потреби у неперервній власній освіті. Вибір професії молодою людиною – не єдина її проблема. Інші проблеми пов'язуються з такими особливостями сучасного розвитку суспільства як інформатизація суспільних відносин, становлення економіки знань, зростання ролі людського чинника виробництва.

Названі основні, найбільш характерні особливості суспільного, економічного розвитку, обумовлюють і вимоги до знань людини, зокрема і професійних. Домінанти формування професійних якостей фахівців в умовах інформатизації суспільства, становлення економіки знань, реалізації парадигми сталого розвитку, а також методологічні засади організації процесу підготовки фахівців, професійні якості яких відповідатимуть вимогам недалекого майбутнього економічного розвитку, детермінант суспільства, детально розглянуті, наприклад, у науково-методичному посібнику «Методи викладання економіки у сучасній вищій школі» [2, с. 16-55].

Причинно-наслідковий зв'язок між проявами особливостей сучасного стану та тенденцій розвитку економіки, її вимог до компетентностей фахівців і діями, вчинками абітурієнтів, студентів у процесі навчання ми розглядаємо як їх мотивацію до навчання професії.

Змінюються не тільки економіка, техніка і технології. Змінюється і сама людина. Особливості сьогоднішніх студентів повинні враховуватися при оцінці їх потреб у знаннях, рівня вмотивованості до знань, а також при визначенні способів задоволення цих потреб, забезпечення належної якості освітніх послуг.

Нове покоління студентів, яке виросло під час буму цифрових технологій, кардинально відрізняється від попередніх поколінь. І перед викладачами університетів постає питання, як знайти підхід до нового покоління, які методи викладання та яка модель освітнього процесу буде для них більш ефективною та що для них стане мотиваційним фактором.

Сучасні студенти відрізняються від тих, що народилися до 1985 року. Це зовсім інші типи людей за психологічними та іншими ознаками, що формують їх внутрішній світ і визначають способи взаємодії із зовнішнім оточуючим світом. В літературі йому дано назву «покоління Z». У процесі формування мотивації цього покоління до знань, створення стимулів до навчання необхідно враховувати, що для них характерні: прагнення отримувати найбільш коротку інформацію, бажано у наочному вигляді; нетерплячість, неуважність, зацифрованість; можливість концентруватися лише на короткий період часу; неспроможність здійснювати самостійний аналіз; бажання досягти швидкого успіху без особливих зусиль, а також прагнення отримання тривіальних задоволень; нехтування онлайн-реєстраціями, приписами, інструкціями, попередженнями й інструктажами, навіть стислими та нескладними; нерозлучність зі смартфоном (більш детально див. [3]).

Врахування цих особливостей і відображення їх у формах навчання та виховання, які були б зрозумілі студентам і відповідали б їх особливостям, повинно становити основу мотивації для навчання, яка в подальшому має розвиватися, щоб дати змогу поступово все більше привчати молодь і до традиційних способів навчання, які не втратили своєї актуальності. Серед методів мотивації покоління Z до навчання, перш за все, слід виділити соціально-психологічні, які ґрунтуються на використанні соціальних інтересів і психологічних потреб студентів [3, с. 13].

Зауважимо, що у випускних класах середньої школи і на молодших курсах закладів вищої освіти вже навчається нове покоління – «покоління Альфа». Воно є більш складним у контексті мотивації до знань і навчання. Хоча саме тут необхідно замислитись над правомірністю визначення «складніше». Адже очевидним є те, що навчати людину будь-якого покоління завжди було, є і буде потрібним з обов’язковим врахуванням особливостей цього покоління. Тож правильнішим буде ставити питання про відповідність цим особливостям навчальних програм, методів викладання, кваліфікації науково-педагогічних працівників тощо. З цих питань теж є багато проблем.

Існуючі у цей час приклади деяких недоліків у стимулюванні навчання студентів свідчать не про зниження інтересу сучасного покоління до вищої освіти, а, перш за все, про недоліки в організації освітнього процесу у закладах вищої освіти та про необхідність прискорення впровадження компетентнісного підходу до навчання і дотримання принципу врахування у методах викладання дисциплін особливостей нового покоління студентів. З цього витікає важливе завдання науково-педагогічних працівників, яке полягає у необхідності зацікавлення студентів, що сприяло б формуванню їх професійних компетентностей і створювало б підґрунтя для їх практичної роботи і подальшого нарощування своїх знань і навичок.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Harold James. The New Anti-Capitalism. *Project Syndicate* : website. URL: https://www.project-syndicate.org/commentary/new-anti-capitalism-china-rise-technology-by-harold-james-2019-11?barrier=accesspaylog (accessed: 11.08.2020).

[2] Коваленко М. А., Ломоносова О. Е., Шворoб Г. М. Методи викладання економіки у сучасній вищій школі : науково-методичний посібник. Херсон : Олді-плюс, 2019. 220 с.

[3] Ломоносова О. Е. Адаптація університетів до особливостей підготовки студентів покоління Z для прийдешньої економіки знань. Причорноморські економічні студії. 2020. Вип. 56. С. 7–15.

The peculiarities of training and motivation for a new generation of students

Kovalenko M.A.[1], Lomonosov A.V.[2], Lomonosova O.E.[3]
[1-3]Kherson Branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract. The paper highlights the problems of motivation for knowledge of the current generation of students. It is stressed that the requirements for young specialists are increasing under the influence of society informatization, the formation of the knowledge economy. The peculiarities of the current generation of students, which must be taken into account when organizing their studies, are indicated.

Keywords: higher education institutions, motivation, knowledge, educational process, generation Z peculiarities, teaching methods.

УДК 378.2: 001.891

МОНІТОРИНГ ПУБЛІКАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ НАУКОВИХ СТУПЕНІВ ДОКТОРА, КАНДИДАТА НАУК, PHD В НУК ІМ. АДМ. МАКАРОВА

Костирко Т.М.[1], Корольова Т.Д.[2]
[1]кандидат наук із соціальних комунікацій, директор Наукової бібліотеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, Миколаїв
tamara.kostyrko@nuos.edu.ua
[2]завідуюча електронним читальним залом Наукової бібліотеки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна, Миколаїв
tetyana.korolova@nuos.edu.ua

Анотація. У доповіді представлені результати моніторингу публікаційної активності здобувачів наукових ступенів доктора, кандидата наук, PhD в НУК ім. адм. Макарова на основі даних наукометричних БД Scopus і Web of Science, спрямованого на оцінювання результатів їхньої наукової діяльності. Отримані результати можна використовувати для подальшого підвищення публікаційної активності як здобувачів наукових ступенів, так і університету в цілому.

Ключові слова: публікаційна активність, наукометричні бази даних, Scopus, Web of Science, здобувачі наукових ступенів, НУК ім. адм. Макарова.

Вступ. Останнім часом все активніше наукові дослідження переходять в статус пріоритетного напрямку діяльності закладів вищої освіти (далі – ЗВО). У зв'язку з цим здобувачі наукових ступенів доктора, кандидата наук, PhD (далі – здобувачі), які виконують своє наукове дослідження на базі ЗВО, заслуговують на пильну увагу як майбутню опору і базу науки. Результати своїх досліджень вчені представляють світовій науковій спільноті через публікації статей, монографій, доповідей на наукових конференціях [1, с. 47]. Тому публікаційна активність вченого є одним з головних критеріїв при оцінці наукової результативності його діяльності. У той же час з боку МОНУ постійно підвищуються вимоги до кількості та якості публікацій здобувачів наукових ступенів. Ці причини викликають необхідність в моніторингу та оцінці публікаційної активності насамперед здобувачів.

В якості вихідних були використані дані, надані Відділом аспірантури та докторантури НУК ім. адм. Макарова. Публікаційна активність оцінювалася на основі даних, отриманих з наукометричних БД Scopus і Web of Science.

Основна частина

МОНУ Наказом № 1220 від 23.09.2019 р. «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» та КМУ Постановою № 167 від 6.03.2019 р. «Про присудження ступеня доктора філософії» (із змінами, внесеними згідно

з Постановами КМУ № 979 від 21.10.2020, № 608 від 09.06.2021) чітко регламентують вимоги щодо висвітлення основних наукових результатів дисертацій здобувачами.

Так, під час навчання та підготовки дослідження, здобувачі наукових ступенів кандидата наук, PhD повинні опублікувати якнайменше одну публікацію у виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України з присвоєнням категорії «А», або в закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus. Здобувачі наукового ступеня доктора наук – не менше ніж три статті, а з 01.09.2022 р. не менше ніж п'ять статей з наукового напряму, за яким підготовлено дисертацію здобувача, опублікованих щонайменше у двох різних періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України, або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та / або Scopus [2-3]. Відповідно до пункту 2 статті 16 Закону України «Про вищу освіту» система забезпечення закладами вищої освіти якості освітньої діяльності та якості вищої освіти (система внутрішнього забезпечення якості) передбачає здійснення процедур і заходів, до яких включено здійснення моніторингу та періодичного перегляду освітніх програм. Тому Наукова бібліотека НУК ім. адм. Макарова на виконання вимог Закону України «Про вищу освіту» та європейських стандартів якості вже другий рік поспіль (у 2020 р. станом на 28 лютого, у 2021 р. станом на 24 червня) здійснює моніторинг публікаційної активності здобувачів наукових ступенів доктора, кандидата наук, PhD.

Метою моніторингу є кількісний і якісний аналіз публікаційної активності здобувачів до захисту дисертації на основі даних наукометричних БД Scopus і Web of Science. В якості критеріїв для оцінки результатів наукових досліджень було використано такі бібліометричні показники, як кількість публікацій і їх цитованість, індекс Хірша, імпакт-фактор наукового журналу, в якому опублікована публікація, а також наявність профілів автора в БД Scopus (Scopus ID) і Web of Science (Researcher ID/Publons).

Також проаналізована наявність у здобувачів ORCID ID – унікального коду, який присвоюється автору для однозначної ідентифікації його творів і результатів публікаційної та наукової діяльності. ORCID використовується для ідентифікації авторів в міжнародних базах даних наукових публікацій (передусім в БД Scopus і Web of Science). Наявність публічного профілю в ORCID є важливим фактором представленості автора в інформаційному середовищі світової наукової спільноти і, таким чином, непрямим фактором підвищення цитованості автора.

Результати моніторингу представлено у таблиці 1.

Таблиця 1. Публікаційна активність здобувачів наукових ступенів доктора, кандидата наук, PhD в НУК ім. адм. Макарова за 2020-2021 рр.

	Структурний підрозділ НУК	Всього			ORCID		БД Scopus										БД Web of Science									
							Scopus ID		h-індекс		К-ть док-в		Q видання		К-ть цитувань		Researcher ID /Publons		h-Індекс		К-ть док-в		Q видання		К-ть цитувань	
			2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020
1.	ННКІ	А*	13	11	3	4	-	1	-	-	-	1	-	Q4-1	-	-	-	1 (9%)	-	-	-	1 (9%)	-	Q4-1	-	-
		Д**	2	1	2	1	2	1	4	1	16	3	Q2-2 Q3-6	Q2-1 Q3-2	43	1	1 (50%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	ННІКНУП	А	12	10	3	3	1	5	-	-	1	5	-	-	-	-	-	2 (20%)	1	-	1	3 (30%)	-	-	1	-
		Д	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.	ННМІ	А	12	13	9	4	6	3	10	3	20	3	Q2-1 Q3-1 Q4-16	Q4-1	93	8	2 (16,7%)	-	4	1	13	1 (8%)	Q4-1	-	24	1
		Д	1	2	1	2	1	2	1	2	3	5	Q2-1 Q3-1	Q2-3	3	6	1 (100%)	2 (100%)	1	2	4	5	Q4-1	Q4-2	1	4
4.	ННІАЕ	А	16	16	4	4	3	2	2	-	6	2	Q3-1	-	4	-	-	-	1		3		Q4-2		1	
		Д	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	ФМІ	А	5	6	2	1	1	1	2	2	6	5	Q3-2	Q3-2	9	6	-	-	1	-	5	3 (50%)	-	-	2	-
		Д	-	1	-	1	-	1	-	1	-	4	-	Q3-2	-	4	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2
6.	ФЕМ	А	10	11	6	2	1	-	-	-	1	-	Q3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Д	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.	ФЕТБ	А	3	3	2	1	-	1	-	-	-	1	-	Q3-1	-	-	-	-	-	-	-	1 (33%)	-	-	-	-
		Д	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всього по НУК ім. адм. Макарова		А	76	70	29	19	12	13	14	5	34	17	Q2-1 Q3-8 Q4-16	Q3-3 Q4-2	106	14	2	3	7	1	22	9	Q4-3	Q4-1	26	1
		Д	3	4	3	4	3	3	5	3	19	11	Q2-3 Q3-7	Q2-3 Q3-3	46	8	2	2	1	3	4	6	Q4-1	Q4-2	1	6

А* аспіранти, здобувачі наукових ступенів кандидата наук, PhD.
Д** докторанти, здобувачі наукового ступеню доктора наук.

Проаналізуємо публікаційну активність здобувачів НУК ім. адм. Макарова у наукометричних БД Scopus і Web of Science.

ORCID

У НУК ім. адм. Макарова усі здобувачі ступеню доктора наук (100%) мають ідентифікатори автора ORCID, які допомагають вирішити проблему точної ідентифікації автора наукової роботи. Профілі заповнені коректно і відображають публікаційну активність авторів.

Серед здобувачів наукових ступенів кандидата наук, PhD станом на 24 червня 2021 р. 38% (тобто 29 із 76) мають ідентифікатори автора ORCID, що на 11% більше ніж у 2020 р. (19 із 70). Наразі треба відмітити, що більша частина профілів створена формально: ім'я та прізвище введено не латиницею, не вказано місце роботи та навчання, не надано жодних даних про наявність публікацій. Наявність коректно заповненого публічного профілю автора в ORCID є важливим фактором представленості автора в інформаційному середовищі світової наукової спільноти і, таким чином, непрямим фактором підвищення цитованості автора.

Scopus

Scopus – найбільша і найвпливовіша реферативна і наукометрична база даних. Станом на 24 червня 2021 р. усі здобувачі ступеню доктора наук (100%) мають 19 публікацій, які індексуються в БД Scopus. В 2020 р. 75% авторів мали 11 публікації. Бібліографічна система Scopus самостійно формує ScopusID ідентифікатор автора. Ідентифікатор автора Scopus – це унікальне число, яке співвідносить автора з групою документів. У профілі автора розраховуються показники публікаційної активності. Тому у 2021 р. усі здобувачі ступеню доктора наук (100%) мають ScopusID.

Серед здобувачів наукових ступенів кандидата наук, PhD станом на 24 червня 2021 р. 16% (12 із 76) мають ScopusID і 34 публікації, які індексуються в БД Scopus. У 2020 р. ці показники складали відповідно 18% (13 із 70) і 17 публікацій.

Важливе значення для кожного дослідника має цитованість – один з критеріїв оцінки значущості його наукових публікацій. Цитування робіт дослідника впливає на його кар'єрне зростання, на отримання фінансування для майбутніх проектів, на участь в міжнародних дослідженнях та ін [4, с. 3].

Так, 19 публікацій (2021 р.) здобувачів ступеню доктора наук процитовано 46 раз, що складає 2,4 посилання на одну публікацію. У 2020 р. 11 публікацій мали 8 цитувань, тобто 0,7 посилання на публікацію. Тридцять чотири публікації (2021 р.) здобувачів наукових ступенів кандидата наук, PhD процитовано 106 разів, що складає 3,1 посилання на одну публікацію. У 2020 р. 17 публікацій мали 14 цитувань, а це 0,8 посилань на публікацію.

Найбільше публікацій у БД Scopus опубліковано здобувачами наукових ступенів кандидата наук, PhD ННМІ – 20, ННІАЕ – 6, ФМІ – 6.

Серед здобувачів ступеню доктора наук найбільше статей у ННКІ – 16.

Для показника ефективності наукової роботи важлива не лише кількість публікацій, а й ранг журналу, в якому опубліковано результати. Наказ МОНУ від 23.09.2019 № 1220 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» та Постанова КМУ № 167 від 06.03.2019 р. «Про присудження ступеня доктора філософії» (із змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 979 від 21.10.2020, № 608 від 09.06.2021) регламентують не тільки кількість статей, але і рівень журналів, який визначається таким показником, як квартиль (Q). Так, станом на 24 червня 2021 р., 73,5% публікацій здобувачів наукових ступенів кандидата наук, PhD (25 із 34) опубліковані у виданнях, які відносяться до того або іншого квартиля (Q2-1, Q3-8, Q4-16). У 2020 р. це відповідно 29,4% (5 із 17) (Q3-3, Q4-2); 52,6% публікацій (2021) здобувачів ступеню доктора наук (10 із 19) опубліковані у високорейтингових виданнях (Q2-3, Q3-7). У 2020 р. це – 45,5% (5 із 11) (Q2-3, Q3-3).

Web of Science

Сьогодні платформа Web of Science об'єднує БД наукових публікацій і патентів, дозволяє створювати інноваційні інформаційні рішення в галузі фундаментальних і прикладних наук,

допомагає визначити стратегічні напрямки розвитку установи та багато ін. Нажаль серед науковців НУК ім. адм. Макарова БД Web of Science не користується такою популярністю як БД Scopus. Це позначається на кількості публікацій. Так, станом на 24 червня 2021 р. 22 публікації здобувачів наукових ступенів кандидата наук, PhD, які індексуються в БД Web of Science, і 4 публікації здобувачів наукового ступеня доктора наук. У 2020 р. відповідно 9 публікацій і 6. Публікації здобувачів наукових ступенів кандидата наук, PhD у 2021 р. процитовано 26 разів, що складає 1,2 посилання на одну публікацію, і 1 раз у 2020 р., а це – 0,014 посилань на публікацію. Публікації здобувачів наукового ступеня доктора наук процитовано у 2021 р. 1 раз, що складає 0,33 посилання на одну публікацію, і 6 разів у 2020 р., це – 1,5 посилання на публікацію. Така низька цитованість може бути пов'язана з тим, що документи опубліковані не у високорейтингових виданнях (Q4-3 у 2021 р. і Q4-1 у 2020 р. здобувачами наукових ступенів кандидата наук, PhD; Q4-1 у 2021 р. і Q4-2 у 2020 р. здобувачами ступеню доктора наук).

Найбільше публікацій у БД Web of Science опубліковано здобувачами наукових ступенів кандидата наук, PhD ННМІ – 15, ФМІ – 5, ННІАЕ – 3. Серед здобувачів ступеню доктора наук найбільше статей у ННІАЕ – 4.

Не поспішають науковці створювати цифровий ідентифікатор автора ResearcherID/Publons. Тільки 2,6% (2 з 76) здобувачів наукових ступенів кандидата наук, PhD і 67% (2 із 3) здобувачів наукового ступеня доктора наук мають актуальний профіль автора ResearcherID/Publons. У 2020 р. відповідно 4,3% (3 із 70) і 50% (2 із 4).

Висновки. Проведений аналіз дозволяє оцінити кількісні та якісні параметри публікаційної активності здобувачів в НУК ім. адм. Макарова і зробити наступні висновки:

1. Протягом 2020-2021 рр. спостерігається позитивна динаміка зростання кількості публікацій здобувачів у наукометричних БД Scopus і Web of Science, кількості їх цитувань.

2. Публікаційну активність здобувачів ступеню доктора наук можна вважати на задовільному рівні.

3. Проаналізовані показники свідчать про досить низьку публікаційну активність здобувачів наукових ступенів кандидата наук, PhD, особливо на першому та другому роках навчання.

4. Згідно до наказу НУК ім. адм. Макарова № 233 від 23.10.2019 «Про підвищення публікаційної активності науковців НУК», усі науковці університету в обов’язковому порядку повинні мати власний профіль (ідентифікатор автора) в Google Академії, ORCID, ResearcherID та підтримувати їх у актуальному стані. Однак, аспіранти, особливо, другого і третього років навчання у більшості не мають жодного профілю (ідентифікатора автора), а ті, що є, не є актуальними і не допомагають вирішити проблему точної ідентифікації автора наукової роботи.

5. Авторам-здобувачам наукових ступенів кандидата наук, PhD в НУК ім. адм. Макарова слід зосередити увагу на високорейтингових виданнях міжнародного рівня, що сприятиме підвищенню цитованості наукових робіт.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Гуртов В.А., Щеголева Л.В. Соискатель ученой степени доктора наук: публикационная активность. Университетское управление: практика и анализ. 2015. (2). 47-56.

[2] Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук: Наказ № 1220 від 23.09.2019 / Міністерство освіти і науки України. Київ. 2019. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1086-19#n4 (дата звернення: 27.07.2021).

[3] Про присудження ступеня доктора філософії (із змінами, внесеними згідно з Постанова № 979 від 21.10.2020, № 608 від 09.06.2021): Постанова № 167 від 6.03.2019 р. / Кабінет Міністрів України. Київ. 2019. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2019-%D0%BF#Text (дата звернення: 27.07.2021).

[4] Костирко, Т.М., Корольова Т.Д. Бібліометричний аналіз наукових видань, в яких публікуються автори-НПП НУК ім. адм. Макарова (за даними наукометричної бази даних Scopus). Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : Матеріали XI міжнар. наук.-техн. конф. (Миколаїв, 24-25 вересня 2020 р.). Ч. 2. Миколаїв. 2020. С. 257-263.

Monitoring of the publication activity of applicants for the scientific degree of doctor, candidates of sciences, Phd

Kostyrko T.M.[1], Korolova T.D.[2]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Scientific Library

Abstract. The report presents the results of monitoring the publication activity of applicants for the degrees of Doctor, Candidate of Science, PhD in Admiral Makarov National University of Shipbuilding on the basis of data from scientometric databases Scopus and Web of Science. The obtained results can be used to further increase the publishing activity of both degree seekers and the university as a whole.

Keywords: publishing activity, Scopus, Web of Science, scientometric analysis, degree seekers, Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

УДК 811.111:621(076)

ВПЛИВ РОЗВИТКУ ДИЗЕЛЕБУДУВАННЯ НА ПОТРЕБУ ПІДВИЩЕННЯ ФАХОВОГО РІВНЯ СУДНОВИХ МЕХАНІКІВ

Сорокіна Т.М.[1]
[1]кандидат технічних наук, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
super_tan-sorokina@ukr.net

Анотація. Аналіз потреби підвищення рівня фаху суднового механіка зважаючи на розвиток суднових дизелів. Приведено особливості розвитку двотактних суднових дизелів та їх систем з електронним керуванням. Розглянуто важливість знань по використанню систем керування сучасним судновим дизелем.

Ключові слова: судновий механік; двотактний дизель; система керування.

Вступна частина. Сучасний розвиток машинобудівної галузі, особливо дизелебудування, поява новітніх технологій, пов'язаних з використанням різних видів палива, зниженням шкідливих викидів у навколишнє середовище потребує фахівців, які добре розуміють особливості новітніх технологій, володіють комп'ютерними системами керування дизеля, мають знання щодо будови сучасного дизеля та його допоміжних систем, вміють виконувати його обслуговування. Все це вимагає від фахівця знання професійних фахових термінів на англійській мові, тому що вона використовується для опису новітніх технологій та комп'ютерних систем керування дизелем.

Тема потреби підвищення рівня майбутніх суднових механіків, які володіють знаннями щодо особливостей сучасного дизеля та його керування з забезпеченням зниження шкідливих викидів у навколишнє середовище є важливою, для забезпечення та обслуговування головних та другорядних механізмів на суднах і забезпеченні сучасних фахівців у машинобудівній галузі та торгівельному флоті.

Ціль роботи. Метою роботи є дослідження чинників що призводять до потреби підвищення знань суднових механіків, враховуючи сучасний розвиток дизелебудування.

Дослідження цієї мети привело до необхідності вирішення наступних завдань:

- проведення аналізу сучасного розвитку двотактних суднових дизелів;
- проведення аналізу систем електронного керування двотактних суднових дизелів та використання цих систем на різних режимах роботи.

Основна частина. Сучасний торгівельний флот у якості головного двигуна дуже часто використовує двотактні суднові дизелі. Цей тип дизеля малообертовий, що дозволяє безпосередньо передавати обертання колінчастого вала на гвинт, має велику питому потужність, але збільшені шкідливі викиди у навколишнє середовище в порівнянні з чотиритактними дизелями. Нові вимоги відносно шкідливих викидів вже діють біля берегів Європи, Північної Америки і з кожним роком місця їх дій збільшуються. Комплексні дії щодо вирішування цих питань привели до появи новітніх технологій у дизелебудуванні. Найсучасніша на сьогодні це концепція «Intelligent Diesel Engine» (інтелектуальний дизельний двигун), що передбачає адаптивну систему автоматичного керування двигуном з елементами штучного інтелекту (рис. 1).

Ця система керування здібна сприйняти та аналізувати зміни зовнішнього середовища та відповідно їм підтримувати потрібний режим роботи двигуна. Крім цього система керування проводить нагляд за технічним станом двигуна, його робочими параметрами та в разі потреби змінює режим для забезпечення працездатності двигуна. Все це досягається завдяки гнучкості керування випускним клапаном та упорскуванням палива у циліндр, без використання розподільного валу.

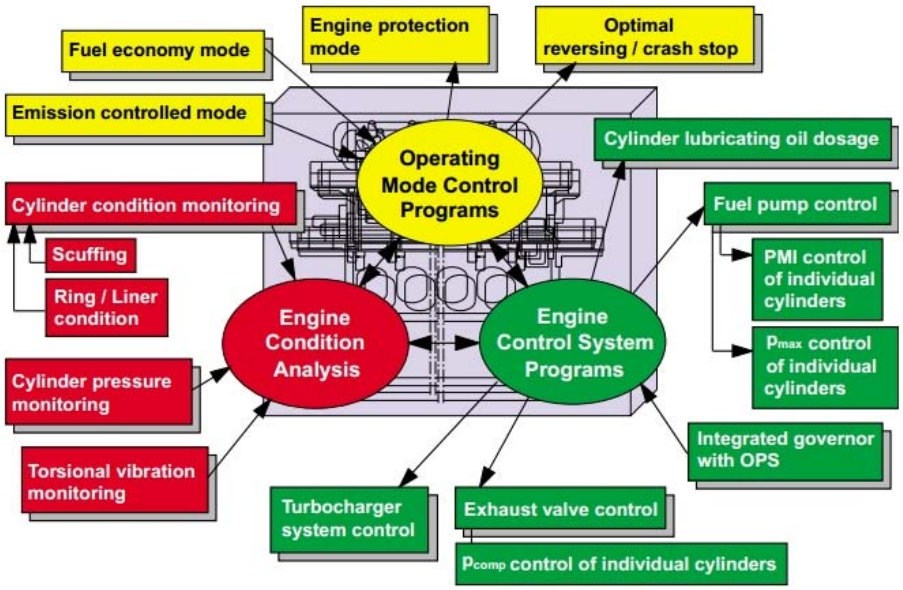


Рис. 1. Функціональна схема концепції «Intelligent Diesel Engine»

На сьогоднішній день цю концепцію використовують дві фірми, що виготовляють двотактні суднові дизелі, це MAN B&W Diesel та Winterthur Gas & Diesel Ltd. (WinGD, колишня корпорація Wärtsilä).

Електронна система керування «Intelligent Diesel Engine» на дизелях фірми MAN B&W Diesel встановлюється на двигуни типу ME. Основні системи та особливості двигунів цього типу, електронна система керування та її складові приведені у опису двигуна типу ME, наприклад [1].

Електронна система керування MAN B&W Diesel складається з контролерів Cylinder Control Unit (CCU), встановлених по одному на кожен циліндр, по декілька контролерів Auxiliary Control Unit (ACU), Engine Control Unit (ECU), Engine Interface Control Unit (EICU) з'єднаних між собою двома лініями мережі. Керування системою здійснюється за допомогою двох панелей керування, одна з яких головна і розташована у Центральному Посту Керування (ЦПК). Контролер CCU здійснює керування уприскуванням палива, випускним клапаном та подачі масла на циліндр. Контролер ACU керує допоміжними системами та механізмами, включаючи

гідравлічні насоси, систему відхідних газів, систему надувного повітря і т. д. Контролер ECU здійснює керування загальними функціями двигуна, такими як підтримання заданої частоти обертання, підготовку двигуна до пуску, пуск, реверс, зупинка, оптимізація згоряння палива відповідно до режиму роботи, запобігання перевантаженню двигуна і т. д. Контролер EICU забезпечує взаємодію системи із зовнішніми системами, а саме з телеграфом, системою Дистанційного Автоматичного Керування (ДАК), системою аварійно-попереджувальної сигналізації, системою запобіжників аварії і т. д. Панель керування двигуна реалізована на базі персонального комп'ютера де на вертикальному меню зібрані закладки, що містять елементи керування робочими параметрами дизеля, мають інтегрований регулятор частоти обертання, інформують про його технічний стан. Система керування двигуном дозволяє керувати у автоматичному, напівавтоматичному або ручному режимах. Вона підтримує задану частоту обертання, задану частоту обертання з розширеною зоною нечутливості, постійну подачу палива, а також забезпечує найменші питомі витрати палива без перевищення допустимої кількості викидів NOx, або зниження кількості викидів NOx при більших питомих витрат палива. Загальний опис панелей [2], приклад вікна «Operation» закладки «Engine» з поясненнями (рис. 2) [3].

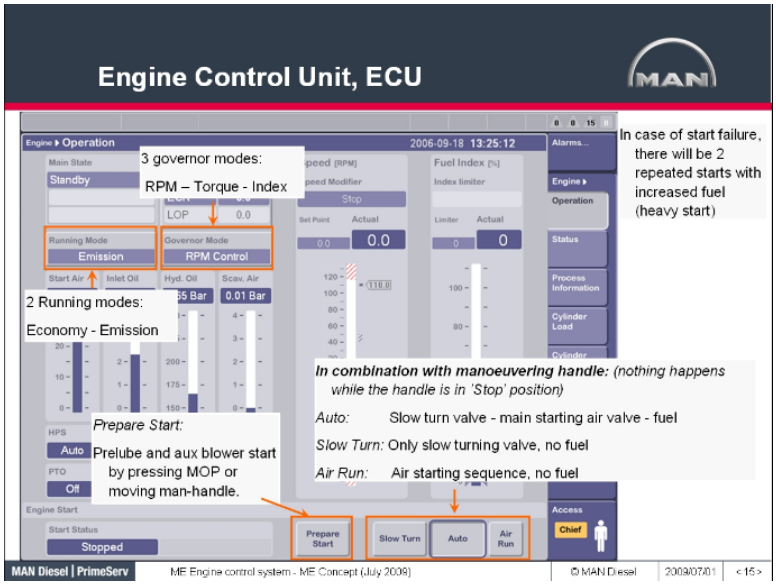


Рис. 2. Вікно «Operation» закладки «Engine»

Електронна система керування «Intelligent Diesel Engine» на дизелях фірми WinGD встановлюється на двигуни типу RT-flex/X. Всі функції в системі RT-flex/X забезпечуються Wärtsilä Engine Control System (WECS−9520) на базі Wärtsilä Common Rail technology для двотактних суднових дизелів. Основні системи та особливості двигунів цього типу, електронна система керування та її складові приведені у опису двигуна типу RT-flex/X, наприклад [4].

Електронна система керування має модульну структуру з окремими контролерами на кожен циліндр та дубльованого контролера загального контролю і нагляду за двигуном, а останній також забезпечує взаємозв'язок з телеграфом, електронним регулятором, системою ДАК і системою сигналізації. Це спрощує зв’язок з системою автоматизації судна і проводки мережі. Панель керування має стандартизований інтерфейс DENIS-9520, який забезпечує дистанційне керування та роботу обладнання і систем двигуна у WECS−9520. Приклад основного вікна flex View-9520 (рис. 3) [5].

Система керування двигуном дозволяє контролювати тиск палива та тиск масла гідроприводу, систему змазки циліндрів, різних допоміжних систем та механізмів, стан двигуна та отриманих ним несправностей. Вона здійснює керування уприскуванням палива у циліндр,

випускним клапаном, подачу масла на циліндр, пуском, реверсом, зупинкою, забезпечує підтримку заданої частоти обертання, бездимну роботу на всіх швидкісних режимах та допустимої кількості викидів NOx.

Знання фахових термінів системи і обладнання, що дозволяють керувати електронною системою двигуна, дуже важливо та актуально. Це дозволяє забезпечити тривалу та якісну роботу двигуна, хід судна підчас тих чи інших несправностей, зменшення викидів у зовнішнє середовище.

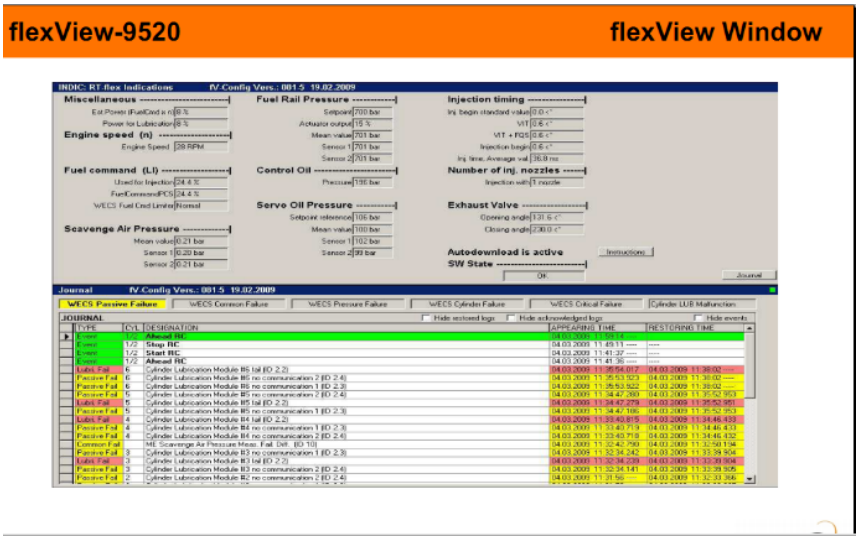


Рис. 3. Основне вікно flex View-9520

Висновки. Аналіз використання концепції «Intelligent Diesel Engine» на сучасних дизелях приводить до потреби підвищення фахового рівня суднових механіків для керування електронною системою двигуна, його обслуговування та забезпечення зменшення викидів у зовнішнє середовище під час його роботи.

ЛІТЕРАТУРА

[1] MAN B&W S70ME-C8.5. Project Guide. MAN Diesel & Turbo, 2017. 369 p. URL: https://man-es.com/applications/projectguides/2stroke/content/epub/S70ME-C8_5.pdf.

[2] MAN B&W Diesel. 50-108ME/ME-C. Vol. 1. Operation Manual. MAN B&W Diesel A/S, 2006. 623 p.

[3] MAN Diesel PrimeServ Academy. ME Concept. MAN Diesel, 2009. 39 p. URL: https:// ppt-online.org/ 322268.

[4] WIN GD RT-flex50-D. Operation Manual. Winterthur Gas & Diesel, 2018 620 p. URL: https://www.wingd.com/en/documents/rt-flex50-d/engine-operation/operation-manual-(om)/

[5] RT-flex Training. flexView-9520 for Operators. Wartsila Land & Sea academy, 2011. 66 p. URL: http://www.hostc.co.kr/file/BBS1/50_RT-flex_flexView_for%20 operators.pdf

Diesel development influence on increasing the ship mechanics professional level

Sorokina T. M.[1]

[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Text of the annotation. Analysis of marine profession increasing needs have been carried out due to the development of marine diesels. Features of the development of two-stroke ship diesels and their systems with electronic controlling are presented. The importance of knowledge's for modern marine diesel control systems operating is considered.

Keywords: ship mechanic; two-stroke diesel; control system.

УДК 378:004.77

ТЕХНОЛОГИЯ «ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Струкачова Л.М.,
старший преподаватель кафедры дизайна Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, Украина, Николаев
lsdesign.proj@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются некоторые аспекты применения технологии дополненной реальности (AR-технологии) при подготовке инженерно-технологических специалистов и возможные трудности в этом. Приводится краткий обзор существующих решений для AR-технологии, которые могут быть применены в системе подготовки.

Ключевые слова: #Industry 4.0 #Digital Transformation #Internet of Things #IoT #Information Technology #IT #Operational Technology #OT #Augmented reality #AR #Liveworx 2019 #PTC Academic Summit #Academic Global VIP Summit #European 4.0 Transformation Center #Rolls Royce future shore control centre

Прежде чем предлагать решения в области инноваций в системе подготовки инженерно-технологических специалистов, представляется разумным рассмотреть то, что на протяжении нескольких прошедших лет активно исследуется в мире и обсуждается в контексте данной сферы – то есть понимание новых технологий, которые могут быть применены для подготовки таких специалистов.

Первое, что можно заметить – внимание, которое обращено на технологию «дополненной реальности» (AR, Augmented Reality, дословно – «приумноженная (расширенная, увеличенная) реальность»).

Проблемы цифровой трансформации образования рассматриваются в [1]: «…Мир переступил порог четвертой индустриальной революции [MacDougal, 2014] (Индустриализация 4.0). В ее основе синтез сложившегося ранее материального производства (новые материалы, автоматизированное проектирование/производство – CAD/CAM) и цифровых (прежде всего, сетевых) технологий, который ведет к массовому распространению Интернета вещей. «Умные изделия» становятся нормой в мире, где интеллектуальные компьютеризированные устройства (роботы), состоящие из них комплексы и сети приобретают способность к самостоятельному взаимодействию при подготовке и развертывании автоматизированных производственных процессов. …

Сравнение общей грамотности работников и их способности к решению задач, которые они проявляют на своем рабочем месте, с возможностями компьютерных систем (имеющимися сегодня или ожидаемыми в ближайшие десять лет) показывает: компьютеры близки к тому, чтобы заменить работников. Только ~13% работников обладают достаточной грамотностью и способны решать задачи на уровне, заведомо превышающем тот, которого достигли компьютерные системы. Общее образование нуждается в качественных переменах, … в повышении общей грамотности большого количества выпускников и их способности решать новые задачи. В противном случае в следующем десятилетии они окажутся невостребованными на рынке квалифицированного труда. …».

Проблемы технического образования в контексте «цифровой трансформации» образования обсуждались в дискуссии с экспертами на академическом саммите во время ежегодного отраслевого мероприятия PTC Liveworx 2019. Эксперты обсудили партнерство промышленных и академических кругов в «цифровую эпоху». [2]

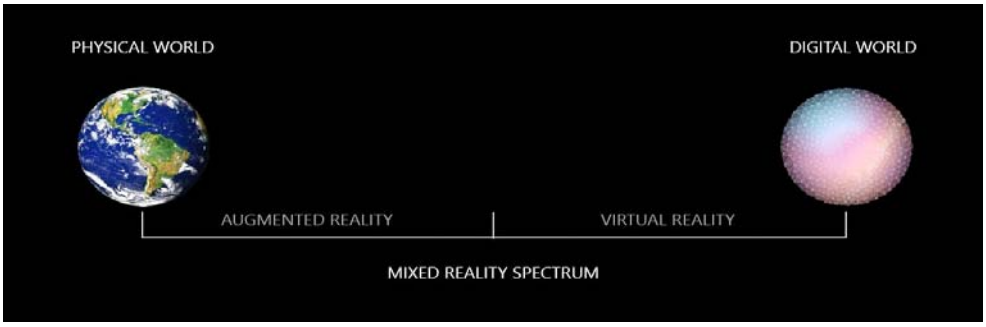
Технологии «интернета вещей» (Internet of things, IoT) и «дополненной реальности» (Augmented reality, AR) обсуждались во время Academic Global VIP Summit, который состоялся

30 ноября 2018 года в European 4.0 Transformation Center в Аахене, Германия. Представители университетов и технологических компаний обсудили внедрение платформ IoT и новых технологий, таких как AR, в ВУЗы. [3]

Основы понимания AR

AR – «дополненная реальность» – технология, в которой происходит наложение искусственных изображений 2D или 3D объектов на изображение объектов реального мира с видеокамеры устройства. В результате у зрителя создается иллюзия, в которой мнимые («виртуальные») объекты «дополняют» объекты реального мира.

Компания Microsoft определяет AR как подмножество «смешанной реальности» (Mixed Reality) – «смеси» физического и цифрового миров, связывающей человека, компьютер и окружающую среду.



Наложение графики на видеопоток из физического мира является *дополненной реальностью*. Графика, которая заменяет вид физического мира его цифровой интерпретацией, является *виртуальной реальностью*. Взаимодействие между дополненной (Augmented Reality) и виртуальной реальностью (Virtual Reailty) образует *смешанную реальность* (Mixed Reality). [4]

Примеры применения AR

Идея в основе AR-технологии не нова. В некотором приближении «дополненной реальностью» можно назвать видео-эффекты, когда компьютерное изображение совмещается с реальными сценами. https://youtu.be/C1EeYB8Aog0

Другой пример технологии, подобной «дополненной реальности» — это системы отображения информации в самолетах. «Индикаторы на лобовом стекле» (Head-Up Displays, HUD) проецируют графическую и числовую информацию на прозрачный экран перед лобовым стеклом кабины. В результате наложения двух «картинок» пилот видит полётную информацию на фоне обстановки впереди самолета. https://youtu.be/ypIbmfm7n8A

Рост вычислительной мощности компьютеров привел к качественным изменениям – стало возможно создавать реалистичное наложение 3D-объектов на изображение объектов реального мира на экране планшетного компьютера или смартфона в реальном времени.

Для подготовки в инженерных и технологических областях знаний представляет интерес применение AR-технологии в обучении студентов или в повышении квалификации (в том числе удалённо).

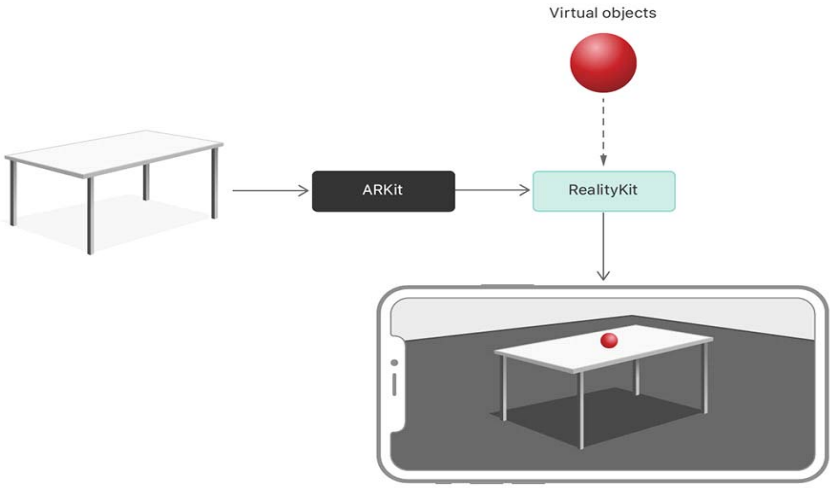
Концептуальный проект компании Rolls-Royce

Интересен концептуальный проект компании Rolls-Royce, в котором представлено видение Rolls-Royce будущего судоходства. Исследование было проведено VTT и исследовательским центром TAUCHI Университета Тампере (Tampere Unit for Computer Human Interaction) в сотрудничестве с Rolls-Royce. В демонстрационном фильме Rolls-Royce представляет своё видение будущего наземного центра управления, в котором небольшая команда из 7–14 человек отслеживает и управляет флотом **дистанционно управляемых и автономных судов** по всему миру.

Команда использует интерактивные интеллектуальные экраны, системы распознавания голоса, AR-голограммы и беспилотные летательные аппараты для наблюдения за происходящим как на борту, так и вокруг судна. [5]

Реализации AR: Apple, Google, Microsoft, PTC Apple

Компания Apple предлагает разработчикам программные инструменты для создания приложений AR. В качестве аппаратного устройства для приложений AR используются смартфоны iPhone и планшеты iPad. На изображение, получаемое с камеры устройства, накладываются виртуальные объекты.



Reality Composer – инструмент создания интерактивных приложений AR без предварительного использования 3D, который позволяет создавать анимацию и взаимодействия. **Reality Converter** конвертирует 3D-модели в собственный формат данных, поэтому он работает с другими инструментами на всех устройствах iPhone и iPad с поддержкой AR. **ARKit** предназначен для моделирования и визуализации 3D-контента в приложениях AR. ARKit на iPadOS предоставляет API глубины (Application Programming Interface, программный интерфейс приложения), открывающий доступ к подробной информации о глубине, собранной сканером LiDAR на iPad Pro. **RealityKit** – это фреймворк (платформа) для высокопроизводительного 3D-моделирования и рендеринга. RealityKit использует информацию от ARKit для интеграции виртуальных объектов в реальный мир. [6]

Google

Компания Google предлагает разработчикам **ARCore**, который предоставляет SDK (Software Development Kit – набор средств разработки) для наиболее популярных сред разработки.

Эти SDK предоставляют собственные API-интерфейсы для всех основных функций AR,. создавать новый функционал AR или улучшать приложения с помощью функций AR. [7]

Microsoft

Microsoft предлагает разработчикам несколько вариантов технологий в рамках концепции Mixed Reality («смешанной реальности») — **Unity**, **Unreal**, **Web** и **Native (OpenXR)**. [8]

PTC

Компания PTC прилагает значительные усилия в исследовании и продвижении (внедрении) AR-технологий и технологий IoT. У компании есть линейка продуктов для AR и IIoT (Industrial IoT) под общим названием **Vuforia**. https://www.ptc.com/en/products/all [9]

PTC активно развивает и поддерживает программу PTC Academic для преподавателей и студентов университетов и колледжей. Благодаря этому они могут использовать в учебном классе отраслевые инструменты проектирования и разработки продуктов.

https://www.ptc.com/en/academic-program/academic-products [10]

Заключение (выводы)

1. Четвертая индустриальная революция, цифровая трансформация превратили технологии AR и IoT/IIoT из экзотики в насущную необходимость.

2. Технологии AR и IoT/IIoT активно развиваются для решения задач промышленного производства. Они «уже здесь» и, вероятно, в ближайшие годы произойдет взрывной рост их повсеместного применения в развитых экономиках, что, в свою очередь, потребует специалистов-инженеров со знанием этих технологий. Эту потребность можно назвать вызовом для учебных программ ВУЗов, и это потребует сотрудничества ВУЗ-ов и передовых в технологическом отношении промышленных компаний для построения эффективного учебного процесса подготовки специалистов.

3. В зависимости от целей, можно предположить два пути обучения технологиям AR и IoT/IIoT в ВУЗе. Если целью является предоставить студентам готовые навыки владения стандартными инструментами, с помощью которых они могли бы сразу решать задачи на производстве, имеет смысл сосредоточиться на изучении AR и IoT/IIoT инструментов Vuforia компании PTC, которые охватывают широкий круг прикладных задач и на сегодняшний день лидируют в промышленной отрасли как по числу решений, так и по полноте, системности решения комплекса производственных задач с использованием AR-технологий. Недостатком этого пути является затраты на приобретение академических лицензий и современного компьютерного оборудования, соответствующего рекомендуемым системным требованиям инструментов Vuforia. Если целью является исследование возможностей самой технологии, ее потенциала, то вероятно имеет смысл сосредоточиться на создании собственных инструментов для AR и IoT/IIoT в рамках студенческих и аспирантских учебных исследований. Подразумевается, что эти исследования должны иметь хотя бы минимальный уровень обеспечения необходимыми ресурсами. В этом случае доступен программный инструментарий от Apple, Google, Microsoft, в большинстве бесплатный. Преимуществом этого решения является свобода исследований (необязательность следования видению, которое задается компаниями, подобными PTC) и некоторая вероятность открыть и изучать что-то действительно новое. Недостатком подобного решения являются риски «изобретать велосипед», т.е. повторять путь, уже пройденный другими.

4. Недостатки обоих вариантов можно компенсировать объединением усилий как с другими ВУЗами, так и сотрудничеством с наиболее готовыми к инновациям промышленными компаниями не только Украины, но и Европы в подготовке специалистов.

5. Изучение технологий AR и IoT/IIoT требует высокого уровня подготовки в смежных областях знаний (например, операционных, информационных технологий и бизнес-процессов, в которые они встроены), что требует высокого уровня знаний как абитуриентов, так и студентов. В ином случае выпускники ВУЗов с недостаточным для требований «цифровой трансформации» уровнем подготовки будут не востребованы на рынке квалифицированного труда.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. Под редакцией А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина, Издательский дом Высшей школы экономики, Москва, 2019
https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra_text.pdf

[2] Проблемы технического образования в контексте «цифровой трансформации» образования: https://youtu.be/tr7PhiqIabA

[3] Технологии IoT и AR в учебном классе: https://youtu.be/0WJl4jR7Ays

[4] Описание Microsoft Mixed Reality https://docs.microsoft.com/en-gb/windows/mixed-reality/mixed-reality

[5] Концептуальный проект компании Rolls-Royce: https://youtu.be/ALwx5VP8kWA

[6] Документация Apple для разработчика AR: https://developer.apple.com/augmented-reality
[7] Документация Google для разработчика AR: https://developers.google.com/ar/develop
[8] Документация Microsoft для разработчика Mixed Reality
https://docs.microsoft.com/en-gb/windows/mixed-reality/development
[9] [10] Описание программных продуктов PTC для AR
https://www.ptc.com/en/products/all
https://www.ptc.com/en/academic-program/academic-products

Innovations in the system of training engineering and technological specialists augmented reality technology in the training system

Strukachova L.[1]
[1]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Annotation. The purpose of this study was to understand new technologies that can be applied to train engineering and technological specialists.

This paper discusses some aspects of the application of augmented reality technology (AR technology) in the training of engineering and technological specialists and possible difficulties in

this, provides a brief overview of existing solutions for AR technology that can be applied in the training system.

Key words: #Industry 4.0 #Digital Transformation #Internet of Things #IoT #Information Technology #IT #Operational Technology #OT #Augmented reality #AR #Liveworx 2019 #PTC Academic Summit #Academic Global VIP Summit #European 4.0 Transformation Center #Rolls Royce future shore control centre

УДК 005:004.91

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОГО РОБОЧОГО МІСЦЯ ДИРЕКТОРА НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ІНСТИТУТУ

Худякова І.М.[1], Скороходов В.А.[2]
[1]кандидат педагогічних наук, доцент кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікації
[2]кандидат технічних наук, доцент, в.о. директора навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Анотація. В роботі аналізується інноваційні рішення створення сучасного автоматизованого робочого місця директора навчально-наукового інституту (факультету) закладу вищої освіти. Обґрунтовується необхідність використання систем управління базами даних для автоматизації обробки документації деканатів та кафедр, аналізу успішності здобувачів закладів вищої освіти.

Ключові слова: заклади вищої освіти, здобувачі вищої освіти, успішність, автоматизоване робоче місце, системи управління базами даних.

Метою діяльності закладу освіти є забезпечення високої якісної освіти. Одним із головних показників якості освіти є успішність здобувачів освіти. Контроль успішності - комплексний процес, в якому беруть участь навчальна частина закладу вищої освіти (ЗВО), кафедри і деканат.

Функціонально-завершеним елементом сучасного університету є навчально-науковий інститут (факультет), який безпосередньо здійснює підготовку студентів, аспірантів і докторантів за спорідненими спеціальностями і об'єднує відповідні кафедри, лабораторії. Саме на рівні інституту (факультету) здійснюється процес підготовки сучасної високопрофесійної особистості, конкурентоспроможної в сучасному світі. Цей процес - замкнутий самодостатній цикл від набору абітурієнтів до випуску бакалаврів і магістрів. Саме тому інституту (факультету) разом із завданнями необхідно делегувати від ректорату більшу частину управлінських повноважень для вирішення яких необхідно автоматизувати обробку інформації.

Обробка інформації, яку необхідно опрацювати для аналізу показників успішності навчання, потребує багато часу та людських ресурсів. Для опрацювання інформації необхідно впроваджувати автоматизацію її обробки за допомогою автоматизованих місць (АРМ) [1, с. 349]. Багато ЗВО прийшли до необхідності використовувати автоматизовані інформаційні системи управління (АСУ) ЗВО. Найвідомішими АСУ є такі:

- АСУ “ЗВО”, яка є частиною інформаційно-виробничої системи “Освіта” [2];
- система управління навчальним процесом для вищих навчальних закладів “Директива”, розроблена у ТОВ “Комп’ютерні інформаційні технології” [3];
- програмне забезпечення “Деканат”, розроблений ІІІІ “Політек-СОФТ” [4,5].

Однак, супроводження таких систем викликає деякі труднощі, тому у багатьох ЗВО розробляють и функціонують власні програми і системи.

Актуальність такого підходу в навчально-науковому інституті (факультеті) призвела до необхідності розробки пілотного проекту АРМ. Його структурна схема приведено на рис. 1.

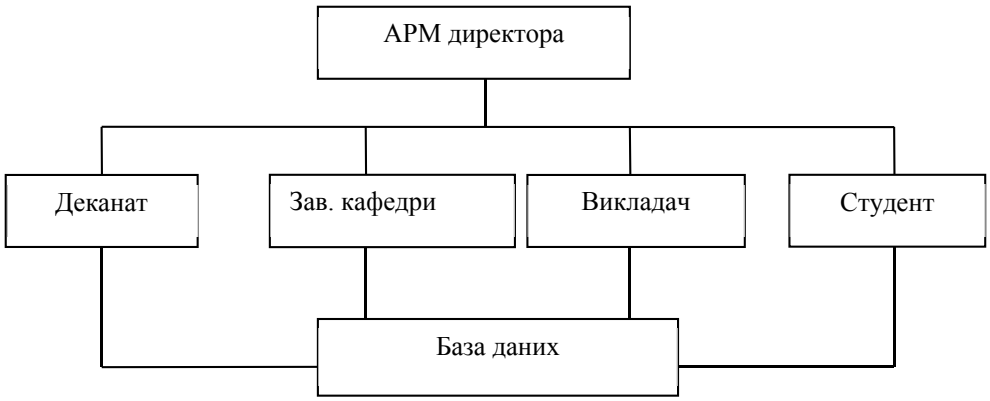


Рис. 1. Структурна схема АРМ

Для реалізації завдань створення АРМ найбільш зручним програмним забезпеченням є бази даних (БД). Система управління базами даних (СУБД) - це система програмного забезпечення, що дозволяє обробляти звернення до бази даних, що надходять від прикладних програм кінцевих користувачів [6, с. 139].

Для розробки БД «Облік успішності» було використано програмне забезпечення СУБД Microsoft Access, яке дозволяє працювати з іншими продуктами Microsoft Office. БД на основі Access дає можливість пов'язувати між собою різні дані, які зберігаються у вигляді таблиць, що мінімізує загальний обсяг даних і забезпечує створення будь-якого виду звіту.

Етапи роботи з даною автоматизованою системою наступні:

1. «Робота з електронними відомостями». Вхідні дані отримуються з вхідних потоків: заповнені відомості щодо студентів та дисциплін. Ці дані вносить деканат.

2.«Аналіз академічної успішності/заборгованості». У відповідні поля бази даних імпортується інформація з атестаційних відомостей: дата, дисципліна, підсумок, рейтинг студента.

3.«Формування підсумків сесії». Інформація отримується на підставі даних завантажених в систему. База даних динамічно оновлюється, що дозволяє отримувати актуальну інформацію про хід ліквідації заборгованості.

Усі блоки формуються на підставі законодавчих актів і нормативної документації.

Форми і результати обробки інформації АРМ наведені на рис. 1-5.

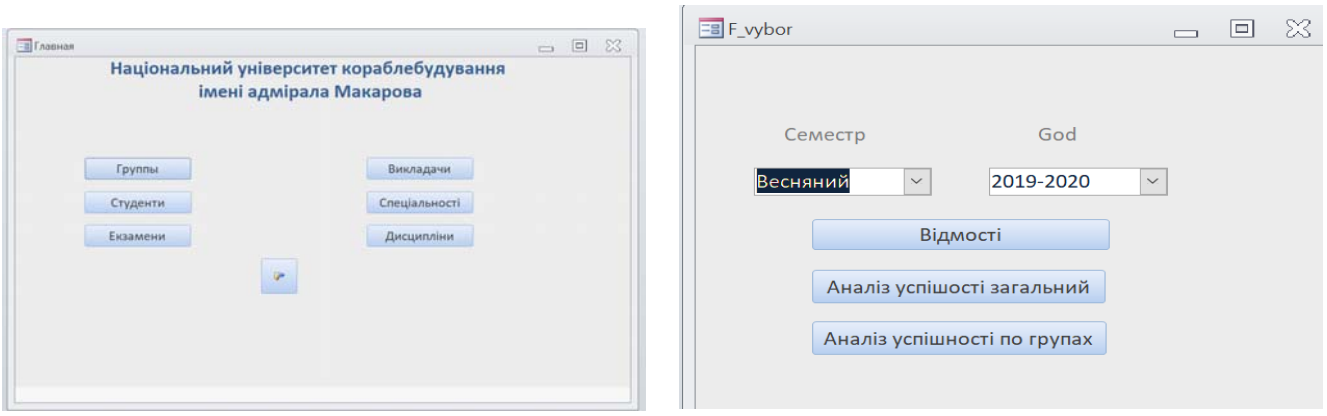


Рис.2. Форми – Головна і
Для створення відомостей та аналітики

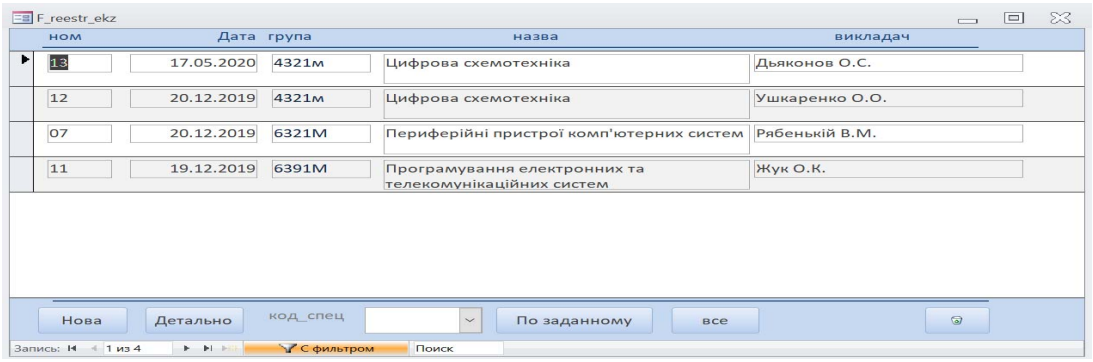


Рис.3. Реєстр відомостей

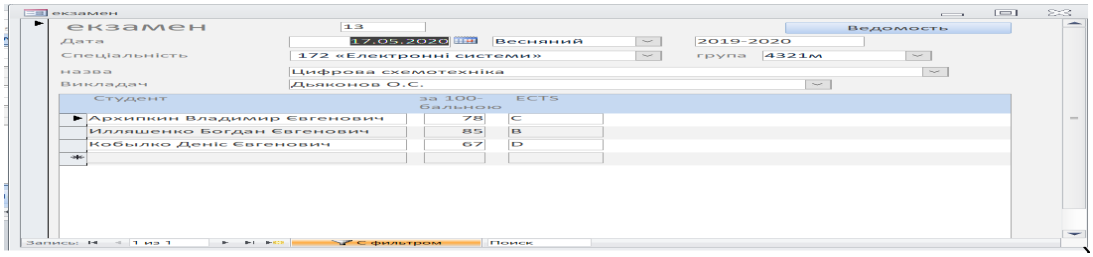


Рис. 4. Форма заповнення відомості

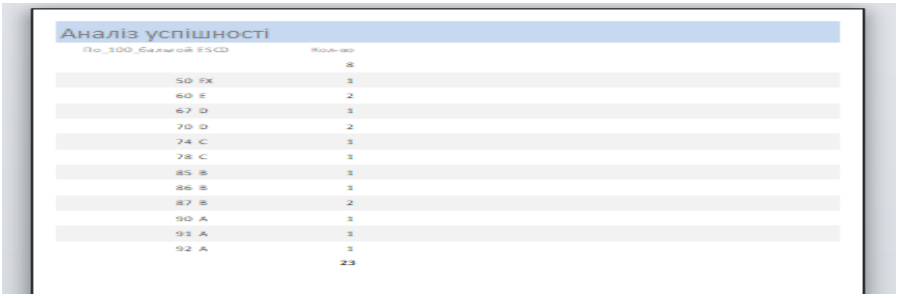


Рис.5. Результат аналізу успішності навчання

Впровадження запропонованого АРМ значно поліпшує роботу деканату та кафедр при аналізі успішності навчання здобувачів вищої освіти.

Література

[1] Автоматизоване робоче місце менеджера / В.А Скороходов,І.М. Худякова. Навчальний посібник з грифом МОН України**. -** К.: ВД «Професіонал», 2008.- 416 с.

[2] Науково-дослідний інститут прикладних інформаційних технологій АСУ «ВНЗ» [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ndipit.com.ua/ua/#tab2.

[3] Система управління навчальним процесом для вищих навчальних закладів “Директива” [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.kitsoft.kiev.ua/product/dlya-navchalnih-zakladiv .

[4] Інформаційна система "Електронний університет" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://isu1.tup.km.ua /. – Назва з екрану.

[5] Програмне забезпечення для вищих навчальних закладів України “ПолітекСОФТ” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.politek-soft.kiev.ua.

[6] Редько В.М., Басараб І.А. Бази даних та інформаційні системи. - К.: Знання, 2011. - 602 с.

Innovative principles of management a modern institution of higher education

Khudyakova Irina[1], Skorokhodov Vadym[2]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The paper analyzes the innovative principles of management of a modern institution of higher education. The new role of the learner as a consumer of educational services, scientific and pedagogical workers is substantiated; the role of departments and educational and scientific institutes (faculties); the role of heads of educational institutions - rector and vice-rectors, as managers of resources.

Key words: institutions of higher education, management, innovative approaches, applicants, scientific and pedagogical workers, resource managers.

Секція № 11. ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ

УДК: 341.225.5

INTERNATIONAL CODE FOR THE SECURITY OF SHIPSAND PORT FACILITIES ON MEASURES TO ENSURE THE SECURITY OF PORT FACILITIES

Nadtochiy Iryna[1], Dubinskiy Oleg[2]
[1]Doctor of Economics, Associate Professor, Department of Economics
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson branch, Kherson, Ukraine
nira@ukr.net
[2]Doctor of Law, Professor, Vice rector
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The system of ensuring the safety of seaports from illegal acts is considered, which is a complex of legal, organizational, administrative, operational, security, military, technical and other measures aimed at preventing, detecting, suppressing illegal actions that create the danger of death of people, causing significant property damage, or the onset of other socially dangerous consequences in seaports, minimizing their consequences, identifying and eliminating the causes and conditions conducive to the implementation of illegal activities.

Key words: Convention for the Suppression of Unlawful Acts, International Code for the Security of Ships and Port Facilities, International Convention for the Safety of Life at Sea, a system of measures to ensure the safety of life and health of passengers and crew members of sea-going ships.

The system of measures to ensure the security of Russian ports is created in accordance with the recommendations of the International Maritime Organization (IMO), the provisions of the 1998 Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Maritime Navigation, and the International Code for the Security of Ships and Port Facilities, as well as current national legislation Ukraine is a set of legal and organizational measures aimed at preventing and suppressing illegal acts in relation to the smooth operation of ports to ensure maritime navigation and transportation of goods.

The main task of the system of measures to ensure the safety of life and health of passengers, crew members of sea-going vessels, as well as the safety of port facilities intended for servicing sea-going vessels (hereinafter referred to as port facilities) and their personnel is to implement measures to protect against illegal acts that impede the normal operation of ports, as well as taking measures in the interests of creating the necessary conditions for the implementation of border, customs and other types of control in accordance with the Law of Ukraine "On the State Border". Thus, security is the state of protection of the vital interests of the port and its personnel.

The measures provided for by this system of measures are applied to sea-going vessels, as well as to port facilities and all persons and vehicles located on the territory of the port, with the exception of warships and government ships.

An illegal act directed against the safety of the seaport means an unlawful, violent act or threat of such an act on the part of persons, a group of persons in relation to a ship, passengers, crew members, port facilities and their personnel, as well as all persons and vehicles on the port areas that pose a threat to the security of the port, maritime navigation, life and health of people.

The development and implementation of a policy in the field of maritime security, measures to protect ports from illegal acts against their security are carried out by the Ministry of Infrastructure of Ukraine in cooperation with the Security Service of Ukraine, the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, the State Customs Service of Ukraine, Naval Forces of the Armed Forces of Ukraine and detachments of the Maritime Guard of the State Border Guard Service of Ukraine, by the General Prosecutor's Office of Ukraine.

At the present stage, this work should be carried out in accordance with the International Code for the Security of Ships and Port Facilities, which entered into force on July 1, 2004.

The Code applies to port facilities serving the following types of ships on international voyages:

1 - passenger ships, including high-speed passenger craft;

2 - cargo vessels, including high-speed vessels, a capacity of 500 tonnes or more (ch.A, paragraph 3.1.).

The code is divided into two sections:

- section A is mandatory;
- Section B is advisory in nature.

Part A of the International Code for the Security of Ships and Port Facilities contains mandatory provisions to which reference is made in chapter X1-2 of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974.

To achieve its goals, the Code combines a large number of functional requirements. These include, but are not limited to:

- collecting and assessing information regarding security threats and exchanging such information with the relevant Contracting Governments;
- the requirement to comply with communication protocols for ships and port facilities;
- prevention of unauthorized access to port facilities and their restricted areas;
- prevention of unauthorized access to port facilities;
- prevention of unauthorized access to port facilities of unresolved items (weapons, incendiary devices) or explosives;
- provision of means for giving warning signals in the event of an incident or threat of an incident;
- the requirement for port facility security plans based on security assessments;
- requirement for personnel training, drills and exercises to master security plans and procedures.

Section 5 of the Code requires contracting governments, after assessing the risk to people, property or the environment from ship / port interactions, to determine whether a Declaration of Security is required.

Requirements for the execution of a Declaration of Security issued in accordance with the provisions of section 5 by one party must be confirmed by the other party. The Declaration of Security shall be completed on behalf of the port facility by the port facility security officer or, if the Contracting Government decides otherwise, by any other shore-based security authority.

The subject of the Declaration of Security should be the security requirements that are shared between the port and the ship, as well as the area of responsibility of each party. Section 14 of the Code is dedicated to port facility security. At the same time, one of the main requirements of the Code is that security measures and procedures should be carried out at the port facility in such a way as to bring as little inconvenience as possible to passengers and ships, ship personnel and ship guests, so as not to interfere with cargo handling and service in order to avoid delays.

The government of each signatory country is responsible for conducting a three-step risk assessment for port facilities. First of all, it will be necessary to identify the key objects, damage or decommissioning of which can most detrimentally affect the safety of life, the economy or the environment. The next step is to identify the real risks to these key assets in order to prioritize security objectives. Finally, it is necessary to identify the specific weaknesses of each key object in terms of physical security, structural integrity, security systems, procedures, communications systems, transport infrastructure, etc., that could be the target of an attack.

The potential for loss of life, the economic importance of the port, the symbolic value, and the presence of government facilities should be considered when identifying and assessing critical assets and infrastructure that are prioritized to be protected.

Avoiding death or injury to people should be considered the main concern. It is also important to consider whether a port facility, structure or facility can continue to function in the absence of specific assets, and the extent to which normal operation can be quickly restored.

Once the risk assessment has been completed, countermeasures should be identified and prioritized to ensure that the most effective security measures are applied to reduce the vulnerability of the port facility or ship / port interface to potential threats.

The Code establishes three levels of protection.

Security level 1 means the level at which the minimum appropriate security measures are to be maintained at all times.

Security Level 2 refers to the level at which, due to the increased risk of occurrence, appropriate additional security measures for the port facility must be maintained over a period of time.

Security level 3 refers to the level at which, for a limited period of time, during which an occurrence is likely or imminent, further specific security measures must be maintained, although it is sometimes impossible to determine the specific target of the attack.

In addition, at security level 3, the port facility must comply with all security instructions issued by the Contracting Government in whose territory the port facility is located and notify it accordingly.

A port facility security assessment is an important and integral part of the process of developing and updating a port facility security plan and is carried out in accordance with Part A, Section 15.

A port facility security assessment is carried out by the Contracting Government in whose territory the port facility is located. A Contracting Government may authorize a RSO to assess a specific port facility located within its territory.

A port facility security assessment is fundamentally a risk analysis of all aspects of a port facility's operations to identify the most vulnerable areas of its operations and / or areas that could be the most likely to be attacked. Security risk is defined as a function of the threat of the attack as well as the consequences of the attack.

The port facility security assessments are periodically reviewed and brought up to date, taking into account the changing nature of threats and / or minor changes in the port facility; they must always be reviewed and kept up to date when significant changes occur in the port facility.

Upon completion of the port facility security assessment, a report should be prepared that includes a summary of how the assessment was conducted, a description of each vulnerability identified, and countermeasures that can be taken in relation to each vulnerability. The report must be protected from unauthorized access or disclosure.

Each port facility should have a port facility security plan that is adequate to the ship / port interface plan. It is designed and implemented based on a port facility security assessment.

The port facility security plan must be approved by the Contracting Government in whose territory the port facility is located.

The Port Facility Security Plan may be integrated with, or part of, or part of any other port emergency plan or plans for the port security plan or plans.

The plan must be protected from unauthorized access or disclosure.

Section 17 of the Code assigns a security officer to each port facility. He is responsible for the development, implementation and revision of the port facility security plan and for liaising with the ship security officers and company security officials. One person may be designated as the security officer for one or more port facilities. Clause 17.2 of the Code lists the duties and responsibilities of an officer responsible for the security of one or more port facilities.

The Port Facility Security Officer and associated security personnel should be knowledgeable and trained.

Port facility security personnel with specific security responsibilities should understand them and be responsible for port facility security as described in the port facility security plan. He must have sufficient knowledge and ability to carry out the prescribed duties.

To ensure the effective implementation of the port facility security plan, drills shall be conducted at appropriate intervals, taking into account the types of operations at the port facility. Personnel changes at the port facility, the type of vessel being served by the port facility, and other relevant circumstances.

Security measures and procedures should be implemented at the port facility in such a way as to bring as little inconvenience as possible to passengers and ships, ship personnel and guests of the ship, so as not to interfere with cargo handling and service in order to avoid delays.

Part B of the International Ship and Port Facility Security Code provides guidance on the provisions of chapter X1-2 of the Annex to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended, and part A of this Code.

The introduction to Part B of the Code sets out, in general and concise form, the envisaged processes for the implementation of the measures and organizational approaches necessary to achieve and maintain compliance with the requirements of chapter X1-2 and part A of this Code, and also indicates the main issues for which recommendations are made.

Clause 1.7 stipulates that Contracting Governments, in order to fulfill their chapter X1-2 and part A of this Code, port facility security duties may appoint or establish "designated authorities" within the government apparatus, and also authorize recognized security organizations to carry out specified work in relation to port facilities, provided that the final decision on the acceptance and approval of such work remains with the Contracting Government or a designated authority.

The applicability of the port facility recommendations depends on the specific port facility, the types of ships using the specific port facility, the cargo and / or categories of passengers, and the nature of the voyages of the vessels visiting the port facility. The Appendix to Part B contains: the form for the Declaration of Protection; Port Facility Statement of Compliance Form.

International code for the security of ships and port facilities on measures to ensure the security of port facilities

Abstract. The system of ensuring the safety of seaports from illegal acts is considered, which is a complex of legal, organizational, administrative, operational, security, military, technical and other measures aimed at preventing, detecting, suppressing illegal actions that create the danger of death of people, causing significant property damage, or the onset of other socially dangerous consequences in seaports, minimizing their consequences, identifying and eliminating the causes and conditions conducive to the implementation of illegal activities.

Key words: Convention for the Suppression of Unlawful Acts, International Code for the Security of Ships and Port Facilities, International Convention for the Safety of Life at Sea, a system of measures to ensure the safety of life and health of passengers and crew members of sea-going ships.

УДК 342.922

БЕЗОПЛАТНА ПРАВОВА ДОПОМОГА ЯК ГАРАНТОВАНЕ ДЕРЖАВОЮ ПРАВО ОСОБИ НА ЗАХИСТ

Білецька С.В.[1], Горбова Г.О.[2]

[1]студент факультету Морського права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

sveta187657@gmail.com

[2]науковий керівник, кандидат юридичних наук, доцент Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Сучасне реформування правової системи України призвело до активного розвитку інституту правової допомоги як одного із практичних засобів реалізації прав та свобод особи, загальнодоступність якої обумовлюється можливістю безоплатного отримання для соціально вразливих верств населення. Безоплатна правова допомога фактично стала особливим соціальним правовим благом. Вона є важливим кроком у напрямі наближення нашої держави до європейських та світових стандартів щодо забезпечення права людини на захист.

Ключові слова: правова допомога, захист прав людини, безоплатність, доступність, законність, соціальна гарантія.

Відповідно до ст. 59 Конституції України право на правову допомогу слід розуміти як гарантовану державою можливість будь-якій особі незалежно від характеру її правовідносин з державними органами, органами місцевого самоврядування, об'єднаннями громадян, юридичними та фізичними особами вільно, без неправомірних обмежень отримувати допомогу з правових питань в обсязі і формах, яких вона потребує [1].

В ст. 9 Конституції України вказано, що чинні міжнародні договори, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, є частиною національного законодавства України [1]. Таким чином, закріплення права на правову допомогу в Конституції України є результатом імплементації міжнародно-правових норм, які проголошені в глобальних загальних та спеціальних міжнародних актах.

Уперше в законодавстві України поняття «правова допомога» було закріплено в Законі України «Про безоплатну правову допомогу» від 2 червня 2011 р. [2]. Відповідно до п. 3 ч. 1 ст. 2 вказаного Закону правова допомога розглядається як надання правових послуг, спрямованих на забезпечення реалізації прав і свобод людини і громадянина, захисту цих прав і свобод, їх відновлення у разі порушення [2].

Положеннями ст. 5 Закону України «Про безоплатну правову допомогу» визначені основні принципи, на яких ґрунтується державна політика у сфері надання безоплатної правової допомоги: верховенство права; законність; доступність безоплатної правової допомоги; забезпечення якості безоплатної правової допомоги; гарантоване державне фінансування [2].

Право на отримання безоплатної правової допомоги не тільки сприяє правомірному здійсненню особою своїх прав і свобод, а й, насамперед, спрямоване на попередження можливих порушень чи незаконних обмежень прав і свобод людини і громадянина з боку органів державної влади, органів місцевого самоврядування, їх посадових і службових осіб [5, с.18].

Українська система правової допомоги передбачає широке коло осіб, які можуть отримати безоплатну правову допомогу, ця система представлена первинною та вторинною правовою допомогою.

Первинна допомога включає: надання правової інформації; консультацій і роз'яснень з правових питань; складення заяв, скарг та інших документів правового характеру (крім документів процесуального характеру); надання допомоги в забезпеченні доступу особи до вторинної правової допомоги та медіації [3, с.21].

Безоплатна вторинна правова допомога складається з таких видів правових послуг: захист; здійснення представництва інтересів осіб, що мають право на безоплатну вторинну правову допомогу, в судах, інших державних органах, органах місцевого самоврядування, перед іншими особами; складення документів процесуального характеру [3, с.27].

Зазначені види безоплатної правової допомоги надають можливість вільного доступу до правосуддя та забезпечують ефективний захист прав людини в нашій державі. Тобто на законодавчому рівні визначено, що надання безоплатної правової допомоги – це не благодійні заходи, а пряме зобов'язання, покладене на суспільство в цілому. При цьому кожна особа має бути наділена правом на необхідну безоплатну правову допомогу.

Особливості надання первинної та вторинної безоплатної правової дороги визначають існуючі між ними відмінності:

1) право на безоплатну первинну правову допомогу мають усі особи, які перебувають під юрисдикцією України, тоді ж як безоплатною вторинною правовою допомогою можуть скористатися лише окремі визначені законом категорії осіб, які, як правило, відносяться до вразливих груп населення;

2) безоплатну первинну правову допомогу зобов'язані надавати усі органи державної влади та місцевого самоврядування та спеціалізовані установи з правових питань, що належать їх до компетенції, а безоплатну вторинну правову допомогу – центри з надання безоплатної вторинної

правової допомоги та адвокати, включені до Реєстру адвокатів, які надають безоплатну вторинну правову допомогу [3, с.42].

Основними проблемами в сфері надання правової допомоги на сьогоднішній день є низька обізнаність населення про можливість отримання безоплатної правової допомоги: низький рівень інформування громадян про їх права; неналежна співпраця центрів безоплатної правової допомоги з соціальними установами; порушення адвокатами стандартів якості надання безоплатної правової допомоги; особливо проблемним є недотримання органами поліції обов'язку забезпечити право затриманої особи на адвоката з самого початку кримінального переслідування та інші [4, с.63].

На державному рівні здійснюється широкий спектр різноманітних заходів щодо усунення недоліків у функціонуванні системи безоплатної правової допомоги, як організаційних, так і фінансових. Але ці заходи не можуть повною мірою вирішити всі проблеми. Така ситуація склалась головним чином через існуючу несистематизованість законодавства про правову допомогу, оскільки його норми містяться у багатьох різних законах [4, с.76].

Для належної реалізації права особи на безоплатну правову допомогу потребує впорядкування діяльність з надання правової допомоги на місцевому рівні, особливо – первинної правової допомоги. Продовження суттєвих змін потребують також інші інститути: судова система, прокуратура, поліція, адвокатура тощо [5, с.137]. Отже, створення загальної концепції усієї системи правової допомоги та механізму її поетапної реалізації, удосконалення системи правової допомоги в Україні, яка відбуватиметься одночасно з іншими реформами, сприятиме її розвитку у відповідності до міжнародних стандартів захисту прав людини.

Таким чином, існує необхідність подальшого вивчення напрямків і способів ефективного впровадження безоплатної правової допомоги як гарантованого державою права особи на захист.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Конституція України від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text

[2] Про безоплатну правову допомогу: Закон України від 02.06.2011р. № 3460-VI. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3460-17#Text

[3] Барановський І.Д. Правова допомога соціально вразливих верств населення як гарантія захисту прав людини. К.: Просвіта, 2016. 238 с.

[4] Ласовець О.Ю. Актуальні проблеми становлення інституту безоплатної правової допомоги в Україні. К.: Акцент, 2015. 195 с.

[5] Романенко В.А., Юхтін Г.Р. Правові засади надання безоплатної правової допомоги в умовах реформування правової системи України. Харків, 2018. 159 с.

Free legal assistance as a state-guaranteed person's right to protection

Biletska Svitlana Vitaliyivna[1], Gorbova Anna Alexandrovna[2]
[1,2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv,Ukraine

Modern reform of the legal system of Ukraine has led to the active development of the institution of legal aid as one of the practical means of exercising the rights and freedoms of the individual, whose public access is due to the possibility of obtaining it free of charge for socially vulnerable groups. Free legal aid has in fact become a special social legal good. It is an important step towards bringing our country closer to European and world standards for ensuring the human right to protection.

Key words: legal aid, protection of human rights, free of charge, accessibility, legality, social guarantee.

УДК 347.759.3

ЩОДО ВАРТОСТІ ФІНАНСОВОЇ ПОСЛУГИ ЗА ДОГОВОРОМ БАНКІВСЬКОГО ВКЛАДУ

Борко А.Л.[1], Дубова К.О.[2]

[1]доктор юридичних наук, професор кафедри адміністративного та конституційного права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
anbork@ukr.net

[2]доцент кафедри адміністративного та конституційного права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
ilinskaya2013@gmail.com

Анотація: розглянуто питання щодо визначення вартості фінансової послуги з розміщення коштів за договором банківського вкладу (депозиту). Дані характеристики поняттям «фінансова послуга» та «вклад».

Ключові слова: споживач, фінансова послуга, вклад (депозит), неустойка.

Пункт 17 статті 1 Закону України «Про захист прав споживачів» визначає поняття «послуга» – це діяльність виконавця з надання (передачі) споживачеві певного визначеного договором матеріального чи нематеріального блага, що здійснюється за індивідуальним замовленням споживача для задоволення його особистих потреб [2].

Відповідно до пункту 5 частини першої статті 1 Закону України «Про фінансові послуги та державне регулювання ринків фінансових послуг», фінансова послуга – операції з фінансовими активами, що здійснюються в інтересах третіх осіб за власний рахунок чи за рахунок цих осіб, а у випадках, передбачених законодавством, – і за рахунок залучених від інших осіб фінансових активів, з метою отримання прибутку або збереження реальної вартості фінансових активів.

Згідно із ч. 1 ст. 1058 ЦК України за договором банківського вкладу (депозиту) одна сторона (банк), що прийняла від другої сторони (вкладника) або для неї грошову суму (вклад), що надійшла, зобов'язується виплачувати вкладникові таку суму та проценти на неї або дохід в іншій формі на умовах та в порядку, встановлених договором [1].

Відповідно до статті 2 Закону України «Про банки та банківську діяльність» вклад (депозит) – це кошти в готівковій або у безготівковій формі, у валюті України або в іноземній валюті, які розміщені клієнтами на їх іменних рахунках у банку на договірних засадах на визначений строк зберігання або без зазначення такого строку і підлягають виплаті вкладнику відповідно до законодавства України та умов договору [3].

Статтею 1060 Цивільного кодексу України зазначено, що договір банківського вкладу укладається на умовах видачі вкладу на першу вимогу (вклад на вимогу) або на умовах повернення вкладу зі спливом встановленого договором строку (строковий вклад).

Договором може бути передбачено внесення грошової суми на інших умовах її повернення.

За договором банківського вкладу на вимогу банк зобов'язаний видати вклад або його частину на першу вимогу вкладника.

Умова договору банківського вкладу на вимогу про відмову від права на одержання вкладу на першу вимогу є нікчемною.

За договором банківського строкового вкладу банк зобов'язаний видати вклад та нараховані проценти за цим вкладом із спливом строку, визначеного у договорі банківського вкладу [1].

Повернення вкладникові банківського строкового вкладу та нарахованих процентів за цим вкладом на його вимогу до спливу строку або до настання інших обставин, визначених договором, можливе виключно у випадках, якщо це передбачено умовами договору банківського строкового вкладу.

Таким чином, гроші, передані клієнтом банку на умовах договору банківського вкладу, мають бути повернуті банком.

Відповідно до статті 1061 Цивільного кодексу України, банк виплачує вкладникові проценти на суму вкладу в розмірі, встановленому договором банківського вкладу. Проценти на банківський вклад нараховуються від дня, наступного за днем надходження вкладу в банк, до дня, який передує його поверненню вкладникові або списанню з рахунка вкладника з інших підстав [1].

Таким чином, строковий вклад покладає на банк обов'язок прийняти від вкладника суму коштів, нарахувати на неї проценти та повернути ці кошти з процентами зі спливом встановленого договором строку.

У разі несвоєчасного повернення банком банківського вкладу, законодавством передбачена певна відповідальність банку.

Відповідно до статті 610 Цивільного кодексу України порушенням зобов'язання є його невиконання або виконання з порушенням умов, визначених змістом зобов'язання (неналежне виконання). Стаття 612 Цивільного кодексу України зазначає, що боржник вважається таким, що прострочив, якщо він не приступив до виконання зобов'язання або не виконав його у строк, встановлений договором або законом [2].

Згідно пунктів 3 та 4 частини 1 ст. 611 Цивільного кодексу України у разі порушення зобов`язання настають правові наслідки, встановлені договором або законом, зокрема: сплата неустойки, відшкодування збитків та моральної шкоди.

Відповідно до статті 549 Цивільного кодексу України неустойкою (штрафом, пенею) є грошова сума або інше майно, які боржник повинен передати кредиторові у разі порушення боржником зобов'язання [1].

Штрафом є неустойка, що обчислюється у відсотках від суми невиконаного або неналежно виконаного зобов'язання.

Пенею є неустойка, що обчислюється у відсотках від суми несвоєчасно виконаного грошового зобов'язання за кожен день прострочення виконання.

Таким чином, аналіз вказаних норм законів дозволяє дійти висновку, що вкладник за договором депозиту є споживачем фінансових послуг, а банк їх виконавцем та несе відповідальність за неналежне надання цих послуг, передбачену, зокрема, законодавством про захист прав споживачів.

Пункт 22 частини першої статті 1 Закону України «Про захист прав споживачів» визначає, що споживач – фізична особа, яка придбаває, замовляє, використовує або має намір придбати чи замовити продукцію для особистих потреб, безпосередньо не пов'язаних з підприємницькою діяльністю або виконанням обов'язків найманого працівника [2].

Відповідно ч. 5 ст. 10 Закону України «Про захист прав споживачів» у разі коли виконавець не може виконати (прострочує виконання) роботу (надання послуги) згідно з договором, за кожний день (кожну годину, якщо тривалість виконання визначено у годинах) прострочення споживачеві сплачується пеня у розмірі трьох відсотків вартості роботи (послуги), якщо інше не передбачено законодавством. У разі коли вартість роботи (послуги) не визначено, виконавець сплачує споживачеві неустойку в розмірі трьох відсотків загальної вартості замовлення [2].

Сплата виконавцем неустойки (пені), встановленої в разі невиконання, прострочення виконання або іншого неналежного виконання зобов'язання, не звільняє його від виконання зобов'язання в натурі.

Таким чином, за змістом положень ч.5 ст.10 Закону України «Про захист прав споживачів» та ч.1 ст. 1061 Цивільного кодексу України, якими передбачено виплату банком вкладнику процентів на суму вкладу в розмірі, встановленому договором, вартість фінансової послуги з розміщення коштів за договором банківського вкладу (депозиту) – це проценти на суму депозиту у розмірі, встановленому договором банківського вкладу.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Цивільний кодекс України: Закон України від 16.01.2003 р. № 435-IV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15 (дата звернення 02.09.2021 р.)

[2] Про захист прав споживачів: Закон України від 12 травня 1991 р. № 1023-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1023-12#Text (дата звернення 02.09.2021 р.)

[3] Про банки та банківську діяльність: Закон України від 07 грудня 2000 р. № 2121-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2121-14#Text (дата звернення 02.09.2021 р.)

[4] Про фінансові послуги та державне регулювання ринків фінансових послуг: Закон України від 12 липня 2001 р. № 2664-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2664-14#Text (дата звернення 02.09.2021 р.

On the cost of financial services under the bank deposit agreement

Borko Andrii[1], Dubova Kateryna[2]

[1]Doctor of Laws, professor of the Department of Administrative and Constitutional Law of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

[2]associate professor of the Department of Administrative and Constitutional Law of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Annotation: the food is displayed and the cost of the financial services is disaggregated from the distribution of the cards according to the agreement of the bank deposit (deposit). Give characteristics to the witnesses of the "financial service" and "contribution".

Key words: goodwill, financial service, contribution (deposit), forfeit.

УДК 349.245

КАРАНТИН І ТРУДОВІ ВІДНОСИНИ В УКРАЇНІ: ПРАВОВІ АСПЕКТИ

Джулай Г.Г.[1]

[1]старший викладач кафедри теорії та історії держави і права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

djulai123@gmail.com

Анотація. Проаналізовано особливості правового регулювання трудових відносин в Україні під час карантину. Проаналізовано чинне трудове законодавство. Наголошено на необхідності врегулювання специфіки трудових відносин із працівниками в період дії загальнодержавного карантину та обмежувальних заходів.

Ключові слова: карантин; трудові відносини; трудовий договір; правила внутрішнього трудового розпорядку; колективний договір; роботодавець; працівник; гнучкий режим робочого часу; надомна робота; дистанційна робота.

Стаття 43 Конституції України передбачає кожному право на працю шляхом встановлення рівних можливостей для працевлаштування за вільним вибором. Конституція України не передбачає обов’язок працювати, громадяни мають змогу самі обирати види і тривалість своєї трудової зайнятості та своєю працею заробляти собі на життя [1].

Жити – значить працювати. Забезпечення прав громадян в трудових відносинах повинні посідати одне з пріоритетних місць у житті держави і суспільства [2].

Як забезпечити гідний рівень життя – складне і серйозне питання. У зв’язку з останніми подіями трудове законодавство зазнало чимало змін, спрямованих на забезпечення захисту працівників та дотримання належних умов карантину.

З 12 березня 2020 року на всій території України введено карантин – як засіб боротьби з коронавірусом COVID-19.

Багато підприємств змушені припиняти або скорочувати роботу через карантинні обмеження.

Питання організації трудових відносин під час карантину на сьогодні стало найактуальнішою темою в Україні. Рішення про нові обмежувальні заходи, що впливають на працю працівників, приймаються на державному та місцевому рівнях майже щоденно.

Слід погодитись з думкою Л. Гілевича, що відповідні нові правила не скасовують дію Кодексу законів про працю України (далі – КЗпП) та інших нормативних актів в сфері праці, а лише врегульовують окремі питання, та наразі здебільшого стосуються альтернатив «нормальному» режиму роботи підприємств. Ані карантин, ані пов'язані з ним обмеження або незручності для ведення звичайної господарської діяльності не є підставою для нехтування передбаченим законодавством правилами для встановлення, зміни або припинення відносин у сфері праці. В той же час, при виникненні розбіжностей між спеціальними законами, прийнятими у зв'язку карантином та «основним» законодавством про працю, застосовуються норми спеціальних законів [3].

Карантин не означає заборону працювати і навіть ті бізнеси, нормальна діяльність яких, фактично, заблокована мають приймати рішення, що саме робити з працівниками в таких умовах, дотримуючись вимог трудового права.

Так, державні органи (зокрема, Державна служба України з питань праці) офіційно рекомендують роботодавцям максимально забезпечити використання дистанційної, надомної форми праці, гнучкого режиму робочого часу, режиму роботи на умовах неповного робочого часу, або сприяти реалізації права працівників на отримання оплачуваних відпусток або відпусток без збереження заробітної плати.

В період карантину пандемія коронавірусу змусила працювати мільйони людей віддалено(дистанційно) по всьому світу і одночасно оголила проблеми, пов'язані з недостатністю чи, навіть повною відсутністю законодавчої регламентації цієї форми організації роботи [4].

Як відомо, 27 лютого 2021 року набув чинності Закон від 04. 02. 2021 р. № 1213-IX (офіційно опублікований 26. 02. 2021 р.), яким внесені зміни до КЗпП і введено новації у сфері правового регулювання дистанційної та надомної роботи. Зміни в КЗпП, продиктовані сучасними реаліями: у багатьох роботодавців і працівників в трудових відносинах, в період карантину, відбулися значні зміни. А законодавча база до таких до таких відносин не була готова. Тому, ще в минулому році Законом № 540-IX від 30 березня 2020 р. до КЗпП були внесені зміни і введені поняття дистанційної та надомної роботи, а також гнучкого режиму робочого часу (ст. 60) [6].

Аналіз відповідних змін показує, що якщо раніше між дистанційною і надомною роботою законодавцем практично був поставлений знак рівності (у КЗпП вони були як синоніми: «дистанційна (надомна) робота», то тепер є окрема стаття, що регламентує надомну роботу (ст. 60-1), і окрема стаття, що регламентує дистанційну роботу (ст. 60-2) [6].

Тепер у ст. 24 КЗпП передбачено, що письмовий трудовий договір має оформлятися і в разі дистанційної роботи, і в разі надомної роботи. Тобто в цих випадках недостатньо видати наказ про прийняття на роботу та ознайомити з ним працівника під підпис – потрібно ще укласти письмовий документ із назвою «Трудовий договір», у якому будуть зафіксовані всі істотні умови цього договору [5].

Уточнено обов'язки роботодавця при укладені трудового договору про дистанційну роботу (ст. 29 КЗпП). Так, у цьому випадку роботодавець зобов'язаний: ознайомити працівника з правилами внутрішнього трудового розпорядку і колективним договором; дати працівникові рекомендації щодо роботи з обладнанням і засобами, які надаються роботодавцем працівникові для виконання певного обсягу робіт. Ознайомлення може проходити у формі дистанційного інструктажу або шляхом проведення навчання безпечним методам роботи на конкретному технічному засобі.

Крім того, тепер ознайомлення працівників із наказами (розпорядженнями), повідомленнями та іншими документами щодо їх прав та обов'язків допускається з використанням визначених у трудовому договорі засобів електронного зв'язку. У цьому випадку підтвердженням ознайомлення вважається факт обміну відповідними електронними документами між роботодавцем і працівником [6].

Ст. 60 КЗпП, яка регламентує гнучкий режим роботи тепер передбачає, що гнучкий режим робочого часу повинен установлюватися за письмовим узгодженням між працівником і роботодавцем.

У форс-мажорних ситуаціях (поширення епідемії, пандемії, виникнення загрози збройної агресії, надзвичайна ситуація техногенного, природного або іншого характеру) гнучкий режим робочого часу може запроваджуватися роботодавцем без попередження працівника за 2 місяці, як це передбачено ст. 32 КЗпП. Проте, тепер чітко позначено строк, протягом якого працівник має бути повідомлений про таку зміну: протягом 2 днів із моменту прийняття такого рішення роботодавцем, проте до моменту запровадження гнучкого режиму робочого часу [5].

У ст. 60 КЗпП чітко зазначено, що підставами для встановлення гнучкого режиму робочого часу можуть бути: бажання працівника, оформлене заявою, – і в цьому випадку немає необхідності повідомляти працівника про зміну режиму роботи за 2 місяці; ініціатива роботодавця – тоді потрібно дотримуватися 2-місячного строку для попередження працівника про зміни (за винятком, звичайно, форс-мажорних обставин [5].

Гнучкий режим робочого часу передбачає, що трудовим договором визначено: фіксований час, протягом якого працівник зобов'язаний бути присутнім на робочому місці, виконуючи свої посадові обов'язки; змінний час, протягом якого працівник на власний розсуд визначає період роботи в рамках установленої норми робочого часу; час перерви для відпочинку й харчування.

Гнучкий графік роботи вимагає від працівника дотримання трудової дисципліни. І якщо ці вимоги працівником не виконуються, тоді крім дисциплінарних стягнень роботодавець має право перевести працівника на загальний режим роботи (і про таке переведення працівника не потрібно повідомляти за 2 місяці) [6].

Тепер у КЗпП є визначення поняття «надомна робота» (ст. 60-1 КЗпП). Надомна робота – це форма організації праці, при якій робота виконується працівником за місцем його проживання або в інших визначених ним приміщеннях, що характеризуються наявністю закріпленої зони, технічних засобів (основних виробничих і невиробничих фондів, інструменту, приладів, інвентарю) або їх сукупності, необхідних для виробництва продукції, надання послуг, виконання робіт або функцій, передбачених установчими документами, але поза виробничими або робочими приміщеннями власника підприємства, установи, організації або уповноваженого ним органу [5].

Під час виконання надомної роботи робоче місце працівника є фіксованим і не може бути змінене працівником за власною ініціативою без повідомлення роботодавця способом, передбаченим трудовим договором. Якщо ж з'являється необхідність змінити місце надомної роботи, тоді працівник зобов'язаний повідомити про це роботодавця не менше ніж за 3 робочі дні до такої зміни – способом, визначеним трудовим договором.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити працівника всіма необхідними засобами виробництва, матеріалами та інструментами, необхідними для надомної роботи. Проте можливий варіант, коли працівник використовує для роботи свої інструменти, і тоді він має право на компенсацію за їх використання відповідно до ст. 125 КЗпП. Розмір такої компенсації узгоджується між роботодавцем і працівником, і цей момент необхідно зафіксувати в трудовому договорі.

У разі виникнення форс-мажорних обставин роботодавець має право запровадити на період таких обставин надомну роботу для співробітників своїм рішенням (тобто без згоди працівників), і в цьому випадку – без укладення з ними письмового договору. Проте роботодавець зобов'язаний повідомити працівників протягом 2 днів із моменту прийняття такого рішення, але в будь-якому випадку – до моменту початку такої роботи [6].

Дистанційна робота – це форма організації праці, при якій робота виконується працівником поза робочими приміщеннями або територією власника чи уповноваженого ним органу, у будь-якому місці за вибором працівника і з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ст.60-2) [5].

Головна відмінність дистанційної роботи від надомної: дистанційна робота може виконуватися працівником у будь-якому місці, яке він самостійно визначить, а при надомній роботі місце виконання роботи – фіксоване й узгоджене з роботодавцем [6].

Робочий час дистанційні працівники розподіляють самостійно, на них не поширюються правила внутрішнього трудового розпорядку роботодавця (якщо інше сторони не передбачили в трудовому договорі). Проте норма робочого часу, передбачена ст. 50, 51 КЗпП, усе одно повинна виконуватися такими працівниками [5].

При дистанційній роботі можливий комбінований варіант організації праці: частково роботи виконуються дистанційно, а частково – за місцем перебування роботодавця (у приміщенні або на території). Цей момент слід відобразити в трудовому договорі.

Також, у трудовому договорі з дистанційним працівником слід передбачити моменти, що стосуються: забезпечення працівника роботодавцем необхідним обладнанням, програмно-технічними засобами, засобами захисту інформації; порядку і строків подання працівником звітів про виконану роботу; розміру і порядку виплати компенсації працівникові за використання ним власних або орендованих обладнання, програмно-технічних засобів тощо.

Тепер у КЗпП зазначено, що дистанційним працівникам гарантується період вільного часу для відпочинку (період відключення), коли працівник має право переривати інформаційно-телекомунікаційний зв'язок із роботодавцем, і це не вважається порушенням умов трудового договору або трудової дисципліни. Але період відключення слід зафіксувати в трудовому договорі.

За наявності форс-мажорних обставин роботодавець має право запровадити на період таких обставин дистанційну роботу для співробітників своїм рішенням (тобто без згоди працівників) і в цьому випадку – без укладення з ними письмового трудового договору. Тут правило таке, що й надомною роботою: роботодавець зобов’язаний повідомити працівників протягом 2 днів із моменту прийняття такого рішення, але в будь якому випадку – до моменту початку дистанційної роботи.

Крім того, специфіка надомної та дистанційної роботи передбачає, що роботодавець забезпечує працівника необхідним обладнанням, інструментами тощо, і часто це обладнання дороге. Тому законодавець поклопотався про запровадження матеріальної відповідальності для таких працівників [6].

Так, ст. 134 КЗпП поповнилася новою підставою для притягнення працівників до повної матеріальної відповідальності, а саме – якщо збиток завдано роботодавцеві недостачею, знищенням або пошкодженням обладнання або засобів, наданих у користування працівникові для виконання роботи за трудовим договором про дистанційну або надомну роботу.

Якщо при звільненні працівник не повертає надані йому у користування обладнання або засоби, з нього може бути стягнута балансова вартість такого обладнання. Проте при такому стягненні повинні виконуватися правила притягнення до матеріальної відповідальності, передбачені трудовим законодавством.

Також, тепер КЗпП передбачає, що договір про повну матеріальну відповідальність може укладатися з працівниками, які виконують роботу дистанційно або надомно і користуються обладнанням і засобами роботодавця (ст.135-1 КЗпП) [5].

Також уточнено норми про охорону праці та створення безпечних і нешкідливих умов праці працівників з огляду на зміни, що стосуються організації дистанційної роботи. Відповідні зміни внесені до ст. 153, а також до Закону від 14.10.1992 р №2694-XII « Про охорону праці» [6].

Таким чином, карантин ввів значні корективи в умови, в яких відбуваються трудові відносини між працівником та роботодавцем. Законодавством розмежовано поняття надомної та дистанційної роботи.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Конституція України: закон України від 28 червня 1996 р. № 254к/96-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text

[2] Бойко. М. Д. Трудове право України. Навч. посіб. 3-тє вид. перероб та доп. К.: Центр учбової літератури, 2014. 392 с.

[3] Гілевич Л. Як правильно організувати трудові відносини в умовах карантину // Інтернет-видання інформаційного агентства «Інтерфакс-Україна». 09.04.2020. URL: https://ua.interfax.com.ua/news/blog/653607.html

[4] Сімутіна Я. Дистанційна праця в умовах карантину: спроба правового врегулювання // Інтернет-видання «Судово-юридична газета». 5 травня 2020 р. URL: https://sud.ua/ru/news/blog/166599-distantsiyna-pratsya-v-umovakh-karantinu-sproba-pravovogo-vregulyuvannya

[5] Кодекс законів про працю України: закон України від 10.12.1971 р. № 322-08. Редакція від 27.02.2021. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text

[6] Дистанційна і надомна робота: вивчаємо законодавчі нововведення // Баланс. № 10. 15.03.2021. URL: https://balance.ua/news/post/distancionnaya-i-nadomnaya-rabota-izuchaem-zakonodatelnye-novshestva

Quarantine and labor relations in Ukraine: legal aspects

Djulai G. G.[1]

[1]senior lecturer at the Department of Theory and History of State and Law Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. Peculiarities of legal regulation of labor relations in Ukraine during quarantine are analyzed. The current labor legislation is analyzed. Emphasis is placed on the need to regulate the specifics of labor relations with employees during the period of national quarantine and restrictive measures.

Key words: quarantine; labor relations; employment contract; rules of internal labor regulations; collective agreement; employer; employee; flexible working hours; home work; remote work.

УДК 347.799.62:349:346.7:626.1:627

ПІДЗАКОННІ НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ ЯК СКЛАДОВА РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАКОНУ УКРАЇНИ «ПРО ВНУТРІШНІЙ ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ»

Дмитренко М.О.[1], Кудря А.В.[2]

[1]аспірант кафедри суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації Київського інституту водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного Державного університету інфраструктури та технологій, м. Київ, Україна
maksymdm@gmail.com

[2]головний консультант Апарате Верховної Ради України, магістр права, м. Київ, Україна
andreykudrja@gmail.com

У статті проаналізовано нормативно-правове забезпечення розвитку внутрішнього водного транспорту, зокрема прийнятий у 2020 році Закон України «Про внутрішній водний транспорт» та підзаконні нормативно-правові акти, що випливають з нього. Встановлено, що цей Закон містить посилання на 59 підзаконних актів, які необхідно розробити та затвердити, та наведено предмети їх правового регулювання. Переважна більшість з них – це накази Міністерства інфраструктури України, на яке лягає основне навантаження по створенню умов для повноцінної реалізації цього Закону.

Ключові слова: внутрішній водний транспорт, річковий транспорт, підзаконні нормативно-правові акти.

Постановка проблеми. Україна має всі необхідні передумови для розвитку внутрішнього водного транспорту (далі - ВВТ), зокрема придатні для судноплавства річки, що сполучаються через Чорне море з європейською мережею річок, домінування в експорті товарів, що мають великі обсяги та вагу (зерно, залізо, руда), а також наявну річкову інфраструктуру.

Водночас, наразі в Україні наявний парадокс, який полягає в тому, що не дивлячись на наведені передумови, розвиток ВВТ залишається на вкрай низькому рівні, про що свідчить катастрофічне зменшення за останні 30 років обсягів перевезення вантажів (на 94%) та пасажирів (на 98%) річковим транспортом та вкрай низьку частку перевезень цим видом транспорту (0,93% вантажів та 0,01% пасажирів) у загальній структурі перевезень [1].

Тому публічна політика в країні повинна зосередитися на стимулюванні розвитку цього виду транспорту. З огляду на це, актуальним є дослідження нормативно-правового забезпечення розвитку ВВТ як ключового механізму реалізації публічної політики в цій сфері. Адже розбудова сучасної та економічно ефективної системи ВВТ неможливе без створення законодавчої бази, яка б ґрунтувалась на правових нормах, що відповідають структурі та характеру суспільних відносин, які нині домінують у нашій країні.

Проблематика правового забезпечення діяльності ВВТ активно досліджується науковцями. Так, у статті Є. Клюєвої та ін. (2020) [2], авторами проаналізовано національне законодавство та зроблено висновок, що на сьогоднішній день річкова інфраструктура внутрішніх водних шляхів занепадає, через низку проблем, в свою чергу це призводить до послаблення даної сфери господарства. Автори вважають, що основним напрямком вирішення наявних проблем у сфері внутрішнього водного транспорту повинно стати прийняття відповідного законодавства, а саме Закону України «Про внутрішній водний транспорт». Також у статті проаналізовано відповідні законопроекти, але вони були зареєстровані у Верховній Раді України VIII скликання та не прийняті за основу, а тому після набуття повноважень парламентом нового скликання у серпні 2019 року – зняті з розгляду. Також поза увагою авторів залишилося питання підзаконних нормативно-правових актів у сфері внутрішнього водного транспорту.

Натомість Ю. Пайда (2021) [3], у своїй праці приділяє значну увагу функціям та повноваженням органів виконавчої влади у сфері річкового та морського транспорту та дійшов висновку про те, що здійснення функцій підзаконного правового регулювання, контролю, публічних сервісів, охорони тощо покладається саме на органи виконавчої влади, засвідчуючи їхню провідну роль у цій сфері.

Таким чином, актуальним аспектом проблематики нормативно-правового забезпечення розвитку ВВТ є аналіз новітніх змін законодавства у цій сфері та пов’язаних з цим підзаконних нормативно-правових актів.

Виклад основного матеріалу. У 2020 році Верховною Радою України було прийнято Закон України «Про внутрішній водний транспорт» від 3 грудня 2020 року № 1054-IX [4] (далі - Закон про ВВТ), що стало якісно новим етапом нормативно-правового забезпечення діяльності цього виду транспорту.

Цей закон набирає чинності з 1 січня 2022 року. Він визначає правові, економічні та організаційні засади функціонування системи ВВТ, зокрема питання державного регулювання у цій сфері, розвитку його інфраструктури, перевезення вантажів та пасажирів, судноплавства на внутрішніх водних шляхах та його безпеки, правовий статус майна, що затонуло на внутрішніх водних шляхах, відповідальність судновласників за порушення законодавства.

Для повноти правового регулювання Законом вносяться системно пов’язані зміни до 26 інших Кодексів та законів України.

Водночас, повноцінна реалізація цього Закону не можлива без своєчасного прийняття органами виконавчої влади підзаконних нормативно-правових актів (далі - НПА), що випливають із Закону про ВВТ та відповідають йому.

Так, Закон про ВВТ містить посилання на 59 таких НПА (з них постанов КМУ – 5, наказів МІУ – 49, наказів інших ЦОВВ – 3, розпоряджень голів ОДА - 2).

Наразі діє 5 затверджених підзаконних НПА, передбачених Законом про ВВТ (постанова КМУ – 1, наказів МІУ - 4), але звертає на себе увагу той факт, що всі вони були розроблені та затверджені до прийняття Закону, а тому потребують перегляду і приведення у відповідність до нього.

Водночас, наразі не існує 54 підзаконних НПА, вони мають бути розроблені та затвердженні.

За предметом правового регулювання ці НПА розподіляються наступним чином: інфраструктура ВВТ – 11; судно – 10; судноплавство – 3; перевезення пасажирів і вантажів – 5; безпека судноплавства на внутрішніх водних шляхах – 6; екологічна безпека – 1; освіта та допуск до роботи – 8; тарифи – 3; організаційні питання – 7.

Висновки. В Україні існують необхідні географічні передумови розвитку ВВТ, попит на його послуги та базова інфраструктура, а його реалізація додасть мультиплікаторів до національної економіки. Водночас, в Україні наявний парадокс, який полягає в тому, що не дивлячись на передумови та потребу у ВВТ, його розвиток залишається на вкрай низькому рівні. Ключовим елементом публічної політики в сфері ВВТ є нормативно-правове забезпечення його розвитку, якісно новим етапом якого стало прийняття в 2020 році Верховною Радою України Закону України «Про внутрішній водний транспорт». Повноцінна реалізація Закону про ВВТ не можлива без своєчасного прийняття підзаконних нормативно-правових актів, які не просто деталізують цей Закон, а забезпечують його безпосередню реалізацію та правозастосування з огляду на високий ступінь технічної регламентації цієї сфери правового регулювання. Це обумовлює високу актуальність їх своєчасного прийняття. Переважна більшість підзаконних НПА – це накази Міністерства інфраструктури України, на яке лягає основне навантаження по створенню умов для повноцінної імплементації Закону про ВВТ.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Статистичні дані України [Електронний ресурс] // – Режим доступу до ресурсу: http://www.ukrstat.gov.ua/;

[2] Клюєва Є. М. Загальні засади правового регулювання діяльності річкового судноплавства / Є. М. Клюєва, С. С. Бойко. // DICTUM FACTUM. – 2020. – №1(6). – С. 47–53;

[3] Пайда Ю. Ю. Правове врегулювання у сфері внутрішнього водного судноплавства України / Юрій Юрійович Пайда. // Правовий часопис Донбасу. – 2021. – №1(74). – С. 50–63;

[4] Закон України «Про внутрішній водний транспорт» від 3 грудня 2020 року № 1054-IX [Електронний ресурс] // – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/1054-20

By-law (statutory instruments) acts as a component of implementation of the law of Ukraine "About inland water transport"

Dmytrenko M.O.[1], Kudria A.V.[2]

[1] PhD student of the department of ship power plants, auxiliary mechanisms of ships and their operation Kyiv institute of Water Transport named after Hetman Petro Konashevych Sahaidachnyi of State University of Infrastructure and Technologies, Kyiv, Ukraine, maksymdm@gmail.com

[2] Chief Consultant of the Verkhovna Rada of Ukraine, Master of Law, Kyiv, Ukraine, andreykudrja@gmail.com

In the article analyzed legal support of the development of inland water transport, particularly, the Law of Ukraine "On Inland Water Transport" adopted in 2020 and bylaws arising from it. It was establish that this Law contains references to 59 bylaws that have to be created and approved. The vast majority of them are orders of the Ministry of Infrastructure of Ukraine, which bears the main burden of creating conditions for the full implementation of this Law and the subjects of their legal regulation.

Key words: inland water transport, river transport, by-law (statutory instruments) acts.

УДК 341

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ КОЛІЗІЙНОЇ ПРИВ'ЯЗКИ В МІЖНАРОДНОМУ ПРИВАТНОМУ ПРАВІ

Дмитрук І.М.[1]

[1]кандидат юридичних наук, доцент кафедри морського та господарського права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
borbich2013@gmail.com

Ефективне застосування колізійної прив'язки в міжнародних приватноправових відносинах залежить від її розуміння та правильного тлумачення. Колізійні норми, які встановлені в кожній державі та закріплені на рівні внутрішньодержавного законодавства базуються на врахуванні правових звичаїв та традицій, міжнародного правового досвіду, визначення основної позиції країни на міжнародній арені, та багато інших обставин. Дискусійними питаннями при розгляді колізійної прив'язки є встановлення її функцій, темпоральної локалізації, врегулювання мобільного конфлікту та ін.. Колізійна норма розподіляє національне та іноземне законодавство. Вона це робить з урахуванням природи суспільних відносин, їх характеру, обставин, належних у кожному конкретному випадку.

Ключові слова: колізія, колізійна норма, колізійна прив'язка, міжнародне право, правозастосування.

Провідну роль у врегулюванні міжнародних приватноправових відносин грає точне і правильне правозастосування колізійної прив'язки. Вона необхідна для того, аби розуміти право якої держави повинно бути застосовано до правовідносин, що ускладнені іноземним елементом. Саме ця частина колізійної норми містить вказівку на закон, який підлягає вживанню при ситуації, яка склалася. Тому виникає ряд проблем, що пов'язані, зокрема, із вибором правової норми, правом держави, яке буде застосовуватися в тому чи іншому випадку. Дискусійним є питання щодо функцій колізійної прив'язки. Найбільш поширеними з них є наступні: вирішення колізійного питання, тобто визначення права, що підлягає застосуванню до даних відносин; врегулювання спірної ситуації з можливістю застосування матеріальних норм іншої держави.

Особливо важливим аспектом у вирішенні колізій є недостатність теоретичного дослідження прив'язок та їх можливого правозастосування.

В міжнародних договорах і практиці різних держав вживаються різні колізійні прив'язки (формули прикріплення), що мають звичайно латинські позначення. У міжнародному морському праві найчастіше застосовуються: закон прапору, закон місця реєстрації судна, закон зіткнення суден, закон відповідальності власників суден.

У процесі застосування колізійної норми існують проблеми і з визначенням юридичних понять, які можуть різнитися в тій чи іншій країні. Це ускладнює процес кваліфікації правовідносин з іноземним елементом. Така ситуація призводить до непорозумінь у правозастосуванні законодавства країни походження іноземного елемента чи країни, де виник спір.

До числа основних проблем вживання колізійної норми належить ситуація мобільного конфлікту. Ця проблема недостатньо описана у вітчизняній літературі. Мобільний конфлікт має місце тоді, коли змінюється територіальне положення елемента відносин, закріпленого у прив'язці колізійної норми, коли відносини носять тривалий характер (договірні відносини, сімейні відносини) і не можуть виникнути, коли реалізація суб'єктами відносин своїх прав та обов'язків не розтягнута у часі (спадкові відносини, обов'язки із завдання шкоди). Проблема мобільного конфлікту виникає тільки на допроцесуальній стадії розвитку відносин. Після початку процесу зміни прив'язки не враховуються через необхідність економії процесуальних зусиль, уникнення обходу закону, а також в силу презумпції завершеності фактичної підстави позову [1].

Застосування колізійних прив'язок на практиці складний процес, який потребує точної кваліфікації, аналізу обставин та знання законодавства, як міжнародного, так і національного. Тому виникають багато протиріч при визначенні правильної колізійної норми та вживанні необхідної прив'язки. Для врегулювання спірних ситуацій важливу роль відіграє можливість закріплення в національному законодавстві широкого спектру колізійних прив'язок. В Україні діє Закон «Про міжнародне приватне право» від 23.06.2005 № 2709-IV, який дає можливість нормативного визначення, способів закріплення, сферу застосування, проблемні питання використання деяких із них.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Галущенко Г.В. Актуальні проблеми застосування колізійної норми в міжнародному приватному праві/ Електронна бібліотека юридичної літератури. URL: http://pravoznavec.com.ua/period/article/28169/%C3 (дата звернення: 06.09.2021).

[2] Про міжнародне приватне право: Закон України від 23.06.2005 № 2709-IV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2709-15#Text (дата звернення: 06.09.2021).

[3] Даниленко Д.В. Колізійний метод в міжнародному приватному праві. Наукові записки. Серія: Право. 2019. Випуск 6. С. 135-139.

[4] Боярський Є.Д. Інститут над імперативних норм у міжнародному приватному праві України: характер дії та методологічна приналежність. Ученые записки Таврического национального университета имени В.И.Вернадского. Серия «Юридические науки». Том 26 (65). С. 232-239.

Problems of application of conflict binding in international private law

Dmytruk Iryna[1]

[1]PhD, Associate Professor of Maritime and Commercial Law, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

The effective application of the conflict of interest in international private law relations depends on its understanding and correct interpretation. Conflict rules, which are established in each state and enshrined in national law, are based on legal customs and traditions, international legal experience, determining the country's main position in the international arena, and many other circumstances. Discussion issues when considering the conflict of laws are the establishment of its functions, temporal localization, settlement of mobile conflict, etc. The conflict rule divides national and foreign law. It does so taking into account the nature of social relations, their nature, the circumstances appropriate in each case.

Key words: conflict, conflict rule, conflict binding, international law, law enforcement.

УДК 341.225.5/.61/.62

СТАНОВЛЕННЯ Й УТВЕРДЖЕННЯ ПРИНЦИПУ МИРНОГО ВИРІШЕННЯ СПОРІВ В СУЧАСНОМУ МІЖНАРОДНОМУ ПРАВІ

Ломжець Юлія Вікторівна[1], Негрецька Анна[2]

[1]кандидат політичних наук, доцент Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

ylomzhets@gmail.com

[2]магістрантка спеціальності 081 Право, Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

negretska2911@gmail.com

Автори аналізують природу принципу мирного вирішення міжнародних спорів, історію виникнення уявлень про необхідність вирішувати міждержавні спори мирно, а також ґенезу правового регулювання різних засобів мирного вирішення конфліктів на міжнародній арені.

Ключові слова: принципи міжнародного права, конфлікт, міжнародний спір, війна, засоби мирного вирішення спорів.

Принцип мирного вирішення спорів відноситься до числа нових принципів міжнародного права, початок формуванню якого було покладено Гаагскими конференціями миру, що відбулися в 1899 і 1907 роках.

Сучасна система засобів мирного вирішення міжнародних суперечок представлена в Статуті ООН, Декларації принципів міжнародного права від 24 жовтня 1970 р., Декларації про зміцнення міжнародної безпеки від 16 грудня 1970 р., регіональних угодах та міжнародних угодах спеціального характеру. Закріплюючи в п. 3 ст. 2 обов'язок держав-членів ООН вирішувати свої міжнародні спори мирними засобами, Статут ООН в п. 1 ст. 33 передбачає: «Сторони, які беруть участь в будь-якій суперечці, продовження якої могло б загрожувати підтримці міжнародного миру і безпеки, повинні намагатися вирішити суперечку шляхом переговорів, обстеження, посередництва, примирення, арбітражу, судового розгляду, звернення до регіональних організацій або іншими мирними засобами на свій вибір». У Статуті з сучасних мирних способів вирішення міжнародних суперечок не згадані добрі послуги. Однак вираз «або іншими мирними засобами на свій вибір» дозволяє зробити висновок, що Статут санкціонує цей інститут мирного врегулювання, що неодноразово успішно застосовувався в практиці держав. Це підтверджує Декларація про зміцнення міжнародної безпеки 1970 року, яка офіційно включає добрі послуги в систему міжнародно-правових засобів мирного врегулювання спорів.

Сформована система мирних засобів вирішення міжнародних суперечок - результат тривалого шляху. Давно вже стали надбанням історії такі, відомі рабовласницькому і феодальному суспільству способи врегулювання розбіжностей, як жереб і поєдинок (єдиноборство). Інші, відомі ще в давнину, засоби - переговори, посередництво, арбітраж - успішно витримали випробування часом. А такі інститути мирного врегулювання, як добрі послуги, слідча і погоджувальна процедура, - продукт порівняно недавнього розвитку.

Відомо, що ідея запобігання воєн, виключення їх зі сфери відносин між державами і народами сягає своїм корінням в далеке минуле. Вона здавна зустрічається в народній творчості, проникла в релігію, здійснила вплив на художні, політичні і філософські твори. Ми знаходимо ідею «вічного миру» і в стародавній Індії та Китаї, і в античном світі - Греції і Римі, і в інші часи в інших країнах [1, с.166].

У міжнародних відносинах античних держав переважаючими були відносини війни, остільки основним методом врегулювання міждержавних суперечок і розбіжностей було насильство. Але це не виключало застосування окремих мирних способів вирішення міждержавних конфліктів. Відомо, що ще в стародавній Індії договори суварна - різновид союзних і мирних договорів - встановлювали дружній і почесний мир. У 546 році до н. е. на з'їзді правителів Північного Китаю був укладений договір про мирне вирішення міжнародних суперечок і про третейський суд. Ксенофонт згадує, що в своїй суперечці ассирійський цар Кір закликав індійського царя виступити в якості посередника. Виходячи з цього і застосовувалися окремі засоби мирного врегулювання: переговори, посередництво, третейський суд, жереб [2, с.11].

Розвиток засобів мирного врегулювання в період Середньовіччя була складним і суперечливим, його характер визначався двома основними факторами: практикою міжнародних відносин феодального суспільства, в яких мирні засоби грали далеко не провідну роль, і величезним впливом римської католицької церкви на міжнародні відносини епохи середньовіччя.

Римська католицька церква в силу свого впливу і організованості виступала вирішальною силою в міжнародних відносинах середньовіччя, а в суперечках феодальних правителів грала роль посередника і арбітра. Проте католицька церква аж ніяк не була поборником тільки мирних

засобів вирішення спорів. Виступаючи як загальновизнаний посередник і арбітр в суперечках між правителями і феодалами Західної Європи, вона в той же час освячувала і організовувала жорстокі війни як засіб поширення «християнської цивілізації» на Схід, «проти невірних». Криваві хрестові походи, керовані католицькою церквою, є яскравим тому підтвердженням.

Що стосується розвитку окремих мирних засобів вирішення конфліктів, то в цей період встановлюється відмінність між посередництвом і арбітражем, а практика жеребу і поєдинку поступово зникає.

В період Нового Часу на перше місце поступово виходять переговори між державами, що здійснюються як на двосторонній основі, так і на численних конгресах і конференціях. Дипломатія вводить поняття добрих послуг (bons offices) і встановлює відмінність між ними і посередництвом (mediation).

Практика звернення до арбітражу (третейського суду) зводиться до мінімуму, оскільки обов'язкові для сторін рішення арбітрів розглядалися як порушення абсолютистських прав суверена, як такі, що суперечать принципу par in parem non habet jurisdictionem (рівний над рівним не має юрисдикції).

Однак в даний період мирні засоби вирішення міжнародних суперечок, незважаючи на їх диференціацію та розвиток, в практиці міжнародних відносин продовжували грати другорядну роль в порівнянні з насильницькими, військовими способами врегулювання розбіжностей.

Найважливішим етапом у розвитку мирних засобів врегулювання міжнародних конфліктів стали Гаазька конференція 1899 року з мирного вирішення міжнародних суперечок та Гаазька конференція миру 1907 року.

Наслідки Гаазьких конференцій, що відчуваються і зараз, полягають в тому, що вони вперше створили та закріпили систему міжнародно-правових засобів мирного вирішення міждержавних суперечок, узагальнивши і кодифікувавши розрізнену до цього практику застосування окремих засобів мирного врегулювання. Ця система в принципі не зазнала істотних змін і досі [3, с.73].

Гаазькі конференції були першою спробою обмежити право на війну і першим боязким кроком на шляху закріплення в міжнародному праві принципу мирного вирішення міжнародних суперечок. Це стало поштовхом для прийняття деяких актів, що передбачали заборону агресивної війни і вирішення міжнародних суперечок мирними засобами. До них відносяться вироблені в рамках Ліги націй проект Договору про взаємну допомогу від 28 вересня 1923 р., Женевський протокол про мирне вирішення міжнародних суперечок від 2 жовтня 1924 р., резолюція Асамблеї Ліги націй від 25 вересня 1925 року «Про роззброєння і безпеку», Декларація про агресивні війни від 24 вересня 1927 року. Незважаючи на те, що перелічені акти з різних причин не мали юридичної сили, вони спричинили значний морально-політичний вплив на засудження війни, мобілізацію всіх миролюбних сил.

Під впливом усіх цих факторів були створені необхідні умови для нормативного закріплення в міжнародному праві принципів заборони агресивної війни і мирного вирішення міжнародних суперечок шляхом укладення багатосторонньої угоди.

Таким угодою став Договір про відмову від війни як знаряддя національної політики, підписаний 27 серпня 1928 року в Парижі п'ятнадцятьма державами (так званий пакт Бріана-Келлога). У ст. 1 договору Високі Договірні Сторони від імені своїх народів урочисто заявили, що вони «засуджують звернення до війни для врегулювання міжнародних спорів і відмовляються від такої в своїх взаємних відносинах як знаряддя національної політики». У ст. 2 сторони визнали, що «врегулювання або вирішення всіх розбіжностей чи конфліктів, якого б характеру або походження вони не були, має завжди вирішуватися тільки в мирний спосіб» [4].

Заборона агресивної війни мала своїм наслідком визнання мирних засобів єдино правомірними способами вирішення міжнародних конфліктів. Це означало, що в міжнародному праві склався новий принцип - принцип мирного вирішення міжнародних спорів.

Паризький пакт став основою укладання міжнародних договорів, угод і резолюцій, в яких принцип мирного вирішення міжнародних спорів отримав своє подальше підтвердження. До їх

числа відносяться: резолюція Асамблеї Ліги націй від 26 вересня 1928 р. «Про мирне вирішення міжнародних суперечок, про ненапад і про взаємну допомогу», Загальний акт про мирне вирішення міжнародних суперечок від 28 вересня 1928 р. (переглянутий Генеральною Асамблеєю ООН 28 квітня 1949 р.), Генеральна конвенція про міжамериканську примирну процедуру від 5 січня 1929 р., Міжамериканський антивоєнний договір про ненапад і примирну процедуру від 10 жовтня 1933 р., до якого приєдналися й 11 європейських держав, Буенос-Айреський документи: конвенції про підтримання і відновлення миру, договори про попередження розбіжностей, про добрі послуги і посередництво від 23 грудня 1936 року та ін.

Універсальне міжнародно-правове закріплення і розвиток в якості одного з основоположних начал сучасного міжнародного права принцип мирного вирішення спорів отримав після другої світової війни в Статуті ООН та статутах провідних регіональних організацій.

Велику роботу щодо конкретизації та кодифікації цього принципу в системі інших принципів міжнародного права провів у 1964-1970 роках Спеціальний комітет ООН з принципів міжнародного права, що стосуються дружніх взаємин і співробітництва держав, яка завершилася прийняттям 24 жовтня 1970 р XXV сесією Генеральної Асамблеї відповідної Декларації.

На підставі викладеного можна говорити про п'ять основних етапів (періодів) становлення і розвитку принципу мирного вирішення міжнародних спорів (в його органічній єдності з принципом заборони застосування сили або загрози нею).

1. Проголошення принципу мирного вирішення міжнародних суперечок на Гаазьких конференціях миру, що відбулися в 1899 і 1907 роках.

2. Затвердження принципу мирного вирішення спорів в пакті Бріана-Келлога і в наступних багатосторонніх міжнародно-правових документах як одного з основних принципів сучасного міжнародного права (1928-1936 рр.).

3. Розробка та закріплення принципу мирного вирішення спорів в Статуті ООН і в статутах регіональних організацій (1944-1955 рр.).

4. Підтвердження і розвиток принципу мирного вирішення міжнародних спорів в резолюціях Генеральної Асамблеї ООН, документах міжнародних конференцій, багатосторонніх і двосторонніх угодах держав (1957-1964 рр.).

5. Прогресивний розвиток і кодифікація принципу в системі основних принципів мирного співіснування держав, його розгорнуте формулювання в Декларації принципів міжнародного права, що стосуються дружніх взаємин і співпраці між державами відповідно до Статуту ООН 1970 року (1964-1970 рр.).

ЛІТЕРАТУРА

[1] Баскин Ю. Я. Идея вечного мира в философии и политической литературе Нового времени // Советский ежегодник международного права 1964-1965гг. М., 1966.

[2] Левин Д.Б. История международного права. — М.: Изд-во ИМО, 1962

[3]Гринчак В.А. Дипломатичні засоби врегулювання міжнародних суперечностей: міжнародно-правові аспекти: монографія / В.А. Гринчак. – Львів, ЛНУ ім. Івана Франка, 2012.–188 с.

[4] Договір про заборону війни як засобу національної політики (Пакт Бріана-Келлога) /Міжнародний договір // Портал Верховної ради України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_647#Text

Establishment and approval of the principle of peaceful dispute resolution in modern international law

Lomzhets Yuliia, Negretska Hanna

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

The authors analyze the nature of the principle of peaceful settlement of international disputes, the history of ideas about the necessity to resolve interstate disputes peacefully, as well as the genesis of legal regulation of various means of peaceful settlement of conflicts in the international arena.

Key words: principles of international law, conflict, international dispute, war, means of peaceful settlement of disputes.

УДК 343.8

ПРОБЛЕМИ МЕДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСІБ, ПОЗБАВЛЕНИХ ВОЛІ

Сікорський О.П.[1], Кравченко А.С.[2]

[1]кандидат юридичних наук, доцент, доцент кафедри морського та господарського права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
alex.nic.gm@gmail.com

[2]студентка IV курсу спеціальності 081 «Право», Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
anutashev.ka@gmail.com

*Досліджено п*равове регулювання медичного забезпечення засуджених в Україні. *Розглянуто* головні міжнародно-правові стандарти та національне законодавства щодо охорони здоров'я засуджених в установах виконання покарань. Проаналізовано основні проблеми щодо забезпечення гарантування права на охорону здоров'я та медичного обслуговування осіб, які були засуджені.

Ключові слова: охорона здоров'я, засуджені, Мінімальні стандарти правил поводження з в'язнями.

Однією з найважливіших складових системи соціально-економічних прав і свобод громадян є право на охорону здоров'я. Це право, встановлене у ст. 12 Міжнародного пакту про економічні, соціальні і культурні права [1], знайшло відповідне закріплення на рівні Основного Закону України. Зокрема, держава визнає право кожного громадянина України на охорону здоров'я і забезпечує його реалізацію та захист шляхом: створення розгалуженої мережі закладів охорони здоров'я; організації і проведення системи державних і громадських заходів щодо охорони та зміцнення здоров'я; фінансування гарантованого обсягу медичних послуг та лікарських засобів всім громадянам та іншим визначеним законом особам у порядку, встановленому законом; здійснення державного і громадського контролю та нагляду в сфері охорони здоров'я; організації державної системи збору, обробки і аналізу соціальної, екологічної та спеціальної медичної статистичної інформації; встановлення відповідальності за порушення прав і законних інтересів громадян у сфері охорони здоров'я [2].

Зазначимо, що до осіб, які засуджені до позбавлення волі існують основні вимоги щодо медичного обслуговування останніх. Проаналізувавши Мінімальні стандарти правил поводження з в'язнями, ми можемо виділити наступне: медичне обслуговування організовується у тісному співробітництві із загальною адміністрацією охорони здоров'я місцевого або національного рівня; медичне обслуговування забезпечується з метою виявлення та лікування будь-якого фізичного або психічного захворювання, які можуть перешкоджати соціальній реадаптації в'язнів після їх звільнення; лікувальне відділення, його приладдя, обладнання і ліки мають бути достатніми для забезпечення медичного обслуговування та лікування хворих в'язнів, і таке відділення має бути укомплектоване належним чином підготовленим персоналом; в'язні не повинні використовуватися для проведення експериментів, що можуть призвести до фізичної або моральної шкоди; лікар зобов'язаний здійснювати нагляд за станом фізичного і психічного здоров'я ув'язнених та здійснювати прийом хворих; лікар доповідає начальникові кожного разу,

коли він вважає, що подальше утримання або будь-який режим мав або матиме негативні наслідки для фізичного або психічного стану здоров'я особи; лікар регулярно здійснює інспекції та консультує начальника установи з питань: а) кількості, якості приготування та подання їжі та води; б) стану санітарно-гігієнічних умов та чистоти в установі та серед в'язнів; в) санітарно-технічного обладнання, опалення, освітлення та вентиляції установи; г) придатності та чистоти одягу, спальних речей в'язнів та ін. [3].

Водночас, правове регулювання медико-санітарного забезпечення засуджених у місцях позбавлення волі в Україні здійснюється на підставі норм Законодавства України про охорону здоров'я, Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Кримінально-виконавчого кодексу України, нормативних актів Кабінету Міністрів України, Міністерства охорони здоров'я України, Міністерства юстиції України та ін.

Вимушені визнати, що незважаючи на чималу кількість нормативно-правових актів щодо забезпечення гарантування права на охорону здоров'я та медичного обслуговування осіб, які були засуджені, рівень медичного обслуговування є незадовільним. Так як, адже якість медичних послуг, які надаються громадянам, засудженим до позбавлення волі, знаходиться на вкрай низькому рівні, гостро відчувається брак ресурсів, обладнання, ліків та кваліфікованого персоналу, окрім цього медичні працівники залишаються залежними від керівництва установ виконання кримінальних покарань.

Погоджуємося з думкою Річко О., що проблема неналежних умов утримання та неякісного медичного обслуговування в пенітенціарних закладах України є «структурною проблемою і потребує негайного вирішення, оскільки призводить, серед іншого, до поширення різноманітних захворювань і як наслідок – смерті позбавлених волі осіб, а також їх самогубства» [4].

Неякісність та недостатність медичної допомоги в закладах пенітенціарної системи тягне за собою цілу низку тяжких наслідків, адже відсутність у осіб, засуджених до позбавлення волі, можливості отримати вчасну та кваліфіковану медичну допомогу безпосередньо зумовлює як зростання рівня захворюваності, так і смертності [4].

Вважаємо, що впливає на смертність в місцях позбавлення є недостатнє фінансування та неналежне оснащення медичних частин установ необхідним обладнанням (майже 70 відсотків якого є застарілим або технічно зношеним) [4], ліками, технікою, відсутність кваліфікованого персоналу, що, зрештою, й призводить до надання неякісної, а в деяких випадках, і до ненадання медичної допомоги взагалі.

Протягом останніх років залишається динаміка високого рівня звернень в'язнів з скаргами щодо необхідності дотримання права ув'язнених осіб на належну медичну допомогу. Поміж загальних проблем були: несвоєчасне надання первинної медичної допомоги та недостатній її рівень в установах виконання покарань, відсутність необхідних лікарських препаратів, неналежна організація процесу консультування хворих лікарями-спеціалістами, необґрунтоване зволікання при прийнятті рішень за запитами про госпіталізацію засуджених тощо [5].

Визначаємо, що поширеними недоліками у сфері надання медичної допомоги засудженим особам є: недостатня кількість лікарів та медичного персоналу у медичних частинах установ виконання покарань; неналежне забезпечення медичних частин обладнанням та медикаментами; незадовільний рівень організації надання медичної допомоги ув'язненим (відсутність стаціонарів, інфекційних ізоляторів, ізоляторів для утримання осіб з психічними розладами та ін.); неналежний рівень обстеження ув'язнених на ВІЛ-інфекцію та надання медичної допомоги хворим на ВІЛ/СНІД; відсутність заходів додаткової діагностики захворювань, окрім загальних обов'язкових та рентгенологічних обстежень; недостатнє знання персоналом установ положень і вимог міжнародних правових актів з прав людини, стандартів поводження з в'язнями, невідповідність порядку ведення медичної документації вимогам чинного законодавства та ін.

Також ми бачимо, що проблемою в даному питанні виступає задекларованість норм медичного обслуговування у нормативно-правових актах, а на практиці виявляючись лише у періодичних медоглядах та констатації захворювань.

Отже, ми вважаємо, що для реалізації права на охорону здоров'я засуджених осіб, потрібно щоб визначені механізми забезпечення даних прав мали не лише юридично-формальний характер, а й гарантувалися на фактичному рівні.

Література

[1] Міжнародний пакт про економічні, соціальні і культурні права: міжнародний документ від 16.12.1966 року // URL:
https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_042#Text

[2] Основи законодавства України про охорону здоров'я: закон України від 19.11.1992 року № 2801-XII. // URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text

[3] Мінімальні стандартні правила поводження з в'язнями: міжнародний документ ООН від 30.08.1955 року// URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_212#Text

[4] Річко О. О. Право на життя: Офіційний веб-сайт Української Гельсінської спілки з прав людини. // URL: https://helsinki.org.ua/pravo-nazhyttya-o-richko/.

[5] Почанська О. Проблеми забезпечення права на охорону здоров'я громадян, позбавлених волі в Україні: Репозитарій Харківського національного університету внутрішніх справ. // URL: http://dspace.univd.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/9782/Problemy%20zabezpechennia%20prava%2020okhoronu%20zdorovia%20hromadian_Pochanska_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Problems of medical provision of persons deprived of freedom

Sikorskyi O.[1], Kravchenko A.[2]
[1-2]*Admiral Makarov National University of Shipbuilding*

The legal regulation of medical care for convicts in Ukraine has been studied. The main international legal standards and national legislation on the health care of convicts in penitentiary institutions are considered. The main problems in ensuring the guarantee of the right to health care and medical care for convicts are analyzed.

Keywords: health care, convicts, Minimum standards for the treatment of prisoners.

УДК 340.1

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ПРАВОВОЇ КАТЕГОРІЇ «СПЕЦІАЛЬНИЙ СУБ'ЄКТ»

Тригуб О.В.[1]
[1]старший викладач кафедри Теорії та історії держави і права Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, Миколаїв, Україна
trigub.oksana@gmail.com

Анотація: У статті розглядаються проблемні питання визначення категорії «спеціальний суб'єкт». Автор аналізує положення національного законодавства, які регламентують правове регулювання спеціальних суб'єктів права. Окреслено напрямки подальшого дослідження зазначеної категорії у зв'язку з її високим прикладним значенням.

Ключові слова: суб'єкт права, спеціальний суб'єкт права, спеціальна правоздатність, правовий статус особи, спеціальний статус особи.

Складні процеси становлення і розвитку правової держави, інститутів громадянського суспільства, реформування правової системи не могли не призвести до зміни правового статусу деяких суб'єктів права, появи нових суб'єктів, що в свою чергу, вимагає переосмислення самого поняття «суб'єкт права», виділення характерних рис такої категорії як «спеціальні суб'єкти».

Зазначена проблематика активно розроблялась вченими і дослідниками в межах теорії суб'єкта права (С.С. Алексєєв, С.Н. Братусь, В.Я. Бойцов, В.І. Леушин, К.Д. Лубенченко, Я.І. Маганізер, Н.С. Малеин, А.В. Міцкевич, В.А. Патюлін, В.Д. Сорокін, Е.Н. Трубецькой, О.Р. Халфіна, В.М. Хропанюк, Л.С. Явич), а також теорії правового статусу (В.В. Бородін, Н.В. Вітрук, Л.Д. Воєводін, А.В. Зінов'єв, О.А. Лукашева, Г.В. Мальцев, Н.І. Матузов).

У той же час у працях учених розглядаються окремі елементи і сторони проблеми юридичного статусу спеціального суб'єкта права, але комплексного дослідження зазначеної проблеми до останнього часу в юридичній літературі не проводилось.

На сьогодні в теорії та в законодавстві існують недосконалі правові конструкції, які відображають по суті спеціального суб'єкта права через поняття «спеціальний правовий статус суб'єкта», «суб'єкт зі спеціальним статусом», «спеціально уповноважений суб'єкт».

Так, деякі дослідники зосереджують увагу на обґрунтуванні феномена центральних органів виконавчої влади зі спеціальним статусом та встановлюють їх особливість у тому, що по-перше, всі питання їхнього правового статусу та взаємовідносин з іншими органами мають вирішуватися шляхом прийняття законів, по-друге, вони мають особливі завдання та повноваження, по-третє, щодо них можуть встановлюватися спеціальні умови утворення, реорганізації та ліквідації, підконтрольності та підзвітності [1, с. 198].

Таку позицію підтримує В. Авер'янов, який зазначає, що центральні органи виконавчої влади зі спеціальним статусом мають свою особливість, а саме питання їх правового статусу та взаємин їх з іншими виконавчими органами влади, зокрема питання утворення, реорганізації та ліквідації; призначення на посаду та звільнення з посади; функціональне призначання, права та обов'язки; взаємовідносини з іншими державними органами; відповідальність, підконтрольність та підзвітність; порядок скасування та припинення їх актів [2, с. 47].

Однак, доктриною та законодавством України не визначено чіткого критерію (критеріїв) віднесення органу державної влади до центральних органів виконавчої влади зі спеціальним статусом. По суті до цієї категорії державних органів у різні періоди включалися органи державної влади, які через особливості їх правової природи не можна було віднести до жодної з гілок влади (наприклад, Служба безпеки України, регуляторні комісії), конституційні органи державної влади, не віднесені Основним законом до органів виконавчої влади (Антимонопольний комітет України, Фонд державного майна України, Державний комітет телебачення і радіомовлення України), а також класичні органи виконавчої влади, які в силу певних суб'єктивних причин прагнули вивести з-під прямого підпорядкування Уряду.

Наприклад, відповідно до Закону України «Про державне бюро розслідувань» від 12.11.2015 р. № 794-VIII у статті 1 Закону, який містить вичерпне визначення цього органу, про спеціальний статус органу не йдеться. У ст. 1 Закону ДБР визначено лише як «центральний орган виконавчої влади, що здійснює правоохоронну діяльність …», а у п. 2 ч. 1 ст. 4 Закону № 794-VIII незалежність Державного бюро розслідувань від незаконного втручання у його діяльність гарантується, серед іншого, спеціальним статусом Державного бюро розслідувань. У контексті статті 17 Конституції України та ст. 1 Закону України № 794-VIII слід розуміти, що ДБР все ж таки є державним правоохоронним органом без спеціального статусу.

Подібним та неоднозначним виявляється статус спеціально уповноважених суб'єктів у сфері протидії корупції. Згідно ст.1 Закону України «Про запобігання корупції» № 1700-VII від 14.10.2014р. до системи таких органів віднесено органи прокуратури, Національної поліції, Національне антикорупційне бюро України, Національне агентство з питань запобігання корупції, але спеціальний статус у законодавчому визначені, що дається цим органам, надано лише Національному агентству з питань запобігання корупції (ст.4 Закону № 1700-VII).

При виокремленні та дослідженні правової категорії «спеціальний суб'єкт», встановленні критерії для їх відмежування в окрему групу та проведення класифікації необхідно враховувати не лише юридичні особи публічного права, але й приватноправові утворення та фізичних осіб, які володіють виключними, спеціальними або ексклюзивними правами.

Законодавством встановлена спеціальність правового статусу фізичних осіб, які провадять незалежну професійну діяльність. Зокрема п. 8 частини другої статті 5 Закону України «Про запобігання та протидію легалізації (відмиванню) доходів, одержаних злочинним шляхом, фінансуванню тероризму та фінансуванню розповсюдження зброї масового знищення» № 361-IX від 06.12.2019р., до спеціально визначених суб'єктів первинного фінансового моніторингу віднесено, зокрема адвокатів, а також суб'єктів господарювання, що надають юридичні послуги.

Загальні положення щодо повноважень нотаріуса як спеціального суб'єкта реєстрації речових прав на нерухоме майно встановлюються Законом України «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень» № 1952-IV від 01.07.2004р. (далі — Закон № 1952-IV).

Так, ч. 1 ст. 9 Закону № 1952-IV встановлює, що державний реєстратор прав на нерухоме майно є державним службовцем, крім випадку, коли державним реєстратором є нотаріус як спеціальний суб'єкт. Державна реєстрація прав у результаті вчинення нотаріальної дії з нерухомим майном, об'єктом незавершеного будівництва проводиться нотаріусом, яким вчинено таку дію (ч. 5 ст. 3 Закону № 1952-IV).

Подальший аналіз чинного законодавство призводить до висновків, що до категорії спеціальних можна віднести суб'єктів, які володіють спеціальними або ексклюзивними правами, провадять господарську діяльність/проживають на територіях зі спеціальним режимом, а також публічно правові утворення, які вступають у приватні відносини.

Комплексного дослідження зазначеної проблеми визначення категорії «спеціальний суб'єкт», встановлення критеріїв класифікації спеціальних суб'єктів можливо на підставі загальнотеоретичних положень теорії суб'єкта права, суб'єкта правовідносин та категорії «правовий статус».

Складність поставленого питання полягає в тому, що на сьогодні в теорії права поняття «суб'єкт права» не є однозначним у його співвідношенні з поняттям «суб'єкт правовідносин».

За твердженням Н.І.Мотузова поняття «суб'єкт права» й «суб'єкт правовідносин» загалом є рівнозначними [3, с.338]. В той же час Р.О. Халфіна робить висновок про те, що поняття «суб'єкт правовідносин» є вужчим, ніж поняття «суб'єкт права», оскільки носій прав та обов'язків може також не бути учасником конкретних, реальних правовідносин [4, с.114-115].

Крім того, властивостями, що персоніфікують суб'єкт права в якості спеціального є наявність спеціальної правосуб'єктності і володіння спеціальним правовим статусом.

Поняття «правовий статус» має широке значення та багатоелементним абстрактним терміном, який означає сукупність елементів, параметрів, значень об'єкта або суб'єкта. У «Юридичній енциклопедії» поняття «правовий статус» визначається як сукупність прав і обов'язків фізичних та юридичних осіб [5]. Отже, правовий статус асоціюється зі стабільним правовим станом суб'єкта, а правове положення змінюється залежно від правовідносин, у які він вступає. Варто акцентувати увагу на тому, що суб'єктивні права та юридичні обов'язки, які є обов'язковим елементом структури правового статусу особи, можуть бути загальними для всіх без винятку осіб і спеціальними – для деяких суб'єктів правовідносин.

Таким чином, категорія «спеціальний суб'єкт» потребує подальшого вивчення та вдосконалення правового регулювання з огляду на доктринальні положення загальної теорії права.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Державне управління : [навч. посіб.] / [А. Ф. Мельник, О. Ю. Оболенський, А. Ю. Васіна, Л. Ю. Гордієнко] ; за ред. А. Ф. Мельник. – К. : Знання-Прес, 2003. – 343 с.

[2] Авер'янов В. Б. Центральні органи виконавчої влади в України: концептуальний підхід до класифікації в контексті адміністративної реформи в Україні / В. Б. Авер'янов // Вісник Акад. правових наук України. – Х. : Право. – 1999. – № 1(16). – С. 45–49.

[3] Мотузов Н. И. Теорія государства и права. – Н.И.Мотузов. – м. 2001. – 776с.

[4] Халфина Р.О. Общее учение о правоотношении / Р.О. Халфина. – М. – 1974.– 250с.
[5] Шемшученко Ю.С. Юридична енциклопедія : в 6 т. Київ : «Укр. енцикл.», 1998. URL: http://leksika.com.ua/19980614/legal/ (дата звернення: 01.12.2020).

Some problems of defining the legal category "Special entity"

Trigub O.V.[1]
[1]senior lecturer at the Department of Theory and History of State and Law,
National University of Shipbuilding. adm. Makarova, Mykolaiv, Ukraine

The article deals with the problematic issues of defining the category of "special subject". The author analyzes the provisions of national law governing the legal regulation of special subjects of law. The directions of further research of the specified category in connection with its high applied value are outlined

Keywords: subject of law, special subject of law, special legal capacity, legal status of a person, special status of a person.

УДК 347.64

ПАТРОНАТ НАД ДІТЬМИ ЯК ФОРМА СІМЕЙНОГО ВИХОВАННЯ

Філіппських М.О.[1], Дубинський І.Ю.[2]
[1]старший викладач кафедри морського та господарського права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
[2]кандидат юридичних наук, викладач кафедри морського та господарського права Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація: В даній статті розглянути актуальні питання патронату над дітьми, які були позбавленні постійного або тимчасового сімейного оточення. Розглянута мета патронату над дитиною.

Ключові слова: Діти, опіка та піклування, соціальне сирітство, сімейний патронат.

У всі часи існування суспільства питання, що пов’язані з дітьми займали особливе місце в суспільстві та для кожної людини окремо. Це пояснюється тим, що у житті людини дитинство відіграє важливу роль у подальшому формуванні особистості, що згодом матиме вплив на суспільство та його безпеку в цілому. За загальними принципами усі діти мають право на щасливе дитинство, соціальний захист та батьківську любов, бо вони вже від народження є повноцінними і рівноправними учасниками суспільства. Але в суспільстві та житті людини бувають випадки, коли дитина з певних обставин втрачає батьківську опіку та не має законного опікуна, у такому випадку Організація Об’єданих Націй прийняла конвенцію, де зазначено, що дитина, яка позбавлена постійного або тимчасового сімейного оточення, має право на допомогу та захист держави. У продовж останніх років в Україні соціальне сирітство прискорено зростає. Це знаходить пояснення в таких причинах як: - на території України відбувається військовий конфлікт та антитерористичні операції; - складна економічна ситуація в населення; - геополітичні зміни; - низька якість охорони здоров’я. У зв’язку з скрутним становищем населення кількість українських сімей, які мають можливість усиновити дитину або встановити опіку над дітьми скорочується, і це стає причиною того, що кількість дітей, які потрапляють в установи соціального захисту зростає. Якщо розглядати подальшу долю дітей, які залишилися без піклування та опіки батьків, то при виборі органами опіки і піклування форм виховання, то перевага надається сімейним формам виховання в тому числі договору патронату. Інститут патронату в Україні є досить новий. Перше законодавче закріплення з’явилося в Сімейному

кодексі України (далі СК) 10 січня 2002 року. До того часу в нормативних актах вживалося поняття «прийомна сім'я» та «дитячий будинок сімейного типу». В СК України, оновленій редакції, є норми, що регулюють патронат над дітьми, а саме це описано в главі 20 Сімейного кодексу України та має назву «Патронат над дітьми».

Проаналізувавши дані статті можна дати визначення, що ж таке патронат. Патронат над дитиною - це альтернативний тимчасовий догляд за дитиною, яка опинилася в складній життєвій ситуацій, на період подоланню дитиною, її батьками чи законними опікунами ситуацій, що перешкоджають повноцінному догляду за дитиною.

Метою патронату над дитиною є забезпечення права кожної дитини, у якої виникли важкі життєві обставини, виховуватися у благополучному сімейному середовищі на період допоки її батьки чи законні опікуни усунуть проблемні життєві обставини. Сімейний патронат здійснюється шляхом надання дитині, яку взяли на виховання, усіх необхідних та сприятливих умов, які забезпечують успішне формування дитини, як повноцінної особистості в суспільстві. Патронат може встановлюватися над дитиною, яка потрапила до складних умов життя, а саме: - новонароджені діти від яких відмовилися в пологовому будинку; - діти, над якими у сім'ї здійснювалося насильство; - діти, які не мать постійного помешкання (безпритульні); - діти, переміщені із окупованих територій або району проведення антитерористичних бойових дій; - діти із сімей, в яких існує загроза життю та здоров'ю дитини; - підкинуті чи знайдені діти; - діти в яких батьки померли або безвісно відсутні . Патронат встановлюється над дітьми від народження до 18 років. Термін перебування дитини в патронаті визначається індивідуально до потреб дитини, але не може перевищувати трьох місяців в окремих випадках може бути продовжений до шести місяців. Враховуючи сказане доцільно зазначити поняття «патронатного вихователя». Патронатний вихователь - це особа, яка за участю членів сім'ї надає послуги з догляду, виховання та реабілітації дитини у своїй сім'ї.

Законодавство України встановлює вимоги до осіб, які бажають стати патронатними вихователями . Так, відповідно до нормативних актів патронатними вихователями можуть бути: - громадяни України віком від 35 до 60 років для жінок, від 35 до 65 років для чоловіків, які перебувають в законному шлюбі та мешкають на спільній житловій площі; - стан здоров'я не перешкоджає забезпеченню сприятливих умов для дитини; - у них присутній успішний досвід виховання дітей; - відсутні проблеми із законом; - у них в наявності є житлова площа(орендована чи власна); - зібрали та надали відповідний пакет документів, необхідний для кандидатів у патронатні вихователі; - успішно пройшли та отримали довідку за результатами навчання тренінгу по сімейному патронату. В особи, яка бере дитину під патронат набуваються разом і обов'язки до яких входять: - забезпечення неповнолітньої чи малолітньої дитини житлом, їже, одягом та іншим; - сприяння спілкуванню дитини з її батьками, родичами та іншими особами; - сприяння умовам для навчання та духовного розвитку дитини; - надання послуг визначеними договором про патронат. Договір патронату укладається між органом опіки та піклування з однієї сторони та патронатним вихователем із іншої. Передача дитини до патронатної сім'ї здійснюється працівником служби у справах дітей. На протязі часу, коли дитина перебуває у патронатній сім'ї патронатним вихователем ведеться журнал спостереження, де він зазначає інформацію про дитину її фізичний, духовний стан, проблем з якими стикаються вихователі, особливості характеру та інше. Держава сприяє патронату над дітьми шляхом соціальних виплат та іншої матеріальної, психологічної допомоги. Соціальні виплати здійснюються за кошти місцевих бюджетів. Перебування дитини під патронатом вихователів не звільняє від матеріального забезпечення батькам дитини. Однією із головних проблем патронату над дітьми є мала кількість охочих стати патронатними вихователями, але в останні роки спостерігається позитивна тенденція сімейного патронату. Це пов'язане насамперед з тим, що Україна відходить від пост-соціалістичного режиму і приймає європейські цінності та моральні принципи.

У висновку можна сказати, що законодавство у сфері сімейного патронату не стоїть на місці, а змінюється у позитивному напрямку. Нещодавні зміни в 2017 році дали змогу чітко сформулювати поняття «патронату над дітьми». Так, згідно із статті 252 Сімейного кодексу

України: патронат над дитиною - це тимчасовий догляд, виховання та реабілітація дитини в сім'ї патронатного вихователя на період подолання дитиною, її батьками або іншими законними представниками складних життєвих обставин. Україна на разі перебуває у складному економічному становищі, що ускладнює взяття дітей на патронатне виховання, але Україна не перестає йти до позитивних змін, не зважаючи на складні умови.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Сімейний кодекс України: Закон України №2947-14 від 10 січня 2002 р.: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2947-14/page.

[2] Порядок створення та діяльності сім'ї патронатного вихователя, влаштування, перебування дитини в сім'ї патронатного вихователя : Постанова Кабінету Міністрів України №148 від 16 березня 2017р.: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/148-2017- %00%.

[3] Інформація про діяльність Мінсоцполітики щодо запровадження патронату над дитиною. : http://www.msp.gov.ua/news/12150.html

[4] Токарчук Л.М. Патронат на дітьми: постановка проблеми. Правова держава. 2017. №28. С. 91-96.

[5] Патронат над дитиною - забезпечення найкращих інтересів дитини.: http://rda-hm.gov.ua/novini/patronat-nad-ditinoyu-zabezpechennya-najkraschih

Patronage for children as a form of family education

Philippine M.O.[1], Dubinsky I.Y.[2]

[1]Senior Lecturer, Department of Maritime and Commercial Law

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Mykolayiv, Ukraine

[2]Candidate of Law, Lecturer of the Department of Maritime and Commercial LawAdmiral Makarov National University of Shipbuilding

Mykolayiv, Ukraine

Abstract: In this article we consider topical issues of patronage of children who have been deprived of a permanent or temporary family environment. The purpose of patronage over the child is considered.

Key words: Children, guardianship and care, social orphanhood, family patronage.

УДК 351.713:351.813

МИТНЕ ОФОРМЛЕННЯ В СУДНОБУДУВАННІ

Хачатуров Е.Б.

доктор юридичних наук, директор «Технопарку науково-виробничих інновацій у морегосподарському комплексі України» Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

eduard.khachaturov@nuos.edu.ua

Анотація: Специфіка митного оформлення у суднобудуванні залежить від суб'єктивного ставлення держави до його регулювання. За сукупністю норм права, які використовуються суб'єктами митних правовідносин у галузі діяльності, суднобудування має особливу групу митних норм цієї галузі виробництва та надання послуг, які регламентуються самостійним інститутом митного права.

Ключові слова: суднобудування, правова регламентація, митні процедури, промислова політика, митне оформлення, митні платежі, електронне декларування.

Україна, як морська держава, має наявні можливості для того, аби стати одним із світових лідерів суднобудівної промисловості, яка потребує оновленого інноваційного правового забезпечення і створення відповідної регулятивної галузі права [1]. Але, відсутність загальнодержавної морської політики і стратегії розвитку морської індустрії, теоретичних основ та методологічних засад правового забезпечення її митного оформлення не дозволяє вітчизняним суднобудівним компаніям зайняти власну, вигідну нішу на міжнародному ринку. За останні 15…20 років в Україні знизилось будівництво суден і внутрішнє виробництво матеріалів, комплектуючих виробів і обладнання для суднобудівної галузі. Однак, наша держава залишається морською!

Відомо, суднобудівна галузь України відповідає всім критеріям визначення пріоритетної галузі в економіці, належний розвиток якої потребує невідкладної розробки теоретичних основ та методологічних засад правової регламентації митного оформлення процесу будівництва та експлуатації водного транспорту [2].

Ефективне, раціональне та якісне правове забезпечення стійкого економічного розвитку суспільства - одна з найголовніших проблем вітчизняної юриспруденції, вирішення якої є показником вдалої правової політики в напрямку трансформації економіки на ринкову. Правова промислова політика належить до складових правової економічної політики держави і являє собою низку державно-правових заходів, що покликані сприяти якісним та кількісним перетворенням реального сектору економіки та успішному правовому забезпеченню функціонування підприємств промислового комплексу. Для ринкової економіки, а також ринкової економічної системи України, на сьогодні прийнято домінуючий тип власності – приватний, який потребує докорінно оновленої правової регламентації, що має бути адаптована до реальних умов вітчизняного господарювання. Проведення адміністративного заходу приватизації в Україні - це не мета держави, а адміністративно-правовий засіб підвищення продуктивності праці й ефективності виробництва [3].

У теперішній час швидкий розвиток світової торгівлі зумовлює зростання обсягу транспортних перевезень, у тому числі і морських, необхідності розробки та удосконалення їх правового забезпечення митного оформлення. Створення теоретичних основ та методології правового забезпечення митного оформлення вітчизняного будування суден саме для потреб власне морського торговельного флоту, останнім часом набуває особливої актуальності. Наявні судна морського торговельного флоту потребують переоснащення, насамперед, покращення експлуатаційних характеристик, тобто виникає необхідність у масовій модернізації морських суден, що називається реновацією, яка утворить окремий ринок робіт у секторі судноремонту суднобудівної галузі. Розробка належної правової регламентації реновації визначає шляхи підвищення конкурентоздатності суднобудування і промисловості взагалі та може набути ефективного значення для морської індустрії і стати важливим чинником застосування державою до підприємств галузі спеціальних правових засобів господарювання із впровадженням митної справи [4].

Зростаючий зовнішньоекономічний товарообіг у суднобудуванні вимагає вдосконалення технологій переміщення товарів через митний кордон, що зумовлює необхідність активного впровадження інформаційних механізмів митного оформлення, заснованих на електронних засобах обробки відомостей. Електронне декларування - перспективний напрям розвитку митного законодавства, яке може забезпечити єдність митного оформлення на всій території України. Ефективність митної політики багато в чому визначається оперативним забезпеченням митних органів необхідними відомостями про переміщувані товари тому, що адміністративно-правове регулювання є державним механізмом імперативно-нормативного впорядкування оптимізації митного оформлення [5].

Майбутнє українського суднобудування, значною мірою залежать від створення удосконаленої правової теоретичної основи та методологічних засад митного оформлення, підвищення ефективності функціонування митно-тарифної системи, досконалості її механізму,

який необхідно формувати, ґрунтуючись на світовому правовому досвіді, міжнародних правових актах, ефективному державному управлінню. У зв'язку з фактичною відміною дії Закону України „Про заходи державної підтримки суднобудівної промисловості в Україні" галузь залишилась без підтримки з боку держави [4].

Сьогодні важливою ланкою в міжнародному співробітництві у суднобудуванні, на регіональному та національному рівнях, є митна справа - система зовнішньоекономічних відносин, яка складається з: митної політики, міжнародних правил, зовнішньоторговельних угод, порядку та умов переміщення через митні кордони товарних, транспортних, фінансових та інформаційних потоків, а також із загально прийнятних заходів тарифного та нетарифного регулювання, експортного контролю тощо. У нових умовах митна справа виступає не лише як інструмент та провідник зовнішньоекономічної діяльності, а й має важливіше значення, являючись економіко-правовим регулятором та засобом формування нових економічних відносин і зв'язків. Тому, необхідною умовою проведення ефективної митної політики є врахування всіх викладених обставин. Кількісне зростання зовнішньоекономічних зв'язків, суттєві якісні зміни вимагають активного втручання держави у процес економічного та правового регулювання цієї діяльності з метою оптимізації, підвищення ефективності правових засобів, форм та інструментів, з одночасними уніфікацією та спрощенням митних процедур [6].

Здійснення митних процедур у суднобудуванні близьке до міжнародних митно-правових актів. Митне законодавство України в напрямку здійснення митних процедур у суднобудуванні представлені загальними регулятивними правовими актами, які потребують імплементації відповідних міжнародних норм [5].

Висловлене надає змогу дійти висновку, що взаємопов'язані проблеми технічного і правового забезпечення відновлення та розвитку суднобудівної галузі України, шляхом визначення основних напрямків її діяльності, удосконалення законодавчого поля функціонування галузі є головним завданням економічної і правової політики держави щодо суднобудування та митної справи, яка є державним регулятором у промисловій галузі.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Рябченко О. П. Держава і економіка [Електронний ресурс] / О. П. Рябченко. - Режим доступу:http://zakoni.com.ua/node/301

[2]Суднобудування України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://ankor-odessa. com.ua/ articles/ shipbuil ding_ua/

[3] Бережнюк І. Г. Митне регулювання України: національні та міжнародні аспекти [Текст]: монографія / І. Г. Бережнюк. – Дніпропетровськ : Академія митної служби України, 2009. – 543 с.

[4] Ринки суднобудування та розвиток ЗЕД [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/28.html

[5] Митне оформлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ua – referat.com/

[6] Основи митної справи: навч. посіб. / За ред. П. В. Пашка. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Т-во "Знання", 2002. – 318 с.

Customs clearance in shipbuilding

Khachaturov Eduard Borisovich[1]

[1]National University of Shipbuilding. adm. Makarov

Abstract: The specifics of customs clearance in shipbuilding depends on the subjective attitude of the state to its regulation. According to the set of legal norms used by the subjects of customs relations in the field of activity, shipbuilding has a special group of customs norms of this branch of production and provision of services, which are regulated by an independent institution of customs law.

Key words: shipbuilding, legal regulation, customs procedures, industrial policy, customs clearance, customs payments, electronic declaration.

Секція № 12. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ. ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКІ СИЛИ УКРАЇНИ: МИНУЛЕ, СУЧАСНЕ, МАЙБУТНЄ

UDC 656.61

DIGITAL INNOVATIONS IN THE FORMATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE INFRASTRUCTURE COMPLEX OF MARITIME TRANSPORT

Filipishyna Liliya[1], Lomakina Olena[2]
[1]Doctor of Economics, Professor
Professor of Economics and Organization of Production
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Pervomaisk branch, Pervomaisk, Ukraine,
ontariofilpi@ukr.net
[2]Candidate of Law, Associate Professor
Head of the Department of Administrative and Constitutional Law
Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Mukolaiv, Ukraine
lomakina1616@gmail.com

Abstract. The work is devoted to the study of modern trends in the development of digital technologies on the formation of sustainable development of the infrastructure of maritime transport. The analysis of features of development of sea industry in the conditions of digitalization of economy and inclusion of world port operators in processes of the industry 4.0 is carried out. Modern macroeconomic tendencies and prospects of sustainable development of maritime transport of Ukraine are determined.

Keywords: transport system, innovations, digital technologies, logistics, maritime infrastructure, management, maritime transport.

The modern trend of the world transport market is the active introduction of information, telecommunication and computer technologies. To date, all modes of transport have felt the impact of digitalization and intellectualization. The market of world transport services is formed by fundamentally new management systems integrated into a single logistics information space [1]. Based on foreign experience, Ukraine is intensifying the processes of innovative development of transport systems. It is proved that the use of integrated information and intellectual technologies is an important reference point on the way to the rapid integration of domestic enterprises into global logistics processes, where Ukraine will be able to implement transport policy. To implement the chosen direction, a number of legislative documents were adopted at the state level, such as: "National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030", "Strategy for Integrated Border Management for the period up to 2025", "Maritime Doctrine of Ukraine for the period up to 2035 "," Strategy for the development of seaports of Ukraine for the period up to 2038 "[1-4]. According to the adopted documents, the modern development of the country's transport complex should take into account not only the need to adapt to EU standards, technical conditions, management principles, in addition, innovation and high technology are crucial for the formation of a new, more efficient model of transport and logistics Of Ukraine.

The current state of implementation of digital innovations in the infrastructure of maritime transport is sufficiently studied and discussed in the scientific community, namely: V. Alkema, V. Dybska, A. Dligach, N. Chukhrai, G. Platukha, V. Skitska, O. Sumtsa, N. Tarnavska, L. Frolova, S. Uvarova, and others [6,7,8,9,10].

Deepening the role of integration of different modes of transport according to the concept of a single operator of mixed transport and the spread of outsourcing require ensuring the reliability and efficiency of information exchange in modern logistics systems between different modes of transport. The transport and distribution system under the conditions of digitalization is a large complex macrologistic system, which combines water transport enterprises, shipowners, railways, motor transport, aviation in a single information space [7,9].

Logistics of sea freight includes a system of procedures and actions aimed at organizing the delivery of goods by sea. Moreover, it is planned to involve intelligent autonomous vessels, digital waterways, intelligent ports integrated into intelligent multimodal transport systems in modern schemes of interaction. The digitalization procedure is new for the transport market of Ukraine, so it requires the involvement of scientific and methodological tools based on theoretical knowledge and practical experience of transport, marketing, regional logistics, logistics services, as well as information, financial, personnel and regulatory support [5- 6].

The general structure of integrated logistics in the introduction of artificial intelligence and the latest information technologies involves the acquisition of broad links, which extend to industry, trade, agriculture, multinational corporations, transport and distribution system of regions and states, the consumer market.

The main condition in integrated logistics is the perfect organization of multimodal transportation, door-to-door delivery. Ensuring the integrity of the local transport network is achieved through the introduction of an effective management system for the entire transportation complex. Artificial intelligence accelerates the choice of participants in the transportation and transshipment of goods; facilitates the process of concluding transportation contracts; optimally provides solutions for planning and reserving vehicles and routes; carries out continuous control of performance of transportations; finds out economic indicators on the choice of transport schemes and the use of modes of transport; contributes to a comprehensive risk assessment [7,9].

As an integral part of the logistics transport infrastructure, the seaports of Ukraine provide a high export potential of cargo (ferrous metals, coal, iron ore concentrate and grain). The available cargo handling facilities and the favorable location of seaports provide transit cargo flows, which is the basis for attracting private investment and digitalization of port logistics. Ukraine's maritime industry has a strong potential among the world's leading countries: 38 state-owned enterprises with a turnover of about UAH 10 billion per year, 5,000 sectoral entities. However, the capacity utilization of Ukrainian seaports in 2018 is 43% (transshipment 135.2 million tons), in 2019 - 51% (transshipment 160 million tons) [5, 4,10].

According to modern trends, the system of transport management in the context of digitalization should take into account global market trends, analyze and prioritize the development of ports. Analysts say that in 2020, the global shipping industry has accelerated the digitization of all stages of cargo operations. Port intellectualization involves the integration of a wide range of advanced technologies: artificial intelligence, cloud computing services, blockchain technology. Currently, flexible online logistics platforms have already been introduced in most developed countries - Denmark, Switzerland, the United Arab Emirates, France, Germany, Turkey, China [4-5].

Smart ports interact with the information systems of ships and other national and foreign ports, create conditions for the provision of services on the principle of "single window", increase the efficiency of management of sea and mixed transport. Positive results are achieved by integrating navigation systems, shore networks, ship information and telecommunication systems, networks of surface and underwater sensors into a single system. Significant advantages of the intellectualization of maritime transport are the emergence of opportunities to optimize routes while reducing costs energy resources, improving the accuracy of forecasting and routing, taking into account the conditions of transportation. The interaction between different modes of transport becomes continuous and more reliable due to the constant connection with marine-based systems, coastal control centers. In this case, the control of transportation processes is remote, and in some cases autonomous through the established intelligent sensors [6].

Today, in Ukraine it is extremely necessary to make management decisions on the implementation of intelligent information and telecommunications system. The system should include: an automated control center, a subsystem for intelligent analysis and display of data and information, a network of port sensors and actuators that are integrated through wired and wireless access networks with infrastructure elements of the main intelligent multimodal transport system. Such systems should be built as an open system based on network protocols, standardized interfaces, application software products.

Thus, the implementation of programs for the introduction of digital innovations in the infrastructure of maritime transport will solve many problems, strengthen the competitiveness of port infrastructure, expand the possibilities of logistics supply chains, namely: increasing port security and environmental protection; the noise level of the port is reduced and the efficient use of energy is increased; the implementation of the concept of "green" ports is accelerating; the procedure for the use of electronic document management in the transshipment of imported loaded containers from the sea to road and rail transport is being improved; logistical risks are reduced and optimal planning takes place; monitoring of the current situation and registration of information in real time is improved; working conditions and safety of the crew are improved, energy efficiency of ships and quality of services are increased; the efficiency of integrated logistics chains (intermodal and multimodal) supplies increases.

Thus, modern sustainable development of seaport infrastructure must take into account not only the need to adapt to EU standards, technical conditions, management principles, etc., but also the fact that innovation and high technology are crucial for the formation of a new, more efficient model of road transport management in Ukraine.

REFERENCES

1. Morska doktryna Ukrainy na period do 2035 roku № 1108 vid 18.12.2018 r. [Maritime Doctrine of Ukraine for the period up to 2035 № 1108 dated 18.12.2018]. Retrieved from https://zakon.rada.gov. ua/laws/show/11 08-2018-%D0%BF#Text [in Ukrainian].

2. Natsionalna transportna stratehiia Ukrainy na period do 2030 roku № 430-r vid 30.05.2018 r. [National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030 № 430-r dated 30.05.2018]. Retrieved from https://zakon. rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text [in Ukrainian].

3. Stratehiia intehrovanoho upravlinnia kordonamy na period do 2025 roku №687-r vid 24.07.2019 r. [Strategy of integrated border management for the period up to 2025№687-r dated 24.07.2019]. Retrieved from https://zakon. rada.gov.ua/laws/show/687-2019-%D1%80#Text [in Ukrainian].

4. Stratehiia rozvytku morskykh portiv Ukrainy naperiod do 2038 roku №548-r vid 24.07.2013 r. [Strategy for the development of seaports of Ukraine for the period up to 2038 №548-r dated 24.07.2013]. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/548-2013-%D1%80#Text [in Ukrainian].

5.Information on water transport of Ukraine. Ministry of Infrastructure of Ukraine. Retrieved from https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-vodniytransport-ukraini.html [in Ukrainian].

6.Nykyforuk O.I. (Ed). (2018). Rozvytok transport z metoiu vidnovlennia i zrostannia ukrainskoi ekonomiky [Development of transport to restore and grow the Ukrainian economy]. Kyiv, SI "Institute of Economics and Forecasting of NAS of Ukraine" [in Ukrainian].

7. Gryshyna L.O., Karas P. M., Filipishyna L.M. Tendencies, problems and prospects of the marine economy complex of Ukraine in the condition of european integration development // Scientific Bulletin of Uzhhorod National University: series: International economic relations and world economy / chapter. ed. M.M. Palinchak. - Uzhhorod: Helvetika, 2019. - Vip. 24, № Ch.1. - P.131-135.

8. Filipishyna L.M. Digital industry in Ukraine: state and prospects Авіація, промисловість, суспільство : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кременчук, 12 трав. 2021 р.) : у 2 ч. / МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ, Кременчуц. льотний коледж. – Харків : ХНУВС, 2021. – Ч. 2. – 556 с. (С 523-526)

9. Plakhuta H. A., Popova I. V. (2008). Intehratsiia marketynhu i lohistyky v systemi menedzhmentu [Integration of marketing and logistics in the management system.]. Marketynh – Marketing, Issue 14, pp. 145-148 [in Ukrainian].

10.Filipishyna L. M. Evaluation of the development of the digital economy. Digitalization of the economy as a factor of sustainable development : Materials of International scientific-practical conference (Mariupol, May 25-26, 2021 y.) / editorial board O. Khadzhynova [et al.] / SHEI "PSTU". – Mariupol : PSTU, 2021. – 307 p. (C.194-196)

Цифрові інновації у формуванні сталого розвитку інфраструктурного комплексу морського транспорту

Філіпішина Лілія Михайлівна[1], Ломакіна Олена Анатоліївна[2]

[1] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Первомайська філія, м. Первомайськ, Україна,

[2] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна.

Анотація. Робота присвячена дослідженню сучасних тенденції впливу розвитку цифрових технологій на формування сталого розвитку інфраструктурного комплексу морського транспорту. Проведено аналіз особливостей розвитку морської галузі в умовах цифровізації економіки та включення світових портових операторів до процесів індустрії 4.0. Визначено сучасні макроекономічні тенденції та перспективи сталого розвитку морського транспорту України.

Ключові слова: транспортна система, інновації, цифрові технології, логістика, морська інфраструктура, управління, морський транспорт.

UDC 629.5.01:005.511:504.4.062.2:338.27

OPUSS PROJECT: FIRST RESULTS AND ROADMAP OF DEVELOPMENT

Zhukov Yu. D.[1], Zivenko O. V. [2]

[1]Doctor of Sciences (tech.), professor,
"C-Job Mykolaiv" LLC, Mykolaiv, Ukraine
ORCID: 0000-0002-7454-8007
y.zhukov@c-job.com.ua ;
[2]Candidate of Sciences (tech.), associate professor,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine,
ORCID: 0000-0002-1539-8360
oleksii.zivenko@nuos.edu.ua

Abstract. The current state of one of the foremost demanding challenges to humanity, namely pollution of rivers and the world's oceans by plastic debris, is analysed in short. The authors' attention is focused on the solution of ocean cleaning from the point of view of ship architects, using a classical approach to the so-called external task of ship design, i.e., on the method of the corresponding fleet (ships system) design. Some results of the first work package of the OPUSS R&D Project and the draft roadmap of its development are presented.

Keywords: plastic debris, maritime logistic, circular economy.

Introduction. One of the foremost demanding challenges to humanity nowadays is long lasting and drastically progressing pollution of rivers and the world's oceans by plastic debris [1, 2]. More than five trillion plastic particles currently are floating in oceans five largest convergence zones and about 300 million tons of plastic is produced yearly, resulting in accelerating oceans' pollution [3, 4] (Fig. 1). On the other hand, many companies started making products from recycled materials to bring their environmentally friendly practices to the forefront [5, 6].

The European scientific community has long led the world in research such areas as cleaning rivers and oceans from plastic debris [7]. The Ocean Cleanup is testing a method to passively collect this floating plastic debris, transport, recycle, process, and sell it [7, 8]. The Dutch innovators have already started landmark experiments on practical ocean cleanup, preventing plastic inflow to seas and oceans, and building more or less sustainable reinvestment in these processes [9].

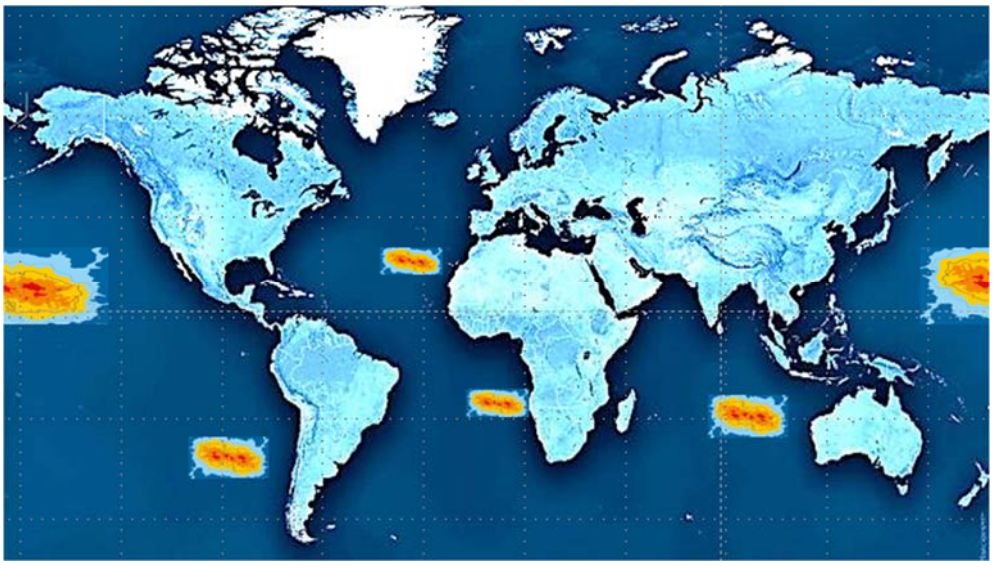


Fig. 1. More than five trillion plastic particles currently floating in oceans five largest convergence zones

But at the same time, a part of the research community insists on rather a gloomy commercial and time prospects of the Ocean CleenUp project in its current state, from a logistical, economic, and environmental point of view [8, 10, 11]. "This means that the involvement of charity to finance the R&D and transport costs will remain needed as long there is not a profitable business model … based upon revenues from the collected and processed waste" [8, page 11].

The initiative group of Ukrainian inventors from "C-Job Nikolayev" LLC and the Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUS) proposed to combat ocean plastic debris via technical decisions from the point of view of professional shipbuilders, economists, and ecologists. Such vision and approach formed the basis for mutually beneficial interdisciplinary, international cooperation in frames of "Ocean Plastic Utilisation Ships System R&D project (OPUSS). The main objective of this project is to make the ocean cleaning from plastic debris process commercially realistic in time, environmentally efficient and viable in general. The central idea of the OPUSS project lies in developing new circular logistic scheme of the ocean cleanup, as existing reverse logistics supply chains are not able to capture the specifics of the plastic waste collection out on the ocean [8]. The proposed project consists of several Work Packages, of which the first one was successfully finalised in June 2021, resulting in several patent applications [12, 13] and a roadmap of their further development and industrialisation.

The share of transport cost in total cost of plastic garbage recycling process presented in Table 1 are derived based on data of three reverse logistic structure scenarios analyses [8, p. 11]. It seems evident that such essential share is not acceptable from commercial, ecology and return of investment point of view.

Table 1. Share of transport cost in total cost of plastic garbage recycling

From Great Pacific Path	SF (USA)	ES (Denmark)	TP (Indonesia)
Transport cost (sea plus hinterland transport), $:	448520	1353338	1081893
Total cost (transport cost plus port handling, storage, and manual sorting cost), $	542023	1451418,417	1244997
Share of transport cost in total cost, %	82,75%	93,24%	86,90%

The article considers the reverse logistic structure, tested in 2020, with the illustrative diagram in Fig. 2, where NL denotes The Netherlands, GPGP – Great Pacific Garbage Patch, PD – Plastic Debris, VPPP – New Product Production Plant.

Fig. 2. General scheme of the reverse logistic structure

Unfortunately, the optimistic prediction [7, page 795] seems unjustified (see Fig. 3), since even the total performance of plastic harvesting systems in the ocean (like Systems 002 "Janny") and the estuaries of rivers (like "Interceptor-N") more than 50 Mt in 2023 and 57 Mt in 2025 is not achievable.

The actual performance of System 002 is about 1.5 metric tons per day [8]. According to [14], the GPGP contains about 100 million kilos of plastic, and the other four plastic debris sets jointly hold roughly 75 million kilos of plastic. These figures mean that it will take more than 40 years to clean up only so-called legacy plastic garbage provided the 25 System 002 will successfully and non-stop catch debris at least 100 days per year. The annual cost of such a process would be around $200 million, with an uncertain source of funding and refinancing over 40 years.

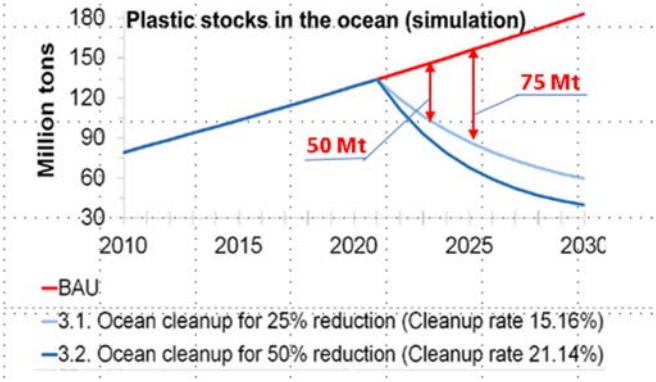


Fig. 3. Forecast of ocean cleanup scenario designed to reduce

the amount of ocean plastic debris below 2010 level [7, Fig. 5]

The main ideas and tasks of the developed «road map» for further development of the OPUSS project are:

1. Localisation of OPUSS in space and time for commercially and ecologically optimal sea logistics and accelerated formation of added value AV.

2. Design of Ocean Plastic Utilization Ships System (OPUSS) with Ocean Plastic Utilization Ship (OPUS) as a basic unit.

3. Development of a digital model of accelerated formation of added value to optimise OPUSS structure and to achieve time-cost-ecology feasibility of Ocean Cleanup project.

The main advantage of the proposed logistic scheme is clearly illustrated by comparing the timeline for the growth of the added value of this scheme and the similar timeline of the reverse logistics scenario [8] (Fig. 4).

This approach will permeate the entire cycle from inception, execution, monitoring and further development of the OPUSS fleet [12, 13].

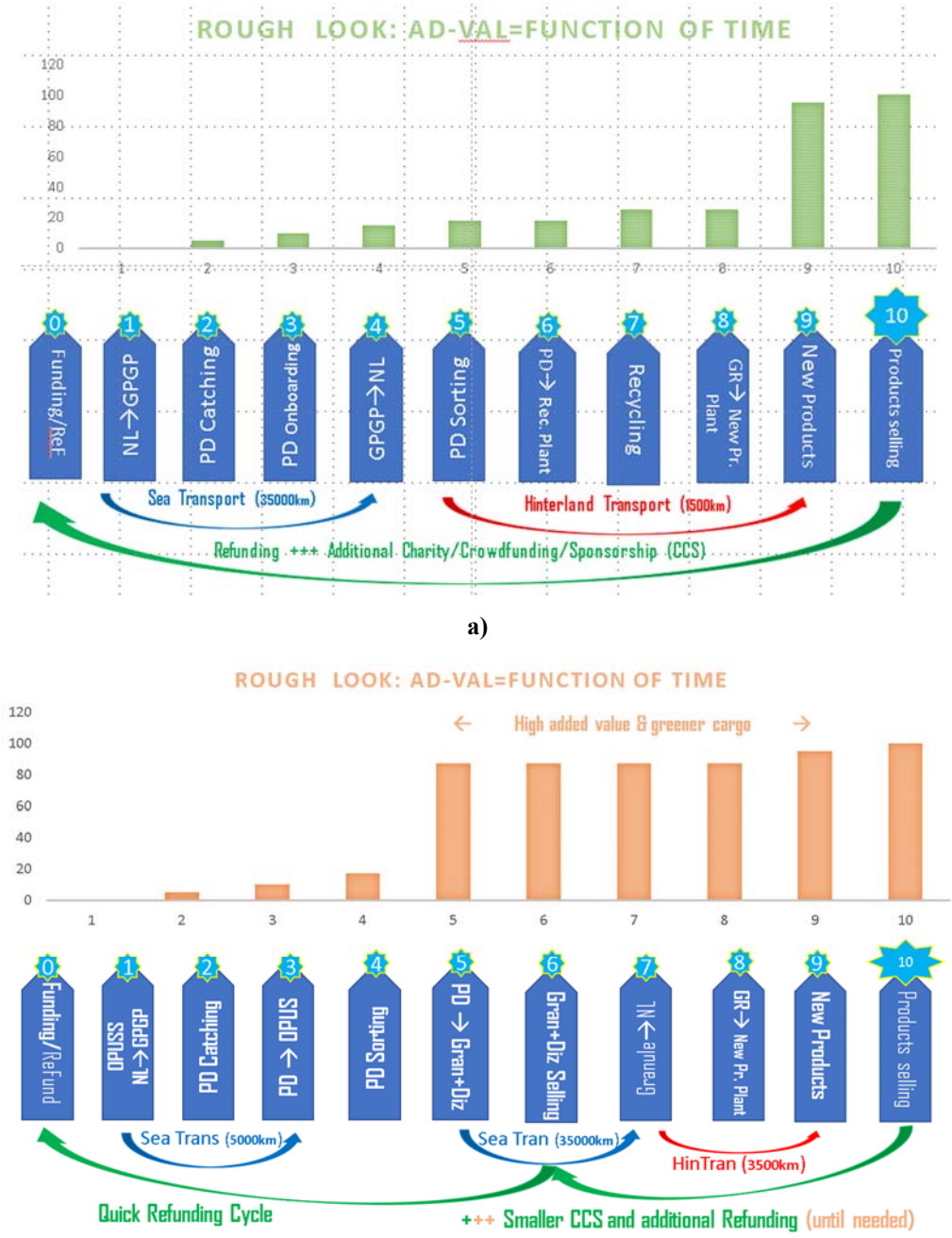


Fig. 4. Comparison of two logistics scenarios: a) the reverse logistics scenario; b) the localised circular scenario

An important localised circular logistic structure scenario refinancing drivers except shipping distances are the total time of plastic recycling and new products sale, and added value of the products shipped during different stages of the ocean cleanup process. Naval Architect's vision of Ocean CleenUp development includes the following:

1. The urgency is to radically change the reverse logistic model to the localised circular scenario to assure the reduced time of ocean cleanup refinancing and optimised operational cost.

2. The model should be based on the shipbuilders' experience and the latest achievements in shipbuilding, using new innovative types of ships and floating structures and their combinations in the fleet growth process.

3. The latest green innovations such as autonomous shipping and green power supply (ammonia, hydrogen) and accelerated digital transformation with Big Data analytics should also be utilised.

The OPUSS Project planned result forecast is presented in Fig. 5.

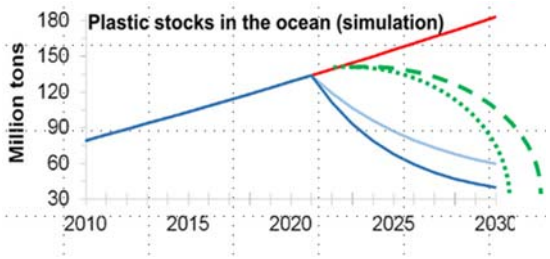


Fig. 5. Realistic Ocean cleanup scenario

Conclusions. The developed concept for ocean plastic recycling offshore system (Ocean Plastic Utilization Ships System - OPUSS) will provide the process of cleaning the ocean of plastic with optimal results in terms of logistics and construction costs, as well as with minimal operating costs.

OPUSS system meets the requirements for minimum atmospheric emissions, with maximum use of autonomous electric vehicles (solar panels, wind support or hydrogen batteries), as well as ammonia, LNG, or hybrid propulsion systems.

OPUSS Project general and/or its concomitant results may be interesting to ecology and green associations, EU programmes and grants, or at least public opinion and interest in general supported by non-stop crowdfunding.

REFERENCES

1. Cozar, A., et al., 2014. Plastic Debris in the Open Ocean. University of Hawaii, Honolulu. PNAS | July 15, 2014, vol.111, no. 28, pp.10239–10244.

2. Boucher, J., Friot, D., 2017. Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. IUCN, Gland, Switzerland. 43 p.

3. Eriksen, M., et al., 2014. Plastic pollution in the world's oceans. PLOS ONE (Public Library of Science) 9 (12), e111913, pp. 1–15.

4. Howell, E.A., et al., 2012. On North Pacific circulation and associated marine debris concentration. Mar. Pollut. Bull. (65), 16–22.

5. Recycled carpeting: another way to support plastic recycling, 2010. [Online] Available at: https://www.plasticsmakeitpossible.com/plastics-recycling/howto-recycle/at-home/ recycle-your- carp eting/ , Accessed date: 02.08.2021.

6. Morgan, R., 2018. Amazing products made of trash: the resource of the future. [Online] Available at: https://www.cnbc.com/2018/03/28/companies-hope-to-turn-trash-into-treasure-.html, Accessed date: 2 August 2021.

7. Cordier M., Uehara T. 2019. How much innovation is needed to protect the ocean from plastic contamination? [Online] Available at: https://doi.org/10.1016/ j.scitotenv.2019.03.258.

8. A Faster way to Clean the Oceans: System 002 Technology Update. [Online] Available at: A Faster Way to Clean the Oceans: System 002 Technology Update | Cleaning Oceans | The Ocean Cleanup-YouTube. Accessed date: 10 September 2021.

9. Van Giezen, A., Wiegmans B., Spoilt - Ocean Cleanup: Alternative logistics chains to accommodate plastic waste recycling: An economic evaluation. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 5, 2020, pp. 1–12.

10. Hopewell, J., Dvorak, R., Kosior, E., 2009. Plastics recycling: challenges and opportunities. Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci. 364 (1526), 2115–2126.

11. Sea2See, Sustainable glasses will not change the world, people that wear them will. [Online] Available at: https://www.sea2see.org/pages/our-philosophy#, Accessed date: 2 August 2021.

12. System of vessels and/or floating structures for utilization of ocean plastic debris OPUSS. Application for a patent of Ukraine for useful model № u 2021 03092, registered 07.06.2021.

13. Ship or floating structures for utilization of ocean plastic debris OPUS. Application for a patent of Ukraine for useful model № u 2021 03111, registered 07.06.2021.

14. Slat, B. Why we must clean the ocean garbage Patches. [Online] Available at: https://theoceancleanup.com/updates/why-we-must-clean-the-ocean-garbage-patches/ , Accessed date: 16.09.2021.

Проект opuss: перші результати і дорожня карта розвитку

Жуков Ю.Д. [1], Зівенко О.В.[2]
[1]ТОВ "C-Job Mykolaiv", м. Миколаїв, Україна; [2]Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

Анотація. Коротко аналізується нинішній стан однієї з найбільш складних проблем людства, а саме забруднення річок і Світового океану пластиковим сміттям. Увага авторів зосереджена на вирішенні проблеми очищення океану з точки зору корабельних архітекторів з використанням класичного підходу до так званого зовнішнього завдання проектування судна, тобто на методі проектування відповідного флоту (суднової системи). Представлені деякі результати першого робочого пакету проекту OPUSS і проект дорожньої карти його подальшого розвитку.

Ключові слова: пластикове сміття, морська логістика, циркулярна економіка.

УДК 620

ГЕЛІОСИСТЕМИ З ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИМИ ОРГАНІЧНИМИ ТЕПЛОНОСІЯМИ

Гламаздін П.М.[1], Сірохіна Е.О.[2]
[1]доцент кафедри теплотехніки, КНУБА, м. Київ, Україна,
sib.kiev@gmail.com
[2]студентка, КНУБА, м. Київ, Україна,
evelina19081999@ukr.net

Анотація. Одним з факторів, що стримує розвиток геліосистем для теплопостачання є ефект їх стагнації. Стагнація не дозволяє повністю використати весь тепловий потік від сонячного випромінювання. Крім того вона обумовлює необхідність збільшувати площу геліополя та об'єм теплового акумулятора. Нарешті вона обумовлює можливість розвитку аварійних ситуацій. Одним з найбільш перспективних методів уникнення стагнації може бути заміна традиційних для геліосистем теплоносіїв на високотемпературні органічні теплоносії.

Ключові слова відновлювані джерела енергії, системи теплопостачання, гаряче водопостачання, геліосистеми, високотемпературні органічні теплоносії (ВОТ).

Обмеженість природних ресурсів, складність видобутку органічного палива та глобальне забруднення навколишнього середовища спонукає до пошуку альтернативних поновлюваних джерел енергії. Відновлювана енергетика - потужний тренд сучасної світової енергетики і сонячна енергія є одним з перспективних видів відновлюваної енергії [1]. Використання сонячної енергії для цілей теплопостачання є однією з провідних тенденцій розвитку світової енергетики на основі відновлюваних джерел енергії. Геліоенергетичні програми зараз розробляються більш ніж у 70 країнах. У Німеччині, яка лідирує в ЄС за сумарною потужністю сонячних установок, використання сонячно-теплонасосної системи теплопостачання індивідуальних житлових будинків з вакуумованих сонячними колекторами забезпечує до 70% енергоспоживання [2]. На сьогоднішній день найбільш ефективні пристрої по використання енергії сонця для теплопостачання - це сонячні колектори (СК). Ефективність сонячних колекторів залежить від

конструкції і дає можливість використати навіть до 85% сонячної енергії [2]. На даний час існує два види сонячних колекторів – плоскі сонячні колектори та вакуумно-трубчасті сонячні колектори.

За своїми кліматичними умовами Україна належить до територій із середньою інтенсивністю сонячної радіації. Однак, в країні більше сонячних годин на рік, ніж в половині країн ЄС, що робить її придатною для перспективного розвитку систем теплопостачання з використанням сонячної енергії. Максимальне сумарне сонячне випромінювання за день в Україні сягає 8 кВт-год/м^2 влітку і 3 кВт-год/м^2 в сонячний зимовий день. Залежно від регіону, рівень сонячної радіації, в Україні складає 1000-1350 МВт рік [3].

Однак використання сонячної енергії в системах теплопостачання має ряд проблем, які обмежують, звужують її поширення. Сонячна радіація надходить тільки в денні години протягом доби. При цьому протягом дня інтенсивність сонячної радіації суттєво змінюється - від повної відсутності вранці і ввечері до максимума в години, коли Сонце знаходиться в зеніті. Надходження сонячної радіації і залежить від погодних умов - в хмарну дощову погоду її надходження мінімальне. Нерівномірність надходження сонячної радіації також пов'язана з порою року. Для кліматичних умов України ця залежність вельми значуща.

Нарешті надходження сонячної радіації в часі не співпадає з потребою в теплі в системах теплопостачання, особливо для систем гарячого водопостачання. Системи гарячого водопостачання мають графік споживання теплоти протягом доби з двома піками - вранці і ввечері, і двома мінімумами в середині дня та майже повну відсутність споживання вночі. Графік надходження сонячної радіації у співставленні з графіком споживання теплоти системами гарячого теплопостачання для кліматичних умов Києва представлений на рис. 1. Розрахунок інтенсивності сонячної радіації виконано за методикою [4]. На рисунку чітко видно невідповідність споживання та надходження теплоти. Розрахунки показують, що різниця між тою кількістю теплоти, що можна отримати і кількістю теплоти яку необхідно використовувати відрізняється приблизно на 70%.

Таку не синхронованість надходження теплоти та її споживання прийнято називати «стагнацією» роботи геліосистеми. Під час стагнації не використана теплота може привести до швидкого нагрівання теплоносія (води, водного розчину пропіленгліколю) до температури кипіння і генерації парової фази, що в свою чергу може привести до аварійних ситуацій.

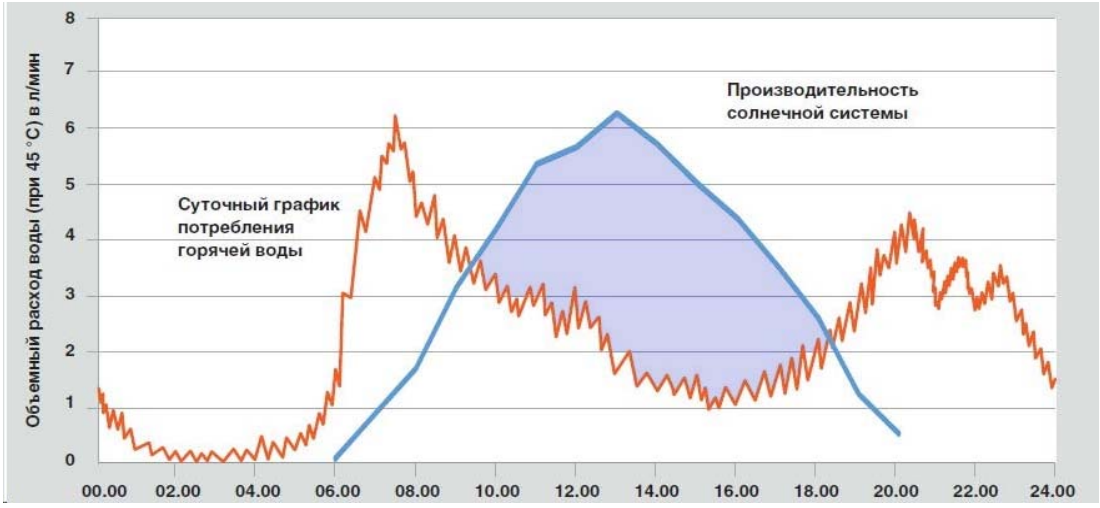


Рис. 1. Графік теплоспоживання та навантаження сонячної системи погодинно для Києва
Споживання гарячої води [7] Інтенсивність сонячної радіації

Якщо тепло не відводиться, то плоский колектор в змозі нагрівати проміжний теплоносій до 140°С. При тих же умовах температура теплоносія у вакуумних колекторах може досяги до 300°С [5]. При таких температурах для традиційних теплоносіїв (вода та водні

розчини пропіленгліколю) геліосистем можливе їх закипання з неконтрольованним і різким зростанням тиску в системі.

Зазвичай ці проблеми вирішуються системними методами - в теплову схему геліосистем вводять акумулятор теплоти та дублер у вигляді електрокотла або теплового насосу чи котла на органічному паливі [6]. Однак використання акумуляторів також зустрічається з проблемою - для запасання теплоти на більш-менш великий період їх необхідно робити великого об'єму через низьку теплоємність теплоносіїв [6].

Взагалі існує декілька методів боротьби зі стагнацією, які вже стали майже стандартними. Це вже описані загальносистемні методи, а також, такі які можна назвати режимними, бо вони включають використання організації спеціальних режимів роботи геосистем. Це такі методи, як «Drain back» та метод використання геосистем з функцію «Старт - стоп» [7]. Ці методи в якійсь мірі передбачають використання теплоти через її акумулювання. Крім того є методи, які направлена виключно на попередження закипання теплоносія. Це використання спеціальних жалюзі та використання системи Thermal Protect [7]. Більш перспективним методом вирішення проблеми неспівпадання в часі приходу сонячної радіації та споживання теплоти в системах гарячого водопостачання є заміна традиційних для геліосистем теплопостачання теплоносіїв (вода та водні розчини пропіленгліколю) на високотемпературні органічні теплоносії - ВОТ [8].

Цей метод має суттєві переваги. Головна перевага це можливість повного використання всієї теплоти від сонячної радіації та її акумулювання

При цьому з'являється можливість значно зменшити площу геліополя та об'єм теплового акумулятора. Крім того фактично зникає небезпека корозійних пошкоджень.

Висновки. Використання високотемпературних органічних теплоносіїв в геліосистемах дає можливість уникнути стагнації за рахунок збільшення відсотку поглинання сонячного випромінювання в середині доби через можливості збільшення акумульованої теплоти завдяки високій температурі скипання теплоносія при малих його тисках. Крім того відкривається можливість зменшення площі геліополя при фіксованому тепловому навантаженні в системі. Фактично виключається можливість аварії через закипання теплоносіїв. Нарешті виключаються ризики корозійного пошкодження першого контуру геліосистем. Подібні геліосистеми мають конкурентні переваги перед системами з традиційними теплоносіями при улаштуванні систем теплопостачання портів і інших об’єктів з обмеженими площами території.

ЛІТЕРАТУРА

1. Альтернативные источники энергии в современном мире/ Електорнний ресурс https://www.helios-house.ru/alternativnaya-energiya.html

2. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії: Навчальний посібник О.І.Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен, О.О. Ситник, А.В. Чернявський, Г.В.Курбака; За заг. ред. О.І. Солов’я. – Черкаси: ЧДТУ, 2007.

3. Карта розповсюдження сонячного випромінювання по Україні [Електронний ресурс] uk.wikipedia.org/wiki/ Сонячна_енергетика_ України

4. Розрахунок установок сонячного гарячого водопостачання. Методичні рекомендації до практичних занять, курсового та дипломного проектування з курсу «Теплопостачання» / Укл. А.А. Худенко, М.Д.Рабінович, Н.А.Швачко – Київ: КНУБА, 1999. – 24 с.

5. Енергоефективність та відновлювальні джерела енергії/ за ред А. Шидловського. – К: Українські енциклопедичні знання, 2007- 560 с.

6. Александров В.Д., Лукьянов А.В. и др. Аккумулирование тепла на основе фазовых переходов в материалах для использования в устройствах формирования комфортного микроклимата/ Збірник наукових праць ДонІЗТ, 2011, №27, С.126-132.

7. Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения. К 10-летию ООО «Виссманн» в Украине. К. «Злато-Граф», 2010 – Язык русский/[Електронний ресурс] /file:///D:/pr_kniga-pro-solnce_06-2010.pdf

8. Heat transfer technique with organic media/ by Obering. Walter Wagner with 2nd Edition 1997 © 1997 by Dr. Ingo Resch GmbH Maria-Eich StrafSe 77, 82166 Graefelfing, Germany.

Heliosystems with high temperature organic heat carriers

Glamazdin PM.[1], Sirokhina EO.[2]
[1-2]KNUBA, Kyiv, Ukraine

Abstract. One of the factors hindering the development of solar heating systems is the effect of their stagnation. Stagnation does not allow the full use of the entire heat flux from solar radiation. In addition, it necessitates an increase in the area of the heliofield and the volume of the heat accumulator. Finally, it determines the possibility of emergencies. One of the most promising methods to avoid stagnation may be the replacement of traditional solar coolants with high-temperature organic coolants.

Keywords: renewable energy sources, heat supply systems, hot water supply, solar systems, high-temperature organic heat carriers (IOP).

УДК 691.3

ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ СИСТЕМИ «ПЕНЕТРОН» ДЛЯ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЄКТІВ

Дармосюк І. Л.[1]
[1]керівник Херсонського філіалу
компанія Пенетрон-Одеса
м. Херсон, Україна
darmosiuk@penetron.com.ua

Анотація. Наведено основні напрямки застосування матеріалів системи «Пенетрон». Надано основні характеристики матеріалів. Обговорюється ефективність застосування матеріалів в різних інфраструктурних проєктах.

Ключові слова: гідроізоляція глибокого проникнення; Пенетрон.

На теперішній час при відновлені та реконструкції багатьох складових інфраструктурних проєктів (гідротехнічні споруди, зерносховища,об’єкти енергетичного комплексу,тощо) використовується група матеріалів системи «Пенетрон» [1…9].

«Пенетрон» – система матеріалів, що застосовуються для гідроізоляції збірних і монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій.

Рис. 1. Матеріали групи «Пенетрон»

В основну лінійку входять шість матеріалів (рис. 1):

1. «Пенетрон» – суха будівельна гідроізоляційна проникаюча суміш, призначена для гідроізоляції бетонних і залізобетонних елементів конструкцій за рахунок підвищення їх водонепроникності шляхом заповнення пір і мікротріщин дендритними кристалічними новоутвореннями і властивості «самолікування» тріщин розкриттям до 0,4 мм.

2. «Пенекрит»– суха будівельна гідроізоляційна поверхнева суміш, призначена для гідроізоляції статичних тріщин, швів, стиків, вводів комунікацій, сполучень і примикань за рахунок високої водонепроникності і відсутності усадки. Володіє підвищеною адгезією до бетону, металу, каменю, пластику та інших матеріалів. Характеризується укладатися і тиксотропністю.

3. «Пенетрон Адмікс» – суха гідроізоляційна добавка в бетонну суміш, призначена для гідроізоляції огороджувальних конструкцій шляхом підвищення і забезпечення водонепроникності бетону на стадії бетонування або виготовлення за рахунок заповнення пір кристалічними новоутвореннями і придбання бетоном властивості «самолікування» тріщин розкриттям до 0,4 мм.

4. «Пенебар» – гідроізоляційний полімерно-бентонітовий гідроактівні розширюється джгут, призначений для гідроізоляції технологічних (робочих) швів бетонування при будівництві будівель і споруд, а також для гідроізоляції місць введення інженерних комунікацій як на етапі будівництва, так і при виконанні ремонтних робіт. При взаємодії з водою гідроізоляційний джгут здатний розбухати до 300%. При наявності води в обмеженому просторі «Пенебар» створює щільний водонепроникний гель, який утворює бар'єр для фільтрації вологи.

5. «Пенеплаг» – суха будівельна гідроізоляційна поверхнева швидкосхоплююча суміш, призначена для миттєвої зупинки течі води за рахунок підвищеної стійкості до розмивання водою, швидкого схоплювання і розширення при подальшому твердінні.

6.«Ватерплаг» – суха будівельна гідроізоляційна поверхнева швидкосхоплююча суміш, призначена для швидкої зупинки течі води за рахунок швидкого схоплювання і розширення при подальшому твердінні.

Крім цього в лінійці представлені ін'єкційні матеріали «ПенеПурФом» і «ПенеСплітСіл», а також система для гідроізоляції деформаційних швів «ПенеПоксі».

До основних характеристик матеріалів слід віднести:

1. Матеріали системи «Пенетрон» застосовуються тільки по вологій поверхні; не потрібно їх попередня сушка, що значно знижує витрати при виконанні робіт.

2.Технологія застосування матеріалів не вимагає складної і тривалої підготовки поверхні.

3.Матеріали прості у використанні, слід лише чітко дотримуватися нструкції по застосуванню.

4. Застосування матеріалів системи «Пенетрон» однаково ефективно як з зовнішньої, так і з внутрішньої сторони конструкції, незалежно від напрямку тиску води.

5. Використання матеріалів «Пенетрон» призводить до значного підвищення марки бетону по водонепроникності і морозостійкості.

6. В разі механічного пошкодження обробленої поверхні придбані високі гідроізоляційні і захисні властивості бетонної конструкції зберігаються.

7. Найбільш ефективний і економічний в порівнянні з іншими видами і способами гідроізоляції.

8. Використання матеріалів дозволяє запобігти корозію арматури в залізобетоні.

9. Оброблений бетон зберігає всі придбані гідроізоляційні властивості навіть при наявності високого радіаційного впливу.

10. Матеріали сертифіковані для використання в системі господарського питного водопостачання.

11. Матеріали не токсичні, не горючі, не вибухонебезпечні.

Показана ефективність використання матеріалів системи «Пенетрон» в різних інфраструктурних проєктах: реконструкція мостів, житлових будинків, тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. ВСН 104-93. Нормы по проектированию и устройству гидроизоляции тоннелей метрополитенов, сооружаемых открытым способом. М., Корпорация Трансстрой, 1993.

2. Гармаш А.И., Галинський А.М., Баглай А.П. Гидроизоляция зданий и сооружений. К. НДИБВ. 2012

3. Гармаш А.И. Система многоступенчатой гидроизоляции подземных частей зданий. Новые технологии в строительстве. 2012. №2

4. Майкл Т. Кубал. Справочник строителя. Гидроизоляция зданий и сооружений. Техносфера. М. 2012

5. Подземная гидроизоляция монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций и эксплуатируемых кровель с применением материалов системы Пенетрон. ОАО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ». М. 2008

6. Покровский В.М. Гидроизоляционные работы. Справочник строителя. М. Стройиздат, 1985

7. Попченко С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. Л, Стройиздат, 1981.

8. Шилин А.А. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений. Технология строительства. 2001. №1, 2, 3, 4, 5

9. СН 301-65. Указания по проектированию гидроизоляции.

Waterproofing materials of the «penetron» system for infrastructure projects

Darmosiuk Ihor[1]

[1]Kherson branch «Penetron-Odessa» company

Abstract. The main directions of application of materials Penetron system are given. The main characteristics of the materials are given. The efficiency of materials use in various infrastructure projects is discussed.

Key words: deep penetration waterproofing; Penetron

УДК 621.314.26

БЕРЕГОВІ ЗАРЯДНІ СИСТЕМИ ДЛЯ АКУМУЛЯТОРНИХ СУДЕН

Жук О. К.[1], Дзисюк Я. В.[2], Слабодчиков А. А.[3]

[1]кандидат технічних наук, професор кафедри програмованої електроніки, електротехніки та телекомунікацій,
akzhuk2@gmail.com
[2]аспірантка кафедри програмованої електроніки, електротехніки та телекомунікацій,
yana_dz@ukr.net
[3]аспірант кафедри програмованої електроніки, електротехніки та телекомунікацій
andrey0636477508@gmail.com
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Розглянуто структури зарядних систем великої потужності для акумуляторних суден з використанням новітніх технологій і компонентів: бездротової індуктивної передачі енергії, удосконалених комутаційних елементів (з'єднувачів), 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 та можливостей портової електричної мережі. Надано загальний огляд вимог до системи управління береговою зарядкою.

Ключові слова: акумуляторні судна з електричними та гібридними пропульсивними енергоустановками, силові напівпровідникові перетворювачі, індуктивні системи зарядки, інтерфейс берег-судно, контроль та управління зарядних систем.

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 [7,8]. Міжнародна морська організація (IMO) рекомендує розвивати портову інфраструктуру зарядки, зокрема з використанням відновлювальних джерел енергії [9]. Показники існуючих акумуляторних суден (Таблиця 1) свідчать, що відповідні берегові системи повинні забезпечувати два основних режими: довготривалої (до 8 год.) нічної зарядки та швидкої, короткочасної (4-25 хв.) зарядки – для під час стикування.

Таблиця 1. Показники деяких плагінних суден

Назва	Тип судна	Перший рейс	Режим зарядки	Ємність батарей	Потужність зарядної системи
MF «Ampere»	Повністю електричний пором	2015 р.	10 хв. і нічний	1,04 МВт.год	1,2 МВт. при струм зар. 1250-1650 А
MF«Folgefonn»	Гібридний пором	2015 р.	Від 4 хв До 20-25 хв	1,0 МВт.год	1,0 МВт
MF «Ticho Brahe»	Гібридний пором	2017 р.	Від 5 хв.30с. До 9 хв.	4,16МВт.год	10,5 МВт при напр. 10кВ
MS «Color Hybrid»	Гібридне круїзне	2019 р.	25 хв. і нічний	5,0 МВт.год	7,0 МВт
MF «Ellen»	Повністю електричний пором	2019 р.	20 хв. і нічний	4,3 МВт.год	4 МВт при напр. 1000В

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) складається 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. Сучасні технології зарядки використовують дротову і бездротову (індуктивну) передачу енергії берег-судно, а також механізми заміни суднової акумуляторної батареї.

Системи дротової зарядки поділяються на два типи: змінного струму (АС) і постійного струму (DC) [1]. На рисунку 1,а показана БЗС, що підключається до гібридної СЕЕС з єдиною шиною постійного струму і одержує живлення від берегової мережі змінного струму.

Крім 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 Т12 забезпечує необхідну знижену напругу на береговій шині та гальванічну ізоляцію останньої від мережі. DC/DC перетворювач С12, який безпосередньо підключений до бортової батареї В11, 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.

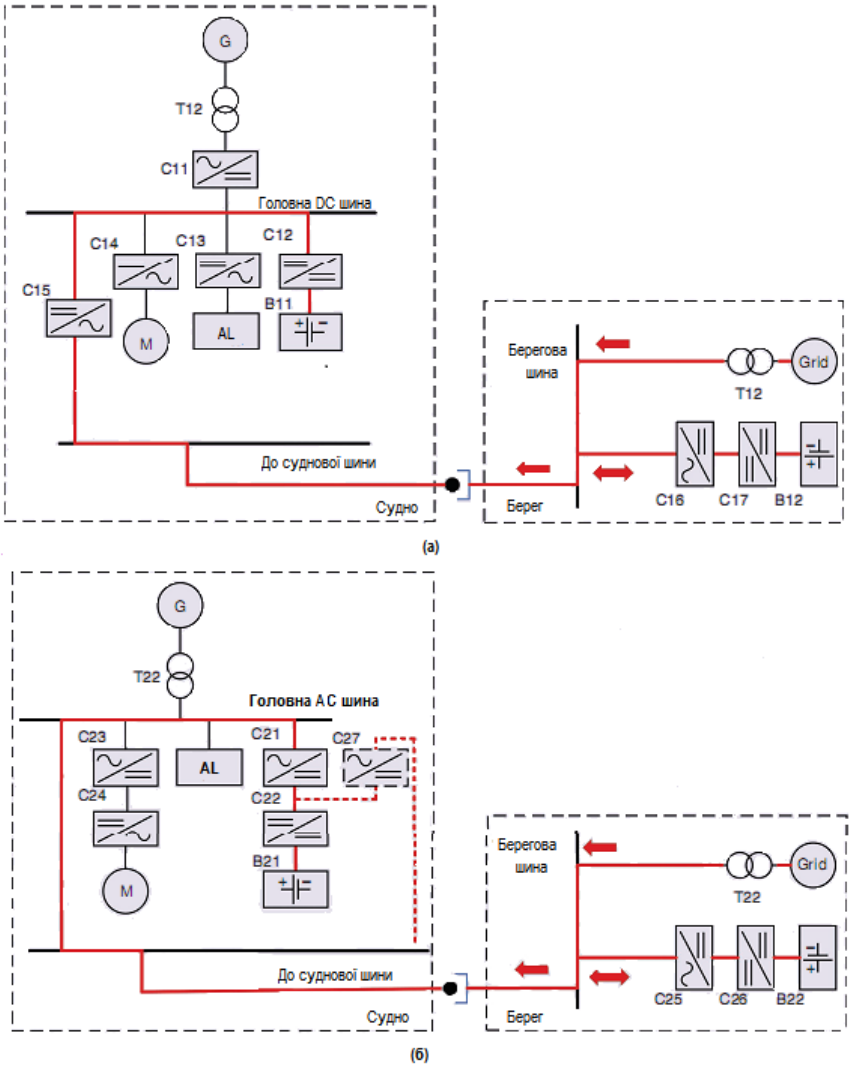


Рис. 1. Берегові зарядні системи змінного струму :
(а) для CEEC постійного струму ; (б) для CEEC змінного струму. AL – допоміжне навантаження;
G – генератор; M – гребний двигун, Grid – берегова мережа

На рисунку 1,б , також показана БЗС з живленням від берегової мережі змінного струму, але, на відміну від рисунку 1,а, вона приєднана до CEEC 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 C21 може бути використаний додатковий активний або пасивний випрямляч C27, підключення якого виділено пунктиром. В трасу підключення C27 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 (50Гц) трансформатора, а також мінімізація етапів перетворення параметрів електроенергії на борту – важливі напрями підвищення ефективності електрифікованого морського транспорту з нульовими викидами.

На рисунку 2,а зображено поєднання БЗС та гібридної СЕЕС постійного струму. Очевидно, що таке рішення має переваги у порівнянні зі схемою БЗС змінного струму , оскільки воно дозволяє зменшити кількість і вагу бортових перетворювачів. Наприклад, бортовий перетворювач С15 на рисунку 1,а замінюється береговим перетворювачем С35 на рисунку 2,а.

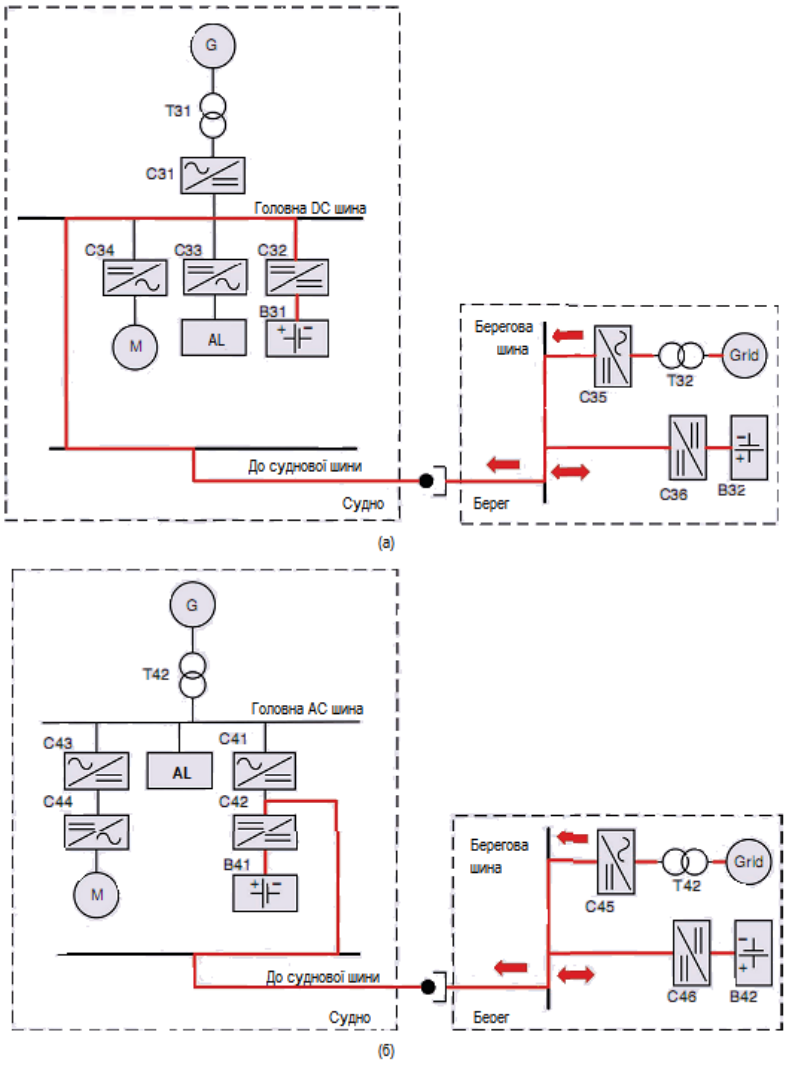


Рис. 2. Берегові зарядні системи постійного струму :
(а) для СЕЕС постійного струму; (б) для СЕЕС змінного струму

Крім того, в системі постійного струму DC/DC перетворювач суднового зарядного пристрою С32 можна взагалі вилучити, тоді судновий акумулятор безпосередньо підключається

до шини постійного струму через штекер , а береговий AC/DC перетворювач C35 використовується для управління зарядкою.

На рисунку 2,б розглянуто живлення гібридної СЕЕС змінного струму від БЗС постійного струму. Суднова DC шина підключена до входу DC/DC перетворювача C42, тому траєкторія зарядки така ж , як на рисунку 2, а.

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 3.

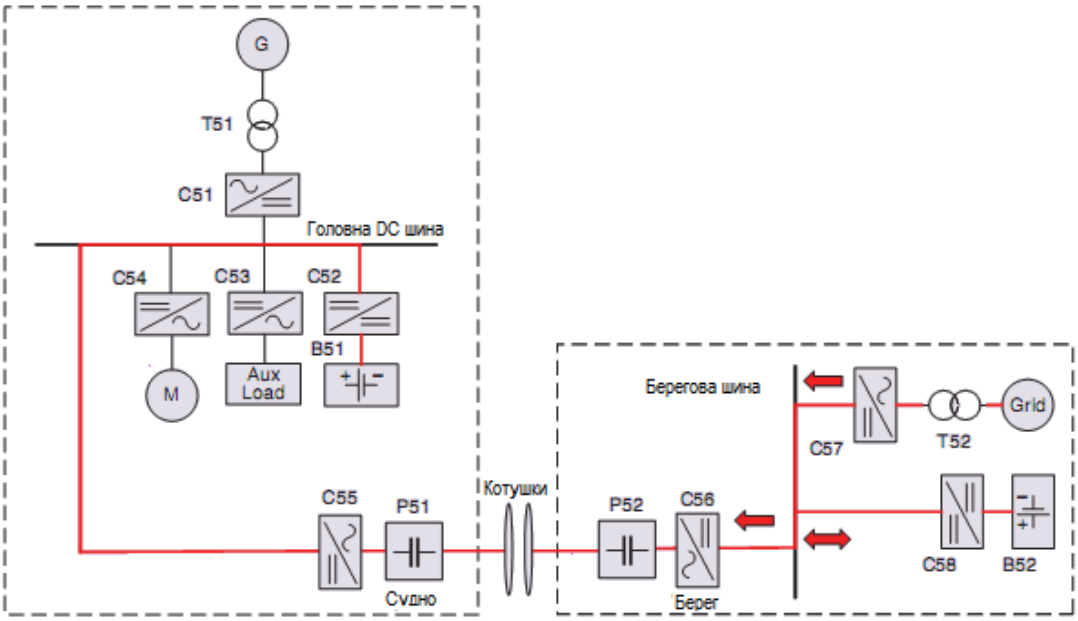


Рис. 3. Індуктивна зарядна система берег-судно для СЕЕС постійного струму

Котушки передавального і приймального контурів діють як трансформатор з низькою взаємною індуктивністю. Ємнісні елементи (P51 і P56) використовуються для компенсації реактивної потужності, споживаної котушками. Перетворювач C56 (дворівневий інвертор напруги) генерує високочастотну (кілька кілогерц) прямокутно-хвильову напругу для живлення передавальної котушки. Високочастотна вихідна напруга приймальної котушки випрямляється діодним перетворювачем C55 і надходить на вхід зарядного пристрою (C52). 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 обсягу та ваги котушок, тоді як проблеми із тепловими втратами обмежують можливості збільшення робочої частоти.

Заміна батареї. Розряджені бортові батареї під час стоянки судна замінюються повністю зарядженими. Переваги методу – зменшений вплив наземних зарядних станцій на берегову електромережу, оскільки батареї заряджаються в тривалому, не піковому нічному режимі дешевшою електроенергією, яка може використовувати також і відновлювальні джерела. Однак, зазначені переваги повинні оцінюватись з урахуванням додаткових капітальних витрат на запасні

акумуляторні батареї, потужне вантажопідйомне та робототехнічне обладнання для здійснення обміну акумуляторних блоків.

Інтерфейс берег-судно складається з елементів, що забезпечують електричне з'єднання між береговими та бортовими енергосистемами: дротовий зв'язок (гнучкі кабелі, штекери та розетки), бездротовий індуктивний зв'язок (передавальна та приймальна котушки), механічні конструкції (роботизовані важелі, пантографи, вежі). Ручне підключення і відключення зарядних кабелів через штепсельні стикувальні вузли, наприклад на MS «Severin Synnevåg» [1], де вони передають зарядну потужність 1,2 МВт, займає декілька хвилин. Використання типового автоматизованого роз'єму берег-судно NG3 PLUG дозволяє покращити умови безпеки та збільшити доступний час зарядки. Зазначена система використовується на MS «Color Hybrid» при потужності нічної зарядки 2,5 МВт і короткочасної денної зарядки 6,5 МВт [1]. На двох сестринських поромах MS «Aurora» та MF «Tycho Brahe» система автоматичного підключення ABB IRB7600 має робот-маніпулятор, розміщений на причалі і оснащений 3D лазерним пристроєм розпізнавання бортових штепселів і механічного з'єднання [1]. На зазначених суднах використовується також автоматизована баштова плагін-система (APS) компанії Cavotec, яка забезпечує процес заряджання через 1 хв. після причалювання за допомогою вакуумного пристрою [6]. Пристрій Mobimar Nectors з роз'ємами для систем постійного та змінного струму в районі носової секції також забезпечує автоматичну зарядку MF «Ellen» потужністю 4 МВт постійного струму[4].

Береговий контактний пристрій Stemmann-Technik FerryCHARGER для заряджання акумуляторних суден використовує пантограф, що рухається всередині башти на 15 футів по вертикалі і на 1,3 фута по горизонталі [5]. Стикувальний вузол з пантографом має переваги у порівнянні з штепсельним, оскільки забезпечує більш швидке підключення (через 10с) і допускає більше зміщення судна відносно причалу. Система Zinus Port Power P850 пропонує автоматичне контактне з'єднання берег-судно при зарядці струмом 4500 А, має 10-метровий регулятор припливної різниці та автоматично втягує зарядні кабелі в сухе приміщення.

Існують два приклади успішної реалізації перспективних безконтактних систем індуктивної зарядки. В системі Wärtsilä для MF Folgefonn для наближення берегової котушки передавача до приймальної котушки на судні використовується роботизована рука-маніпулятор, яка компенсує вертикальне зміщення котушок внаслідок припливів і відпливів та вантажно-розвантажувальних операцій. Дана система передає 1 МВт потужності при зміні відстані між котушками в межах 15-50 см.

Управління береговою зарядкою. Можна виділити два рівні управління: 1) низького рівня, що охоплює керування напівпровідниковими перетворювачами у складі зарядних пристроїв в залежності від режиму роботи; 2) високого рівня, на якому здійснюється загальносистемне керування енергією , визначаються задані значення потужності, струму та напруги для забезпечення стабільної і енергоефективної роботи системи у процесі зарядки. Другий, інтелектуальний рівень видає команди управління на основі врахування розкладу акумуляторних суден, режиму навантаження місцевої берегової мережі та оцінки стану зарядки (SoC) бортових та берегових акумуляторів.

Функціональна блок-схема керування перетворювачами комплексу: берегова зарядна система постійного струму – гібридна СЕЕС постійного струму показана на рисунку 4. Перетворювач С35 відповідає за контроль напруги постійного струму на береговій шині і також може забезпечити регулювання напруги на боці змінного струму або регулювання реактивної потужності з урахуванням питань якості електроенергії для берегової мережі. Зазвичай, С35 є дворівневим перетворювачем джерела напруги, який працює як автономний інвертор напруги або як активний випрямляч. Система керування С35 містить блок синхронізації з береговою мережею, контролер струму (зазвичай PI- контролер), широтно-імпульсний модулятор (ШІМ-блок) PWM, який генерує сигнали для силових ключів С35 , а також контролери зовнішнього контуру, що визначають активну Id та реактивну Iq складові струму. Берегова батарея В32,

підключена до берегової шини через оборотний DC/DC перетворювач постійного струму C36, який забезпечує два режими: 1) зарядку B32 від берегової мережі та 2) розрядку B32 при заряджанні суднової батареї B31. Для літій-іонних акумуляторів процес зарядки зазвичай починається з постійного струму незмінного рівня, при зростанні напруги батареї до деякого заданого значення, після чого зарядка продовжується при постійній напрузі та спадному струмі. Контролер керування перетворювачем C36 складається з регулятора потужності , внутрішнього контуру управління струмом, а також ШІМ-блоку PWM. Керування аналогічним бортовим оборотним DC/DC перетворювачем C32 здійснюється за подібним принципом.

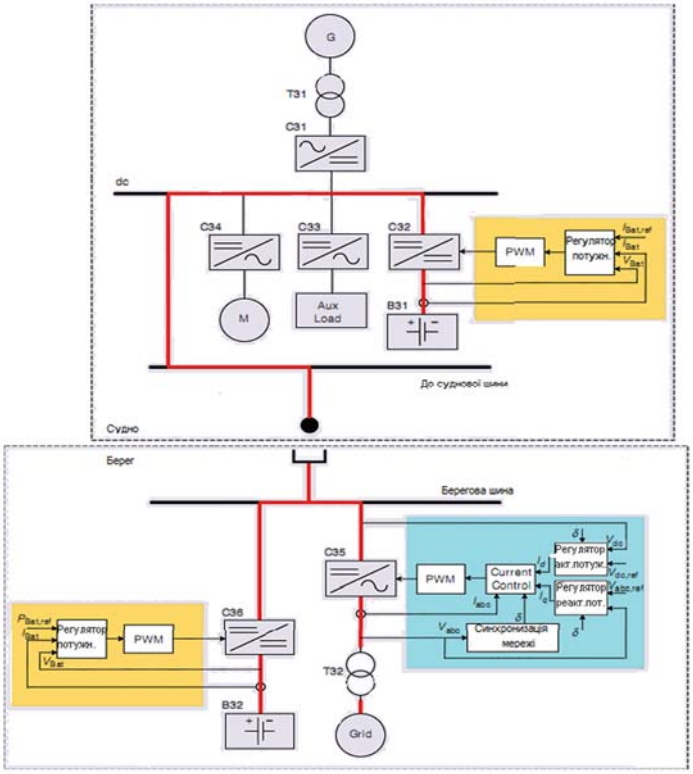


Рис. 4. Функціональна блок-схема керування перетворювачами комплексу: берегова зарядна система постійного струму – гібридна СЕЕС постійного струму

Приклад блок-схеми управління високого рівня показаний на рисунку 5. 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.

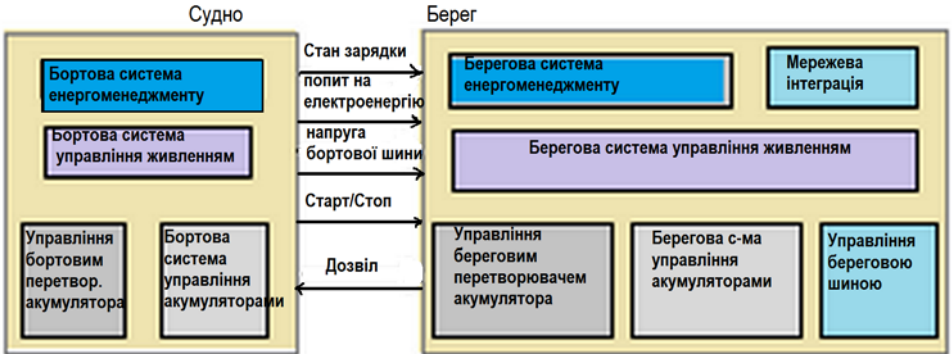


Рис. 5. Структура управління високого рівня зарядним комплексом берег-судно

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 живлення.

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. G. Guidi, J. A. Suul, F. Jenset, and I. Sorfonn, “Wireless charging for ships: High-power inductive charging for battery electric and plug-in hybrid vessels,” IEEE Electrific. Mag., vol. 5, no. 3, pp. 22–32, 2017. doi: 10.1109/MELE.2017.2718829.

3. R. Bosshard and J. W. Kolar, “Inductive power transfer for electric vehicle charging: Technical challenges and tradeoffs,” IEEE Power Electron. Mag., vol. 3, no. 3, pp. 22–30, Sept. 2016. doi: 10.1109/MPEL.2016.2583839.

4. “Wireless charging,” Wartsila, Helsinki, Finland. Accessed on: Jan. 27, 2020. [Online]. Available: https://www.wartsila.com/marine/build/power systems/shore-connections/ wireless-charging

5. “FerryCHARGER for electric ferries,” Stemmann-Technik, Schüttorf, Germany. Accessed on: Jan. 27, 2020. [Online]. Avail-able: http://www.stemmann.com/en/products/charging _systems/ferrycharger

6. “E-CHARGING,” Cavotec, Lugano, Switzerland. Accessed on: Jan. 27, 2020. [Online]. Available: http://www.cavotec.com/en/your-applications/ports-maritime/e-charging.

7. M. S. Eide, “Charting a course for green coastal shipping,” DNV GL, Oslo, Norway, 2016. doi: 10.13140/RG.2.2.32516. 94088.

8. “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

9. T. W. P. Smith et al., Third IMO GHG Study 2014. London: International Maritime Organization (IMO), 2014.

Coastal charging systems for battery vessels

Zhuk O. K.[1], Dzysiuk Ya. V.[2], Slabodchikov A. A.[3]

[1-3]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine.

Abstract. The structures of high-power charging systems for battery ships using the latest technologies and components are considered: wireless inductive power transmission, advanced switching elements (connectors), marine power electronics, shore storage, charging process optimization. A comparative analysis of possible topological solutions of charging systems is performed, based on the condition of achieving the highest energy efficiency, taking into account the type of ship power system (SPS), available charging time and capabilities of the port electricity network. An overview of the requirements for the coastal charging control system is given.

Keywords: rechargeable vessels with electric and hybrid propulsion power plants, power semiconductor converters, inductive charging systems, shore-to-ship interface, control and management of charging systems.

УДК 681.128

ВИБІР МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ РІДКИХ/ТВЕРДИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ ЗЕМСНАРЯДІВ

Жуков Ю.Д.[1], Зівенко О.В.[2]

[1]доктор технічних наук, професор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

yuriy.zhukov@nuos.edu.ua

[2]кандидат технічних наук, доцент Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

oleksii.zivenko@nuos.edu.ua

Анотація. Наведено огляд методів контролю кількості вантажу підводного земснаряду. Надані рекомендації та аргументи щодо вибору засобів вимірювання. В якості основних засобів вимірювання обрано ультразвукові сенсори, комплексовані із датчиками тиску та сигналізаторами рівня.

Ключові слова: суміш води і донного ґрунту, вимірювання рівня рідини, інтерфейс поділу середовищ, підводний дреджер, управління баластом.

Рівень рідин та сипких середовищ є одним з найчастіше вимірюваних у промислових процесах параметром (частіше вимірюється тільки температура, тиск, витрата). Незалежно від типів матеріалів, що контролюються (паливо, нафта чи стічні води, будь-яка інша рідка або сипка речовини) точність вимірювання та надійність роботи є визначними факторами для підбору потрібного методу вимірювання та для забезпечення потрібного рівня безпеки. Різноманіття методів та засобів вимірювання рівня зумовлено різноманіттям вимірювальних задач (див. наприклад [1-3]). Вибір «найбільш ефективного» методу для конкретного застосування може виявитися доволі складним. Більшість методів вимірювання рівня орієнтовані на контроль положення лінії поділу середовищ повітря(газ)-рідина, рідина-рідина (у випадку незмішуваних середовищ), або повітря-сипка речовина. Найбільш складним з технічної точки зору є вимірювання рівнів спінених/киплячих речовин, меж поділу рідких та сипких середовищ, між якими межа поділу є нечіткою. Характеристики шарів суміші води і річкового або морського донного ґрунту можуть змінювати свої характеристики у широкому діапазоні. На практиці такі задачі виникають під час обслуговування річкових або морських судноплавних каналів, добування твердої породи [4], очищення води/піску, контролю відстійників шламу, тощо. Робота присвячена вирішенню задачі контролю кількості суміші у вантажних танках автономної драги. Інформація про наповнення вантажем танків разом із інформацією про баласт використовується для управління плавучістю [5] і механізмами земснаряду (у тому числі підводного [6]).

В якості датчиків рівня баластної системи рекомендовано використовувати гідростатичні або хвильовідні радарні рівнеміри безперервного вимірювання [7]. Сенсори таких типів мають достатню точність для виконання поставлених завдань, а надійність рішень перевірена роками практичного досвіду використання, наприклад у складі комп'ютеризованих систем управління баластною системою дока КСУ БСД «САДКО ДОК» [8]. При цьому зазначене обладнання нечутливе до рівня забруднення баластної води. Механічні домішки, невеликі рівні налипання бруду практично не впливають на результати вимірювання рівня баласту.

Щодо рівня вантажу, який за своєю сутністю є «забрудненою сумішшю» – то для оцінки кількості необхідно врахувати наступне. По-перше – слід чітко уяснити завдання вимірювання. Для контролю та управління вантажними операціями драги важливо знати масу вантажу, його розподіл по окремих танках. Результатом вимірювання повинна бути саме маса відібраного ґрунту, оскільки саме від розподілу вантажу залежать характеристики керованості драги і подальше керування розподілом баласту. Тобто кращим вибором буде використання датчиків навантаження (тензодатчиків) для визначення фактичної маси вантажу у танках. Проте, конструкція танків/судна може унеможливлювати їх використання. Тому додатково із вимірюванням рівня виконується вимірювання або розрахунок густини вантажу для подальшого розрахунку маси. Такі непрямі вимірювання додатково вносять похибку у визначення маси. Для визначення прийнятності такого підходу потрібно визначити необхідну точність вимірювання маси у кожному окремому танку та дозволену величину невизначеності загальної маси ґрунту. У випадку нерівномірного заповнення танків рівень вантажу повинен контролюватися для управління засувками. По-друге, у випадку вимірювання рівня твердої породи – метод вимірювання рівня повинен бути безконтактним (або мати мінімальний контакт із речовиною) та бажано неінвазійним для виключення механічного впливу на працездатність пристроїв. По-третє, як було зазначено вище, окремою вимогою до сенсорів є необхідність у забезпеченні потрібного рівня точності вимірювання/сигналізації рівня. Згадані фактори зумовлюють відмову від більшості з розповсюджених методів вимірювання рівня, та вибору в якості базових методів вимірювання рівня твердих речовин під шаром рідини кількох варіантів. Перший, найбільш надійний, проте з найбільш складним обслуговуванням – радіоізотопний метод вимірювання, дозволяє неінвазійно безперервно контролювати рівень вантажу. Як недолік можна назвати

високу вартість як приладу, так і обслуговування в цілому, комплексну складність використання такого методу (необхідність спеціальних конструкцій, персоналу тощо). Другим, найбільш простим методом контролю рівня є використання комплексу сигналізаторів рівня, розташованих безпосередньо у танках. При цьому в якості надійних сигналізаторів рівня для такого завдання можуть використовуватися як вібраційні (fork), так і ємнісні [3]. Окремого розгляду потребує дослідження можливості контролю густини шару вантажу за допомогою вібраційних сигналізаторів. Проте, недоліком цього методу є по-перше – саме детектування досягнутого рівня (point measurement); по-друге, використання декількох приладів, що розташовані по висоті резервуару. Найбільш перспективним з точки зору авторів є використання ультразвукової системи. Системи можуть використовувати випромінювачі, що закріплюються зі зворотної сторони металевого танку та здатні випромінювати та приймати акустичні хвилі крізь його стінки. Для надійного вимірювання обладнання у танку може дублюватися або для підвищення точності та надійності вимірювання дані різних сенсорів можуть комплексуватися – див. рис. 1.

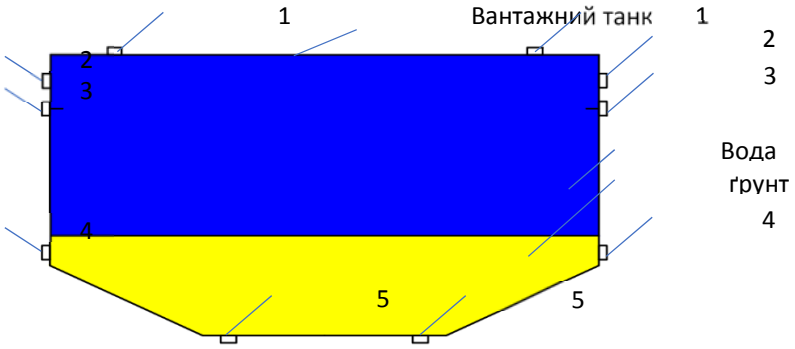


Рис. 1. Розташування датчиків для контролю вантажного танку

Сенсори, що монтуються у верхній частині танку 1 призначені для вимірювання відстані від криші танку – до межі поділу середовища рідина-тверде тіло. Сенсори 2 призначені для вимірювання швидкості розповсюдження акустичних хвиль у воді (та/або густини суміші). Для запобігання переповненню танку додатково використовуються контактні сигналізатори верхнього рівня вібраційного типу 3. Для вимірювання швидкості розповсюдження акустичних хвиль у вантажі (ґрунту) використовуються сенсори 4. Для вимірювання відстані від дна танку до межі поділу середовищ ґрунт/вода використовуються сенсори 5, що розташовані на дні танку. Дослідженню підлягає вивчення розповсюдження та згасання ультразвукових хвиль при зондуванні сенсорами 5 крізь ґрунт різної густини, пористості та вмісту води.

Додатковим рішенням щодо контролю завантаження танку по масі може бути використання датчиків тиску для вимірювання тиску стовпа рідини та водно-піщаної суміші. Додаткове комплексування інформації про тиск у баластних відсіках, глибину занурення дозволить визначити масу прийнятого вантажу та використати цю інформацію для управління.

ЛІТЕРАТУРА

1. The Engineer’s Guide to Level Measurement, 2021 edition. Emerson Process Management, 2021. 251 pages.

2. *Zivenko O.* 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.

3. Level measurement guide. Embrace the proven, welcome the new. Complete level solutions from your trusted partner. Published by Siemens AG 2020, 31 pages.

4. *Tily, P J* (2000) Selection guide for level measurement of slurries. Aspen Technology’s Process Manual: Slurry Handling Volume 7 Part 7.

5. A. Topalov, G. Kondratenko, O. Gerasin, O. Kozlov, O. Zivenko 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.

6. Hijdra, R.M.J.; Harst, S.V.D. Design of an Autonomous Underwater Maintenance Dredger: A teaser to the maritime industry. J. Phys. Conf. Ser. 2019, 1357, 012001.

7. Рівнеміри для рідин MIRA+. AMICO Digital. Visited 28.08.2021. Available at https://digitalamico.com/level-sensor/.

8. САДКО-Док. Компьютерная система управления и контроля балластной системой дока. ГК АМИКО, 2013, [URL] Visited 28.08.2021. Available at http://amico.ua/sadco_dock.php.

Selection of measurement technique and hardware for measurement of liquids/solids quantities on dredgers

Zhukov Yu.D.[1], Zivenko O.V.[2]

[1-2]Marine Instrumentation Dept., Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. A review of cargo quantity measurement techniques for underwater dredger is given. Criteria and recommendations for selection of measuring instruments are given. Ultrasonic sensors complexed with pressure sensors and level indicators selected as main measurement instruments.

Keywords: liquid-solid level measurement, separation interface, underwater dredger, ballast control.

УДК 656.025

К РАСЧЕТУ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СУДНА НА НЕУСТАНОВИВШЕЙСЯ ЦИРКУЛЯЦИИ

Казарезов А. Я.[1]

[1]д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой морской логистики Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев, Украина

В работе предлагается подход к использованию линеаризованного метода расчета, позволяющий получить необходимую точность в построении траектории судна на эволюционном этапе циркуляции.

Методика расчета параметров движения судна на неустановившейся циркуляции по линеаризованным уравнениям изложена в [1, с. 325; 2, с. 96; 3 с. 564]. Методика расчета траектории движения судна на неустановившейся циркуляции с учетом нелинейности гидродинамических характеристик по сравнению с линеаризованной методикой не лишена ряда недостатков, некоторые из которых существенно затрудняют использование методики. Сравнение методик расчета движения судна на неустановившейся циркуляции между собою приведено в [4, с. 356].

Авторы методик однозначно указывают на точность нелинейной методики и неприменимость линеаризованной методики для практических расчетов. В качестве основного довода правоты этого утверждения приводится рисунок траектории движения судна на эволюционном этапе циркуляции [1, с. 347, рис. 63]. Траектории движения судна, представленные на рис. 63 [1, с. 347], действительно в значительной мере разнятся между собою. Однако вывод авторов справочника не так и однозначен.

Рассмотрим особенности построения каждой из траекторий. Траектория движения судна на эволюции, рассчитанная по линеаризованной методике, приведена в [1, с. 338, табл. 5]. Безразмерное время эволюционного периода составляет 16 единиц. Траектория построена только для эволюционного периода циркуляции судна. Траектория, рассчитанная по нелинейной методике, построена по данным [1, с. 347, табл. 8]. Безразмерное время эволюционного периода составляет 6 единиц. Остальная часть траектории, начиная со времени в 6 единиц и до 16 единиц, построена по формулам для движения судна на установившейся циркуляции, что следует из рассмотрения табл. 8 [1, с. 347]. Траектория построена для двух периодов циркуляции – эволюционного и периода движения судна на установившейся циркуляции. В описании к рис. 63 [1, с. 347] декларируется сопоставление траекторий только для эволюционного периода движения судна, что не соответствует действительности.

Отбросим ту часть траектории, рассчитанной по нелинейной методике, которая соответствует установившемуся движению судна. В этом случае соотношение траекторий, приведенных на рис. 1, выглядит принципиально иначе, чем на рис. 63 [1, с. 347].

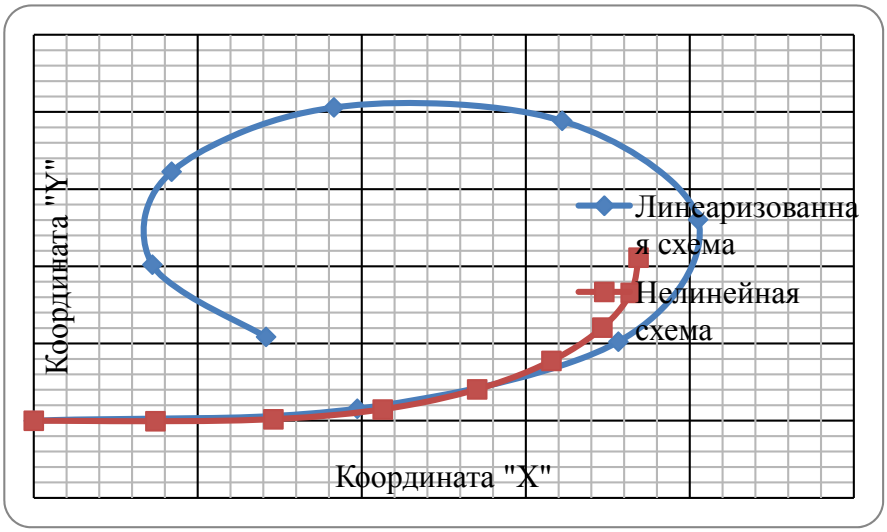


Рис. 1. Траектории движения судна в эволюционном периоде

Принимая во внимание, что траектории построены в одинаковых условиях для одного судна на этапе эволюции, различная длительность этапа во времени вызывает сомнение в корректности подхода при сравнении методик.

Время движения судна на эволюционном этапе циркуляции не зависит от принятой методики расчета и является элементом объективной реальности. Павленко Г.Е. объясняет выбор времени на эволюции следующим образом: «Путем детальной обработки многочисленных записей движения судов и моделей на эволюции нами был установлен характер изменения скоростей движения с момента начала перекладки руля и до установления постоянной циркуляции…. До полного установления циркуляции проходит время, необходимое для того, чтобы судно … прошло путь, равный шести собственным длинам» [5, с. 160], что и соответствует 6 единицам безразмерного времени продолжительности этапа эволюции.

К.К. Федяевским в [6, с. 313, рис. 181; с. 324, рис. 186] приведены результаты расчета траектории судна на эволюции. Из графика на рис. 186 [6, с. 324] следует, что угол дрейфа и угловая скорость достигают установившихся значений по прохождении пути равному трем длинам судна, а безразмерная скорость хода достигает установившегося значения по прохождении пяти длин судна, что соответствует 5 единицам безразмерного времени процесса.

Результат численного эксперимента с линеаризованной схемой расчета траектории движения судна на эволюционном этапе циркуляции для относительного времени процесса равного 6 единицам приведен на рис. 2.

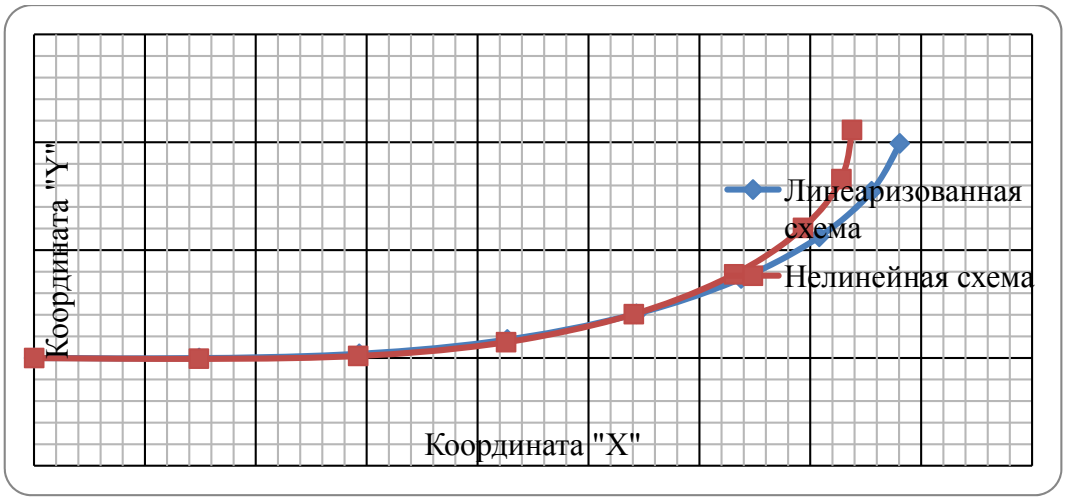


Рис. 2. Траектории движения судна в эволюционном периоде

Совпадение траекторий движения судна, приведенных на рис. 2, позволяет для данного конкретного случая опровергнуть утверждение о неприменимости линеаризованной схемы расчета для построения траектории на эволюции. Наибольшее расхождение в координатах траекторий наблюдается в момент окончания эволюционного этапа движения судна. Максимальный выбег разнится на 0,22 единицы, а максимальное боковое смещение – на 0,1 единицы, что не превышает 6 %. Совпадение траекторий движения судна следует признать приемлемым. Однако следует заметить одно качественное отличие – при расчете по линеаризованной схеме отсутствует обратное смещение центра тяжести судна (точка 1). Максимальная ошибка в координатах положения центра тяжести судна в 22 м может оказаться достаточно значимой, однако характер нарастания погрешности в координатах центра тяжести плавный, что позволяет прогнозировать величину ошибки. Тем более что расчет по линеаризованной схеме всегда дает ошибку в координатах в сторону отставания от расчета по нелинейной схеме [1, с. 323, 347; 3, с. 561, 592].

Следовательно, для инженерных расчетов траектории движения судна на эволюции допустимо применение линеаризованной схемы. При этом время эволюционного процесса для линеаризованной схемы следует принимать равным, как и для нелинейной схемы, 6-и безразмерным единицам.

После определенной коррекции линеаризованной схемы совпадение траекторий является значительно лучшим, чем в предыдущем случае. Наибольшее относительное расхождение в координатах траекторий наблюдается в середине (точки 3 и 4) и в конце (точка 8) эволюционного этапа движения судна. Расхождения координат траекторий, рассчитанных по нелинейной и модифицированной линеаризованной схемам, не превышают 3 %, что является приемлемым для инженерных расчетов. Наибольшее абсолютное расхождение в координатах траекторий наблюдается в момент окончания эволюционного этапа движения судна. Максимальный выбег разнится на 3,5 м, а максимальное боковое смещение – на 0,38 м, что составляет около 3,5 %. Совпадение траекторий движения судна следует признать достаточным для любых задач расчета маневрирования судна.

Анализ результатов расчета, приведенных на рис. 2, показывает, что линеаризованная схема расчета и ее модификация могут быть использованы для построения траектории движения судна на эволюции.

Выводы

1. Линеаризованная схема расчета может быть использована для построения траектории движения судна на эволюции. Время эволюционного процесса следует принимать равным 6-и относительным единицам.

2. При слабых маневрах судна траектории движения, рассчитанные по нелинейной и линеаризованным схемам, практически совпадают. При сильных маневрах судна наблюдается расхождение в траекториях, рассчитанные по нелинейной и линеаризованной схемам.

3. Для модернизированной линеаризованной и нелинейной схем расчета наибольшее расхождение в координатах траекторий не превышают 3 %, что является приемлемым для практических расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля. Судовые движители и управляемость. Л. : Судостроение, 1973.

2. Войткунский Я.И. (Ред.). Справочник по теории корабля : В трех томах. (Т. 3) Управляемость водоизмещающих судов. Гидродинамика судов с динамическими принципами поддержания. Л. : Судостроение, 1985.

3. Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля. Ходкость и управляемость. Л. : Государственное союзное издательство судостроительной промышленности, 1960.

4. Казарезов А.Я., Донченко М.В. Расчет траектории движения судна на неустановившейся циркуляции : Матеріали X Міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». У 2 томах. Т. 2. Миколаїв : НУК, 2019. 448 с.

5. Павленко Г.Е. Проблемы статики корабля. М., Л. : Морской транспорт, 1949.

6. Федяевский К.К. Управляемость корабля. Л. : Государственное союзное издательство судостроительной промышленности, 1963.

УДК 621.43.016

ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК З УРАХУВАННЯМ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ

Кузнецов В.В.[1]

[1]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. Запропонований інтегральний показник для оцінки комплексної ефективності енергетичної установки, який враховує коефіцієнт корисної дії, екологічності, ресурсу та компактності. Виконаний розрахунок для суднової енергетичної установки з головним двигуном 12S90ME-C9.2 та утилізацією теплоти відпрацьованих газів. Отримані значення показали залежність ефективності і компактності енергетичної установки в залежності від ступеня інтенсифікації тепловіддачі в утилізаційному котлі.

Ключові слова: інтегральний показник, комплексна оцінка, теплообмінний апарат, утилізація, інтенсифікація.

Світова обмеженість паливно-енергетичних ресурсів та посилення екологічних вимог до роботи суднових енергетичних установок викликає необхідність підвищення ефективності перенесення теплоти в їх елементах. Це підвищення впливає на зміну загальних показників установки: коефіцієнта корисної дії установки η_{ey} [1]; екологічності, яка в свою чергу характеризується зменшенням рівня теплових викидів θ та шкідливих викидів [2]; ресурсу $T_{та}$; компактності, яка характеризується показниками геометричної компактності $K_{геом}$ та безрозмірними масовим $\overline{m}$ та об'ємним $\overline{v}$ показниками [3].

Для сумісного аналізу впливу зазначених показників запропоновано інтегральний коефіцієнт ефективності у вигляді

$$\overline{IKE} = \frac{\eta_{\text{ey}}^{n_1} \cdot T_{\text{та}}^{n_2} \cdot \overline{K}_{\text{геом}}^{n_3}}{\theta^{n_4} \cdot \overline{m}^{n_5} \cdot \overline{v}^{n_6}}, \quad (1)$$

де геометричний показник компактності входить у відносному вигляді у порівнянні з базовою установкою.

Показники ступенів $n_1 \ldots n_6$ є показниками вагомості, які приймають значення 0 або 1 в залежності від наявних вихідних даних та стадії проведення аналізу.

Рівень теплових викидів θ у відповідності до [2] представлено у вигляді

$$\theta = \frac{1-\eta_{\text{ey}}}{\eta_{\text{ey}}}.$$

В якості базової установки приймається установка, теплопередавальні поверхні якої виконані з гладких труб круглого перерізу.

Кількість показників залежності (1), які враховуються при аналізі, залежить від призначення установки та наявності вихідних даних.

Наприклад, для корабельних енергетичних установок чотири зазначені показники в порядку їх вагомості можна розташувати наступним чином: коефіцієнт корисної дії; показники – компактності, ресурсу, екологічності.

В той же час, для суднових енергетичних установок зазначені показники розташуються як коефіцієнт корисної дії; показники – екологічності, компактності, ресурсу.

В разі відсутності вихідних даних показники меншого ступеня вагомості при аналізі можуть не враховуватись.

На рис.1 та 2 представлені результати аналізу підвищення ефективності суднової енергетичної установки з головним двигуном 12S90ME-C9.2 та утилізацією теплоти відпрацьованих газів [4].

При аналізу прийняті наступні вихідні данні та припущення: потужність головного двигуна складає 69720 кВт або 95% $N_e^{\text{ном}}$; ресурс установки не змінюється, тому показник ресурсу у рівнянні (1) при аналізі на враховується; враховується тільки безрозмірний масовий показник $\overline{m}$; поверхня базового утилізаційного котла виконана оребреною з показником $FAR_{\alpha 1}$=0,35 [4, 5].

За прийнятих умов, ефективність енергетичної установки склала 0,35. Підвищення ефективності при зовнішньому обтіканні розглянуто за рахунок профілювання ребер лунковими системами. Інтервал зміні FAR прийнятий 0,35…0,5. Отримано, що сумарне підвищення ефективності на 31% (відн.) дасть можливість підвищити ККД усієї установки на 23% (відн.) (рис.1).

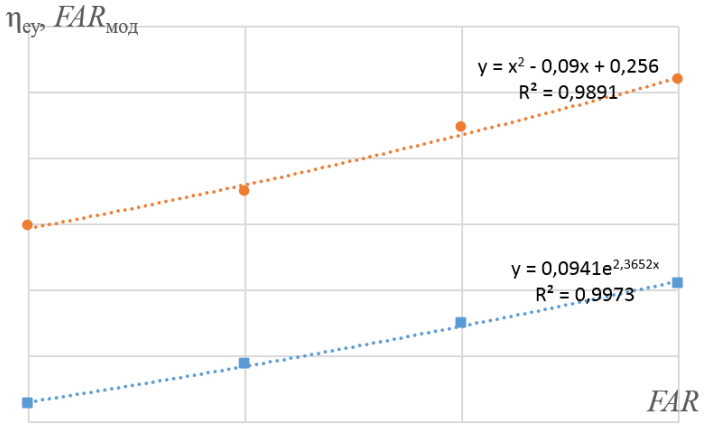


Рис. 1. Зміна ефективності енергетичної установки при вдосконаленні процесів тепловіддачі

За даними отриманого графіка 1 можна виконати аналіз зміни безрозмірного масового показника $\overline{m}$ та інтегрального коефіцієнта ефективності $\overline{IKE}$, що представлені на рис.2.

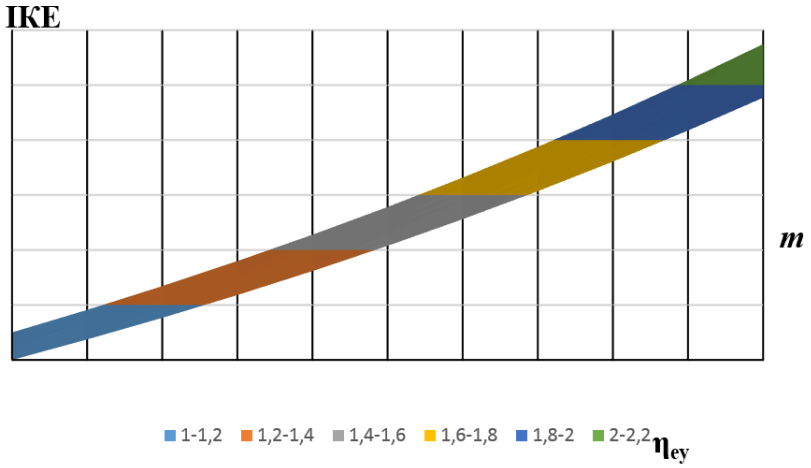


Рис. 2. Зміна інтегрального коефіцієнту ефективності енергетичної установки

ЛІТЕРАТУРА

1. Kuznetsov V. V. Multi-Level Estimation of the Heat Transfer Processes Efficiency in the Power Plants Elements/ Problemele Energeticii Regionale №3 (47) 2020. p. 28-38

2. Кузнецов В.В., Рижков С.С., Шевцов А.П. Енергетичні об'єкти морської інфраструктури: теплофізичні процеси і екологічні показники: Миколаїв: Видавництво Торубари В.В. 2016, 285 с.

3. Kuznetsov V. V. Justification of efficiency of plain shaped heat exchange surfaces to increase the compactness of power plants / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 6/8 (108) 2020 p.17-27

4. 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.

5. Халатов, А. А., Окишев, А. В., Онищенко, В. Н. (2010). Обобщение опытных данных по фактору аналогии Рейнольдса для интенсификаторов теплообмена различных типов. Пром. Теплотехника, т.32, №5, 5-138.

Integrated assessment of the marine power plants efficiency taking into account heat exchangers

Kuznetsov V. V.[1]

[1]Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolayiv, Ukraine

.

Abstract. An integral indicator for assessing integrated efficiency of the power plant, which takes into account the efficiency of the plant, environmental friendliness, resource and compactness are presented. The calculation for the marine power plant with the main engine 12S90ME-C9.2 and utilization of the heat of the exhaust gases has been performed. The obtained values showed the dependence of the efficiency and compactness of the power plant depending on the degree of intensification and heat transfer in the utilization boiler.

Key words: integral indicator, complex assessment, heat exchange apparatus, utilization, intensification

УДК 628.157

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА СУДНАХ

Кузнецов Г.В.[1]
[1]бакалавр,студент групи 6621м
факультету морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Миколаївська область, Україна
kuznetsov.heorhiy@gmail.com

Анотація. З метою підвищення енергетичної ефективності на судні пропонується використання адаптивної системи енергетичного менеджменту об'єктів морської інфраструктури. Запропонована система враховує зміну кліматичних умов під час рейсу при різних його вихідних і кінцевих пунктах; режими роботи головної та допоміжної енергетичних установок; вимоги до приміщень різного функціонального призначення; вимоги класифікаційних і галузевих стандартів. Оцінки застосування адаптованої системи енергетичного менеджменту здійснюється з допомогою конструктивного коефіцієнту енергоефективності на прикладах ряду класів судів, що дозволяє обґрунтувати рівні складових енергозбереження та розробити рекомендації щодо застосування положень системи енергетичного менеджменту на окремих судах.

Ключові слова: енергоефективність, конструктивний коефіцієнт енергоефективності, паливо-енергетичні ресурси.

Стійкий розвиток судноплавства визначається економічною ефективністю будівництва та експлуатацією морського транспорту. В умовах сучасної зміни клімату і постійно зростаючих цін на основні види енергоресурсів, в залежності від постачальників енергоносіїв, енергоефективність суден набуває особливої актуальності для загального підвищення їх економічної ефективності, зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище та забезпечення високих соціальних стандартів транспортних послуг.

Задача зменшення викидів шкідливих речовин перебуває на провідному місці в міжнародних організаціях, зокрема International Maritime Organization (IMO). В 2009 році IMO запровадило вимоги, які регламентують об’єми та склад викидів СЕУ для існуючих суден та суден, що перебувають на стадії проектування або будівництва.

Згідно вимогам IMO [1-3], показник енергетичної ефективності судна визначається як конструктивний коефіцієнт енергоефективності, (*gCO₂/ton-mile*):

$$EEDI = \frac{CO_2 emission}{Transport\ work} = \frac{Ne \cdot SFC \cdot C_f}{DWT \cdot speed},$$

де *Ne* – потужність головного двигуна (ГД), кВт; *SFC* – питома витрата палива, г/(кВт·год); C_f – коефіцієнт викидів CO_2 (безрозмірний конверсійний фактор між споживанням палива і викидом CO_2), *DWT* – дедвейт для вантажних суден або валова місткість для пасажирських суден; *speed* – швидкість судна, вуз.

Чисельник в даній формулі являє собою викиди CO_2 або (NO_x, SO_x), а знаменник – транспортну роботу, т·миля.

Вимоги підвищення ефективності прогнозуються послідовними фазами 2020, 2030 і 2050 років, в яких підвищення ефективності виконується шляхом зменшення коефіцієнта енергоефективності судна відповідно на 3%, 13% та 30%.

Забезпечення необхідної енергоефективності можливо досягати шляхом технічних та організаційних рішень при використанні вуглецевих палив або при переході на без вуглецеві палива. Впровадження організаційних рішень пов’язано з використанням системи енергетичного

менеджменту, що є актуальним завданням у галузі розвитку об'єктів морської інфраструктури та морського транспорту [4].

Підвищення енергоефективності за рахунок використання системи енергетичного менеджменту повинно забезпечити раціональне збереження енергоресурсів при їх використанні на потреби елементів судна та екіпажу, з урахуванням правил безпеки у судноплавстві [5], а також поліпшення екологічних показників суднових енергетичних установок [6].

Основною метою дослідження є обґрунтування досягнення показників ефективності IMO на судні шляхом використання системи енергетичного менеджменту.

Об'єктом дослідження є процеси збереження паливо-енергетичних ресурсів, що забезпечують енергоефективність елементів судна.

Предметом дослідження є показники процесів енергозбереження при експлуатації судна та їх вплив на конструктивний коефіцієнт енергоефективності.

Основними задачами дослідження є:

1. Аналіз нормативної бази застосування системи енергетичного менеджменту для судів при досягненні необхідних показників ефективності IMO.

2. Визначення енергоефективності елементів судна - головної і допоміжної енергетичних установок та основних типів приміщень.

3. Розробка основних положень і заходів системи енергетичного менеджменту по збільшенню енергоефективності елементів судна.

4. Оцінка та ранжування ефективності розроблених заходів.

5. Розробка рекомендацій щодо застосування положень системи енергетичного менеджменту на судах.

Методи дослідження – математичне моделювання та співставлення.

Використання адаптивної системи енергетичного менеджменту на судні враховує наступні особливості згідно з чинними стандартами:

- зміну кліматичних умов під час рейсу у різні пункти призначення;
- наявність приміщень з різними функціональними призначеннями і особливостями кліматичних умов в них;
- режими роботи головної та допоміжної судових енергетичних установок.

Наводиться оцінка енергоефективності елементів судна - головної і допоміжної енергетичних установок та основних типів приміщень, яка виконана для суден різного класу та дедвейту.

Висновки

1. Більшість суден, які побудовані до 2010 року не відповідають чинним вимогам IMO по конструктивному коефіцієнту енергоефективності і потребують модернізації головних двигунів суднової енергетичної установки на двопаливні двигуни з можливістю спалювання вуглецевих та безвуглецевих палив.

2. Забезпечення максимальної безпечної швидкості судна повинно виконуватись з урахуванням умов фрахту та страховки вантажу.

3. Заходи системи енергетичного менеджменту сприяють зниженню енерговитрат, але повністю не забезпечують досягнення ефективного рівня енергозбереження і повинні використовуватися в сукупності з технічним забезпеченням вдосконалення головної та допоміжної судових енергетичних установок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Interim guidelines on the method of calculation of the energy efficiency design. Interim guidelines on the method of calculation of the energy efficiency design index for new ships (2009). IMO.– Mode of access: https://goo.gl/4Amxuv.

2. IMO, 2016. MEPC.281(70) – Amendments to the 2014 Guidelines on the Method of Calculation of the Attained Energy Efficiency Design Index (EEDI) for New Ships (Resolution MEPC.245(66),

as Amended by Resolution MEPC.263(68)). – Available at: http://www.imo.org/ en/KnowledgeCentre/ Index of IMO Resolutions/Marine-Environment-Protection-Committee-%28 MEPC %29/ Documents/ MEPC.281%2870%29.pdf.

3. Index of IMO resolutions. .http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre EEXI – Energy Efficiency Existing Ship Index// https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/eexi/index.html.

4. СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ. Вимоги та настанова щодо використання. ДСТУ ISO 50001:2020 (ISO 50001:2018, IDT).

5. Безопасность в судоходстве и ее регулирование. Взято с https://maritime-zone.com/news/view/marine-safety.

6. Man energy solutions. Retrieve from: https://man-es.com/marine/products/two-stroke-engines.

Use of the energy management system on vessels

Kuznetsov H.V.[1]
[1]Admiral Makarov National University of shipbuilding

Abstract. In order to improve energy efficiency on the vessel it is proposed to use the adaptive system of energy management of marine infrastructure facilities. The proposed system takes into account changes in climatic conditions during the voyage at its various starting and finishing points; operating modes of main and auxiliary power plants; requirements for premises of various functional purposes; requirements of classification and industry standards. Estimation of application of the adapted energy management system is made by means of the energy efficiency design index on examples of some classes of vessels, allows to substantiate the level of components of energy saving and to develop recommendations on application of provisions of the energy management system on vessels.

Key words: energy efficiency, energy efficiency design index, fuel - energy resources.

УДК 656.025

ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Мігай Н.Б.[1]
[1]кандидат економічних наук, доцент
кафедри економіки і організації виробництва
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
nataliamihai@ukr.net

Анотація. Доповідь присвячена висвітленню проблеми формування в Україні транспортно-логістичних комплексів здатних забезпечувати темпи економічного розвитку країни на інноваційній основі. Із врахуванням досвіду країн Європейського союзу розглянуто фактори формування інноваційних транспортно-логістичних комплексів. Визначено групу факторів, які для України мають важливе значення.

Ключові слова: фактор**,** транспортно-логістичний комплекс, інноваційний розвиток.

В сучасних умовах глобалізації міжнародних ринків актуальним питанням для України є оновлення інфраструктури і створення транспортно-логістичних комплексів, здатних підтримувати темп інноваційного розвитку економіки як регіонів, так і країни в цілому. В переважній більшості такі транспортно-логістичні комплекси розташовуються у розвинених країнах, зокрема Німеччині, Нідерландах та інших країнах Європейського Союзу. В Україні можливості переходу від традиційних форм організації транспортно-логістичних структур

до інноваційних визначаються особливостями історичного розвитку країни, подіями останніх років (гібридна війна, пандемія), реформуванням змісту, систем та механізму державної регіональної політики.

Перевагою нашої країни є вигідне географічне положення з точки зору організації транзитних вантажопотоків. Її потужний транспортний потенціал враховує розвиток автомобільного, залізничного, морського, річкового, авіаційного та трубопровідного транспорту і дозволяє обробляти значні об'єми і ефективно відправляти вантажі користуючись міжнародними транспортними коридорами [2, с. 126].

При цьому транспортно-логістичний комплекс України має проблеми, які перешкоджають його ефективному функціонуванню, серед них: недосконалість законодавчої бази та недобросовісне дотримання нормативно-правових актів, що регулюють відносини суб'єктів транспортної сфери; зношеність основних фондів; недостатній обсяг фінансування транспортної галузі та корупція; нижчі рівень обслуговування та швидкість обробки і доставки вантажів порівняно із закордонними країнами-партнерами.

Важливим, на нашу думку, є вивчення закордонного досвіду у формуванні транспортно-логістичних комплексів та перенесення його у вітчизняну економіку. Для прикладу, розглянемо фактори, що впливають на формування транспортно-логістичних комплексів у країнах Європейського Союзу (ЄС).

Передумовами до формування транспортно-логістичних комплексів в ЄС стали інтенсивний економічний розвиток країн, необхідність вивчення та освоєння нових територій, які мають вихід до водойм. Перші логістичні комплекси в Європі стали з'являтися наприкінці XX століття. На початку XXI вони перетворились в транспортно-логістичні комплекси. На їхній основі стали з'являтися інноваційні транспортно-логістичні комплекси.

На даний час на сектор транспорту припадає більше 10% валового внутрішнього продукту ЄС [3], а це свідчить про його важливість для країн. Розвиток країн вимагає ще швидшого розвитку транспортно-логістичного комплексу.

Одним із факторів, що сприяли успішному формуванню інноваційних транспортно-логістичних комплексів ЄС є стандартизація процесів у транспортній галузі. Розроблені документи, що регламентують розвиток логістичних кластерів та транспортно-логістичних комплексів, зокрема «Маніфест кластеризації в країнах ЄС», «Європейський кластерний меморандум» [1], «Меморандум про європейські морські порти (Memorandum of the European Sea Ports. Priorities of European ports 2019-2024») та інші. Єдині правила на ринку підтримують стабільну ситуацію на даному сегменті, адже підпорядковуються принципам лібералізації та гармонізації, які є основою політики ЄС.

Особливу підтримку з боку держави та приватного бізнесу мають транспортно-логістичні комплекси морських портів, інвестуючи таким чином значні кошти в модернізацію їх інфраструктури та їх технічне оснащення. Європейські транспортно-логістичні комплекси мають характерні риси, які формуються за рахунок високого рівня розвитку морських портів, значної ролі внутрішньо водного транспорту та широким застосуванням мультимодальних перевезень. Саме великі портові транспортно-логістичні комплекси стали першими розвиватися на інноваційній основі завдяки значній ролі у вантажообігу країни. Прикладом тому є морські порти Роттердам (Нідерланди), Гамбург (Німеччина), Філікстоу (Великобританія) та інші. Їх транспортно-логістичні комплекси являють собою низку взаємопов'язаних елементів, серед яких портові індустріально-логістичні зони, контейнерні термінали, припортові склади, мультимодальні комплекси, які безперервно функціонують всередині системи.

Отже, основними факторами формування інноваційних транспортно-логістичних комплексів, на які необхідно звернути увагу Україні, є високі стандарти якості, які регулюються нормативно-правовими актами, розуміння державою ролі транспорту в розвитку економіки та забезпечення підтримки на засадах лібералізації та гармонізації відносин, а також високий рівень розвитку морських портів та раціональний розподіл інвестицій спрямованих на оновлення, модернізацію й інноваційний розвиток транспортно-логістичного комплексу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волинчук А.Б., Крилова І.А. Транспортно-логістичний кластер як інструмент розвитку периферійних територій // Фундаментальні дослідження. – 2018. - № 6. – С. 72-77.
2. Партола А.І. Аналіз транспортно-логістичного комплексу України // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – Вип.9. – 2016. – С. 126-129.
3. Полякова О.М. Сучасні тенденції розвитку транспортно-логістичної інфраструктури в Україні і світі/ О.М. Полякова, О.В. Шраменко // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2017.- №58. –С. 126-134.

Factors of formation of efficient transport and logistics complex

Natalia Mihai
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The report is devoted to the problem of formation in Ukraine of transport and logistics complexes capable of ensuring the pace of economic development of the country on an innovative basis. Taking into account the experience of the European Union, the factors of formation of innovative transport and logistics complexes are considered. A group of factors that are important for Ukraine has been identified.

Keywords: Factors, transport and logistics complex, innovative development.

УДК 629.12.011.001.24

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БОЕВЫХ КОРАБЛЕЙ И РЕФЛЕКСИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОТИВНИКОМ

Соломенцев О.И.
доктор технических наук, профессор НУК
Национальный университет кораблестроения имени. адмирала Макарова
г. Николаев, Украина
solomen@mksat.net

Аннотация. Рассмотрено рефлексивное управление противником в процессе разработки оперативно-тактического задания (ОТЗ) надводного корабля. Введено понятие математической модели корабля для нахождения его тактических элементов с использованием информационного влияния - ММК (ТаЭ-ИВ). Рассмотрена адекватность информационного влияния на противника.

Ключевые слова: исследовательское проектирование; рефлексивное управление противником; информационное влияние

Рассмотрим одну специфическую ситуацию, которая возникает в ряде практически важных случаев в процессе исследовательского проектирования корабля. В процессе работы с прототипами и при последующей разработке оперативно-тактического задания (ОТЗ) используется информация о соответствующих разработках в ВМС вероятного противника. Переход к практическому проектированию корабля с вполне определёнными характеристиками - при условии, что противник узнаёт о начале проектирования и имеет хотя бы какую-то информацию о характеристиках проектируемого корабля - вызывает ту или иную реакцию у вероятного противника.

Но тогда мы можем сообщить противнику под видом доброкачественной информации недоброкачественную, но выгодную для нас информацию, и спровоцировать тем самым вероятного противника на выгодные для нас действия. Это хорошо известный в военном деле принцип рефлексивного управления противником или информационного влияния (ИВ) на противника, [1].

Решение рассматриваемой задачи может быть выполнено в три этапа. На первом этапе, в данном докладе, будет рассмотрена математическая постановка задачи, которая характеризует

математическую модель корабля для нахождения его тактических элементов с использованием информационного влияния ММК (ТаЭ-ИВ). Такая постановка представляет собой морфологическое описание ММК (ТаЭ-ИВ). На втором и на третьем этапах будет рассмотрено функциональное описание ММК (ТаЭ-ИВ) в однокритериальной постановке [2] и в многокритериальной постановке, [3].

Так, предположим, что разработано ОТЗ проектируемого корабля. Соответствующая информация об этом - частично под нашим контролем, а частично - и благодаря используемым вероятным противником нелегальным каналам оказалась у противника. С использованием этой информации противником разработано своё ОТЗ, информация о котором тем же порядком получена нами. В ответ мы корректируем своё ОТЗ, а противник в ответ - своё. Количество таких шагов (а также и само по себе наличие таких шагов) определяется обстоятельствами каждого конкретного случая. Таким образом, в итоге мы получаем своеобразную «дуэль» ОТЗ, [2,3].

Если сторона А (наша сторона), принимая решения, использует модель представления о своих целевых установках ${}^{A}_{A}M^{Ц^*}$, модель представления о своих возможностях ${}^{A}_{A}M^{*}$ и модель представления ${}^{B}_{A}M^{*}$ стороны А о возможностях стороны В (противника), то мы имеем нулевой ранг рефлексии. (Здесь левый нижний по отношению к символу M индекс характеризует принадлежность модели к одной из сторон, левый верхний индекс характеризует сторону, которая моделируется, а символ * указывает на то, что рассматриваются априорные модели). При нулевом ранге рефлексии мы только принимаем во внимание реакцию противника на наши действия (выбор ТаЭ проектируемого корабля), не оказывая со своей стороны никакого влияния на эти действия.

Модели типа ${}^{B}_{A}M^{*}$ по своему физическому смыслу представляют собой формализованное отображение априорного информационного представления стороны А о возможностях и намерениях ${}^{B}_{A}J^{*}$ стороны В. В отличие от модели, информационное представление отражает взгляды субъекта (эксперта, аналитика), который формирует модель, на объекты моделирования. Поэтому информационное представление намного разнообразнее информационной модели и наряду с формальными представлениями может содержать также и неформальные (эвристические) представления.

Рассмотрим теперь, что представляет собой первый ранг рефлексии. В этом случае принимаются во внимание, [4]:

-целенаправленный характер действий стороны В, на который может оказать (но может и не оказывать) выгодное для себя влияние сторона А;

- знания стороны В о возможных намерениях и о поведении стороны А.

А поэтому сторона А (т.е. мы), принимая своё решение, должна дополнительно использовать такие две модели:

-модель ${}^{BA}_{A}M^{*}$ - представления стороны А о модели своих знаний относительно текущей ситуации, которой владеет сторона В;

-модель ${}^{B}_{A}M^{Ц^*}$ - представления стороны А о целевых установках стороны В.

Тогда мы можем принимать наше решение в такой последовательности, [4]:

1. На основании анализа моделей ${}^{BA}_{A}M^{*}$, ${}^{B}_{A}M^{Ц^*}$ и ${}^{B}_{A}M^{*}$ формируется модель принятия решения стороной А за сторону В.

2. С учётом вариантов возможных вариантов действий противника и модели возможностей ${}^{A}_{A}M^{*}$ строится план действий для достижения своих целей. Этот план может реализовываться в таких двух вариантах:

- предусматривать использование стороной А вместо модели ${}^{A}_{A}M^{Ц^*}$ иной модели ${}^{A}_{A}\hat{M}^{Ц^*}$, которая - в отличие от исходной модели ${}^{A}_{A}M^{Ц^*}$ - зависит от моделей ${}^{BA}_{A}M^{*}$ и ${}^{B}_{A}M^{Ц^*}$ (первый ранг рефлексии, но без рефлексивного управления);

- предусматривать сообщение стороне В специальных моделей ${}^{BA}_{A}\widetilde{M}^{*}$ и ${}^{B}_{A}\widetilde{M}^{Ц^{*}}$ (первый ранг рефлексии с рефлексивным управлением).

Модели ${}^{BA}_{A}\widetilde{M}^{*}$ и ${}^{BA}_{A}\widetilde{M}^{Ц^{*}}$ отличаются от фактически используемых стороной А моделей ${}^{BA}_{A}M^{*}$ и ${}^{BA}_{A}M^{Ц^{*}}$. Отличия же сформированы стороной А таким образом, чтобы спровоцировать вероятного противника (сторону В) на действия, которые - с учётом фактического характера моделей ${}^{BA}_{A}M^{*}$ и ${}^{BA}_{A}M^{Ц^{*}}$ - будут выгодны стороне А и невыгодны стороне В на основе тех или иных способов искажения информации, [2,3]

В процессе системного анализа ММК (ТаЭ-ИВ), как и в случае ММК (ТаЭ) и ММК (ТеЭ) без информационного влияния, возникает вопрос об адекватности моделей. В данном случае эффективность всех описанных выше наших действий (и, соответственно, адекватность ММК (ТаЭ-ИВ)) будет в значительной мере определяться тем, насколько мы сможем сориентировать противника (сторону В) на выгодный нам (стороне А) образ действий (иными словами, степенью адекватности информационного влияния). Следуя работе [5], можно принять, что:

- информационное влияние на противника полностью адекватно, если противник полностью воспринял наш обман и действует в соответствии с навязываемым ему ложным замыслом (крайний вариант 1);

- информационное влияние на противника полностью неадекватно, если противник распознал навязываемый ему ложный замысел, сымитировал действия, подтверждающие якобы полное восприятие им нашего обмана, а сам действует наиболее эффективным для себя и тщательно скрываемым от нас способом (крайний вариант 2).

В соответствии с развиваемой в данной работе, а также в работах [1-3] концепцией рефлексивного управления противником в процессе исследовательского проектирования крайнему варианту 2 отвечает значение коэффициента искажения $K_{И} = 1$, а крайнему варианту 1-значение $K_{И} = [K_{И}]$, где $[K_{И}]$ есть минимально достижимое значение указанного коэффициента. Аналитические зависимости для указанного коэффициента содержатся в [2,3].

ЛИТЕРАТУРА

1.Соломенцев, О.И., Нгуен Доан Кыонг Формирование концепции надводного корабля в условиях неопределённости и информационной борьбы. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв, НУК, 2013, с.110-113

2.Соломенцев, О.И.«Дуэль» оперативно-тактических заданий при рефлексивном управлении противником в процессе проектирования боевого корабля. Однокритериальная постановка задачи. См. текст доклада в настоящем сборнике

3.Соломенцев, О.И.«Дуэль» оперативно-тактических заданий при рефлексивном управлении противником в процессе проектирования боевого корабля. Многокритериальная постановка задачи. См. текст доклада в настоящем сборнике

4.Рось, А.О., Замаруєва І.В., Петров В.Л. Концептуальні засади моделювання інформаційної боротьби. Наука і оборона, 2000.- № 2.- с. 46-53

5. Алёшин, О.В., Чемиренко В.П. Как оценить боевую эффективность обмана Военная мысль, 2009.- № 2.- с. 20-29

Concept design of warships and reflexive control of enemy

Solomentsev Oleg Ivanovich

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. Was learned the connection between the conceptual design of warships and the reflective direction of enemy. Was also learned mathematical model for the tactical elements determining of warship. Quality of the information influence is also learned.

Key words: concept design of warships, reflexive control of enemy, information influence

УДК.621.311.29

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ЕКОНОМІЄЮ ДОРОГОЦІННИХ МЕТАЛІВ

Фролов О.М.[1], Марков А.Е.[2], Буренко О.В.[3]

[1]кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматики та електроустаткування Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Херсон, Україна, e-mail: iskanderfrolov52@gmail.com

[2]кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматики та електроустаткування Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Херсон, Україна, e-mail: bhnuosauto@gmail.com

[3]завідувач лабораторією кафедри автоматики та електроустаткування Херсонської філії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова м. Херсон, Україна, e-mail: bhnuosauto@gmail.com

Анотація. У виробництві екологічно чистої електроенергії наряду з вітроенергетикою використовується сонячна енергетика, яка побудована на сонячних батареях. Найбільше розповсюдження отримали сонячні батареї, побудовані на кремнієвих сонячних елементах – СЕ, виробництво електроенергії на яких коштує більше, ніж при традиційних методах виробництва. Запропонована технологія виробництва кремнієвих сонячних елементів, яка дозволяє зменшити витрату дорогоцінних металів та знизити собівартість їх виробництва.

Ключові слова: технологія, сонячні елементи, дорогоцінні метали, срібло.

В теперішній час велику увагу приділяють виробництву екологічно чистої електричної енергії, особливо в умовах зменшення запасів викопних енергоносіїв та аварій на теплових і атомних електростанціях.

Одним з видів екологічно чистої енергії наряду з вітровими електростанціями є перетворення сонячної енергії в електричну на сонячних електростанціях, побудованих на сонячних батареях. Головний недолік такого виду енергії – вартість 1 кВт є більшою ніж при традиційних методах виробництва. Тому здешевлення виробництва сонячних батарей, які складаються з сонячних елементів, є актуальною задачею сучасності. Найбільше розповсюдження отримали кремнієві сонячні елементи, в виробництві яких використовують пасту, до складу якої входять дорогоцінні метали, в основному срібло.

Аналіз технології виробництва кремнієвих сонячних елементів показує, що значну частину їх собівартості складає витрата на пасту, яку використовують для формування струмопровідних доріжок. Ця паста утримує багато срібла, а її ціна складає приблизно 0,6 USD за 1 гр. Пасту наносять через трафарет, товщина якого для міцності складає 150-200 мкм. Така ж товщина буде й у доріжок з пасти. Однак для формування надійного контакту достатня товщина шару срібла 0,5-1,0 мкм, або ще менше.

Тому нами запропоновано технологію виготовлення кремнієвих сонячних елементів, в яких срібло наносять гальванічним методом товщиною не більше 1 мкм, що дозволяє зекономити дорогоцінній метал (срібло), і тим самим приводить до зменшення собівартості виробництва кремнієвих сонячних елементів.

В даній технології підготовка кремнієвих пластин, операції текстурування [1], формування дифузійних шарів p^+ та n^+ типів такі ж, як у стандартній технології, крім того використовуються теж трафарети. Однак замість пасти, що утримує срібло, застосовується паста на основі ізоляційних матеріалів, наприклад, органічних матеріалів або окислу алюмінію, або їх суміші. Ця паста повинна витримувати анодне окислювання в гальванічних ваннах в водному розчині слабких кислот при кімнатній температурі.

Після нанесення ізоляційної пасти проводять анодне окислювання в гальванічних ваннах до товщини анодного окислу порядку 0,06-0,08 мкм, повністю видаляють пасту та проводять осадження шару срібла товщиною от 0,5 до 1,0 мкм гальванічним методом. Для наочності цю частину технології показано на рисунку 1.

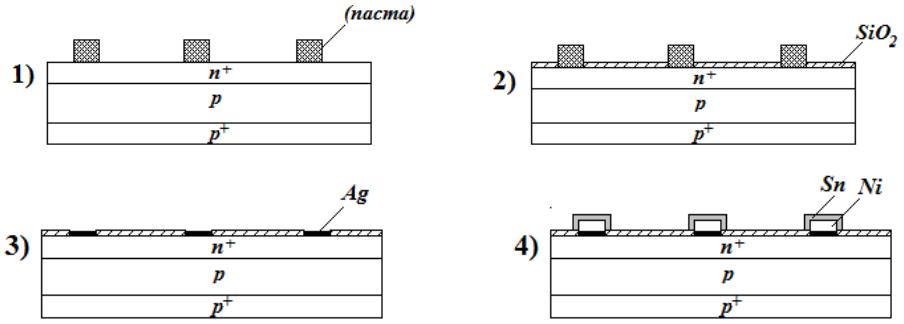


Рис.1. Технологічний процес виготовлення кремнієвих сонячних елементів з економією дорогоцінних металів (срібла): 1) Нанесення діелектричної пасти; 2) Анодне окислення кремнію; 3) Видалення пасти, осадження срібла; 4) Осадження Ni, гаряче луження

Срібло осаджується тільки в вікна, де є відкритий кремній, на тонкому шарі окислу кремнію срібло не осаджується. Далі знову застосовують типові процеси стандартної технології – хімічне осадження нікелю, а на нього наносять шар олова, шляхом занурювання пластин в розплавлене олово.

Висновки. Запропонована технологія виготовлення кремнієвих сонячних елементів:

- використовує значну частину стандартної технології, що спрощує її впровадження;
- дозволяє зекономити дорогоцінні метали (срібло);
- за рахунок зменшення використання срібла, собівартість сонячних елементів також зменшується.

ЛІТЕРАТУРА

1. GregorKuchler, Gunter Muller, and Rolf Brendel. Stereoscopic reconstruction of randomly textured silicon surfaces// Presented at 17th European Photovoltaic Solar Energy Conference, October 22nd to 26th 2001, Munich.

Technology of manufacture of solar elements with saving of precious metals

Frolov Oleksandr[1], Markov Andriy[2], Burenko Oleksiy[3]
[1]Kherson branch of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine

Abstract. In the production of environmentally friendly electricity, along with wind energy, solar energy is used, which is built on solar panels. The most widespread are solar panels based on silicon solar cells - CE, which produce more electricity than traditional methods of production. The technology of production of silicon solar cells is proposed, which allows to reduce the consumption of precious metals and reduce the cost of their production.

Keywords: Technology, solar cells, precious metals, silver.

УДК 005.8: 338.28

ФОРМУВАННЯ ПРОЄКТУ ВІДНОВЛЕННЯ РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ

Харитонов Ю.М.[1], Харитонов М.Ю.[2]
[1]доктор технічних наук, професор, декан факультету морської інфраструктури Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
kharytonov888@gmail.com
[2]завідувач лабораторією, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
kvadrospectr@gmail.com

Анотація. Визначені основні фактори,що впливають на формування інфраструктурних проєктів відновлення технічного стану зрошувальних систем сільськогосподарських культур.

Виконано попередній аналіз сучасного стану Інгулецької зрошувальної системи. Наведено основні етапи проєкту відновлення екологічного стану р. Інгулець.

Ключові слова: водний ресурс; зрошувальна система; проєкт.

Вирішення проблеми використання водних ресурсів України відноситься до однієї з пріоритетних [1,2]. Процеси глобального потепління, забруднення поверхневих вод джерел водопостачання, моральна та технічна застарілість систем водопостачання(рис.1,2), а також відсутність ресурсів на їх повне відновлення актуалізують питання формування та реалізації відповідних інфраструктурних проєктів.

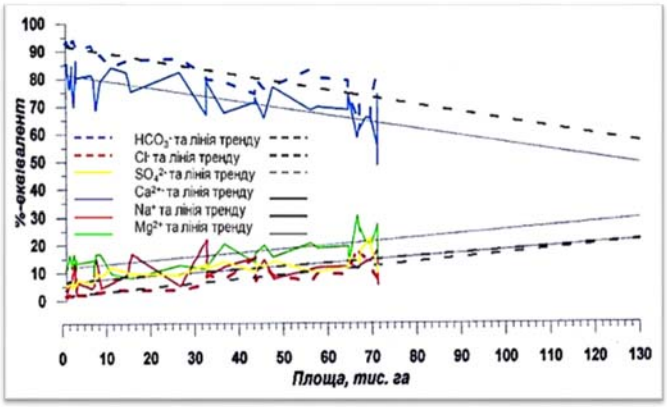


Рис. 1. Метоморфізація хімічного складу води

Актуальними питаннями, також, залишаються питання вдосконалення ґрунтозахисних режимів зрошення сільськогосподарських культур, меліоративні заходи щодо попередження та зниження рівня засолення й осолонцювання ґрунтів, розробка ресурсозберігаючих технологій зрошування тощо.

Виконаний аналіз сучасного стану в галузі зрошувального виробництва сільгосппродукції вказав на необхідність формування та реалізації окремих проєктів, спрямованих на відновлення технічного стану водних каналів [3…5].

Попередні дослідження виконані співробітниками Центру прикладних досліджень в енергетиці Національного університету кораблебудування довели,що дані проєкти актуальні і для Інгулецької зрошувальної системи. Загальна площа зрошення водою р.Інгулець складає 35-40 тис.га, з них на Інгулецькій зрошувальній системі − 25-30 тис.га, Спаській – 3-4 тис.га, Явкінській – 10-15 тис.га.

Рис. 2. Сучасний стан каналів зрошувальних систем

У відповідності до договору про науково-технічну співпрацю між Інститутом зрошуваного землеробства НААН України та Центром прикладних досліджень в енергетиці Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова розроблено проєкт науково-дослідної роботи : « Розробка стратегії оздоровлення та відновлення екосистеми річки Інгулець». В рамках проєкту передбачені наступні основні етапи робіт: статистичні дослідження сучасного стану

водного басейну р. Інгулець; польові дослідження дійсного стану водного басейну р. Інгулець; польові дослідження дійсного стану Інгулецької зрошувальної системи; визначення стратегічних напрямків та розробка програми оздоровлення екосистеми річки Інгулець.

Етап «Польові дослідження дійсного стану Інгулецької зрошувальної системи» передбачає: розроблення плану проведення польових досліджень;проведення польових досліджень складових екосистеми у зоні дії Інгулецької зрошувальної системи; створення узагальненої інформаційної платформи для формування проєктів програми оздоровлення екосистеми річки.

Реалізація даного проєкту дозволить сформувати проєкти відновлення Інгулецької зрошувальної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Е. М. Ахромкин. Проблемы использования водных ресурсов региона Украины. Ефективна економіка № 12: Дніпро. 2010

2. Державне агентство водних ресурсів України. [Електронний ресурс]: https://www.davr.gov.ua/– Загол. з екрану.

3. Сонячні панелі захищають водяні канали . [Електронний ресурс]: https://aw-therm.com.ua/sonyachni-paneli-zahishayut-vodyani-kanali/ – Загол. з екрану.

4. Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє: зб. наук. пр.: присвячений 55-річчю заснуванню факультету водного господарства, будівництва та землеустрою ДВНЗ «ХДАУ». – Херсон: ДВНЗ "ХДАУ", 2019. – 118 с.

5. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. - К.: Світ, 2000. - 114с.

Formation of project of recovery the Ingulets River

Kharytonov Yuriy[1], Kharytonov Mikhail[2]
[1-2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. The main factors influencing on the formation of projects of reconstruction of irrigation systems are identified. A preliminary analysis of the current state of the Ingulets river irrigation system was performed. The main stages of the project of restoration of the ecological condition of the Ingulets River are given.

Key words: water resource; irrigation system; project.

УДК 621. 51

DIMENSIONLESS GENERALISED VOLUMETRIC AND ENERGY SPECIFICATIONS OF HERMETIC COMPRESSOR UNITS FOR MARINE AIR CONDITIONING

Olena V. Lytosh
Ph. D., associate professor Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
elitosh17@gmail.com

Abstract. The issue is discussed related to the concept of application and assess the efficiency of a hermetic vapour compressor refrigeration machine (VCRM) of ship air conditioning equipment. To assess the efficiency of a hermetic VCRM, it is necessary to know the volumetric and energy characteristics of a hermetic compressor unit (HCU) which is an integral part of it. The purpose of this study is to obtain and analyze the characteristics HCU type HGV in nominal mode and getting generalized dimensionless dependences of the feed rates and electrical efficiency of high-temperature HCU type HGV.

Keywords: vapour compressor refrigeration machine; hermetic compressor unit; shipboard air conditioning equipment; generalized dimensionless dependences; the feed coefficient; electrical efficiency.

To assess the efficiency of a hermetic vapour compressor refrigeration machine (VCRM) of ship air conditioning equipment, it is necessary to know the volumetric and energy characteristics of a hermetic compressor unit (HCU) which is an integral part of it. Such specifications are considered to be the feed coefficient λ and electrical efficiency η_e HCU [1].

Numerous experiments have shown that for each given HCU, the flow rate and electrical efficiency can be represented as a function of the ratio of the discharge and suction pressures [2, 3]. Introducing for the sake of generality the ratio of the feed coefficient and the electrical efficiency (for a given operating mode) to the nominal one, we obtain

$$\lambda / \lambda_{nom} = f_1(p_{dis} / p_{suc}),\ \eta_e / \eta_{e.nom} = f_2(p_{dis} / p_{suc}).$$

Here λ_{nom} и $\eta_{e.nom.}$ – the values of the coefficients in the nominal mode, p_{suc} , p_{dis} – pressure on the suction and discharge HCU. For nominal operation HCU pressure taken p_{suc} and p_{dis} , corresponding to boiling points $t_0 = 5^0C$, condensation $t_{c.} = 40^0C$.

The figure shows the generalized dimensionless dependences of the feed rates and electrical efficiency of high-temperature HCU type HGV [2], the main data of which given in the table 1.

Table 1. HCU characteristics in nominal mode

Hermetic compressor units	Refrigerating capacity, kWh	Consumed power,kWh	Coefficient filing, λ_{nom}	Electrical efficiency, $\eta_{e.nom.}$	Designation on the figure
HFC-2,2	2,56	0,77	0,675	0,511	○
HFC-4,5	5,24	1,5	0,773	0,52	△
HFC-9,0	10,48	2,9	0,681	0,572	◊
HFC-14,0	17,1	4,7	0,76	0,529	□
HFC-28,0	34,2	9,3	0,754	0,49	♦
HFC-14,0-P	17,0	5,3	0,77	0,465	■

The spread of points averaged from 7 to 10% and did not exceed 15-20%.

The results of the study can be used for approximate calculations in the design of a sealed VCRM for marine air conditioning equipment.

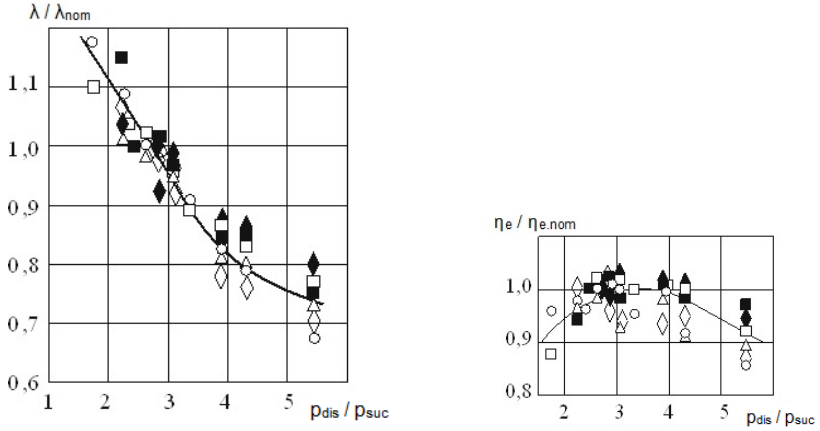


Fig. 1. Generalized dimensionless dependences of volumetric λ / λ_{nom} and energy $\eta_e / \eta_{e.nom}$ coefficients of the pressure ratio p_{dis} / p_{suc} HCU type HGV.

REFERENCES

[1] Lytosh O.V., Dorosh V.S. Ocenka effektivnosti ciklov sudovih germetichnih parokompressornyh holodil'nih mashin [Evaluation of the cycles efficiency of ship hermetic vapor compressor refrigeration machines] / Lytosh O.V., Dorosh V.S. Zb. nauk. pr. NUK. – Mikolayiv: NUK, 2015, № 5 (461). – S. 49 – 53.

[2] Radchenko N.I., Dorosh V.S., Radchenko A.N., Radchenko R.N., Lytosh E.V. Germetichnyye parokompressionnyye kholodil'nyye mashiny sudovykh sistem konditsionirovaniya i refrizheratsii [Hermetic vapor compression refrigeration machines of the ship systems of conditioning and

refrigeration] / Radchenko N.I., Dorosh V.S., Radchenko A.N., Radchenko R.N., Lytosh E.V.; Monograph. – Nikolaev: NUS, 2011. – 400 p.

[3] Yakobson V.B. Malyye kholodil'nyye mashiny [Small refrigeration machines] / V.B Yakobson. – M: Food Industry, 1977. – 368 p.

Безрозмірні узагальнені об'ємні і енергетичні характеристики герметичних компресорних агрегатів суднового обладнання кондиціювання повітря

Литош О.В.

Анотація. Обговорюється питання, пов'язане з концепцією застосування і оцінки ефективності герметичної парокомпресорної холодильної машини (ПКХМ) суднового обладнання кондиціювання повітря. Для оцінки ефективності герметичної ПКХМ необхідно знати об'ємні і енергетичні характеристики герметичного компресорного агрегата (ГКА), які є невід'ємною її частиною. Метою даного дослідження є отримання і аналіз характеристик ГКА типу ХГВ в номінальному режимі та отримання узагальнених безрозмірних залежностей коефіцієнтів подачі і електричного ККД високотемпературних ГКА типу ХГВ.

Ключові слова: парокомпресорна холодильна машина; герметичний компресорний агрегат; суднове обладнання кондиціювання; узагальнені безрозмірні залежності; коефіцієнт подачі; електричний ККД.

УДК 621. 51

DIMENSIONLESS GENERALISED SPECIFICATIONS OF HERMETIC COMPRESSOR UNITS FOR MARINE AIR CONDITIONING

Olena V. Lytosh

Ph. D., associate professor Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine
elitosh17@gmail.com

Abstract. The issue is discussed related to the concept of application and carrying out of calculations at designing of a hermetic vapour compressor refrigeration machine (VCRM) of ship air conditioning equipment. For this it is necessary to know the generalized dependences of cooling capacity and electric coefficient of performance (COP) of a hermetic VCRM. The purpose of this study is to obtain and analyze the characteristics HCU by type HGV in nominal mode and getting generalized dependences of the cooling capacity and electric COP HCU type HGV.

Keywords: vapour compressor refrigeration machine; hermetic compressor unit; shipboard air conditioning equipment; generalized dimensionless dependences; cooling capacity; electric coefficient of performance (COP).

For approximate calculations performed by employees of design institutes and other organizations associated with the production of cold, generalized dimensionless characteristics of refrigeration compressors are used. One of the main characteristics of a hermetic refrigeration compressor is its cooling capacity $Q_{0\ nom}$ and the electric coefficient of performance (COP) $\varepsilon_{e\ nom}$ in the nominal operating mode. These characteristics of the compressor under conditions different from the nominal can be determined by the generalized dependencies [1].

In [2], the empirically obtained values of $Q_{0\ nom}$, $\varepsilon_{e\ nom}$ and other characteristics of hermetic compressor units (HCU) of the HGV type of ship's air conditioning equipment (ACE) are given. However, the absence of generalized dependencies for this type of HGV makes it difficult to carry out calculations in the design of marine hermetic vapor compressor refrigeration machines (VCRM).

In this work, generalized dependences are presented in the form

$$Q_0 / Q_{0\ nom} = f_1(p_{dis} / p_{suc});\ \varepsilon_e / \varepsilon_{e\ nom} = f_2(p_{dis} / p_{suc}),$$

obtained by the author as a result of analysis of numerous experiments in the creation of a number of HCU type HGV [2]. Here $Q_{0\ nom.}$ and $\varepsilon_{e\ nom.}$ – parameter values in nominal mode; p_{suc} , p_{dis} – pressure at suction and discharge of HCU. For the rated operating mode of the HCU, pressures are assumed p_{suc} и p_{dis}, corresponding to boiling points $t_0 = 5$ °C, condensation $t_{c.} = 40$ °C.

Figure 1 shows the generalized dependences of the cooling capacity and the electric COP of the HCU type HGV, the main data of which are given in the table 1.

Table 1. HCU characteristics in nominal mode

Hermetic compressor units	Cooling capacity, $Q_{0\ nom}$, kWh	Consumed power, N_{nom}, kWh	Electric COP, $\varepsilon_{e\ nom}$	Designation on the figure
HFC-2,2	2,56	0,77	3,32	○
HFC -4,5	5,24	1,5	3;49	△
HFC -9,0	10,48	2,9	3,61	◊
HFC -14,0	17,1	4,7	3,64	□
HFC -28,0	34,2	9,3	3,68	♦
HFC -14,0-P	17,0	5,3	3,2	■

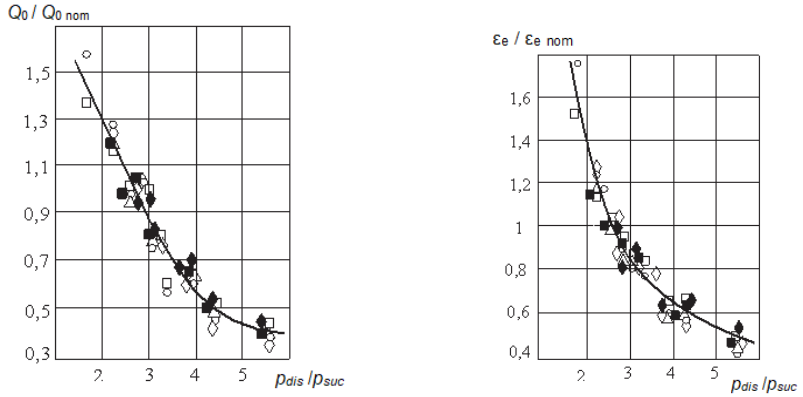


Fig. 1. Generalized dependences of cooling capacity $Q_0 / Q_{0\ nom}$ and electric COP $\varepsilon_e / \varepsilon_{e\ nom}$ from the pressure ratio p_{dis} / p_{suc} HCU type HGV

The obtained generalized dependences with a sufficient degree of accuracy (the scatter of points averaged from 5 to 7% and did not exceed 12%) can be used for approximate calculations in the design of hermetic VCRMs for the ship's ACE.

REFERENCES

[1] Yakobson V.B. Malyye kholodil'nyye mashiny [Small refrigeration machines] / V.B Yakobson. – M: Food Industry, 1977. – 368 p.

[2] Radchenko N.I., Dorosh V.S., Radchenko A.N., Radchenko R.N., Lytosh E.V. Germetichnyye parokompressionnyye kholodil'nyye mashiny sudovykh sistem konditsionirovaniya i refrizheratsii [Hermetic vapor compression refrigeration machines of the ship systems of conditioning and refrigeration] / Radchenko N.I., Dorosh V.S., Radchenko A.N., Radchenko R.N., Lytosh E.V.; Monograph. – Nikolaev: NUS, 2011. – 400 p.

Безрозмірні узагальнені характеристики герметичних компресорних агрегатів суднового обладнання кондиціювання повітря

Литош О.В.

Анотація. Обговорюється питання, пов'язане з концепцією застосування та проведення розрахунків при проектуванні герметичної парокомпресорної холодильної машини (ПКХМ) суднового обладнання кондиціювання повітря. Для цього необхідно знати узагальнені залежності холодопродуктивності та електричного холодильного коефіцієнта герметичного компресорного агрегата (ГКА). Метою даного дослідження є отримання і аналіз характеристик ГКА типу ХГВ в номінальному режимі та отримання узагальнених залежностей холодопродуктивності та електричного холодильного коефіцієнта ГКА типу ХГВ.

Ключові слова: парокомпресорна холодильна машина; герметичний компресорний агрегат; суднове обладнання кондиціювання; узагальнені безрозмірні залежності; холодопродуктивність; електричний холодильний коефіцієнт.

НАУКОВИЙ ОБ'ЄКТ, ЩО СТАНОВИТЬ НАЦІОНАЛЬНЕ НАДБАННЯ, «НАДВИСОКОВАКУУМНИЙ УНІВЕРСАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ВВУ-1 Д»

«Надвисоковакуумний універсальний технологічний комплекс ВВУ-1Д» постановою (розпорядженням) Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006 р. № 665-р. внесено до Державного реєстру наукових об'єктів, що становлять національне надбання.

Зовнішній вигляд комплексу ВВУ-1Д

Технологічні параметри комплексу ВВУ-1Д:

1. Об'єм робочої камери, $м^3$ - 3,53
2. Робочий вакуум, Па - $10^{-5}...10^{-6}$
3. Час досягнення робочого вакууму, хв - 90
4. Максимальна температура нагрівання, °С - 600...1800
5. Зусилля гідравлічного пристрою, кН -100

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ ... 3
Єгоров О. Г. Професор Єгоров Геннадій Вячеславович: людина-епоха ... 3
Павлов Г. В., Обрубов А. В., Вінниченко І. Л. Енергоефективна індукційна зарядка суднових тягових батарей ... 5
Нєкрасов В. О. Комплекс методик визначення буксирного забезпечення суден для їх проходу каналами, підхідними каналами, причалювання та відчалювання в морських портах україни та зовнішніх рейдах портів в гідрометеорологічних навігаційних умовах, що не обмежують або не забороняють ці операції ... 10
Слободян С. О., Харитонов Ю. М. Формування проєкту підготовки фахівців для впровадження технологічної платформи SHIPBUILDING 4.0 ... 19
Гурский С. В., Симутенков И. В., Драган С. В. Перспективы развития судостроительного завода «Океан» ... 22
Козловський О. В., Фатєєв М. В. Структура кластерної системи побудови та експлуатації транспортних суден на внутрішніх водних шляхах України ... 24
Король Ю. М., Любицька Н. Г. Цифрові інновації SHIPBUILDING 4.0 в виробництві, навчальному процесі і наукових дослідженнях ... 27
Кузнецов В. В. Розвиток науково-технічних основ підвищення ефективності і компактності енергетичних установок інтенсифікацією теплопередачі в їх елементах ... 30
Секція № 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ ... 33
Гладченко Д. С., Северин В. В. Модернизация сборочно-сварочного производства на судостроительном заводе «Океан» в рамках программы возрождения судостроения ... 33
Коновалова Г. В., Щедролосєв О. В., Терлич С. В. Підвищення точності виготовлення деталей для малих металевих суден ... 36
Коршиков Р. Ю., Лугінін О. Є., Коршиков Ю. С., Даньшина Я. А. Використання еластомірних пружних елементів у суднових опорних пристроях ... 38
Соломонюк Н. С., Копійка С. В., Довженко О. С., Сергєєва Є. Є. Скло- та базальтофібробетон для плавучих доків та інших морських споруд ... 43
Удовицький Д. В., Партас В. К. Розвиток миколаївської школи автоматизації технологічної підготовки виробництва ... 46
Яглицький Ю. К., Кудашев О. О. Інноваційні інструменти вирішення сучасних завдань суднобудівної промисловості ... 50
Секція № 2. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У КОНСТРУЮВАННІ І ПРОЕКТУВАННІ СУДЕН ТА ОБ'ЄКТІВ ОКЕАНОТЕХНІКИ ... 53
Єгоров Г. В., Єгоров О. Г., Ільницький І. А. О проектуванні сучасного вантажно-пасажирського судна «Адмірал Невельської» проекту Pv22 з високим льодовим класом ... 53
Єгоров Г. В., Єгоров О. Г. Особливості роботи водного транспорту Китаю ... 56
Єгоров Г. В. , Єгоров О. Г. Особливості річкового флоту Китаю ... 59
Єгоров О. Г. Актуальні питання проектування, експлуатації та будівництва річкового круїзного пасажирського флоту Китаю ... 61
Єгоров О. Г. Дослідження характеристик круїзного пассажирського флоту Китаю ... 63
Дмитренко М. О. Огляд конструктивних особливостей ліхтеровозів ... 65
Блінцов В. С., Бабкін Г. В., Войтасик А. М., Клочков О. П., Сірівчук А. С., Алоба Л. Т. Ескізний проект створення вантажного саморухомого підводного носія ... 67
Бондаренко О. В., Михайличенко А. С., Ястреба О. П. Буксирне забезпечення рейдового перевантаження вантажів ... 70
Кузнецов А. И. Особенности проектирования малых судов ... 73
Тимошенко В. Ф. Моделирование сопротивления INSEAN 2340 в OPENFOAM ... 76
Коростильов Л. І., Дядюра Є. Ю., Литвиненко Д. Ю. Про особливості розподілу дотичних напружень по висоті стінки балки з вирізом при її згинанні ... 80
Коростильов Л. І., Мартиченко Я. О. Стійкість квадратної пластини з круглим вирізом при одночасній дії згинального і зсувного напружень ... 83
Соков В. М. Пружно-пластичні деформації в осередку концентрації напружень балки-стінки зі зламом осі ... 86
Васильєва А. В. Дослідження впливу вигину палуби на розрахунок міцності та жорсткості в програмному комплексі ANSYS ... 89

Бурдун Є. Т., Гейко С. П., Юреско Т. А. Сферичні оболонки із кераміки як елементи плавучості підводної техніки ... 92
Клименков С. Ю., Худяєв О. В. Особливості рішення задачі про згин гофрованої перегородки як конструктивно ортотропної пластини під дією поперечного навантаження ... 96
Шарун Г. В., Калашник Д. И. О расчете общей ходовой вибрации танкера ... 99
Кротов О. І., Воробець О. Я. Сучасні фрегати і перспективи їх розвитку ... 102
Зайцев В. В., Гао Лянтянь, Зайцев Д. В., Зайцев Вал. В. Проектирование, строительство и испытания ледокольной платформы на воздушной подушке ... 106
Зинкин В. Н., Стоян В. А., Гук М. Н. Некоторые аспекты замены подводных крыльев пассажирского судна на систему реданов, формирующих кавитатор для движения на воздушной каверне ... 111
Трунін К. С. Математична модель динаміки гнучкого зв'язку морської прив'язної системи з урахуванням впливу кручення гнучкого зв'язку на його силу розтягування ... 115
Dong Minghai,Guo Yongsheng, Zhao,Chen, Han Fang Dynamic response analysis of mooring floating dock under extreme sea conditions ... 120
Hao Yongzhi, Han Zhihao, Yang Qilei Automatic generation of water route based on ais big data and ecdis ... 129
Tokarieva O. V., Labartkava Al. V. Dependences for determination of megayachts main dimensions in the initial approximation ... 136
Wang Yibing, Zhan Yiting Research on equipment failure prediction and management system development for intelligent ships ... 137
WU Jia-ling, YANG Yi, WANG Jie Research on the application of uav in maritime safety field ... 143
Yan Tianming, Ye Sheng, Chen Xingrong On improving the teaching quality of sino-foreign cooperation education ... 148
Yue Qi, HongTao Yuan, PeiLin Dou The influence of independent meshing acting on free surface in numerical simulation ... 152
Zhao Chen, Ma Yaozhu, Dong Minghai,Zhang Bo Response analysis of seine boat due to sloshing of fuel oil and fresh water ... 158
Zhou Chaojie, ZhaoSi Chongyang, Wang Jie Risk analysis and control strategies research of intelligent ship testing ... 169
Xu Mingwei, Shu Kaiyue Research on the Application of All-optical Seabed Observation Technology and Equipment ... 179
Секція № 3. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ ... 186
Адамчук Ю. О. Вплив швидкості введення енергії в провідник при високовольтному вибуху провідника для синтезу карбідів тугоплавких матеріалів ... 186
Андрєєв А. А., Уваров В. А., Маханько О. В. Стенд для випробування упорних підшипників ... 189
Казимиренко Ю. О., Дрозд О. В. Системно-аналітичне дослідження технологій переробки відходів скляного виробництва ... 190
Карпеченко А. А., Бобров М. М., Савенков О. І., Кондратьєва А. А. Отримання плазмових покриттів з комплексом підвищених фізико-механічних та експлуатаційних властивостей ... 193
Лебедев В. А., Лой С. А. Процесс плазменного напыления узлов и деталей газотурбинных двигателей и установок ... 196
Лебедев В. А., Лой С. А., Ермолаев Г. В., Матвиенко М. В. Объективные методы анализа и контроля плазменных покрытий для узлов и деталей газотурбинных двигателей и установок ... 199
Макруха Т. О., Дубовий О. М. Наноструктурування промислових деформованих сталей передрекристалізційною термічною обробкою ... 202
Ошовський В. Я. Установка для дослідження механічного насичення поверхонь тертя «колінчастий вал – вкладиші» алмазними включеннями ... 204
Спихтаренко В. В., Матвиенко М. В., Бокий О. А., Лепилова М. В. Выбор оптимальных режимов плазменного напыления самофлюсующимися сплавами ... 207
Торпаков А. С., Липян Є. В., Сизоненко О. М., Трегуб В. О. Електророзрядний синтез наповнювача системи Ti–Tic для епоксиполімерних композитів ... 209
Секція № 4. ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ ... 212
Cherednichenko O. K., Lychko B. M., Mitienkova V. S. Use of thermochemical recuperation of waste heat to enhance energy efficiency of lng carriers ... 212
Jiapei Liu, Ali Raza, Hongzhe Zhang, Zongming Yang, Serhiy Serbin, Daifen Chen An fuel cell stack design combining the advantages of Cross-, Co- and counter flow arrangement patterns ... 214

Jun Zheng, Siyu Lu, Delphine Uwaneza, Man Zhang, Wei Kong Stress and contact analysis of symmetrical double-side cathode solid oxide fuel cell 218
Patlaichuk V. M., Patlaichuk O. V., Borschov O. M. Design of gas turbine unit with ejection over-expansion of gas in the turbine 219
Serhii Morhun Gas turbine engine rotors forced vibration study on the base of refined fem model 221
Андреєв А. А., Хоменко В. С., Авдюнін Р. Ю. Результати мінімізації теплових втрат суднових мод..... 223
Борисенко В. Д., Устенко С. А., Устенко І. В. Новий підхід до геометричного моделювання *s*-подібних середніх ліній профілів лопаток осьових компресорів..... 225
Горбов В. М., Мітєнкова В. С. Використання суднових гібридних енергетичних установок для зниження атмосферної емісії 229
Горячкин А. В., Колбасенко О. В., Филипщук А. Н., Корниенко В. С., Тендитный Ю. Г., Тендитная Н. В. О механизме низкотемпературной коррозии при сжигании водотопливных эмульсий 231
Горячкин А. В., Колбасенко О. В., Филипщук А. Н., Корниенко В. С., Тендитный Ю. Г., Тендитная Н. В. Пассивация поверхностей нагрева при температурах стенки ниже температуры точки росы паров серной кислоты..... 234
Горячкин А. В., Колбасенко О. В., Филипщук А. Н., Корниенко В. С., Тендитный Ю. Г., Тендитная Н. В. Экспериментальные исследования скорости низкотемпературной коррозии 237
Грабовенко О. І., Медлярський С. О., Смуток О. С. Ретроспективний огляд і аналіз можливих шляхів розвитку поршневих ДВЗ..... 240
Данилян А. Г., Тирон-Воробьёва Н. Б. Водород – новый путь судовой энергетики 242
Доценко С. М., Білоус І. В. Дослідження ефективних та економічних показників роботи двигуна сільськогосподарської техніки при роботі на рослинних оліях 245
Жежело А. О. Особливості формування рівнянь струмів асинхронного двигуна підвищеної безвідмовності в аварійних режимах 247
Ключник В. С., Ткач М. Р., Золотий Ю. Г., Галинкін Ю. М., Проскурін А. Ю. Встановлення і закріплення лопаток гтд при експериментальному визначенні вібраційних характеристик методом цифрової спекл-інтерферометрії 250
Кузнецова С. А. Оцінка ефективності зниження шкідливих вікидів при використанні газоповітряних охолоджувачів відпрацьованих газів суднових Дизельних установок 253
Наливайко В. С., Авдюнін Р. Ю., Мисько В. О. Дослідження впливу дрібнодисперсних включень TiO_2 у водопаливну емульсію на екологічні характеристики Двз..... 255
Нестеренко В. В., Вільховецький А. Р. Перспективи переобладнання дизелів в газодизелі 257
Ольшевський С. І. Особливості організації електроживлення дослідної моделі з гідробіоничним рушієм..... 259
Попов О. П., Попова Л. О, Савенков О. І., Кондратьєва А. А. Зниження вагогабаритних показників суднових зубчастих передач 261
Сербін С. І., Діасамідзе Б. Т. Теоретичні дослідження впливу плазмохімічних добавок на утворення токсичних компонентів в двопаливній низькоемісійній камері згоряння Гтд при роботі на газоподібному та рідкому паливах..... 263
Соломонюк Д. М. Підвищення ефективності комбінованих газопаротурбінних установок за рахунок теплових насосів 267
Ткач М. Р., Галинкін Ю. М., Борисов А. В., Костріков О. А. Застосування сучасних систем проектування для визначення власних частот коливань..... 269
Філіпщук О. М. Моделювання процесів паливної і екологічної ефективності та впливу інтенсивності корозії..... 272
Шалапко Д. О. Дослідження впливу параметрів налаштування паливної апаратури при використанні малих домішок водню на робочий процес та ефективні показники двигуна 6ЧН20/28 276
Швець І. А., Шаповалов О. Д. Підвищення ефективності енергетичної установки з ДВЗ..... 280
Якимчук Г. С., Кириллов О. Л. Модель заповнення танка танкера 281
Якимчук Г. С., Кириллов О. Л. Структурна схема системи управління частотно-регульованим електроприводом навиваючого пристрою 285
Секція № 5. ХОЛОД НА ТРАНСПОРТІ, В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ..... 290
Halina Kobalava, Dmytro Konovalov Efficiency analysis of multistage compressor intercooling by using thermopressor..... 290
Андрєєв А. А. Визначення раціональних параметрів проміжного охолодження наддувного повітря суднових ДВЗ..... 293

Безродний М. К., Місюра Т. О. Аналіз енергоефективності теплонасосної системи вентиляції та кондиціювання всередині виробничого приміщення з рекуперацією витяжного повітря ... 296
Безродний М. К., Ословський С. О. Термодинамічна ефективність системи опалення та вентиляції з використанням комбінації повітряного та ґрунтового теплових насосів ... 299
Гоголь М. І., Яковлев Ю. О. Вдосконалення технологічних схем виробництва карбаміда ... 302
Калініченко І. В., Коцаренко М. Ю., Сахно В. С.Підвищення енергетичних показників дизель-генераторів за рахунок зміни параметрів охолоджуючої рідини системи охолодження ... 305
Пирисунько М. А., Ровенко О. В., Лук'яник В. І. Перспективи використання теплоти рециркуляційних газів ежекторною холодильною машиною для зменшення шкідливих викидів суднового двигуна ... 308
Секція № 6. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОБ'ЄКТАХ ОКЕАНОТЕХНІКИ ... 311
Litvinova M. B., Shtanko O. D. Model of heat exchange process in a thermoelectric generator during utilization of fuel gas energy of a homely heating oven ... 311
Іваненко Т. С., Мельничук С. С. Флористичне різноманіття матвіївського масиву ... 313
Іванов А. А., Свиридов В. І. Суднові нафтозабруднені води та засоби їх біологічної обробки ... 316
Єпіфанов О. А., Димо Б. В., Пацурковський П. А., Язловецький А. В. Вплив рециркуляції димових газів на техніко-економічні та екологічні показники роботи суднового допоміжного котла ... 318
Козловський О. В. Аналіз можливостей інтеграції зелених технологій з інноваційними підходами розбудови сучасної річкової транспортної інфраструктури ... 321
Літвак С. М., Літвак О. А. Екологічні аспекти використання плавучих сонячних фотоелектричних станцій ... 324
Маринець О. М. Інноваційні технології забезпечення стійкого регіонального розвитку та захисту навколишнього середовища територій ... 327
Прасова Н. В., Мельничук С. С, Бондар.А. О. Особливості дослідження впливу наноматеріалів на біологічні об'єкти ... 330
Секція № 7. ІННОВАЦІЇ В СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ ТА АВТОМАТИЦІ ... 332
Chen Guan Yu, Chen Ning Research on fault diagnosis of ship power station based on random forest ... 332
Chen Zaifa, Lei Lei Sensorless hybrid control of ship permanent magnet synchronous motor based on ADRC ... 338
Nadtochiy Iryna Classification of methods for analysis and evaluation of innovative activities ... 350
Ushkarenko O. O. Automated workstation model of the ship electric power plant parameters monitoring system ... 355
Zhang Bo, Chen Qian-qing, Zhao Chun-hui Dynamic response analysis of mob connector ... 358
Авдєєва О. А., Ставинський Р. А. Порівняння показників варіантів активної частини трифазних трансформаторів з витими трисекційними магнітопроводами ... 366
Бичков О. С., Мороз М. В., Жук Д. О., Меркулова К. В., Жабська Є. О. Іноваційна технологія візуального супроводження об'єктів для систем реального часу ... 369
Білюк І. С., Савченко О. В., Шарейко Д. Ю., Фоменко А. М., Гаврилов С. О. Блок живлення систем автоматики ... 371
Богуславский Л. З., Малюшевская А. П., Овчинникова Л. Е., Рачков А. Н. Предпосылки к использованию импульсного коронного разряда для очистки подводной части судов и гидротехнических сооружений от биообрастаний ... 373
Бугрім Л. І., Білюк І. С. Система керування процесом гарячого цинкування ... 376
Васильєв О. Г. Мікропроцесорна система керування двигуна постійного струму для приводів промислових роботів ... 378
Грудініна Г. С., Овсянников В. М. Підвищення точності стабілізації швидкості АНПА при плоскому криволінійному русі ... 380
Гунько В. І., Дмитрішин О. Я., Перекупка І. А., Танасова Е. Д., Фещук Т. А. Створення багатофункціонального високовольтного імпульсного конденсатора, що призначений для експлуатації в режимах з високою частотою слідування зарядів-розрядів ... 383
Жук Д. О., Новогрецький С. М., Александровський С. Ю., Бандура С. І. Принципи побудови структурної схеми навчально-тренажерного стенду суднової електростанції ... 386
Кириченко О. С. Порівняльний аналіз термоелектричних елементів з різною геометричною формою напівпровідникового матеріалу ... 390
Михаліченко П.Є. Розробка згортаючої нейронної мережі для задачі класифікації зображення надводних транспортних засобів ... 392

Михаліченко П. Є., Субботкіна О. П., Буренко О. В. Розробка алгоритмів струмового захисту електромереж постійного струму ... 394
Надточий А. В. Щодо питання групового керування неоднорідних об'єктів в середовищі ... 397
Надточій В. А. Бюджетний вимірювальний комплекс ... 399
Обрубов А. В. Цифровий перетворювач сигналів суднових електросистем в ефективне значення ... 402
Павлов Г. В., Вінниченко І. Л., Покровський М. В. Моделювання роботи зворотньоходового перетворювача для безконтактної передачі електроенергії ... 406
Пальчиков О. О. Дослідження трансформаторного паперу в сильному електричному полі ... 409
Подимака В. І., Осадченко Ю. В Про реактивну складову струму ротора асинхронної машини в генераторному режимі ... 411
Рожков С. О., Іванов А. А., Тимофеєв К. В., Бутаков И. Б., Жук Д. О. Удосконалена модель для дослідження динаміки суднової електроенергетичної системи із використанням буферних джерел ... 413
Чекунов В. К. Методика розрахунків струмів короткого замикання в суднових електроенергетичних системах на базі стандарту IEC 61363 ... 417
Шарейко Д. Ю., Білюк І. С., Савченко О. В., Фоменко А. М. Адаптивний регулятор у сучасних комплектних електроприводах ... 420
Секція № 8. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ В ПРОМИСЛОВОСТІ, ОСВІТІ ТА СОЦІАЛЬНІЙ СФЕРІ ... 427
Nadtochyi Anatolii, Ohor Hanna Principles of conducting estimates project management concepts unmanned marine technology ... 426
Klysiak M., Iatsenko G. The current stage of political evolution ... 439
Анастасенко С. М. Інформаційні технології проектування інновацій ... 431
Божаткіна Є. С., Божаткін С. М., Назарко А. А. Механізми інформаційних технологій у сфері державної реєстрації актів цивільного стану ... 432
Гавриленко Н. В. Впровадження системи контролінгу для підвищення ефективності управління морскими портами ... 435
Гусєва-Божаткіна В. А., Козирко А. О. Управління проектами транспортної системи міста ... 438
Гучек П. Й., Литвиненко Е. И., Карпова С. О. Кубатурные формулы для шестиугольного конечного элемента ... 440
Дончик Т. О., Фаріонова Т. А. Концепція створення інформаційної технології для оцінювання трудомісткості розробки програмного продукту ... 443
Ковтанюк М. С. Використання інтерактивних технологій у професійній діяльності викладача ... 445
Кузьміна А. І. Інформаційно-комунікаційні технології як інструментарій для «екологізації» текстів профорієтанційних відеороликів ... 447
Медведєва М. О., Криворучко І. І. Онлайн-сервіси для організації проєктного навчання у закладах вищої освіти ... 450
Михаліченко П. Є.1 Дудченко О. М. Аналіз класичних методів в проблематиці дисциплін машинного навчання, комп'ютерного зору і розпізнавання образів ... 452
Михаліченко П. Є., Дудченко О. М., Латанская Л. О., Родін П. А. Вибір нейронної мережі для розпізнавання образу надводних суден ... 454
Партас В. К., Удовицький Д. В. Параметрическое моделирование составных объектов при проектировании корпусной мебели ... 457
Пасюк Б. Б., Фаріонова Т. А. Програмні системи для визначення мережевих атак ... 460
Ревенко Н. Г. Інноваційна спроможність регіонів як чинник економічного розвитку ... 463
Смуглякова М. К., Кисельова Т. В., Фатєєва В. Г. Специфічні аспекти проведення діагностичного тестування на заняттях з англійської мови ... 466
Суслов С. В. Програмний модуль моделювання обумовлених реакцією хвиль для розрахунків хвильових навантажень на корпуси суден ... 468
Титов С. Д., Чернова Л. С. Ефективний алгоритм розв'язку задач лінійної оптимізації в математичних моделях управління проектами ... 470
Чернова Л. С. Моделювання траєкторії проекту розвитку суднобудування України ... 473
Шостак О. В. Методи оцінки ефективності інформаційних систем ... 478
Секція № 9. АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ПІДНЕСЕННЯ ЕКОНОМІКИ МОРЯ В УКРАЇНІ ... 480
Nadtochiy I. I., Nadtochiy V. A. Expansion of tourist activity of the azov-black sea region of Ukraine with the use of robotic and telecommunication technologists ... 480
Бурунсуз К. С. Особливості регулювання бухгалтерського обліку в Польщі ... 483

Гришина Л. О., Хмарська І. А. Портовий потенціал України, як складова конкурентоспроможності її транспортного комплексу ... 485
Гурченков О. П., Трунін К. С., Тубальцев А. М. Проблеми розвитку регіональних морегосподарських комплексів країн світу ... 487
Єфімова Г. В., Марущак С. М., Пащенко О. В. Тренди іноземного інвестування та методи оцінювання інвестиційної привабливості регіонів ... 491
Жувагіна І. О. Суднобудування – стартове виробництво морської індустрії ... 494
Карась П. М., Гришина Л. О. Фінансове забезпечення реалізації стратегії розвитку морських портів України ... 496
Каткова Н. В., Грищенко О. В. Актуальні питання подання фінансової звітності підприємств, складеної на основі таксономії UA XBRL МСФЗ 2020 ... 499
Клисяк Марія Дмитрівна Напрями підвищення інвестиційної привабливості ОТГ як фактор піднесення економіки моря ... 502
Парсяк В. Н., Жукова О. Ю., Ващиленко А. М. Кластери в промисловості: етимологічні витоки та економічний зміст ... 504
Пулянович О. В., Година О. В. Реалізація концепції ощадливого менеджменту в логістиці ... 507
Руснак А. В., Ломоносов Д. А. Європейський досвід управління інноваційною діяльністю на підприємствах: методи та механізми ... 510
Фатєєв М. В., Поткін О. О. Проектне управління в структурі корпоративної інформаційної системи суднобудівного підприємства ... 513
Секція № 10. ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАХІВЦІВ ... 515
Boiko L. M. Teaching english: the effectiveness of remote online learning ... 515
Dyukova S., Iatsenko G. Heuristics as a searching method of new applied to problem solving under uncertainty ... 516
Дюкова С. П., Патлайчук О. В., Патлайчук В .М. Choice of solution search method under uncertainty ... 519
Smilichenko Ianina, Smirnova Iryna Development of communicative competencies in applicants of technical institutions of higher education ... 522
Vatulya Yuriy, Smilichenko Ianina Communicative socialization of students ... 524
Vatulya Yuriy, Smilichenko Ianina The usage of information and communication technologies at the current stage of activity economic entities ... 527
Бобіна О. В. Про досвід акредитаційної діяльності в Сша і Європі ... 529
Гудирева О. М., Савченко О. Г., Вільданов В. Є. Оцінювання точності навігаційної інформації еліптичною похибкою ... 531
Данильченко Наталя Вячеславівна, Сергієнко Олена Миколаївна Роль особистості завідуючого кафедрою у формуванні освітнього середовища: з досвіду кафедри дизайну ... 534
Дюндін В. Д. Вища освіта як фактор розвитку інтелектуального потенціалу суспільства ... 536
Коваленко М. А., Ломоносов А. В., Ломоносова О. Е. Особливості підготовки та мотивації студентів нового покоління ... 539
Костирко Т. М., Корольова Т. Д. Моніторинг публікаційної активності здобувачів наукових ступенів доктора, кандидата наук, PHD в НУК ім. адм. Макарова ... 542
Сорокіна Т. М. Вплив розвитку дизелебудування на потребу підвищення фахового рівня суднових механіків ... 546
Струкачова Л. М. Технология «Дополненной реальности» в системе подготовки специалистов ... 550
Худякова І. М., Скороходов В. А. Розробка автоматизованого робочого місця директора навчально-наукового інституту ... 556
Секція № 11. ПРАВОВІ ІННОВАЦІЇ ... 560
Nadtochiy Iryna, Dubinskiy Oleg International code for the security of shipsand port facilities on measures to ensure the security of port facilities ... 560
Білецька С. В., Горбова Г. О. Безоплатна правова допомога як гарантоване державою право особи на захист ... 563
Борко А. Л., Дубова К. О. Щодо вартості фінансової послуги за договором банківського вкладу ... 566
Джулай Г. Г. Карантин і трудові відносини в україні: правові аспекти ... 568
Дмитренко М. О., Кудря А. В. Підзаконні нормативно-правові акти як складова реалізації закону України «Про внутрішній водний транспорт» ... 572
Дмитрук І. М. Проблеми застосування колізійної прив'язки в міжнародному приватному праві ... 575

Ломжець Юлія Вікторівна, Негрецька Анна Становлення й утвердження принципу мирного вирішення спорів в сучасному міжнародному праві ... 576
Сікорський О. П., Кравченко А. С. Проблеми медичного забезпечення осіб, позбавлених волі ... 580
Тригуб О. В. Деякі проблеми визначення правової категорії «Спеціальний суб'єкт» ... 582
Філіппських М. О., Дубинський І. Ю. Патронат над дітьми як форма сімейного виховання ... 585
Хачатуров Е.Б. Митне оформлення в суднобудуванні ... 587
Секція № 12. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗВИТОК МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ. ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКІ СИЛИ УКРАЇНИ: МИНУЛЕ, СУЧАСНЕ, МАЙБУТНЄ ... 590
Filipishyna Liliya, Lomakina Olena Digital innovations in the formation of sustainable development of the infrastructure complex of maritime transport ... 590
Zhukov Yu. D., Zivenko O. V. OPUSS project: first results and roadmap of development ... 593
Гламаздін П. М., Сірохіна Е. О. Геліосистеми з високотемпературними органічними теплоносіями ... 598
Дармосюк І. Л. Гідроізоляційні матеріали системи «пенетрон» для інфраструктурних проєктів ... 601
Жук О. К., Дзисюк Я. В., Слабодчиков А. А. Берегові зарядні системи для акумуляторних суден ... 603
Жуков Ю. Д., Зівенко О. В. Вибір методів та засобів вимірювання кількості рідких/твердих середовищ для земснарядів ... 611
Казарезов А. Я. К расчету траектории движения судна на неустановившейся циркуляции ... 614
Кузнецов В. В. Інтегральна оцінка ефективності суднових енергетичних установок з урахуванням теплообмінних апаратів ... 617
Кузнецов Г. В. Використання системи енергетичного менеджменту на суднах ... 620
Мігай Н. Б. Фактори формування ефективного транспортно-логістичного комплексу ... 622
Соломенцев О. И. Исследовательское проектирование боевых кораблей и рефлексивное управление противником ... 624
Фролов О. М., Марков А. Е., Буренко О. В. Технологія виготовлення сонячних елементів з економією дорогоцінних металів ... 627
Харитонов Ю. М., Харитонов М. Ю. Формування проєкту відновлення річки Інгулець ... 628
Olena V. Lytosh Dimensionless generalised volumetric and energy specifications of hermetic compressor units for marine air conditioning ... 630
Olena V. Lytosh Dimensionless generalised specifications of hermetic compressor units for marine air conditioning ... 631
Науковий об'єкт, що становить національне надбання, «Надвисоковакуумний універсальний технологічний комплекс ВВУ-1 Д» ... 634

Наукове видання

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XII Міжнародна науково-технічна конференція

Матеріали

30 вересня – 1 жовтня 2021 р.

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

(*українською, російською та англійською мовами*)

Відповідальний за випуск *Г. В. Павлов*
Комп'ютерне верстання *В. В. Москаленко*

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 74,6. Тираж 150. Зам. № 2409-69
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.