



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ДВИГУНОБУДУВАННЯ

VIII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

05-06 грудня 2024 року



МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

м. Миколаїв ■ 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

**СУЧАСНИЙ СТАН
ТА ПРОБЛЕМИ ДВИГУНОБУДУВАННЯ**

VIII Міжнародна науково-технічна конференція

05-06 грудня 2024 року

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

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

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Академія наук суднобудування України
ДП Науково-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря»-«Машпроект»
Колумбійський університет (Нью-Йорк, США)
Корейський науково-дослідний інститут машинобудування і матеріалів (Республіка Корея)
Технологічний університет (Онтаріо, Канада)

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.

Претензії до організаторів не приймаються.

Відповідальний за випуск:

О. А. Гогоренко

С 89 Сучасний стан та проблеми двигунобудування : Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції : – Миколаїв : Іліон, 2024. – 178 с.

ISBN 978-617-534-747-8

У збірнику опубліковані матеріали міжнародної конференції, яка відбулася у Національному університеті кораблебудування (м. Миколаїв) 05-06 грудня 2024 року. Розглянуті науково-технічні досягнення вітчизняних та зарубіжних науковців у галузі розроблення, виготовлення, дослідження та технічної експлуатації двигунів внутрішнього згоряння, газотурбінних, паротурбінних, комбінованих двигунів, а також двигунів інших типів і енергетичних установок, що використовують зазначені двигуни. Зокрема увага приділяється обговоренню інноваційних науково-технічних розробок у сфері новітніх теплових двигунів, стаціонарних і транспортних енергетичних установок. Також серед завдань конференції – пошук шляхів використання альтернативних палив у двигунах і енергетичних установках та вирішення питань підвищення енергоефективності й екологічності стаціонарної та транспортної енергетики.

Матеріали збірника можуть бути корисними для науковців, інженерно-технічних працівників, викладачів, студентів і аспірантів.

УДК 621.43

ISBN 978-617-534-747-8

**© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2024**

ВСТУП

Цьогорічна конференція має особливе значення, адже вона присвячена визначній події – 100-річчю Машинобудівного навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Протягом століття наш інститут не лише виховував нові покоління інженерів, але й став осередком наукових досліджень, інновацій і значних відкриттів, зокрема в галузі двигунобудування. Наші науковці та випускники роблять вагомий внесок у розвиток сучасної інженерної науки і технологій, залишаючи помітний слід у глобальній технічній спільноті.

Особливим символом цьогорічної конференції є те, що організатори отримали рівно 100 тез доповідей. Це знакова цифра, яка відображає величний шлях інституту та його досягнення. У кожній тезі закладена частинка колективного прагнення до вирішення актуальних проблем двигунобудування, і кожна з них є цеглиною у фундаменті майбутнього цієї галузі.

Разом із тим, конференція 2024 року відбувається в непростий час воєнного стану в Україні – в умовах, які вимагають від усіх нас стійкості, мужності та віри в перемогу. Попри всі труднощі, ми продовжуємо працювати, досліджувати, створювати інновації, об'єднуючи зусилля задля розвитку науки і технологій, які сприятимуть відновленню нашої держави в післявоєнний період.

Щиро вдячні кожному з вас за участь, за ваші новаторські ідеї, за віру в те, що навіть у найскладніші часи наука є тим світлом, яке веде нас уперед. Наступна конференція відбудеться у 2026 році. Сподіваємося, що ця подія проходитиме у мирній, вільній і процвітаючій Україні. До нових зустрічей на шляху до розбудови науки та нашої спільної перемоги.

***З найкращими побажаннями,
організаційний комітет конференції***

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ДВЗ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Дрозд О. В.

канд. техн. наук, доцент

Іванько О. І., Крамар Р. Г.

магістранти

Херсонський навчально-науковий інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Херсон, Україна

У сучасному судноплаванні підвищення ефективності двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) є однією з ключових задач, що впливають на економічні показники та екологічну стійкість галузі. Традиційні методи експлуатації суднових ДВЗ, які базуються на статичних режимах роботи, вже не відповідають вимогам сучасних стандартів ефективності та екологічності. Висока витрата палива, значні викиди шкідливих речовин (CO_2 , NO_x , SO_x), а також підвищені витрати на технічне обслуговування є типовими проблемами для більшості суднових двигунів.

Згідно з даними Міжнародної морської організації (ІМО), морський транспорт відповідальний приблизно за 2...3 % глобальних викидів парникових газів. Це спонукає до пошуку нових технологій, які здатні підвищити ефективність суднових ДВЗ і знизити їх вплив на довкілля. Останніми роками цифрові технології та штучний інтелект (ШІ) стали важливими інструментами для вирішення цих задач. Вони дозволяють оптимізувати роботу ДВЗ у реальному часі, зменшувати витрати палива, підвищувати надійність обладнання та скорочувати викиди шкідливих речовин.

Метою даної доповіді є аналіз можливостей підвищення ефективності суднових ДВЗ шляхом впровадження цифрових технологій і ШІ, а також оцінка впливу цих технологій на економічні та екологічні показники морських перевезень.

Цифрові технології в судноплаванні: огляд можливостей. Цифровізація судноплавства передбачає використання інформаційних технологій для збору, аналізу та управління даними, що стосуються роботи суден та їх обладнання. Однією з ключових областей застосування цифрових технологій є управління судновими ДВЗ. Ці технології включають:

- системи моніторингу в реальному часі (Real-Time Monitoring Systems): забезпечують безперервний контроль параметрів роботи двигунів, таких як температура, тиск, витрата палива та інші показники. Збір даних у реальному часі дозволяє виявляти відхилення від нормальних режимів роботи, що сприяє своєчасному технічному обслуговуванню.

- Big Data та аналітика: використання великих обсягів даних, зібраних із сенсорів та інших джерел, для аналізу тенденцій та прогнозування технічного стану двигунів. Big Data дозволяє виявити закономірності, які важко побачити за допомогою традиційних методів аналізу.

- IoT (Інтернет речей): інтеграція суднових систем із сенсорами та підключення їх до єдиної мережі, що дозволяє здійснювати віддалений моніторинг та управління. Наприклад, системи IoT можуть автоматично коригувати режими роботи двигуна залежно від умов навколишнього середовища.

Використання штучного інтелекту для оптимізації роботи суднових ДВЗ. Штучний інтелект відіграє важливу роль у підвищенні ефективності суднових ДВЗ, оскільки він здатен здійснювати глибокий аналіз даних і приймати рішення на основі отриманої інформації. Основні напрями застосування ШІ включають:

- прогнозування поломок (Predictive Maintenance): ШІ аналізує дані з датчиків для прогнозування можливих відмов у роботі двигунів. Це дозволяє запобігти несподіваним поломкам, що можуть призвести до значних фінансових втрат.

- оптимізація витрат палива: на основі аналізу даних про роботу двигуна та умов експлуатації, ШІ може рекомендувати зміни в режимі роботи для досягнення оптимальної паливної ефективності. Це може включати автоматичне коригування параметрів впорскування палива, тиску у камерах згоряння та інших характеристик.

- автоматичне управління (Autonomous Control Systems): інтеграція систем на основі ШІ, які здатні самостійно регулювати роботу двигуна в залежності від зовнішніх факторів, таких як хвильова активність, напрямок вітру, завантаженість судна тощо.

Переваги застосування цифрових технологій і ШІ для суднових ДВЗ. Використання цифрових технологій дозволяє досягти значної економії палива за рахунок оптимізації режимів роботи двигунів. Наприклад, дослідження показують, що впровадження системи прогнозування витрат палива може знизити споживання палива на 5...10 %. Крім того, використання ШІ для прогнозування технічного обслуговування дозволяє зменшити час простою суден, що сприяє підвищенню їхньої економічної ефективності.

Цифрові технології та ШІ сприяють зменшенню викидів шкідливих речовин завдяки оптимізації процесів згоряння палива та управлінню витратами енергії. Наприклад, автоматичне регулювання складу паливно-повітряної суміші може зменшити викиди NO_x на 15...20 %. Це відповідає вимогам ІМО щодо скорочення викидів шкідливих речовин у міжнародних водах.

Цифрові системи діагностики дозволяють виявляти потенційні несправності на ранніх етапах, що знижує ризик аварійних ситуацій на борту. Наприклад, система моніторингу стану підшипників або циліндрів може запобігти серйозним поломкам, що призводять до дорогого ремонту.

Приклади впровадження цифрових технологій і ШІ у судноплаванні.

На сьогоднішній день багато судноплавних компаній вже успішно впровадили цифрові технології та ШІ для підвищення ефективності своїх суден:

- Rolls-Royce розробила систему дистанційного моніторингу та управління судновими ДВЗ на основі ШІ, що дозволяє оптимізувати роботу двигунів у реальному часі.
- Maersk Line, один із найбільших контейнерних перевізників, активно використовує Big Data та аналітику для прогнозування витрат палива та оптимізації маршрутів.
- Norwegian Cruise Line впровадила систему, яка використовує IoT для моніторингу енерговитрат на борту та автоматичного управління електроспоживанням.

Майбутні дослідження спрямовані на вдосконалення цифрових систем та інтеграцію їх із новими джерелами енергії, такими як водень і аміак. Очікується, що подальший розвиток ШІ дозволить створювати автономні судна, які зможуть самостійно аналізувати навколишнє середовище і приймати рішення щодо оптимального маршруту, швидкості та режиму роботи ДВЗ.

Висновок. Цифрові технології та штучний інтелект мають великий потенціал для підвищення ефективності суднових ДВЗ. Їх використання дозволяє знизити витрати палива, скоротити викиди шкідливих речовин і підвищити надійність обладнання. У зв'язку зі зростанням вимог до екологічності та ефективності судноплавства, впровадження цих технологій є не лише конкурентною перевагою, але й необхідною умовою для забезпечення сталого розвитку галузі.

Література:

1. IMO Marine Environment Protection Committee. Reduction of GHG Emissions from Ships. International Maritime Organization, 2020.
2. Rolls-Royce Marine Innovation: Smart Engine Technology. Rolls-Royce, 2022.
3. Big Data in Maritime Industry, Maersk Line Whitepaper, 2023.
4. Digital Transformation in Shipping, DNV GL Report, 2021.
5. Artificial Intelligence for Autonomous Vessels, Norwegian Maritime Authority, 2023.

РОЛЬ СИСТЕМИ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ В ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ДВЗ

Плахотник Ю. О., Мишако Є. Є.

магістранти

Шалапко Д. О.

канд. техн. наук, доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики

Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Херсон, Україна

Судноплавна галузь є ключовим елементом глобальної економіки, забезпечуючи понад 80 % міжнародних товарних перевезень. Водночас суднові двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) споживають великі обсяги палива, що призводить до значних викидів вуглекислого газу (CO_2), оксидів азоту (NO_x) та сірки (SO_x). Ці викиди негативно впливають на довкілля, сприяючи зміні клімату, забрудненню повітря та кислотним дощам.

З огляду на посилення екологічних стандартів, зокрема ініціативи Міжнародної морської організації (ІМО) щодо скорочення викидів парникових газів, виникає нагальна потреба у впровадженні інноваційних технологій, які підвищують паливну ефективність суднових ДВЗ. Одним із таких рішень є використання систем рекуперації енергії, що дозволяють знизити витрати палива та зменшити шкідливі викиди. Ця доповідь спрямована на аналіз ролі систем рекуперації енергії у підвищенні ефективності суднових ДВЗ, а також на розгляд їх потенціалу для сталого розвитку судноплавства.

Принципи роботи систем рекуперації енергії:

Системи рекуперації енергії – це технології, які дозволяють відновлювати частину енергії, що зазвичай втрачається у вигляді тепла або вібрацій під час роботи двигунів внутрішнього згоряння. Ці системи можуть перетворювати відновлену енергію на електричну або механічну, що використовується для живлення різних суднових систем.

Основні типи систем рекуперації.

Існує кілька типів технологій рекуперації енергії, що можуть використовуватися на судах:

- теплообмінники: дозволяють використовувати тепло від вихлопних газів для підігріву води або виробництва пари, що може живити допоміжні турбіни.
- турбокомпаундування: передбачає використання додаткової турбіни, яка використовує енергію відпрацьованих газів для підвищення ефективності головного двигуна.
- системи рекуперації електроенергії: наприклад, генератори, що працюють від потоку вихлопних газів або використання енергії від гальмування для зарядки акумуляторів.
- використання термоелектричних матеріалів: конвертують тепло від двигуна в електричну енергію.

Використання систем рекуперації дозволяє знизити витрати палива на 5...10 %, що має значний економічний ефект при експлуатації суден на далекі відстані. Наприклад, турбокомпаундування може підвищити ККД двигуна на 3...5 %, використовуючи енергію вихлопних газів.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ	4
Сербін С. І. ПЛАЗМОХІМІЧНІ СИСТЕМИ ДЛЯ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.....	4
Тимошевський Б. Г., Ткач М. Р. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ У СКЛАДІ ПЛАВУЧИХ ЕЛЕКТРОГЕНЕРУЮЧИХ СТАНЦІЙ	5
Чередніченко О. К. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ МОДУЛЯХ ПЛАВУЧИХ ОБ'ЄКТІВ ОФШОРНОГО НАФТОГАЗОВИДОБУТКУ	7
Korobko V. V. DESIGN FEATURES OF THERMOACOUSTIC SYSTEMS FOR LOW-TEMPERATURE WASTE HEAT RECOVERY	9
Митрофанов О. С., Гогоренко О. А., Проскурін А. Ю., Мошенцев Ю. Л., Тимошевський Б. Г. НАПРЯМКИ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ КАФЕДРИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ, УСТАНОВОК ТА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	11
СЕКЦІЯ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ДВИГУНОБУДУВАННЯ	13
Воїнов О. П., Самохвалов В. С., Кобалава Г. О. ПРО ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ДВИГУНІВ.....	13
Колбасенко О. В., Димо Б. В., Анастасенко С. М. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПАЛЮВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ПАЛИВ ЗАСТОСУВАННЯМ ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЙ.....	14
Погорлецкий Д. С. ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ПАЛИВОПІДГОТОВКИ СУДНОВОГО МАЛООБЕРТОВОГО ДВИГУНА	15
Nikolaiev O. L., Polishchuk V. A., Li Yonghong. MANUFACTURING TECHNOLOGY IMPROVEMENT OF BEVEL-TOOTH WHEELS AND BEVEL GEARS.....	17
Dzygar A. K., Pohorletskyi D. S., Gritsuk I. V., Khudiakov I. V. ASPECTS OF MARINE FUEL OILS SULPHUR REDUCTION.....	18
Дрозд О. В., Алтухов Є. П., Бондаренко А. О., Вігулярний С. С. ГІБРИДНІ СИСТЕМИ НА БАЗІ СУДНОВИХ ДВЗ: ПОЄДНАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ І НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ	22
Нікіфоров Р. А., Павловський М. В., Колесников О. В. ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ СУДНОВИХ ДВЗ: ПОГЛЯД НА МАЙБУТНЄ.....	24
Герус Є. С., Єложенко О. О., Єременко І. І., Колесников О. В. ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ СУДНОВИХ ДВЗ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	25
Шалапко Д. О., Кухаренко О. О., Ратушний С. І. ОСНОВНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ГОЛОВНИМ СУДНОВИМ ДВИГУНОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	27
Дрозд О. В., Іванько О. І., Крамар Р. Г. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ДВЗ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	29
Плахотник Ю. О., Мишако Є. Є., Шалапко Д. О. РОЛЬ СИСТЕМИ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ В ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ДВЗ	30
Доценко С. М., Свідерський А. А., Самарін М. Л., Рідош Я. В. АНАЛІЗ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ ЗАПАЛЬНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ГАЗОДИЗЕЛЯ	31
Шаповалов Ю. О., Семенов М. М., Смірнова О. О., Степанок М. Ф. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОНОМІЇ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ КАТЕГОРІЇ ПЗ У РЕЖИМІ ПРОСТОЮ ТА ХОЛОСТОГО ХОДУ.....	33
Калініченко І. В., Степаненко Ю. О. ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА ПРИ ЗМІНІ ВМІСТУ СІРКИ В ПАЛИВІ	35
Грич А. В. АНАЛІЗ СХЕМИ РАЦІОНАЛЬНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ ДЛЯ ГАЗОВОГО ДВИГУНА АВТОНОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ.....	37
Грич А. В. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ГАЗОВИХ ДВИГУНІВ В СКЛАДІ АВТОНОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ КАСКАДНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ	39
Гудима А. О. ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СЕУ	41
Матвієнко В. В. ОСОБЛИВОСТІ ПРИВОДУ ЯКІРНО-ШВАРТОВНИХ МЕХАНІЗМІВ.....	43
Maksym Poshyvai, Nataliia Benedychuk, Vadym Voloshchuk. APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE I N THE DESIGN OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES	45
Шаповалов Ю. О., Семенов М. М., Богдан А. П., Міхай Г. М. АНАЛІЗ СИСТЕМ ВОДОПІДГОТОВКИ ДЛЯ ПЕРЕСУВНОЇ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ	46

Наукове видання

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ДВИГУНОБУДУВАННЯ

VIII Міжнародна науково-технічна конференція
05-06 грудня 2024 року

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

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ (українською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск О. А. Гогоренко
Дизайн , верстка Л.М. Струкачової

Формат 60×84 1/8. Ум. друк. арк. 16,5. Тираж 100 пр. Зам. № 1402-25
ВИДАВЕЦЬ І ВИГОТОВЛЮВАЧ
Товариство з обмеженою відповідальністю фірма «Ліон».
54007, м. Миколаїв, вул. Бузника, 5/1
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1506 від 25.09.2003 р.



**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**