

Міністерство освіти і науки України
Херсонська державна морська академія
Одеський національний морський університет
Національний університет «Одеська морська академія»
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
Державний університет інфраструктури та технологій
Литовська морська академія (Литовська Республіка)
Akademia Morska w Szczecinie (Республіка Польща)
Batumi State Maritime academy (Грузія)
Крюїнгова компанія «Marlow Navigation» (Республіка Кіпр)

МАТЕРІАЛИ

12-ї Міжнародної науково-практичної конференції

***СУЧАСНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ НА
ТРАНСПОРТІ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЇХ
ОБСЛУГОВУВАННЯ
СЕУТТОО-2021***



Херсон – 2021

Науковий комітет:

Білогуб О.В. – д.т.н., проф., НТУ «ХАІ»;	Сараєв О.В. – д.т.н., проф., ХНАДУ;
Білоусов Є.В. – д.т.н., доц., ХДМА;	Сахно В.П. – д.т.н., проф., НТУ;
Варбанець Р.А. – д.т.н., проф., ОНМУ;	Сербін С.І. – д.т.н., проф., НУК;
Волков В.П. – д.т.н., проф., ХНАДУ;	Симоненко Р.В. – к.т.н., доц., ДП
Горбов В.М. – к.т.н., проф., НУК;	«ДержавтотрансНДІпроект»;
Грицук І.В. – д.т.н., проф., ХДМА;	Сьомін О.А. – к.т.н., доц., ДУІТ;
Гутаревич Ю.Ф. – д.т.н., проф., НТУ;	Тимошевський Б.Г. – д.т.н., проф., НУК;
Дакі О.А. – д.т.н., доц., ДІВТ;	Ткач М.Р. – д.т.н., проф., НУК;
Єпіфанов С.В. – д.т.н., проф., НТУ «ХАІ»;	Тулученко Г.Я. – д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»;
Каграманян А.О. – к.т.н., доц., УДУЗТ;	Чередніченко О.К. – д.т.н., доц., НУК;
Клец Д.М. – д.т.н., проф., ХНАДУ;	Шарко О.В. – д.т.н., проф., ХДМА;
Колегаєв М.О. – к.т.н., проф., НУ «ОМА»;	Шостак В.П. – к.т.н., проф., НУК;
Кравченко С.О. – д.т.н., с.н.с., НТУ «ХПІ»;	Шумило О.М. – к.т.н., проф., ОНМУ;
Мельник О.В. – к.т.н., доц., ДУІТ;	Щедролосєв О.В. – д.т.н., проф., НУК;
Монастирський Ю.А. – д.т.н., проф., КНУ	Klyus Oleh – prof. dr hab. inz, Akademia
Наглюк І.С. – д.т.н., проф., ХНАДУ;	Morska w Szczecinie (Республіка Польща);
Парсаданов І.В. – д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»;	Podprygora Olena – директор науково-
Подригало М.А. – д.т.н., проф., ХНАДУ;	виробничої компанії «Modern Multi Power
Поливянчук А.П. – д.т.н., проф., ХНУ	Systems» s.r.o. (Чехія);
міського господарства імені О.М.	Rima Mickienė – Deputy director for
Бекетова;	academic affairs at Lithuanian Maritime
Рева О.М. – д.т.н., проф., НАУ;	Academy (Литовська республіка);
Рожков С.О. – д.т.н., проф., ХДМА;	Teona Dzeladze – Ph.D, Associate Professor
Рябуха І.М. – д.п.н., доц., ХДМА;	Batumi State Maritime academy (Грузія)

Організаційний комітет:

Голова – Василь ЧЕРНЯВСЬКИЙ, ректор ХДМА

Заступники голови – Андрій БЕНЬ, проректор з НІПР ХДМА

Олександр АКИМОВ, в.о. декана факультету суднової енергетики.

Володимир САВЧУК, зав. кафедри експлуатації суднових енергетичних установок.

Вчений секретар конференції – Дмитро ЗІНЧЕНКО, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок.

Технічний секретар – Дар'я КУРНОСЕНКО, завідувач лабораторії кафедри експлуатації суднових енергетичних установок.

Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування. 12-а Міжнародна науково-практична конференція, 06-08 вересня 2021 р.
– Херсон: Херсонська державна морська академія.

У матеріалах 12-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування» представлені тези, які присвячені проблемам експлуатації, виробництва та проектування енергетичних установок та устаткування на транспорті, а також підготовці спеціалістів у сфері транспортної енергетики й устаткування.

ЗМІСТ

СЛОВО ГОЛОВИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ, РЕКТОРА ХЕРСОНСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ МОРСЬКОЇ АКАДЕМІЇ ЧЕРНЯВСЬКОГО ВАСИЛЯ ВАСИЛЬОВИЧА.....	12
СЕКЦІЯ 1. ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ТРАНСПОРТІ.....	13
Маулевич В.О., Варбанець Р.А. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВИХ ДВИГУНІВ MAN B&W ТИПУ ME З ЕЛЕКТРОННИМ КЕРУВАННЯМ НА НИЗЬКОСІРЧАНОМУ ПАЛИВІ.....	14
Самарін О.Є., Зінченко Д.О. ЗНИЖЕННЯ ТЕРТЯ У ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВІЙ ГРУПІ КРЕЙЦКОПФНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА.....	16
Самарін О.Є., Дзигар А.К. ЗАПОБІГАННЯ ЗНОШУВАННЮ ШИЙОК КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ.....	20
Самарін О.Є., Манжелей В.С. АВТОНОМНИЙ ПОРШНЕВИЙ КОМПРЕСОР.....	23
Самарін О.Є., Кавун В.І. ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВА ГРУПА ДВОТАКТНОГО ДИЗЕЛЯ.....	27
Матвеев В.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАСКАДНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ГХФУ.....	30
Варбанець Р.А., Залож В.І., Тарасенко Т.В. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУДЕН ВНУТРІШНЬОГО ПЛАВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМИ DEPAS D4.0H.....	33
Терлич С.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АЕРОДИНАМІЧНОГО СЛІДУ АВІАНЕСУЧОГО СУДНА НА ДИНАМІЧНІ ПАРАМЕТРИ СУПУТНІХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ.....	37
Врублевський Р.Є. ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ГОЛОВНОГО ДВИГУНА 6S50MC-C СУДНА ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ.....	43
Мальчевський В.П., Варбанець Р.А. АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕЙ ОЗОНОБЕЗПЕЧНИХ ТА ПРИРОДНИХ	

Курносенко Д.В., Савчук В.П., Бойко М.О., Вислоцький С.С. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МАСЛЯНИХ ФІЛЬТРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ.....	89
Карпенко В.О., Воропай О.В., Нескреба Е.Є. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНОЇ ШИНИ НА ТРИВАЛІСТЬ СТАРТОВОГО РУХУ..	93
Богатчук І.М., Прунько І.Б., Козак Ф.В., Богатчук М.І., Новаківський С.А. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ НОРМ ВИТРАТ ПАЛИВА ДЛЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕРЕСУВНИХ ПАРОГЕНЕРАТОРНИХ УСТАНОВОК ППУА.....	96
СЕКЦІЯ 2. ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ТРАНСПОРТІ, НЕТРАДИЦІЙНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ.....	99
Худяков І.В., Грицук І.В., Агєєв М.С., Погорлецький Д.С., Черненко В.В. СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК СУДЕН ЗМІШАНОГО РАЙОНУ ПЛАВАННЯ «РІКА-МОРЕ».....	100
Проценко В.О., Маринченко Д.О. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ МЕХАНІЗМУ ПЛУНЖЕРНОЇ РУЛЬОВОЇ МАШИНИ YOOWON-MITSUBISHI YDFT-335-2.....	106
Головань А.І., Гончарук І.П. МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СУДНОРЕМОНТНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ.....	109
Щедроносєв О.В. ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ДИЗЕЛЬНИХ НАЛИВНИХ СУДЕН..	113
Настасенко В.А., Свиридов В.И., Андреев А.А. ВОДОРОД КАК НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЕ ТОПЛИВО, ПРОБЛЕМЫ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ.....	115
Горбов В.М., Личко Б.М., Мітєнкова В.С. АНАЛІЗ КОНФІГУРАЦІЇ СУДНОВИХ ГІБРИДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК.....	118
Gorbov V.M., Cherednichenko O.K., Mitienkova V.S. DECREASING CARBON DIOXIDE EMISSION FROM LPG CARRIERS BY APPLICATION OF THERMOCHEMICAL RECUPERATION.....	121

АНАЛІЗ КОНФІГУРАЦІЇ СУДНОВИХ ГІБРИДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Горбов В.М., Личко Б.М., Мітенкова В.С.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна

Посилення вимог щодо атмосферної емісії з суден є потужним стимулом до активного використання суднобудівними та судноплавними компаніями відповідних інноваційних технологій. Окрема увага приділяється технічним рішенням, використання яких дасть змогу знизити викиди діоксиду вуглецю, оскільки саме цей парниковий газ відповідно до результатів значної кількості досліджень провокує глобальне потепління. І, хоча на сьогоднішній день за даними Міжнародної морської організації (ІМО) водний транспорт генерує лише 2,5% всіх парникових газів, за прогнозами їх емісія може збільшитися майже в 5 разів к 2050 р. і досягти 20% від глобальних рівня [1].

Серед перспективних рішень проблеми зниження емісії CO₂ на флоті можна виділити використання гібридних енергетичних установок (ГЕУ) на транспортних суднах. Відмінністю ГЕУ від найбільш поширених енергетичних установок з дизельними двигунами в якості головних та допоміжних є використання у складі акумуляторних батарей, сонячних батарей або паливних елементів (ПЕ). Екологічна ефективність при цьому досягається за рахунок зменшення кількості споживаних вуглеводневих палив, оскільки саме за рахунок їх спалювання у теплових двигунах або котлах генерується діоксид вуглецю. Електрична енергія, що акумулюється в батареях або ПЕ внаслідок електрохімічних реакцій, може бути використана на загальносуднові та пропульсивні потреби.

Ще однією перевагою ГЕУ, що активно розробляються та впроваджуються на сучасних суднах торговельного і технічного флоту, є можливість використання більш екологічно чистих палив для двигунів і ПЕ, насамперед це природний газ, але є концепції з іншими альтернативними паливами, такими як метанол, аміак та водень [1]. Серед компаній, що займаються гібридними енергетичними установками на суднах, можна виділити таких лідерів ринку в галузі суднового обладнання, як Wärtsilä, MAN Energy Solution, Rolls-Royce.

Використання ГЕУ дає змогу скоротити викиди не лише CO₂, а й інших компонентів атмосферної емісії. Так, за даними компанії Wärtsilä при заміні суднових дизель-механічних енергетичних установок гібридними викиди діоксиду вуглецю знижуються на 23%, оксидів азоту – на 40%, сірки – на 22%, твердих часток – на 48% [2].

Інтерес становить аналіз концептуальних схем та складу обладнання ГЕУ для різних типів суден, а також досвіду їх експлуатації. Зазвичай гібридні електроенергетичні системи містять електрогенератори, приводом яких є двигуни внутрішнього згоряння, або валогенератори, або мотори, що приводяться в дію головним двигуном, і систему акумулювання енергії, яка може включати батареї, суперконденсатори, паливні елементи або інше обладнання для отримання електричної енергії на різні суднові потреби [3].

Існують приклади суден, що працюють повністю на батареях, як, наприклад, паром e-Oshima типу RoPax довжиною 35 м, де всі енергетичні потреби покриваються встановленим на борту літій-іонним акумулятором загальною потужністю 590,5 кВт. У Туреччині створено буксир GİSAŞ Power довжиною 18,7 м, оснащений батареєю загальною потужністю 1484 кВт, що повністю задовільняє всі потреби в енергії за виключенням аварійних випадків, у разі яких на борту встановлено дизель-генератор на 100 кВт [4].

Але повністю електрична енергетична установка, хоча вона і втілює концепцію «ідеального» судна з нульовою атмосферною емісією, може бути реалізована лише на малих суднах переважно внутрішнього плавання та з доволі обмеженою автономністю. Для суден, де

потреби в енергії протягом рейсу вищі, більш реальною альтернативною є саме гібридні енергетичні установки.

Розроблені різні конфігурації ГЕУ, які відрізняються типом передачі пропульсивної установки (механічна або електрична), наявністю чи відсутністю валогенератора та паливних елементів додатково до акумуляторних батарей. Що стосується суднової електростанції (СЕС), то вона може включати як дизель-генератори разом із батареями, так і лише останні. Відповідні схеми представлено на рис. 1 [2].

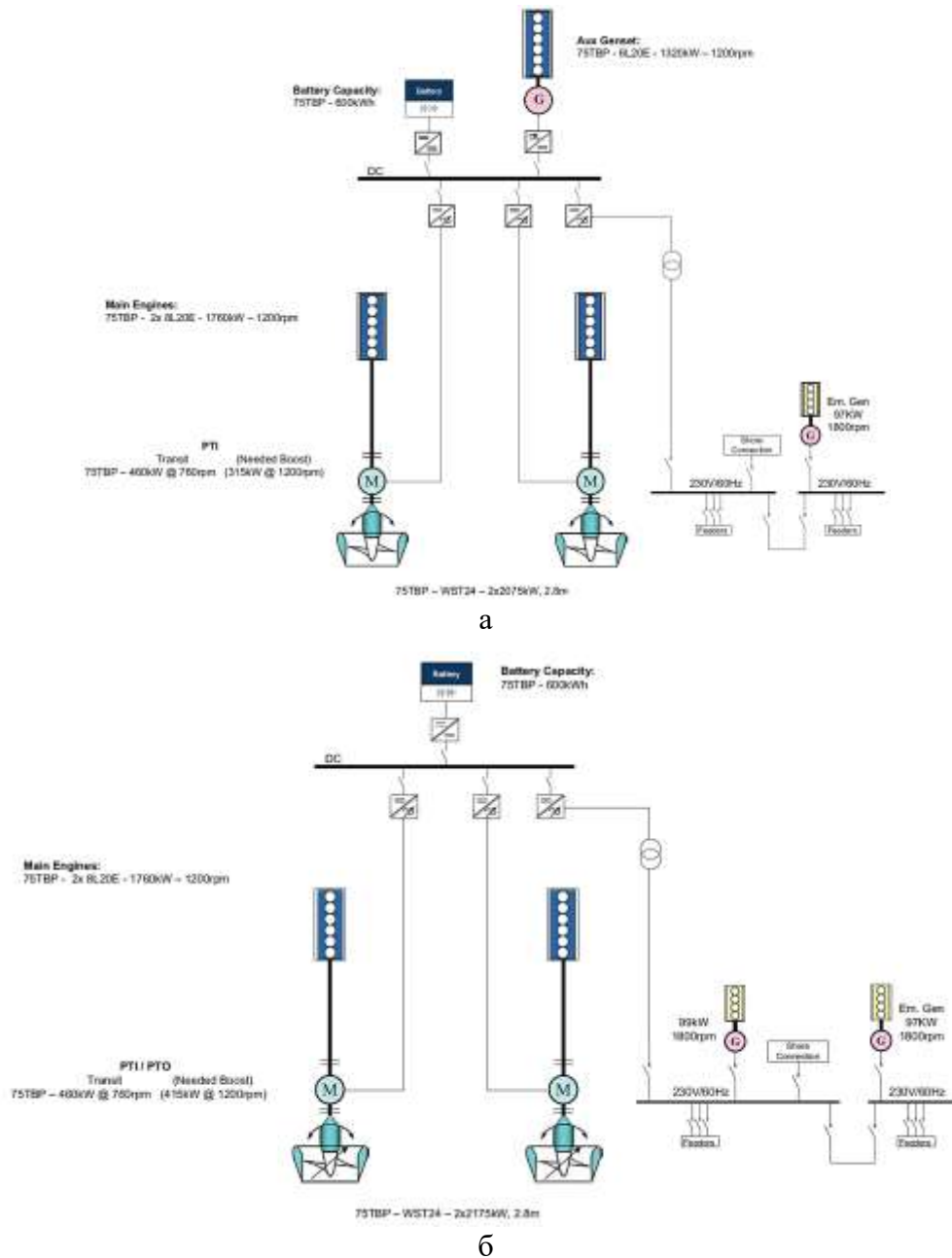


Рисунок 1 – Схеми суднових гібридних енергетичних установок: а – СЕС з допоміжним дизель-генератором і батареєю; б – СЕС лише з батареєю

На схемах, представлених на рис. 1, до складу пропульсивної установки входять два головних дизельних двигуна з механічною передачею на гвинт і електромоторами, що можуть працювати в режимах відбору або додавання потужності (РТО і РТІ, відповідно), і можуть живитися також від суднової електростанції. На рис. 1а до складу СЕС включено дизель-

генератор та акумуляторну батарею, електроенергія з якої може відбиратися на пропульсивні потреби. Зарядка батареї може відбуватися з берегу через відповідне з'єднання, дизель-генератором або від пропульсивної установки. На ходовому режимі з мінімальними викидами (так званий екологічний режим) зі швидкістю 10 вузлів акумулятор забезпечує до 70% всієї споживаної судном потужності. Особливістю конфігурації на рис. 1б є те, що зі складу СЕС виключено допоміжний дизель-генератор, а електромотори можуть працювати в режимі електрогенераторів (валогенераторів) [2].

Також розроблена конфігурації дизель-електричної гібридної установки, де на головну суднову електростанцію працюють як дизельні двигуни так і батареї (рис. 2). На екологічному ходовому режимі зі швидкістю 10 вузлів акумуляторні установки можуть забезпечити до 50% споживаної потужності [2].

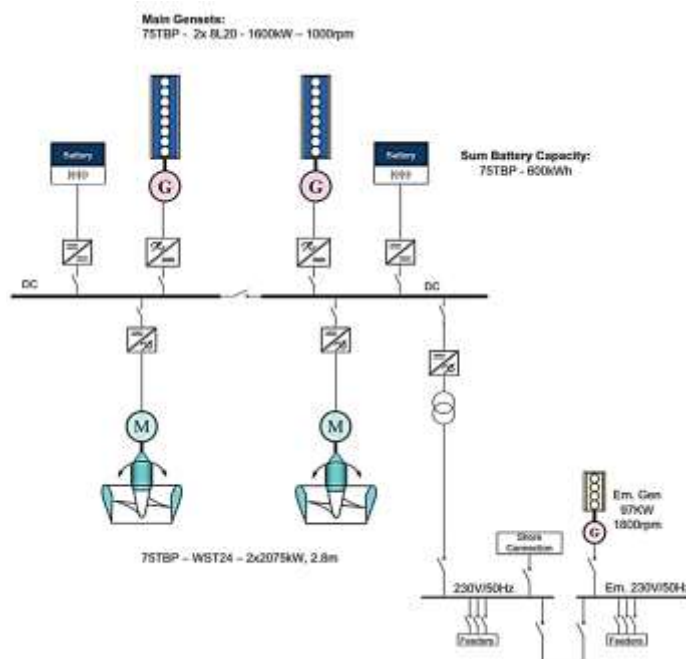


Рисунок 2 – Схема суднової дизель-електричної гібридної установки

Отже, використання ГЕУ дозволяє суттєво знизити викиди у атмосферу основних забруднюючих компонентів. Порівняно з повністю електричними установками на базі акумуляторних батарей ГЕУ можуть використовуватися як на малих, так і на середніх та великих судах зі значною автономністю. При використанні в гібридних установках паливних елементів в останніх можна використовувати природний газ та метанол як джерело водню, також ці палива одночасно можливо використовувати для головних та допоміжних 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. 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.
3. American Bureau of Shipping, 2020. Guide for Hybrid Electric Power Systems for Marine and Offshore Applications.
4. RINA, 2020. Significant Ships of 2019. The Royal Institution of Naval Architects, London, p. 26–28, 38–39.