

14-ї

**МАТЕРІАЛИ
МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**



**2023
СЕУТТОО**

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

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

14-ї Міжнародної науково-практичної конференції
***«СУЧАСНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ НА
ТРАНСПОРТІ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
ЇХ ОБСЛУГОВУВАННЯ»
(СЕУТТОО-2023)***



Херсон – 2023

Науковий комітет:

Агєєв М.С. – д.т.н., доц., ХДМА;
Білогуб О.В. – д.т.н., проф., НТУ «ХАІ»;
Білоусов Є.В. – д.т.н., проф., ХДМА;
Варбанець Р.А. – д.т.н., проф., ОНМУ;
Грицук І.В. – д.т.н., проф., ХДМА;
Дакі О.А. – д.т.н., доц., ДІВТ;
Єпіфанов С.В. – д.т.н., проф., НТУ «ХАІ»;
Колегаєв М.О. – к.т.н., проф., НУ «ОМА»;
Кравченко С.О. – д.т.н., с.н.с., НТУ «ХПІ»;
Лещенко А.М. – д.філос.н., проф., ХДМА;
Мельник О.В. – к.т.н., доц., ДУІТ;
Наглюк І.С. – д.т.н., проф., ХНАДУ;
Парсаданов І.В. – д.т.н., проф., НТУ«ХПІ»;
Подригало М.А. – д.т.н., проф., ХНАДУ;
Полив'яничук А.П. – д.т.н., проф., ХНУ міського господарства імені О.М. Бекетова;
Рева О.М. – д.т.н., проф., НАУ;

Редчиць Д.О. – д.ф.-м.н., інститут транспортних систем і технологій НАН України;
Сараєв О.В. – д.т.н., проф., ХНАДУ;
Сербін С.І. – д.т.н., проф., НУК;
Сьомін О.А. – к.т.н., доц., ДУІТ;
Тимошевський Б.Г. – д.т.н., проф., НУК;
Тулученко Г.Я. – д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»;
Чередніченко О.К. – д.т.н., доц., НУК;
Шарко О.В. – д.т.н., проф., ХДМА;
Шумило О.М. – к.т.н., проф., ОНМУ;
Klyus Oleh – prof. dr hab. inż, Akademia Morska w Szczecinie (Республіка Польща);
Rima Mickienė – Deputy director for academic affairs at Lithuanian Maritime Academy (Литовська республіка);
Teona Dzeladze – Ph.D, Associate Professor Batumi State Maritime academy (Грузія)

Організаційний комітет:

Голова – Василь ЧЕРНЯВСЬКИЙ, ректор ХДМА.

Заступники голови – Андрій БЕНЬ, проректор з НПР ХДМА.

Олександр АКИМОВ, декан 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 установи на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування. 14-а Міжнародна науково-практична конференція, 16-18 березня 2023 р. – Херсон: Херсонська державна морська академія.

У матеріалах 14-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні енергетичні установи 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 підготовки спеціалістів у сфері транспортної енергетики й устаткування.

ЗМІСТ

Слово голови організаційного комітету конференції, ректора Херсонської державної морської академії Чернявського Василя Васильовича.....	9
Секція 1. ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ТРАНСПОРТІ.....	12
Гнатів А.В., Аргун Щ.В., Сохін П.А., Ульянець О.А. <i>Комбінована силова установка з індукційним підігрівом повітря у циліндрах для міських транспортних засобів</i>	13
Худяков І.В., Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Черненко В.В., Поліщук О.В. <i>Особливості використання систем моніторингу енергетичних установок суден змішаного району плавання «ріка-море»</i>	17
Погорлецький Д.С., Грицук І.В., Худяков І.В. <i>Особливості експлуатації лубрикаторної системи мащення суднового двигуна MAN-B&W 5S70ME-C</i>	22
Шалапко Д.О., Андреев А.А., Свиридов В.І. <i>Покращення експлуатаційних показників СЕУ танкера за рахунок використання водневих добавок</i>	27
Шалапко Д.О., Андреев А.А., Пирисунько М.А. <i>Експлуатаційні показники суднового дизельного двигуна при використанні водневих домішок</i>	31
Андреев А.А., Шалапко Д.О., Свиридов В.І. <i>Покращення експлуатаційних характеристик суднових систем інертних газів</i>	34
Андреев А.А., Пирисунько М.А., Андреева Н.Б. <i>Підвищення паливної ефективності суднових МОД охолодженням наддувного повітря тепловикористовуючою установкою</i>	38
Свиридов В.І., Андреев А.А., Шалапко Д.О. <i>Діагностування суднового устаткування під час його роботи</i>	41
Варбанець Р.А., Мінчев Д.С., Псарюк С.П., Братченко П.В. <i>Передбачення впливу нерегулярності паливоподачі на параметри роботи головного суднового двигуна з використанням цифрового двійника</i>	45
Савчук В.П., Білоусов Є.В., Курносенко Д.В., Таран М.В. <i>Вплив форсування дизелів ZA40S на експлуатаційні обмеження шатунних підшипників</i>	49
Kisietov J., Kozlov A. <i>Some issues of fuel preparation on ships</i>	55

ІНФОРМАЦІЙНЕ ПОВІДОМЛЕННЯ.....	117
Секція 2. ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ТРАНСПОРТІ, НЕТРАДИЦІЙНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ.....	118
Шостак В.П., Личко Б.М. <i>Друге дихання утилізації вторинної теплоти ма-лооберткових дизелів.....</i>	119
Врублевський Р.Є. <i>Використання гомогенізатору для підвищення економії палива та екологічних показників головного двигуна.....</i>	123
Зіпунніков М.М. <i>Особливості роботи електролізної комірки в умовах імпульсного електролізу.....</i>	126
Авраменко А.М., Левтеров А.М. <i>Проблеми використання водень вмістких сумішей для поліпшення екологічних показників дизельних двигунів.....</i>	130
Настасенко В.О., Проценко В.О., Бабій М.В. <i>Сучасний розвиток суднових вітряних систем.....</i>	133
Воїнов О.П., Самохвалов В.С., Кобалава Г.О. <i>Можливості оновлення суднових котельних установок.....</i>	137
Чорна В.О., Кудряшов О.О., Біленко С.С. <i>Аналіз існуючих методик оцінки температурного поля тягових електричних двигунів.....</i>	139
Грич А.В., Остапенко О.В. <i>Аналіз впливу ступеневого кондиціювання повітря машинного відділення на ефективність газових двигунів.....</i>	141
Грич А.В., Остапенко О.В. <i>Система кондиціювання з глибоким двоступеневим охолодженням повітря машинного відділення газових двигунів теплоелектростанції.....</i>	144
Шарко О.В., Клевцов К.М., Степанчиков Д.М., Яненко А.В. <i>Організація моніторингу прогнозування технічного стану вузлів турбокомпресорів із використанням ланцюгів Маркова.....</i>	148
Скосар В.Ю., Ворошилов О.С., Бурилов С.В., Дзензерський В.О. <i>Паливні комірки - необхідний елемент енергетичної безпеки.....</i>	151
Скосар В.Ю., Ворошилов О.С., Бурилова Н.В., Бурилов С.В., Дзензерський В.О. <i>Питання безпеки на магнітолевітаційному транспорті.....</i>	154
Чередніченко О.К., Личко Б.М., Басов О.Ю. <i>Реалізація об'єктно-орієнтованих підходів при розв'язанні задач дослідження суднових енергетичних комплексів з термохімічними системами.....</i>	157

РЕАЛІЗАЦІЯ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ПІДХОДІВ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ З ТЕРМОХІМІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

Чередніченко О.К.[✉], Личко Б.М., Басов О.Ю.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна

Анотація

Ключові слова:

суднова енергетична установка, структурний аналіз, математичне моделювання, термoxімічна утилізація.

Визначено сучасні тенденції аналізу та синтезу складних технічних систем, що надало можливість виявити перспективу використання об'єктно-орієнтованих підходів при розв'язанні питань застосування термoxімічних технологій утилізації теплоти вторинних енергоресурсів суднових енергетичних установок. Запропоновано використовувати чотири ієрархічних рівня: енергетичний модуль в цілому, підсистеми модуля, блоки обладнання підсистем, а також структурно-функціональні блоки, що моделюють одиничні ланки процесу, з їх поєднанням зв'язками у вигляді матеріальних, теплових та енергетичних потоків.

Вступ

Аналіз основних тенденцій розвитку суднових енергетичних установок [1] виявив наступні перспективні напрями: використання альтернативних видів палива; застосування дизель-електричних, комбінованих і гібридних установок з подальшим вдосконаленням технологій утилізації вторинних енергоресурсів.

Будучи технологіями утилізації вторинних енергоресурсів, термoxімічні технології дозволяють розширити сферу застосування альтернативних видів палива та забезпечують можливість використання різних типів теплових двигунів у складі єдиних електрогенеруючих установок.

Актуальність досліджень

Розглядом різних аспектів проблеми підвищення ефективності енергетичних установок, в тому числі і за рахунок термoxімічної регенерації відпрацьованих газів теплових двигунів, займаються різні наукові, проєктні та виробничі організації. Наукові дослідження, пов'язані зі встановленням закономірностей термoxімічних процесів енергоперетворення, а також розробкою та впровадженням термoxімічних технологій виконуються в Машинобудівному навчально-науковому інституті Національного університету кораблебудування (Україна).

Слід відмітити що в теперішній час недостатньо уваги приділено дослідженню ефективності схемних рішень комбінованих суднових енергетичних установок на базі енергетичних модулів, які застосовують термoxімічні технології.

Методологія дослідження

Важливою складовою багаторівневої технічної системи «судно» є суднова енергетична установка. Дослідження методами системного аналізу надає можливість виявити багатоваріантність схемних рішень та оцінити вплив взаємозв'язків елементів на ефективність пропульсивного комплексу.

Аналіз наукових публікацій [2] показує, що в середині XX віку системний підхід стосовно складних технічних систем спирався на евристичну базу рішень та так звану «гарну інженерну практику», що звужувало коло пошуку можливих варіантів. Надалі були сформульовані дві групи стратегій проєктування та прийняття рішень – на базі декомпозиції та на базі оптимізації. Кожна з даних стратегій має свої обмеження. Декомпозиція дозволяє отримати детальні схемні рішення, але в недостатній мірі враховує взаємний вплив рішень, які належать до різних структурних рівнів. Стратегії, які засновані на оптимізації, успішно визначають раціональну конфігурацію складної технічної системи, але обмежені простором пошуку рішення

і вибором ступеня наближення, які далеко не завжди можуть бути обрані коректне.

При створенні математичного опису процесів в складних технічних системах можливі три основні рівні деталізації: концептуальні агрегатні моделі, спрощені розрахункові моделі та докладні точні моделі. Запропонований в даній роботі підхід передбачає модель енергетичної установки, яка розглядається відокремлене від комплексу систем більш складної ієрархічної структури (судна або об'єкта нафтогазовидобування), елементом яких він є.

З точки зору фізико-хімічних процесів енергетична установка з утилізацією вторинних енергоресурсів являє собою енерготехнологічний комплекс [3]. Якщо всі процеси утилізації (наприклад, термохімічна обробка базового палива) у відповідному технологічному обладнанні спрямовані в кінцевому підсумку на поліпшення характеристик конкретного теплового двигуна, то цю сукупність двигуна і відповідного технологічного устаткування можна розглядати як енергетичний модуль з системами утилізації вторинних енергоресурсів.

Об'єктно-орієнтоване моделювання надає інтуїтивно зрозумілий спосіб моделювання складних технічних систем, в якому визначення змінних та опис обмежень для різних елементів структури укладені в відповідні класи об'єктів, організованих в ієрархію. Згідно з підходом, який сформований в роботі [4], доцільно для енергетичного модуля розглянути чотири ієрархічних рівня: модуль в цілому, підсистема модуля, групи блоків обладнання підсистем, блоки обладнання, що входять до групи. Складні підсистеми можуть бути структурно розділені на частини, відповідно до функціонального призначення.

Таким чином, застосування принципів функціональної декомпозиції дозволяє уявити енергетичний модуль з термохімічними системами утилізації вторинних енергоресурсів у вигляді сукупності підсистем.

У свою чергу, кожна підсистема формується як сукупність k блоків (нагнітачі, реактори та ін.) та груп блоків, об'єднаних певною функціональною ознакою (газотурбінний двигун, ДВЗ, утилізаційний парогенератор, металогідридна утилізаційна установки та ін.).

Математичні моделі блоків та груп блоків, які утворюють математичну модель підсистеми, являють, зазвичай, систему нелінійних алгебраїчних рівнянь. Якщо попередні дослідження звузили область пошуку оптимальних рішень та добре узгоджені з робочим процесом, то можливо одночасне розв'язання всіх рівнянь (Equation Oriented). Але такий метод не

підходить для моделей, в яких відсутні точні оцінки всіх змінних, тобто концептуальних моделей.

В умовах концептуального проектування або дослідження перспектив втілення нових технологій доцільно використовувати модульний підхід (Sequential Modular) [5]. Рівняння для кожного блоку (наприклад, насосу) розв'язуються за допомогою індивідуальних алгоритмів. В такому разі для всіх розрахункових модулів дотримується заздалегідь задана логічна послідовність обчислення. Переваги такого підходу до пошуку раціональних рішень є:

- можливість випробування алгоритмів обчислення з подальшою верифікацією отриманих результатів окремо для деяких блоків або груп блоків;

- модульна структура дозволяє легко додавати нові блоки та модернізувати існуючі;

- відносна простота та прозорість рішень надає можливість легкої перевірки вихідних даних на відповідність та повноту.

Застосування розглянутих підходів до дослідження складних технічних систем дозволяє представити енергетичний модуль з термохімічними системами утилізації вторинних енергоресурсів у вигляді сукупності підсистем:

- енергетичної підсистеми, в якій хімічна енергія палива перетворюється в механічну, електричну та теплову енергію;

- підсистеми термохімічної утилізації та перетворення енергії.

Підсистема термохімічної утилізації та перетворення енергії складається з двох частин:

- контуру утилізації теплоти, що призначений для підводу теплоти вторинних енергоресурсів двигуна до споживачів контуру термохімічного перетворення енергії;

- контур термохімічного перетворення енергії, який може бути виконано в формі блоку термохімічної обробки палива або групи блоків металогідридної утилізаційної установки.

Математичний опис фізико-хімічних процесів в блоках, групах блоків та в самих підсистемах спирається на рівняння матеріального та енергетичного балансу, які замикаються співвідношеннями для паро-рідинної рівноваги, кінетики хімічних перетворень та ін.

Процедури верифікації та оптимізації процесів в обладнанні енергетичного модуля з термохімічним перетворенням енергії потребують налаштування моделі теплового двигуна з урахуванням існуючих обмежень та вимог. Так, при дослідженні ефективності використання