

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора, професора кафедри
“Експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики”
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Чередніченка Олександра Костянтиновича
на дисертаційну роботу Кузнецова Георгія Валерійовича
«Підвищення ефективності енергетичних установок надводних кораблів
застосуванням теплоакumuлюючих систем»
в галузі знань 14 Електрична інженерія
за спеціальністю 144 Теплоенергетика

Ознайомлення з дисертацією та науковими публікаціями здобувача дозволяє сформулювати наступні результати власної оцінки щодо їх відповідності вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії.

Актуальність теми дослідження

Підвищення енергоефективності сучасних суднових енергетичних установок шляхом комплексного використання вторинних енергетичних ресурсів належить до пріоритетних напрямів розвитку морської енергетики. Необхідність підвищення автономності корабельних енергетичних установок та скорочення споживання палива морським транспортом потребує пошуку нових технічних рішень, спрямованих на більш повне використання енергетичного потенціалу скидної теплоти в широкому діапазоні режимів експлуатації.

Одним із перспективних напрямів є застосування теплоакumuлюючих систем, які дозволяють напрямів у цьому контексті накопичувати теплоту різних джерел та забезпечувати її подальше ефективне використання залежно від режимів експлуатації суднової або корабельної енергетичної установки.

Разом із тим питання комплексного використання теплоти відпрацьованих газів, охолоджувальної рідини та мастила, вибору раціональних теплоакumuлюючих матеріалів, математичного моделювання процесів теплоакumuляції та експериментального підтвердження ефективності таких систем на надводних кораблях та суднах не знайшли достатнього висвітлення у сучасних наукових та спеціалізованих відкритих літературних джерелах. Це обумовлює актуальність проведеного дослідження.

Дисертація присвячена розв'язанню актуального науково-прикладного завдання підвищення ефективності енергетичних установок надводних кораблів шляхом застосування теплоакumuлюючих систем. Отримані автором результати, які поєднують математичне моделювання, числові дослідження, експериментальну перевірку отриманих результатів та розроблення практичних рекомендацій, щодо впровадження

теплоакumuлюючих систем, свiдчить про вагомiсть виконаного дослiдження як у науковому, так i в практичному аспектах.

Новизна представлених теоретичних та експериментальних результатiв дослiджень.

Наукова новизна дисертацiйної роботи є достатньо обґрунтованою та пiдтверджується отриманням нових теоретичних i експериментальних результатiв, що мають важливе значення для розвитку теплоакumuлюючих систем у складi корабельних енергетичних установок. У роботi вперше обґрунтовано та застосовано використання комплексного пiдходу до оцiнювання ефективностi теплоакumuлюючих систем з урахуванням конструктивних та експлуатацiйних обмежень. Удосконалено математичнi моделi процесiв утилізації, акумуляцiї та використання скидної теплоти, а також набули подальшого розвитку методи вибору теплоакumuлюючих матерiалiв i визначення рацiональних параметрiв теплоакumuлюючих систем для широкого дiапазону потужностей (головних двигунiв потужностю вiд 1 до 8 МВт та допомiжних двигунiв потужностю вiд 25 до 920 кВт).

Наукова цiннiсть отриманих результатiв пiдтверджується комплексом тривимiрних числових дослiджень та фiзичних експериментiв, що забезпечило перевiрку запропонованих математичних моделей i достовiрнiсть отриманих результатiв. Особливої уваги заслуговує комплексний пiдхiд до дослiдження процесiв акумуляцiї теплоти рiзного температурного потенцiалу, який поєднує теоретичнi розробки, числове моделювання та експериментальну перевiрку. Отриманi результати характеризуються належним рiвнем наукової новизни, логiчною завершенiстю та створюють передумови для подальшого вдосконалення теплоакumuлюючих систем у складi корабельних i суднових енергетичних установок.

Наукова обґрунтованiсть та вiдповiднiсть темi дисертацiї.

Представлена дисертацiйна робота повною мiрою вiдповiдає заявленiй темi дослiдження, а отриманi результати логiчне впливають iз поставленої мети та визначених завдань. Науковi положення, висновки й рекомендацiї достатньо обґрунтованi, ґрунтуються на використаннi сучасних методiв теоретичних, числових та експериментальних дослiджень i пiдтвердженi результатами їх практичної перевiрки. Це свiдчить про належний науковий рiвень виконаного дослiдження та вiдповiднiсть отриманих результатiв сучасним вимогам до дисертацiйних робiт в галузi знань 14 Електрична iнженерiя за спецiальностю 144 Теплоенергетика.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими та базуються на послідовному поєднанні системного аналізу, математичного і фізичного моделювання, числових досліджень та експериментальної перевірки отриманих результатів. Автором комплексно досліджено процеси утилізації, акумуляції, збереження та подальшого використання скидної теплоти різного температурного потенціалу в теплоакumuлюючих системах енергетичних установок морського виконання.

Запропонований методичний апарат дозволив установити вплив теплофізичних властивостей теплоакumuлюючих матеріалів, конструктивних параметрів теплоакumuляторів та особливостей експлуатаційних циклів кораблів на ефективність процесів фазового переходу й теплоакumuляції. Вагомою складовою роботи є поєднання результатів тривимірного числового моделювання з експериментальними даними, отриманими під час випробувань моделі шумоглушника-теплоакumuлятора, що підвищує рівень достовірності сформульованих наукових положень.

Одержані результати мають ознаки наукової новизни, розширюють існуючі уявлення про закономірності функціонування теплоакumuлюючих систем у складі корабельних і суднових енергетичних установок та формують належне науково-технічне підґрунтя для розроблення нових схемних і конструктивних рішень у галузі морської теплоенергетики.

Достовірність отриманих результатів

Достовірність отриманих результатів не викликає сумнівів і забезпечується застосуванням сучасного комплексу теоретичних, числових та експериментальних методів дослідження. Наукові положення дисертаційної роботи ґрунтуються на:

- використанні математичного моделювання процесів утилізації, акумуляції та використання скидної теплоти;
- результатах тривимірного числового моделювання робочих процесів у теплоакumuлюючих системах;
- експериментальних дослідженнях моделі шумоглушника-теплоакumuлятора.

Проведення верифікації та валідації розроблених математичних моделей за результатами експериментальних досліджень підтверджує їх адекватність реальним фізичним процесам. Отримані результати узгоджуються з положеннями сучасної теорії теплообміну, даними інших

наукових досліджень і можуть бути використані під час проєктування та модернізації корабельних та суднових енергетичних установок із теплоакumuлюючими системами.

Рівень виконання поставленого наукового завдання.

Поставлене у дисертаційній роботі науково-прикладне завдання виконано у повному обсязі. Автором послідовно визначена мета дослідження, розроблено математичні моделі процесів утилізації й акумуляції скидної теплоти, виконано їх числову та експериментальну перевірку, а також сформульовано практичні рекомендації щодо застосування теплоакumuлюючих систем у складі корабельних енергетичних установок. Отримані результати є логічно взаємопов'язаними, науково обґрунтованими та свідчать про досягнення поставленої мети дослідження.

Рівень оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Дисертаційна робота засвідчує, що здобувач у повному обсязі володіє сучасною методологією наукових досліджень. Автором обґрунтовано вибір методів дослідження, забезпечено їх комплексне застосування, критично проаналізовано отримані результати та сформульовано аргументовані наукові висновки. Це свідчить про здатність здобувача самостійно виконувати наукові дослідження, вирішувати актуальні науково-прикладні завдання та отримувати нові науково обґрунтовані результати.

Повнота викладення основних результатів дослідження

Основні результати дисертаційної роботи достатньою мірою висвітлені у наукових публікаціях здобувача та пройшли належну апробацію в науковому середовищі. За темою дисертації опубліковано 6 статей у фахових наукових виданнях України категорії «Б», серед яких 3 статті виконано одноосібно. Крім того, результати дослідження представлено на 10 міжнародних наукових і науково-технічних конференціях, за матеріалами яких опубліковано тези доповідей, 4 з яких підготовлено автором одноосібно.

Апробація результатів дисертації

Основні наукові положення та практичні результати дослідження пройшли належну апробацію в низці міжнародних наукових і науково-технічних конференцій, зокрема: XIII–XVI Міжнародних науково-технічних конференціях «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (Миколаїв, 2022–2025); 14-й та 15-й Міжнародних науково-технічних конференціях «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування» (Херсон, 2023 та 2024); V та VI Міжнародних науково-

практичних морських конференціях кафедри СЕУ і ТЕ МРР&О-2024 та МРР&О-2025 Одеського національного морського університету (Одеса, 2024 та 2025); VIII Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасний стан та проблеми двигунобудування» (Миколаїв, 2024); XII Міжнародній науково-технічній конференції «Суднова енергетика: стан та проблеми» (Миколаїв, 2025).

Оформлення дисертації

Структура дисертаційної роботи є логічною, цілісною та відображає послідовність вирішення поставлених у дослідженні наукових завдань. Оформлення роботи відповідає чинним нормативним вимогам. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, що містить 123 найменування, та додатків. Загальний обсяг роботи становить 207 сторінок, у тому числі 46 рисунків і 30 таблиць.

Наукове і практичне значення отриманих результатів

Наукове значення дисертаційної роботи полягає у подальшому розвитку наукових положень щодо підвищення ефективності корабельних енергетичних установок шляхом використання теплоакumuлюючих систем. У роботі поглиблено наукові уявлення про закономірності процесів акумуляції, збереження та використання скидної теплоти різного температурного потенціалу, удосконалено підходи до математичного моделювання процесів фазового переходу в теплоакumuлюючих матеріалах та оцінювання їх впливу на енергетичну ефективність теплоакumuлюючих систем. Запропоновані наукові положення можуть бути основою для подальшого вдосконалення методів дослідження, проектування та оцінювання ефективності теплоакumuлюючих систем у складі корабельних і суднових енергетичних установок.

Практичне значення одержаних результатів визначається розробленням практичних рекомендацій щодо застосування теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок кораблів різних класів і суден. За результатами виконаних досліджень розроблено конструктивні схеми теплоакumuлюючих систем для головних двигунів потужністю від 1 до 8 МВт та допоміжних двигунів потужністю від 25 до 920 кВт, що забезпечують ефективне використання скидної теплоти з урахуванням експлуатаційних циклів суден, потреб енергетичної установки, корабельних систем та екіпажу. Розроблена математична модель процесів комплексної акумуляції теплоти різних джерел у гібридних теплоакumuлюючих системах може бути використана під час проектування, модернізації та оцінювання енергетичних характеристик сучасних корабельних і суднових енергетичних установок.

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

1. Під час розроблення математичної моделі використано низку припущень і спрощень. Доцільно було б більш детально оцінити їх вплив на точність отриманих результатів та область застосування запропонованої моделі.
2. При визначенні теплоакумуюючих матеріалів їх використання в складі відповідних теплоакумуюючих систем для корабельних енергетичних установок представлено тільки джерела з вказівкою на їх теплофізичні властивості без аналізу похибки їх значень, що потребує додаткових пояснень отриманих наукових результатів.
3. Недостатньо обґрунтовано вибір типів суден (круїзний лайнер, балкер та танкер) як перспективних для використання теплоакумуюючих систем в складі суднових енергетичних установок.
4. В розділі 5.2 дисертації «Визначення показників ефективності енергетичних установок надводних кораблів та суден з теплоакумуючою системою» не приведені дані щодо їх експлуатаційних циклів та відповідної модернізації систем газовихлопу суден, що необхідно для оцінки ефективності використання теплоакумуюючих систем.
5. В таблиці 5.7 – «Поліпшення характеристик КЕУ при використанні ТАС» надані дані щодо терміну експлуатації енергетичних установок до капітального ремонту потребують більш детального обґрунтування з відповідними посиланнями на відкриті джерела.
6. Потребує додаткового аналізу теза, щодо зниження індексу EEDI у середньому до 2% за рахунок використання теплоакумуюючих систем в складі енергетичних установок в умовах впливу на величину індексу різних чинників загальної експлуатації.

Проте висловлені зауваження мають рекомендаційний характер, не є визначальними та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, її наукову новизну, достовірність і практичне значення одержаних результатів.

Загальний висновок та оцінка дисертації

Узагальнюючи результати проведеного аналізу, слід зазначити, що дисертаційна робота «Підвищення ефективності енергетичних установок надводних кораблів застосуванням теплоакумуюючих систем» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому на належному науковому рівні вирішено актуальне науково-прикладне завдання, пов'язане з підвищенням ефективності енергетичних установок надводних кораблів на

основі комплексного використання скидної теплоти із застосуванням теплоакumuлюючих систем.

Робота характеризується логічною побудовою, високим рівнем теоретичного опрацювання проблеми, достатньою обґрунтованістю наукових положень, достовірністю отриманих результатів та їх практичною спрямованістю. Наукові положення, висновки й рекомендації є послідовними, взаємопов'язаними та підтверджені результатами математичного моделювання, експериментальних досліджень і практичного впровадження, що свідчить про вагомий внесок автора у розвиток сучасної теплоенергетики та суднових енергетичних установок.

За актуальністю тематики, науковою новизною, теоретичним і практичним значенням отриманих результатів дисертаційна робота повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (зі змінами), а її автор Кузнецов Георгій Валерійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 144 Теплоенергетика галузі знань 14 Електрична інженерія.

Доктор технічних наук, професор,
професор кафедри “Експлуатації
суднових енергетичних установок
та теплоенергетики”

Національного університету
кораблебудування
імені адмірала Макарова



Олександр ЧЕРЕДНІЧЕНКО