

ВІДГУК

д-ра технічних наук, професора Варбанця Романа Анатолійовича

на дисертаційну роботу Кузнецова Валерія Валерійовича на тему **«Розвиток науково-технічних основ підвищення ефективності і компактності енергетичних установок інтенсифікацією теплопередачі в їх елементах»**, поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.03

Ступінь актуальності обраної теми. Однією з глобальних проблем споживання енергетичних ресурсів в різних галузях господарювання є підвищення ефективності їх використання зі зменшенням емісії шкідливих викидів. До таких галузей відносять морський транспорт, газотранспортну систему, об'єкти стаціонарної енергетики, які реалізують когенераційні та тригенераційні способи перетворення теплоти палива у механічну роботу, електричну енергію і холод. Тому ступінь актуальності наукових досліджень при вирішенні цих проблем шляхом підвищення ефективності і компактності енергетичних установок інтенсифікацією теплопередачі в їх елементах характеризується міжгалузевим рівнем.

Загальнонаціональна ступінь актуальності обраної теми підтверджується виконанням прикладних науково-дослідних держбюджетних робіт № 0110U001324 «Підвищення технічного рівня ГТУ на основі енергоефективного і енергозберігаючого теплопередавального обладнання», № 0117U000360 «Розробка аерозольних градієнтних технологій для систем життєзабезпечення суден і кораблів», № 0117U000884 «Вдосконалення процесів шумоглушіння з охолодженням відпрацьованих газів в енергетичних установках кораблів класу корвет» на замовлення Міністерства освіти і науки України.

В той же час, необхідність відповідності вимогам Міжнародної морської організації ІМО, 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)) та Guidelines on Operational Carbon Intensity Indicators and the Calculation methods (CII Guidelines, G1). MEPC.336(76). MEPC 76/15/Add.2 стосовно індексів EEDI

та СІІ для суднових енергетичних установок підтверджує міжнародний рівень актуальності обраної здобувачем теми.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у докторській дисертації визначається систематизованим підходом до досягнення мети дослідження адекватними методами вирішення поставлених завдань та забезпечується багатостороннім аналізом сучасного стану підвищення ефективності суднових енергетичних установок утилізацією теплоти енергоресурсів, способами інтенсифікації теплопередачі, використанням фундаментальних законів збереження енергії і маси, систем їх балансових рівнянь, сучасних CFD методів дослідження процесів, що обґрунтовує задовільну відповідність отриманих результатів з результатами фізичного експерименту та сучасними даними інших дослідників в межах 14% та характеризує високу достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, отриманих автором.

Одержані в роботі результати обговорені та отримали позитивну оцінку на міжнародних науково-технічних конференціях високого рівня.

Новизна і загальнонаціональне або світове значення наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукова новизна вперше отриманих, вдосконалених та отримавших подальший розвиток наукових результатів за їх представленням в дисертації, підтверджуються відмінністю способів реалізації при дослідженнях і їх публікаціями, що зараховані за темою дисертації та не викликає сумнівів.

Вперше отримані наукові результати характеризуються наступним.

1. Для суднових дизельних і газотурбінних енергетичних установок комплексне покращення техніко-економічних показників, а саме — економічності, теплових і шкідливих викидів, ресурсу і масогабаритних за рахунок інтенсифікації термогазодинамічних процесів в їх теплообмінних апаратах з пучками циліндричних труб досягнуто заміною форми, а саме круглого перерізу на з орєбренням, профільованими лунковими системами еліптичний, що сукупно забезпечує до 5% економічності, 11% теплових викидів,

5% шкідливих викидів, 7% ресурсних і 20% масогабаритних. Результати вперше опубліковані в роботах [81, 126, 136, 187, 188, 206]. Оцінка новизни доведена, як сукупний результат кількісних значень показників енергетичних установок.

2. Відмінність поліпшення комплексних характеристик суднових енергетичних установок способами проміжного охолодження, регенерації та утилізації теплоти робочого тіла, що використовують конвективне перенесення теплоти робочого тіла визначається умовами, коли співвідношення теплоти, підведеної в циклі, к витратам енергії на переміщення теплоносіїв більше одиниці і складає до 1,08; 1,13 та 1,06 відповідно. Наслідком реалізації цих умов, як робочих процесів, є можливість підвищення ККД суднових енергетичних установок відповідно до 3, 5 та 3% абсолютних. Результати вперше опубліковані в роботах [81, 104, 168, 186, 188]. Оцінка новизни доведена, як спосіб теплообміну в трубчастих пучках для неоребраних плоскоовального і еліптичного перерізів, так і оребраних з профільованими лунковими системами та без них.

3. Відмінність зниження масогабаритних показників суднових дизельних енергетичних установок з утилізаційними котлами та суднових газотурбінних установок з утилізаційними котлами або регенераторами визначається завдяки застосуванню гладких еліптичних труб із співвідношенням осей $a/b=2,4...2,6$ та забезпечує підвищення компактності до рівня $60...140 \text{ м}^2/\text{м}^3$. Результати вперше опубліковані в роботах [66, 81, 128, 137, 138, 151]. Оцінка новизни доведена порівнянням з існуючими конструктивними рішеннями виробників аналогічного обладнання.

4. Підвищення рівня інтенсифікації термогазодинамічних процесів в суднових утилізаційних котлах дизельних та утилізаційних котлах і регенераторах газотурбінних установок з пучками циліндричних труб еліптичного перерізу забезпечується додатковою щільною компоновкою зі співвідношенням поперечних і повздовжніх кроків $s_1/d_{\text{екв}}=1,1...1,4$ і $s_2/d_{\text{екв}}=1,5 ...1,9$. Наслідком такої інтенсифікації є зростання перенесення теплоти на 24...31% у порівнянні з пучками гладких круглих труб. Результати

вперше опубліковані в роботах [66, 81, 128, 151, 167]. Оцінка новизни доведена можливим стисненим розташуванням труб у пучках для інтенсифікації теплообміну в порівнянні з опором на переміщення теплоносіїв.

5. Новизна подальшого підвищення ефективності перенесення теплоти в котлах суднових енергетичних установок ґрунтується на використанні ребер з лунковими системами з різним співвідношенням глибини лунки H до її діаметру d . Наслідком реалізації цих умов при спірально-стрічковому оребрненні зі співвідношенням $H/d = 0,125 \dots 0,5$ є приріст теплового потоку до 33% та плоскому на еліптичних трубах з $H/d = 0,1 \dots 0,3$ до 35% абсолютних з послідовним розташуванням лунок у порівнянні з пучками гладких круглих труб. Результати вперше опубліковані в роботах [126, 187, 188, 197]. Оцінка новизни доведена упорядкованістю розташування лунок на ребрах відносно осей труб.

6. Підвищення ефективності перенесення теплоти в регенераторах суднових енергетичних установок при використанні лункових систем з параметрами, аналогічними пункту 5 відповідно підвищує ефективність до 34% та до 36% абсолютних. Результати вперше опубліковані в роботах [136, 188]. Оцінка новизни доведена упорядкованістю розташування лунок на ребрах відносно осей труб при теплофізичних властивостях газових теплоносіїв.

За результатами роботи **вдосконалено**.

1. Структуру математичної моделі комплексної ефективності енергетичних установок за рахунок декомпозиції на рівні головний двигун – двигун внутрішнього згоряння та газотурбінний двигун; теплообмінний апарат – енергетичний та технологічний, яка враховує раціональну організацію процесів перенесення теплоти в їх елементах та вплив на економічні, екологічні, ресурсні і масогабаритні показники цих установок завдяки послідовної реалізації за ієрархією: теплообмінний апарат як елемент енергетичної установки, теплообмінний апарат як система конструктивних елементів, теплопередавальна поверхня теплообмінного апарату як елемент підсистеми. Результати вперше опубліковані в роботах [117, 188]. Оцінка новизни доведена більш значним

рівнем декомпозиції, що підвищило об'єм об'єктивної інформації при однакових вихідних даних про характеристики суднових енергетичних установок і теплообмінних апаратів в їх складі.

2. Розрахунок теплообмінних апаратів енергетичних установок при спіральному русі теплоносія в каналі шляхом використання узагальненого критеріального рівняння тепловіддачі як добуток двох функцій, які враховують вплив закрутки теплоносія і тепловіддачу в каналі без закрутки, що забезпечує можливість більш широкого узагальнення результатів досліджень. Результати вперше опубліковані в роботах [129, 130, 131, 134]. Оцінка новизни доведена прикладами узагальнення експериментальних результатів, отриманих іншими дослідниками.

В роботі отримало **подальший розвиток.**

1. Визначення ефективності теплообмінних апаратів енергетичних установок з урахуванням інтенсифікації переносу теплоти для каналів різної форми шляхом співставлення значень фактору аналогії Рейнольдса за умови, що його більше значення характеризує більш високий рівень ефективності. Результати вперше опубліковані в роботах [81, 104, 116, 133, 135, 138, 186, 188]. Оцінка новизни доведена розширенням можливості визначення рівня ефективності процесу теплообміну на сукупний рівень ефективності процесів теплопередачі.

2. Оцінка ефективності і досконалості енергетичних установок з теплообмінними апаратами інтегральним показником на підставі визначення комплексного поліпшення їх економічних, екологічних ресурсних і масогабаритних характеристик. Результати вперше опубліковані в роботах [137, 204, 208]. Оцінка новизни доведена обмеженнями області його використання з рекомендаціями напрямів його удосконалення.

Новизна наукових положень, які були сформульовані на основі отриманих наукових результатів, забезпечується їх узагальненням зі збереженням відрізняючих характеристик і показників способів та устаткування.

1. Підвищення економічних, екологічних, ресурсних і масогабаритних

показників суднових енергетичних установок можливо за рахунок погодження форми і площі поверхонь при конвективному перенесенні теплоти і маси в їх елементах на умовах аналогії Рейнольдса, значення фактору якого визначають випереджаючий приріст теплопередачі у порівнянні з загальними втратами на переміщення теплоносіїв. Результати вперше опубліковані в роботах [81, 104, 160, 168, 186, 137, 138, 188]. Оцінка новизни ґрунтується на прикладному застосуванні умов аналогії Рейнольдса для підвищення економічних, екологічних, ресурсних і масогабаритних показників суднових енергетичних установок.

2. Підвищення енергетичної ефективності і ресурсу, зменшення маси, габаритів і теплових викидів енергетичних установок досягається методологією раціонального використання їх теплообмінних апаратів з ефективними і компактними пучками каналів. Результати вперше опубліковані в роботах [65, 66, 104, 116, 126, 137, 138, 155-157, 159, 160, 164, 182-184, 186-188]. Оцінка новизни ґрунтується на науково розроблених і практично підтверджених рекомендаціях використання в судновій теплоенергетиці компактних пучків циліндричних каналів із труб не круглого перерізу.

3. Рівень ефективності теплообмінних апаратів у складі енергетичних установок з обмеженнями по ресурсних і масогабаритних показниках характеризується фактором аналогії Рейнольдса як відношення критеріїв Нуссельта до Ейлера, нормованими відповідно до умов теплопередачі гладкого циліндричного каналу. Результати вперше опубліковані в роботах [81, 104, 116, 135, 138, 160, 168, 186]. Оцінка новизни ґрунтується на визначенні фактора аналогії Рейнольдса, як інтегрального критерія процесів конвективного теплообміну, що дорівнює відношенню критеріїв Нуссельта до Ейлера, нормованими відповідно до умов теплопередачі гладкого циліндричного каналу.

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

енергетичних установок в судновій енергетиці і промисловості. Результати вперше опубліковані в роботах [65, 66, 104, 116, 127, 137, 138, 155-157, 164, 169, 182-184, 186, 188]. Оцінка новизни ґрунтується на сучасних напрямках розвитку морського транспорту, тенденцій розвитку суднобудування і суднових двигунів та енергетичних установок, що визначають вимоги до поліпшення їх економічних, екологічних, ресурсних і масогабаритних показників.

Загальнонаціональне значення наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації полягає в розробці теоретичного підґрунтя підвищення ефективності енергетичних установок з поліпшеними економічними, екологічними, ресурсними і масогабаритними показниками для процесів проміжного охолодження, регенерації та утилізації теплоти робочого тіла завдяки погодженню форми поверхонь теплообмінних апаратів; в удосконаленні енергетичних установок використанням теплообмінних елементів з раціональною організацією процесів перетворення енергії, визначення схемних рішень та практичних рекомендацій для проектування енергетичного обладнання в транспортній та стаціонарній енергетиці, що підтверджено результатами впровадження в ДП НВКГ «Зоря»–«Машпроект», ПрАТ «Чорноморсуднопроект», ДП ДПЦК (м. Миколаїв).

Міжнародне значення отриманих результатів підтверджується впровадженням в *Ningbo Mingwei Technology Information Service Co., Ltd.* (КНР).

Повнота викладу в наукових публікаціях результатів за темою дисертації, що представлені у 68 друкованих наукових працях, з них 21 основна публікація, у тому числі 14 у наукових спеціалізованих виданнях, рекомендованих переліком МОН України (з них 3 без співавторів), 7 публікацій в іноземних фахових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз *Scopus* та *Web of Science Core Collection* (з них 2 без співавторів), до додаткових публікацій належать 1 монографія (у співавторстві); 4 патенти України на корисну модель, одна публікація на міжнародній конференції, що входить до наукометричної бази *Scopus*, 7 публікацій у фахових виданнях України, 34 тези доповідей у збірниках матеріалів міжнародних науково-технічних конференцій

(з них 10 без співавторів).

Основні положення та результати дисертації викладені у наступних наукових спеціалізованих виданнях, рекомендованих переліком МОН України, та у наукових періодичних виданнях інших держав з напряму, з якого підготовлено дисертацію, включених до міжнародних наукометричних баз Web of Science Core Collection та/або Scopus.

1. Кузнецов В.В. Оценка влияния интенсификации процессов теплопередачи на технико-экономические и массогабаритные показатели теплообменных аппаратов газотурбинных установок [Текст] / В.В. Кузнецов, Д.Н. Соломонюк // Промышленная теплотехника [Фахове видання України]. – 2007. – т.29, №7. – С.117-120. Видання входить до МНБ – WorldCat, ResearchBib, EBSCO, IndexCopernicus.

Стаття обґрунтовує наукові положення 3 і 4. Автором виконана оцінка впливу різних способів інтенсифікації теплопередачі на показники теплообмінних апаратів газотурбінних установок.

2. Кузнецов В.В. Проектирование теплообменных аппаратов для ГТУ сложных циклов [Текст]/ В.В. Кузнецов, Д.Н. Соломонюк // Вісник НТУ „ХПІ”. Збірник наук.праць. [Фахове видання України] – Харків: НТУ „ХПІ”. – 2008.- №35. -С.78-88. Видання входить до МНБ – IndexCopernicus.

Стаття обґрунтовує наукові положення 3 і 4. Автором виконана оцінка ефективності застосування профільованих поверхонь теплопередачі для покращення масогабаритних показників регенераторів та утилізаційних котлів газотурбінних установок складних циклів.

3. Кузнецов В.В. Исследование теплообмена в пучках профилированных труб [Текст] / В.В. Кузнецов, А.В. Якимович // Восточно - Европейский журнал передовых технологий [Фахове видання України] 4/6(40), 2009. – С.44–47. DOI [10.15587/1729-4061.2009.22024](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2009.22024) Видання входить до МНБ – EBSCO, Directory of Open Access Journals (DOAJ), OpenAIRE, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Index Copernicus Journals Master List, WorldCat, CrossRef, CNKI Scholar,

MIAR, Polska Bibliografia Naukowa (PBN), Google Scholar, Directory of Open Access scholarly Resources (ROAD)

Стаття обґрунтовує наукові результати 3 і 4. Автором визначено вплив геометричних показників «стиснених» пучків еліптичних труб на ефективність тепловіддачі.

4. Кузнецов В.В. Модульные регенераторы для газотурбинных установок [Текст]/ В.В. Кузнецов, А.П. Шевцов // Восточно - Европейский журнал передовых технологий [Фахове видання України] 3/3(45), 2010. – С.12–15. DOI [10.15587/1729-4061.2010.2788](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2010.2788) Видання входить до МНБ – EBSCO, Directory of Open Access Journals (DOAJ), OpenAIRE, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Index Copernicus Journals Master List, WorldCat, CrossRef, CNKI Scholar, MIAR, Polska Bibliografia Naukowa (PBN), Google Scholar, Directory of Open Access scholarly Resources (ROAD).

Стаття обґрунтовує наукові результати 3 і 4. Автором запропоновані модульні конструкції з еліптичними поверхнями нагріву регенераторів для газотурбінних установок з покращеними масогабаритними показниками.

5. Кузнецов В. В. Вдосконалення тепломасообмінних характеристик регенераторів промислових газотурбінних двигунів [Текст] / В.В. Кузнецов, А.В. Якимович // Вісник НУК [Електронне фахове видання України]. Миколаїв: НУК, 2010. – № 4. – Режим доступу <http://evn.nuos.edu.ua>. Видання входить до МНБ – WorldCat, Bielefeld Academic Search Engine (BASE).

Стаття обґрунтовує наукові результати 3...6. Автором доведена ефективність застосування еліптичних поверхонь теплопередачі для зниження масогабаритних характеристик регенераторів газотурбінних двигунів.

6. Кузнецов В. В. Підвищення теплогідравлічної ефективності регенераторів газотурбінних установок [Текст]/ В.В. Кузнецов, А.В. Якимович // Вісник НУК [Електронне фахове видання України]. Миколаїв: НУК, 2011. – № 2. – Режим доступу <http://evn.nuos.edu.ua>. Видання входить до МНБ – WorldCat, Bielefeld Academic Search Engine (BASE).

Стаття обґрунтовує наукові результати 1...4, їх подальший розвиток 1 та наукові положення 1,2. Автором отримані результати зміни тепловіддачі і опору для «стиснених» пучків еліптичних труб регенераторів газотурбінних установок на підставі аналогії Рейнольдса і визначена залежність теплогидравлічної ефективності по рядах.

7. Кузнецов В. В. Теплоотдача при закрутке потока внутри трубчатых каналов теплообменных аппаратов газотурбинных установок [Текст]/ В.В. Кузнецов, С. Н. Мовчан, В. И. Романов, А.П. Шевцов // Вісник НУК [Електронне фахове видання України]. Миколаїв: НУК, 2011. – № 4. – Режим доступу <http://evn.nuos.edu.ua>. Видання входить до МНБ – WorldCat, Bielefeld Academic Search Engine (BASE).

Стаття обґрунтовує вдосконалення наукових результатів 2. Автором виконана математична постановка задачі та отримане узагальнююче рішення для тепловіддачі закручених потоків всередині трубчастих каналів теплообмінних апаратів газотурбінних установок.

8. Кузнецов В. В. Представление и обобщение экспериментальных исследований теплоотдачи при закрутке потока внутри трубчатых элементов газотурбинных установок [Текст]/ В.В. Кузнецов, С.Н. Мовчан, В.И. Романов, А.П. Шевцов // Збірник наукових праць НУК [Фахове видання України] - Миколаїв: НУК, 2011. – № 5. С.69-75. Видання входить до МНБ – Index Copernicus, Science Index, CrossRef, WorldCat, Bielefeld Academic Search Engine (BASE).

Стаття обґрунтовує вдосконалення наукових результатів 2. Автором визначені дискретні значення функції закрутки для існуючих способів при охолодженні лопаток газових турбін.

9. Кузнецов В. В. Снижение массогабаритных показателей регенераторов газотурбинных установок путем внутренней закрутки потока [Текст]/ В.В. Кузнецов, С.Н. Мовчан, А.П. Шевцов, С.Г. Ким // Восточно - Европейский журнал передовых технологий [Фахове видання України] 3/12(63), 2013. – С.76–79. DOI [10.15587/1729-4061.2013.14887](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.14887) Видання входить до МНБ – EBSCO,

Directory of Open Access Journals (DOAJ), OpenAIRE, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Index Copernicus Journals Master List, WorldCat, CrossRef, CNKI Scholar, MIAR, Polska Bibliografia Naukowa (PBN), Google Scholar.

Стаття обґрунтовує вдосконалення наукових результатів 2. Автором визначений вплив внутрішньої закрутки потоку на інтенсифікацію процесів в теплопередавальних елементах регенераторів для зниження їх масогабаритних показників

10. Кузнецов В. В. Выбор материала теплообменной поверхности регенераторов газотурбинных установок [Текст]/ В.В. Кузнецов // Збірник наукових праць НУК [Фахове видання України] - Миколаїв: НУК, 2013. – № 3. С.52-55. Видання входить до МНБ – Index Copernicus, Science Index, CrossRef, WorldCat, Bielefeld Academic Search Engine (BASE).

Стаття обґрунтовує наукове положення 4.

11. Kuznetsov V. V. Heat transfer inside the rough-walled tubular channels of power plant elements [Text]/ V. V. Kuznetsov // Shipbuilding&Marine Infrastructure [Фахове видання України]. – 2018, №1(9), pp.92-100. DOI 10.15589/SMI.2018.01.13 Видання входить до МНБ – Index Copernicus, Science Index, Google Scholar, CrossRef, Bielefeld Academic Search Engine (BASE)

Стаття обґрунтовує вдосконалення наукових результатів 1 та наукових положень 1,2.

12. Кузнецов В.В. Снижение тепловой заметности кораблей класса корвет интенсификацией теплопередачи в элементах системы газовыхлопа [Текст]/ В.В. Кузнецов, С.А. Кузнецова// Збірник наукових праць НУК [Фахове видання України]. – 2018, №3-4, с.19-27 DOI: 10.15589/jnn20180303 Видання входить до МНБ – Index Copernicus, Science Index, CrossRef, WorldCat, Bielefeld Academic Search Engine (BASE).

Стаття обґрунтовує наукові результати 1, 5, 6 їх подальший розвиток 1 та наукові положення 1...4. Автором запронований спосіб інтенсифікації тепловіддачі в глушниках-утилізаторах дизельних двигунів, який дозволяє

забезпечити зниження температурного та акустичного полів кораблів класу корвет.

13. Кузнецов В.В. Оценка теплогидравлической эффективности профилирования оребренных поверхностей судовых утилизационных котлов [Текст]// В.В. Кузнецов, Г.В. Кузнецов// Судостроение и Морская инфраструктура [Фахове видання України]. 2018, №2, с.245-251. DOI 10.15589/SMI. 2018.02.27.

Стаття обґрунтовує наукові результати 2, 6. Автором запронований спосіб інтенсифікації тепловіддачі пучків оребрених труб з послідовним розташуванням лунок на ребрах.

14. Kuznetsov V. V. Justification of efficiency of plain shaped heat exchange surfaces to increase the compactness of power plants [Text] / V.V. Kuznetsov// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 6/8 (108) 2020 p.17-27. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.214829 Видання входить до МНБ – Scopus, EBSCO, Directory of Open Access Journals (DOAJ), OpenAIRE, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Index Copernicus Journals Master List, WorldCat, CrossRef, CNKI Scholar, MIAR, Polska Bibliografia Naukowa (PBN), Google Scholar, Directory of Open Access scholarly Resources (ROAD).

Стаття обґрунтовує подальший розвиток наукових результатів 2 та наукові положення 1,3,4.

15. Кузнецов В.В. Эффективность судовых энергетических установок с теплообменными аппаратами с трубных пучков с лунковыми системами [Текст] / В.В. Кузнецов, А.П. Шевцов // Авіаційно-Космічна Техніка і Технологія [Фахове видання України]. 2023, № 4 спецвипуск 2 (190). С.19 -27 DOI: 10.32620/aktt.2023.4sup2.02.

Стаття обґрунтовує наукові результати 1...6 їх вдосконалення 1, подальший розвиток 1 та наукові положення 1...4. Автором виконане формулювання проблеми, верифікація дослідницької математичної моделі, аналіз результатів верифікації, апробації та перспектив розвитку суднової енергетики, формулювання висновків

16. Дымо Б.В. Повышение эффективности газоздушного охладителя корабельной энергетической установки [Текст]/ Б.В. Дымо, А.Ю. Волошин, А.А. Епифанов, В.В. Кузнецов // «Проблемы региональной энергетики». – Молдова: АНРМ, Институт Энергетики. – 2017. - №2(34). с. 112-123. DOI [10.5281/zenodo.1189332](https://doi.org/10.5281/zenodo.1189332) Видання входить до МНБ Web of Science Core Collection.

Стаття обґрунтовує наукові положення 3, 4. Автором виконана обробка результатів експериментальних досліджень процесів перенесення теплоти в газоповітряних охолоджувачах, їх порівняння з результатами розрахунків та підтвердження методології раціонального використання теплообмінних апаратів.

17. Кузнецов В.В. Многоуровневая оценка эффективности процессов переноса теплоты в элементах энергетических установок [Текст]/«Проблемы региональной энергетики». – Молдова: АНРМ, Институт Энергетики. – 2020. - №3(47). с. 28-38 DOI [10.5281/zenodo.4018947](https://doi.org/10.5281/zenodo.4018947) Видання входить до МНБ Web of Science Core Collection.

Стаття обґрунтовує вдосконалення наукових результатів 1, їх подальший розвиток 1 та наукові положення 1...4.

18. Kuznetsov V. Improvement of the cargo fleet vessels power plants ecological indexes by development of the exhaust gas systems [Text] / Valerii Kuznetsov, Boris Dymo, Svitlana Kuznetsova, Mykola Bondarenko, Andrii Voloshyn // POLISH MARITIME RESEARCH. – 2021. – 1 (109). – Vol. 28; pp. 97-104 DOI [10.2478/pomr-2021-0009](https://doi.org/10.2478/pomr-2021-0009) Видання входить до МНБ Scopus, Web of Science Core Collection.

Стаття обґрунтовує наукові положення 3, 4. Автором виконані обґрунтування способу покращення екологічних показників суднових енергетичних установок та розрахунок і аналіз результатів ефективності використання інтенсифікації тепловіддачі у насадках ежекційних газовипускних пристроїв.

19. Kuznetsov V. The development of long-range heat transfer surfaces for marine diesel engine charge air coolers [Text] / Valerii Kuznetsov, Oleksiy Gogorenko,

Svetlana Kuznetsova // Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin.– 2021.– 65 (137). pp. 51–57. DOI 10.17402/460 Видання входить до МНБ – Web of Science Core Collection.

Стаття обґрунтовує наукові результати 1, їх подальший розвиток 1 та наукові положення 1...4. Автором виконане порівняння теплогідравлічної ефективності пучків труб еліптичних, плоскоовальних та круглих перерізів для розробки компактних охолоджувачів надувного повітря суднових дизельних двигунів.

20. Kuznetsova S. Determination of rational design values for gas-air coolers components of exhaust gases of marine power plants [Text] / Svitlana Kuznetsova, Valerii Kuznetsov, Andrii Voloshyn // POLISH MARITIME RESEARCH. – 2023. – 3 (119). – Vol. 30; pp. 81-88. DOI 10.2478/pomr-2023-0041 Видання входить до МНБ Scopus, Web of Science Core Collection.

Стаття обґрунтовує вдосконалення наукових результатів 1 та наукові положення 3,4. Автором виконаний розрахунок ефективності використання газоповітряних охолоджувачів повітря з насадками з інтенсифікацією тепловіддачі для зниження концентрації шкідливих викидів при роботі суднової енергетичної установки

21. Kuznetsov, V. Increasing the Economic Efficiency of Marine Power Plants Using Waste Heat Boilers with Controlled Flow Separation [Text] / Valerii Kuznetsov, Svitlana Kuznetsova // POLISH MARITIME RESEARCH. – 2024. – 3(123). – Vol. 31; pp. 94-101. DOI 10.2478/pomr-2024-0039. Видання входить до МНБ Scopus, Web of Science Core Collection.

Стаття обґрунтовує наукові положення 1, 2 та 3. Автором виконаний розрахунок ефективності використання котлів з контрольованим відривом потоку у складі суднових енергетичних установок.

В зазначених одноосібних публікаціях результати належать автору, а внесок автора у праці, що написані у співавторстві, зазначений вище біля кожної публікації.

Відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації
підтверджується змістом дисертації та наданих наукових публікацій.

Зауваження та/або дискусійні питання стосовно положень докторської дисертації.

1. Для визначення ефективності процесів перетворення теплоти в елементах енергетичних установок автором використовується аналогія Рейнольдса. Доречно було виконати її порівняльний аналіз з іншими аналогіями в цьому напрямку, наприклад з аналогією Чілтона-Колборна.

2. У другому розділі автор представляє три рівня дослідження для теплообмінних апаратів - I – теплопередавальна поверхня теплообмінного апарату як елемент підсистеми; II – теплообмінний апарат як система конструктивних елементів; III – теплообмінний апарат як елемент енергетичної установки. В той же час незрозуміло, як враховані конструктивні елементи зв'язку теплообмінного апарату з елементами енергетичної установки.

3. Не розглянуті особливості інтенсифікації теплопередачі в технологічних теплообмінних апаратах.

4. Недостатньо обґрунтовано використання RSM моделі турбулентності при математичному моделюванні процесів в теплообмінних апаратах.

5. Як враховується вплив нерівномірності полів температур та швидкостей теплоносіїв по довжині теплообмінних апаратів в складі енергетичних установок

6. В шостому розділі дисертаційної роботи при аналізі підвищення ефективності енергетичних установок танкера і контейнеровоза автором указані на теплових схемах температури відпрацьованих газів головного двигуна відповідно 175°C та 165°C. Доречно було б додати у тексті роботи, для якого виду палива отримані ці результати за умови недопущення низькотемпературної сірчистої корозії.

7. Для представленого на рис. 6.6 теплового балансу двигуна 12S90ME-C9.2 необхідно було вказати, чи змінюється у всіх трьох випадках температура повітряного заряду, який поступає у циліндр двигуна після охолоджувача наддувного повітря.

Висновок про відповідність докторської дисертації вимогам «Порядку присудження ... наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197.

На основі вивчення докторської дисертації Кузнецова Валерія Валерійовича на тему «Розвиток науково-технічних основ підвищення ефективності і компактності енергетичних установок інтенсифікацією теплопередачі і їх елементах» та наданих наукових публікацій щодо її теми, вважаю, що дисертаційна робота: є завершеною кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно; містить наукові положення та нові науково обґрунтовані результати у галузі суднової енергетики, які мають практичну та теоретичну цінність та які підтверджуються актами впровадження; відповідає паспорту спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

На підставі наведеного вище дисертаційна робота повністю відповідає вимогам пунктів 7, 8, 9 "Порядку присудження ... наукового ступеня доктора наук", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. №1197, а її автор Кузнецов Валерій Валерійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри суднових енергетичних
установок та технічної експлуатації
Одеського національного
морського університету



Роман ВАРБАНЕЦЬ

Підпис завідувача
В. секретар



Методична комісія

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ	
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА	
М.Миколаїв 02066753	
Вх. №	77/01.1-07
" 24 "	об 2025 р