

ВІДГУК

офіційного опонента

директора машинобудівного навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування
ім. адм. Макарова МОН України,
доктора технічних наук, професора **Сербіна Сергія Івановича**
на дисертаційну роботу **Куропятника Олексія Андрійовича**
«Забезпечення екологічності експлуатації морських суден»,
що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
271 – річковий та морський транспорт (галузь знань 27 – транспорт)

Робота виконана в Національному університеті «Одеська морська академія» (м. Одеса) Міністерства освіти і науки України.

Актуальність теми дисертаційної роботи

Для будь-якої країни водні шляхи (річкові або морські) є засобом транспортного забезпечення як внутрішніх потреб економіки, так і розширення її можливостей у міжнародних зв'язках. Судноплавство здавна надавало можливість встановлення й розвитку торгівельних відносин, а в сучасних умовах певна частка і виробничих процесів потребують логістичних зв'язків, що спираються на можливості суден річкового та морського транспорту. Одночасно з поширенням перевезень, що виконуються водними шляхами, підвищуються та стають більш суворими вимоги, які висуваються міжнародними та національними організаціями щодо екологічних показників морських суден та теплових двигунів (насамперед дизельних), що на них встановлюються. Міжнародні концерни та фірми, що будують судові дизелі та постачають їх на судна різного призначення (MAN-Diesel&Turbo, Wartsila-Sulzer, Caterpillar-MaK, Mitsubishi Heavy Industries Ltd та інші), спрямовують власні дослідження та програми розвитку не лише на підвищення циліндрової та агрегатної потужності, але також на забезпечення рівня їх екологічності. Аналогічні вимоги висуваються з боку Міжнародної морської організації

(International Maritime Organization – IMO), відповідно до яких здійснюється поступове переведення двигунів внутрішнього згорання суден річкового та морського транспорту за рівнями Tier I – Tier II – Tier III.

Тому дисертаційну роботу Куропятника О. А., яка спрямована на підвищення екологічності експлуатації суден, слід вважати цілком актуальною.

Дисертаційна робота містить матеріали держбюджетних науково-дослідних робіт, які виконувалися в Національному університеті «Одеська морська академія» відповідно до тем: «Розвиток систем і методів удосконалення технічної експлуатації суднових енергетичних установок на підставі сучасних інформаційних технологій» № ДР 0110U005910 (2017-2019 рр.), «Прогнозування експлуатаційного технічного стану суднової пропульсивної установки на основі контролю її вібраційно-коливальних характеристик» № ДР 0119U001654 (2018-2021 рр.).

Тематика дисертаційної роботи відповідає завданням, які визначені в положеннях Транспортної стратегії України на період до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України № 2174 від 20.10.10 р.); положеннях Транспортної стратегії України на період до 2030 року (розпорядження Кабінету Міністрів України № 430-р від 30.03.18 р.); Рішенні Ради національної безпеки і оборони України від 16.05.2008 року «Про заходи щодо забезпечення розвитку України як морської держави».

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові результати та рекомендації, що отримані під час виконання дисертаційної роботи, є повністю обґрунтованими і достовірними, що підтверджується логікою постановки головного та допоміжних завдань дослідження, коректним використанням апробованих наукових методів шляхом узагальнення і систематизації, власних аналітичних розрахунків та експериментальних випробувань.

Розробки, рекомендації та результати, що надані в дисертаційному дослідженні, були апробовані автором на 12-ти конференціях в Україні та за кордоном, серед яких можна виділити наступні:

International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration”, August 31, 2019, Beijing, China (статті у збірці матеріалів конференції присвоєно DOI. 10.34660/INF. 2019.15.36259);

International Conference “Process Management and Scientific Developments”, January 16, 2020, Birmingham, United Kingdom (статті у збірці матеріалів конференції присвоєно DOI. 10.34660/INF.2020.4.52992);

International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration”, January 25, 2020, Beijing, China (статті у збірці матеріалів конференції присвоєно DOI. 10.34660/INF. 2020.24.53689);

VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Суднова енергетика: стан та проблеми», Миколаїв, Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, 2017 р.;

X Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті MINTT-2018», Херсон, Херсонська державна морська академія, 2018 р.;

X Міжнародна науково-технічна конференція «Суднова енергетика : стан та проблеми», Миколаїв, Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, 2019 р.;

Міжнародна науково-технічна конференція «Річковий та морський флот: експлуатація і ремонт», Одеса : Національний університет «Одеська морська академія», 2020 р.

II Міжнародна науково-практична морська конференція кафедри СЕУ і ТЕ Одеського національного морського університету (MPP&O-2020 – Marine Power Plants and Operation), квітень 2020 р., Одеса, Одеський національний морський університет.

Авторитетних праць апробаційного характеру достатньо для представлення основних результатів науковій спільноті для їх обговорення.

Окремі результати дисертаційного дослідження опубліковані в іноземних

періодичних наукових виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science:

Sagin S. V. The Use of Exhaust Gas Recirculation for Ensuring the Environmental Performance of Marine Diesel Engines / S. V. Sagin, O. A. Kuropyatnyk // OUR SEA : International Journal of Maritime Science & Technology. – 2018. – Vol. 65. – № 2. – P. 78-86. doi.org/10.17818/NM/2018/2.3;

Kuropyatnyk O. A. Exhaust Gas Recirculation as a Major Technique Designed to Reduce NO_x Emissions from Marine Diesel Engines / O. A. Kuropyatnyk, S. V. Sagin // OUR SEA : International Journal of Maritime Science & Technology. – 2019. – Vol. 66. – Iss. 1. – P. 1-9. https://doi.org/10.17818/NM/2019/1.1.

Наукова новизна результатів дослідження Куропятника О. А. полягає в наступному.

Розроблені у дисертаційній роботі Куропятника О. А. способи визначення раціональних (з точки зору забезпечення максимального зниження емісії оксидів азоту та стабілізації досягнутого значення на рівні, відповідному вимогам, що висуваються міжнародними кваліфікаційними товариствами) режимів роботи систем керування випускними газами при одночасному мінімальному зниженні енергетичних та економічних показників дизелів суден річкового та морського транспорту є розв'язанням важливого та актуального науково-прикладного завдання – підвищення екологічності морських суден.

Вперше отриманими науковими результатами можуть вважатися такі:

- раціональний (з точки зору максимального зниження емісії оксидів азоту, при мінімальному зменшенні ефективної потужності і мінімальному підвищенні питомої ефективної витрати палива) діапазон рециркуляції випускних газів, яким є 12,5...15,5 % та в якому підтримується стехіометричне співвідношення, що забезпечує надійне самозаймання палива;

- критерій оцінки ефективності системи рециркуляції випускних газів (за який доцільно приймати площу під залежністю $NO_x=f(\delta_{ERG})$, що дозволяє виконувати кількісне та якісне порівняння режимів її експлуатації;

- оптимальний (з точки зору ближчого до максимального зниження емісії оксидів азоту з одночасним мінімальним збільшенням витрати палива) режим перепуску випускних газів, яким є 4...6 % та в якому попереджається виникнення теплової перенапруженості та помпажних явищ;

- можливість використання системи перепуску випускних газів обмежується частковими (у діапазоні менш ніж 55 % від номінальної потужності) режимами навантаження та підвищеними (у діапазоні більш ніж 9 %) режимами перепуску.

Здобувачем висунуте, обґрунтовано та доведено **наукове положення**, яке полягає в тому, що екологічність експлуатації морських суден забезпечується комплексним керуванням випускними газами двигунів внутрішнього згоряння шляхом використання систем їх рециркуляції та перепуску, при цьому раціональні експлуатаційні режими цих систем визначаються швидкісними або навантажувальними режимами роботи дизелів.

Наукові результати, що сформульовані у дисертаційному дослідженні, узгоджено з науковими положеннями і науковим завданням. Висновки, що зроблені як результат розв'язання головного та допоміжних завдань дослідження, доводять наукову гіпотезу дослідження, мають теоретичну або практичну доказову базу, однозначні і не викликають сумнівів.

Представлені в дисертації результати наукових досліджень отримані автором особисто, що підтверджується відповідними публікаціями.

Рекомендації, що запропоновані здобувачем, дозволяють визначити раціональні режими керування процесами рециркуляції та перепуску випускних газів, а також комплексного застосування цих процесів під час експлуатації дизелів, які встановлені на суднах річкового та морського транспорту, що сприяє підвищенню рівня екологічної безпеки річкових та морських суден.

Основні висновки й рекомендації добре корелюються з поставленими науковими завданнями і мають логічне структурування.

Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що на основі виконаних досліджень **встановлено та розроблено:**

- для основних експлуатаційних діапазонів роботи головних та допоміжних двигунів суден річкового та морського транспорту встановлено режим роботи систем рециркуляції/перепуску випускних газів, використання якого підвищує екологічну ефективність судна з одночасним мінімальним (не більш як 2,5...3,0 %-им) відхиленням потужності та попередженням теплової напруженості;

- технологію комплексного керування випускних газів доцільно використовувати під час сталих режимів роботи суднового пропульсивного комплексу, а рекомендації щодо визначення оптимальних режимів її експлуатації – під час проєктування на налагодження систем рециркуляції/перепуску випускних газів;

впроваджено:

- технологію визначення раціонального ступеня рециркуляції під час експлуатації системи рециркуляції низького тиску – на судновому дизелі 7UEC60LS фірми Mitsubishi Heavy Industries Ltd (який виконує функції головного двигуна на судні “Gaz Liberty” судноплавної компанії SafeShip Management Inc.), що забезпечило більш ніж 20 % зниження емісії оксидів азоту з випускними газами та сприяло збільшенню екологічної ефективності морського судна; а також на судновому дизелі 16V32 фірми Wartsila-Sulzer (який виконує функції головного двигуна на судні “Pacific Scirocco” спеціалізованої морської компанії “Pacific Drilling”), при цьому було досягнуте зниження концентрації оксидів азоту у випускних газах на 7,7...33,6 % (залежно від ступеня рециркуляції та навантаження на дизель);

- технологію визначення раціонального ступеня рециркуляції під час експлуатації системи рециркуляції високого тиску – на судновому дизелі 7S60MC фірми Kawasaki MAN-B&W (який виконує функції головного двигуна на судні “Gaz Majestic” судноплавної компанії Interunity Management

Corporation S.A.), що в діапазоні експлуатаційних навантажень 25...100 % і ступеня рециркуляції 0...21 % сприяло зниженню викидів NO_x на 15...36 %;

- методику визначення ефективності використання системи рециркуляції для різних режимів її експлуатації – на судовому дизелі 7S60MC фірми Kawasaki MAN-B&W (судно “Gaz Majestic” компанії Interunity Management Corporation S.A.), що сприяло скороченню часу налагодження системи рециркуляції з боку оператора;

- технологію визначення раціонального режиму перепуску випускних газів судових дизелів – на морському транспортному судні «Selinda» судноплавної компанії Bernhard Shulte Shipmanagement (Deutschland) GmbH&Co.KG, при цьому було забезпечено поліпшення екологічних параметрів та експлуатаційних характеристик судового дизеля 5L23/30H-Tier II, що визначилось у зниженні на 8...12 % викидів NO_x з одночасним зменшенням на 5...7 % температури випускних газів; а також на судових дизелях KTA19 фірми Cummins, що виконують функції допоміжних двигунів на судах ТОВ МАРІН КРЮ МЕНЕДЖМЕНТ, що сприяло 8...10 % зниженню емісії оксидів азоту та підвищенню стійкості окремих режимів роботи дизелів;

- технологію визначення раціонального режиму під час комплексного керування випускними газами (що поєднує їх рециркуляцію та перепуск) – на спеціалізованому морському судні “Pacific Mistral” водотоннажністю 59580 тонн спеціалізованої морської компанії “Pacific Drilling”, що забезпечило майже 40 % зниження емісії оксидів азоту та сприяло підвищенню екологічності морського судна, яке тривалий час експлуатується в особливих екологічних районах Світового океану.

Результати досліджень і наукові розробки використано в навчальному та навчально-науковому процесі Національного університету «Одеська морська академія» під час викладання спеціальних дисциплін курсантам 2-4 курсів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти та 1-го курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових виданнях

Результати досліджень досить повно висвітлено у наукових працях, що були опубліковані в 2017-2020 рр., а саме: 6 статей у наукових періодичних фахових виданнях України (що входять до переліку наукових фахових видань України, які рекомендовані МОН України для публікації результатів дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук); 2 статті у наукових періодичних іноземних виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science; 5 статей у наукових періодичних іноземних виданнях; 3 статті у збірках матеріалів наукових міжнародних конференцій, що проводились в іноземних країнах; 9 статей – у збірках матеріалів міжнародних конференцій, що проводились у різних містах України.

Зі статей, що опубліковані в наукових періодичних іноземних виданнях, 4 надруковано в країнах, що входять до Європейського Союзу (Австрія та Хорватія).

Більшість фахових публікацій має вільний доступ у мережі Інтернет.

Наукові праці Куропятника О. А. відповідають п. 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167.

Відсутність порушення академічної доброчесності

Текст рукопису дисертації на наявність збігів та подібностей з іншими науковими джерелами перевірено за допомогою інтернет-сервісу <https://StrikePlagiarism.com>. За результатами перевірки дисертаційної роботи на наявність ознак академічного плагіату встановлено, що критерій оцінювання «% комбінація 25 слів, знайдених у всіх доступних джерелах» складає 5,39 %, при цьому з цього значення частка збігів поданого тексту рукопису дисертації з текстами опублікованих (доступних в Інтернет-мережі) праць автора складає

97,2 %, ці джерела включені до розділу перелік використаних джерел та на них зроблено посилання в тексті дисертації.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Вказане свідчить про відсутність порушення академічної доброчесності.

Структура й обсяг дисертації. Відповідність дисертації та її змісту встановленим вимогам

Дисертація Куропятника О. А. складається з анотацій на 16 сторінках українською та англійською мовами (до яких включено список публікацій здобувача), переліку прийнятих скорочень, вступу, 5 розділів, висновків, переліку використаних джерел із 226 найменувань на 32 сторінках, додатків на 21 сторінках (у які внесені акти впровадження результатів дисертаційного дослідження та рейсові завдання на проведення експериментальних досліджень).

Повний обсяг складає 228 сторінок, у тому числі 175 сторінок основного тексту (у тому числі анотація), 46 рисунків, 31 таблиця.

Дисертація є завершеним та цілісним дослідженням. Зміст дисертації відзначається повнотою, основні положення, висновки і рекомендації достатньою мірою обґрунтовані, первинними документами підтверджується рівень апробації та впроваджень. Отже, робота Куропятника О. А. є завершеною науковою працею і оформлена відповідно до п. 10 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06.03.2019 р.

Зауваження

В цілому дисертаційна робота справляє позитивне враження, викладені дослідження є завершеними, висновки аргументованими, значна бібліографія

дозволяє спиратися на думку широкого кола дослідників, власні сентенції пройшли апробацію у великій кількості публікацій та на наукових заходах.

Як зауваження висловлюємо наступне.

1. Назву дисертації сформульовано достатньо широко, бо в приведеній роботі детально розглянуто тільки питання, пов'язані зі зниженням викидів одного з токсичних компонентів – оксидів азоту. Всі інші забруднюючі речовини: монооксид вуглецю, оксиди сірки, димові частки, тощо, не розглядаються.

2. У п. 1.3. «Вимоги Міжнародних та національних організацій щодо забезпечення рівня шкідливих домішок у випускних газах суден річкового та морського транспорту» наведено стандарти до екологічних показників судових дизелів, що висуваються спеціальними конвенціями та резолюціями Міжнародної морської організації (ІМО). При цьому не розглянуто вимоги, що висуваються Американським агентством із захисту довкілля (ЕРА), які є більш суворими для деяких районів Світового судноплавства.

3. У п. 1.5. «Аналіз основних способів зниження емісії оксидів азоту у випускних газах дизелів суден річкового та морського транспорту» розглянуто технології (зокрема використання альтернативних палив та селективного каталітичного очищення), що недоцільні для використання на дизелях, розглянутих у дисертаційній роботі і на яких були виконані експериментальні випробування.

4. П. 3.2. «Математичне моделювання нестационарних процесів, що відбуваються в циліндрі дизеля під час згоряння рідкого палива», перенасичено виразами. Наприклад, запропонована автором модель з визначення швидкості хімічної реакції згоряння на базі рівняння Магнуссена-Хартагера більш інформативна під час спалювання палив, що складаються з легких фракцій та характеризуються меншою температурою займання та більшою теплотворною здатністю. На жаль, не наведено порівняння експериментальних і розрахункових параметрів, що обмежує можливості підтвердження адекватності математичної моделі.

5. Вважаю, що термін “оптимальний”, який автор достатньо часто вживає, слід замінити на “раціональний”, бо в роботі детально не описані: узагальнений критерій екологічної оптимізації, обласні та функціональні обмеження, метод розв’язання задачі оптимізації, тощо.

6. У пп. 3.5.1 автором наведена технологія визначення масової витрати випускних газів, відповідно до «Технічного кодексу з контролю викидів окислів азоту з суднових дизельних двигунів». Її розрахунок супроводжується експериментальним визначенням проміжних показників (наприклад, абсолютна вологість повітря та витрата палива), що сприяє підвищенню похибки під час розрахунків. При цьому значення цієї похибки автором не наведено.

7. Рециркуляція випускних газів (для обох систем: низького LP-EGR та високого HP-EGR тиску) передбачає проміжне охолодження частини газів, що спрямовуються в дизель. Це викликає додаткове потрапляння води в продувний ресивер та далі у циліндр. Здобувачем не вказано, як це враховується під час організації та забезпечення робочого циклу.

8. Робота суднових дизелів у складі пропульсивних комплексів суден річкового та морського транспорту супроводжується постійною, або періодичною зміною зовнішніх збурень. Експерименти, що проведені автором, виконувалися для сталих режимів роботи дизелів. Тому залишився не визначеним вплив системи керування випускними газами на емісію оксидів азоту саме в таких випадках.

9. У тексті дисертації не наведено обґрунтування, чому визначення інтегральних параметрів, що оцінюють зменшення концентрації оксидів азоту у випускних газах та підвищення витрати палива під час використання систем керування випускними газами (рециркуляції, перепуску та їх комплексного використання) виконувалось методом трапеції.

10. В тексті дисертації існують окремі описки, помилки в позначенні елементів, орфографічні неточності, загально не прийняті терміни, тощо.

11. Буде б доцільним навести в дисертації експериментально визначені концентрації монооксиду вуглецю та незгорілих вуглеводнів на досліджених

режимах роботи дизельних установок - для підтвердження мінімального зниження паливної економічності двигунів при роботі запропонованих систем рециркуляції.

Висновки

Представлена дисертаційна робота **Куропятника Олексія Андрійовича** на тему **«Забезпечення екологічності експлуатації морських суден»** є цілісним та завершеним науковим дослідженням, що присвячено розв'язанню науково-прикладного завдання – підвищенню екологічності морських суден визначанням раціональних режимів роботи систем керування випускними газами.

Незважаючи на вказані зауваження, що висловлені до дисертаційної роботи, усі викладені автором дослідження є новими, змістовними і корисними.

Дослідження характеризується науково-обґрунтованими висновками та результатами, що не захищені раніше іншими науковцями, практичною доцільністю та можливістю впровадження на судах річкового та морського транспорту.

Результати, що досягнути під час виконання дослідження, рекомендуються для використання судноплавними компаніями та іншими структурами море-господарського комплексу, що здійснюють експлуатацію суден морського транспорту, а також у науково-дослідницьких організаціях, що займаються розробкою та вдосконаленням технологій, які сприяють поширенню екологічно безпечних режимів роботи судових дизелів та покращенню екологічності експлуатації морських суден.

За змістом, формою, рівнем та стилем викладення дисертація **Куропятника Олексія Андрійовича «Забезпечення екологічності експлуатації морських суден»** відповідає вимогам наказу МОН України №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» від 12.01.2017 р. та «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора

філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06.03.2019 р.

Зазначене вище дозволяє стверджувати, що здобувач **Куропятник Олексій Андрійович** заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 – річковий та морський транспорт (галузь знань 27 – транспорт).

Офіційний опонент,
директор машинобудівного
навчально-наукового інституту
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова МОН України,
доктор технічних наук, професор

С. І. Сербін

