

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри суднових енергетичних установок і технічної експлуатації Одеського національного морського університету Варбанця Романа Анатолійовича на дисертаційну роботу на дисертаційну роботу Мадея Володимира Васильовича «Забезпечення експлуатаційних показників дизелів морських суден під час використання палива біологічного походження», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»

Актуальність теми дисертації, зв'язок з науковими програмами

Енергетичні комплекси морських засобів транспорту забезпечують виконання комерційних завдань з перевезення вантажів та пасажирів, а також технологічні процеси, що відбуваються на морських суднах, або виконуються суднами. Джерелом їх функціонування є рідке паливо, яке використовується у всіх без винятку теплових двигунах, що входять до складу суднової енергетичної установки. Сонячні та електричні батареї, повітряні генератори (в тому числі «жорсткі» та «м'які» вітрила) здатні лише компенсувати частину енергії, що витрачається на рух судна або роботу допоміжного обладнання. Найбільш розповсюдженим типом рідкого палива є паливо наftового походження, під час згоряння якого разом з випускними газами до довкілля потрапляє велика кількість шкідливих речовин, частина яких є токсичними. До несприятливих характеристик палива також відноситься постійне коливання цін на ринку їх виробництва та постачання, суворі вимоги до їх якості та складу, а також поступове зниження їх запасів в природних родовищах. Викладені обставини є підставою для впровадження е суднову енергетику альтернативного палива, одним з якого є паливо біологічного походження (біодизельне паливо).

На відміну від палива наftового походження, біодизельне паливо виробляється з відновлюваних органічних джерел, його основні експлуатаційні характеристики (густина, в'язкість, температура спалаху, нижча теплотворна здатність) суттєво не відрізняються від аналогічних показників наftового палива – це дозволяє використовувати його в сумішах з наftовим паливом в більшості сучасних дизельних двигунів. При цьому наукові розробки, що підтверджують ефективність використання біодизельного палива для суднових дизелів, мають поодинокий характер; рекомендації щодо використання суміші дизельного та біодизельного палива не мають системного підходу. Використання альтернативного палива (зокрема біопалива) в енергетичних установках морських суден регламентується рекомендаціями виробників палива. При цьому вказуються лише мінімальні та максимальні концентрації біопалива у паливній суміші, при яких забезпечується згоряння. Визначення оптимальної концентрації біопалива в його суміші з дизельним, а також

оптимальні фази паливоподачі виконується експериментальним шляхом та залежить від багатьох характеристик, насамперед властивостей дизельного палива та режимів роботи дизеля. Ефективність використання паливних сумішей, до складу яких входять дизельне паливо та паливо біологічного походження, безпосередньо залежить від компетентностей суднових інженерів та наявності рекомендацій щодо технології застосування цих сумішей на різних експлуатаційних режимах роботи дизеля.

Викладене підтверджує актуальність теми дисертаційної роботи та затребуваність наукових досліджень, що виконуються в цьому напрямку.

Дослідження, які виконані в дисертаційної роботі, пов'язані зі світовими тенденціями, що визначені в Транспортній стратегії України на період до 2030 року (розп. КМУ 30.03.18 р. № 430-р), а саме:

- використання високотехнологічних та ергономічних транспортних засобів, принципів мультимодальності, інтелектуальних транспортних систем, інформаційних технологій, електронного документообігу;
- покращення безпечності транспортних засобів;
- використання паливно-економічних та екологічних транспортних засобів, застосування альтернативних видів палива, «зелених» видів транспорту, пріоритетність потреб охорони навколошнього природного середовища та збереження цінних природоохоронних територій під час розвитку транспортної інфраструктури.

Дослідження, результати яких наведені в роботі, виконувались згідно з держбюджетною науково-дослідною роботою Національного університету «Одеська морська академія» «Прогнозування експлуатаційного технічного стану суднової пропульсивної установки на основі контролю її вібраційно-коливальних характеристик» № ДР 0119U001654 (2021–2024 рр.), а також під час виконання науково-дослідної роботи «Вдосконалення безпеки навігації на глибоководному судновому ходу «Дунай – Чорне море» в яких автор дисертації брав участь як виконавець окремих розділів.

Дослідження, результати яких наведені в роботі, погоджуються з вимогами резолюції МЕРС.346(78) «Керівництво про розробку плану енергоефективності судна», що прийнята ІМО 10.06.22 р., стосовно рекомендацій щодо передової практики паливо-зберігаючої експлуатації суден та методології збору даних про витрату суднового палива, пройденої відстані та часу на переходах у годинах; вимогами резолюції МЕРС.324(75) «Поправки до Додатку VI до Конвенції МАРПОЛ (Процедури відбору проб та перевірки вмісту сірки в судновому паливі та конструктивний коефіцієнт енергоефективності)», що прийнята ІМО 20.11.20 р., стосовно контролю вмісту сірки в судновому паливі та розрахунку конструктивного коефіцієнта енергоефективності, а також з вимогами резолюції МЕРС.305(73) «Поправки до Додатку VI до Конвенції МАРПОЛ (Заборона на перевезення судна, що не відповідає вимогам суднового палива, призначеного для згоряння, з метою забезпечення руху або експлуатації

судна)», що прийнята Міжнародною морською організацією 26.10.18 р., стосовно вмісту сірки в паливі, коли судно експлуатується в районі та за межами району контролю викидів.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові результати, що отримані в дисертаційному дослідженні є достовірними, оскільки вони:

- враховують результати проведеного аналізу літературних джерел із розв'язання завдання забезпечення експлуатаційних показників засобів морського та внутрішнього водного транспорту під час використання палива біологічного походження;

- базуються на системному підході до проведення наукового дослідження;

- характеризуються збігом результатів, що отримані під час математичного моделювання та досліджень, що виконані під час експлуатації засобів морського та внутрішнього водного транспорту за умовою використання палива біологічного походження.

Здобувачем коректно застосовано, обґрунтовано та доведено достовірність наукових результатів, наукового положення, висновків та практичних рекомендацій, які сформульовані та отримані під час проведення дисертаційного дослідження.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що підвищення екологічності роботи морських та річкових засобів транспорту досягається шляхом утворення стійких паливних сумішей з оптимальною концентрацією в цих сумішах палива біологічного походження та подальшою подачею цих сумішей у циліндри дизеля з оптимальними фазами впорскування.

У результаті дослідження вперше:

- запропоновано виготовлення паливних сумішей, до складу яких входить паливо біологічного походження, виконувати безпосередньо перед паливним насосом, що підкачує паливо до паливної апаратури високого тиску дизеля;

- визначено, що найбільш доцільною концентрацією біопалива в його суміші з паливом нафтового походження є діапазон 5...20 % від загального об'єму паливної суміші,

- встановлено, що ефективність використання суміші, до складу якої входить паливо біологічного походження, найбільш доцільно оцінювати за значенням відносного зниження емісії оксидів азоту з випускними газами дизелів морських суден та за значенням відносного підвищення питомої витрати палива;

- запропоновано оптимальний склад паливної суміші, до складу якої входить паливо біологічного походження, визначати такою його концентрацією, за якою гарантується максимальне збільшення екологічних та мінімальне зниження економічних параметрів роботи суднового дизеля з одночасним забезпеченням значення ефективної потужності дизеля.

Удосконалено:

- технологію створення стійких паливних сумішей, до складу яких входить паливо біологічного походження;
- спосіб визначення оптимальної концентрації палива біологічного походження в його суміші з важким або дистилятним дизельним паливом;
- технологію управління екологічною безпекою суден морського транспорту під час використання в суднових дизелях палива біологічного походження.

Отримала подальший розвиток:

- технологія визначення витрат енергії, що необхідна для забезпечення екологічної стійкості суден морського транспорту;
- технологія корегування навігаційних переходів суден морського транспорту під час використання в суднових дизелях палива біологічного походження.

Враховуючи змістову складову дисертації, вважаємо достатньо обґрунтованими основні наукові результати, які полягають в доведеної та практично підтвердженої тезі, що підвищення екологічності роботи морських та річкових засобів транспорту досягається використанням у суднових дизелях паливних сумішей, до складу яких входить паливо біологічного походження з оптимальною концентрацією.

Основні результати дисертаційного дослідження в період 2021...2024 рр. доповідались та обговорювались на міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях, що проводились в Київському інституту водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного Державного університету інфраструктури та технологій, Національному університеті «Одеська морська академія», Національному університеті кораблебудування (м. Миколаїв), Одеському національному морському університеті, Українському державному університеті залізничного транспорту, Херсонській державній морській академії.

Наукове і практичне значення дисертаційної роботи

Автором доведено наукове положення, що підвищення екологічності роботи морських та річкових засобів транспорту досягається шляхом утворення стійких паливних сумішей з оптимальною концентрацією в цих сумішах палива біологічного походження та подальшою подачею цих сумішей в циліндри дизеля з оптимальними фазами впорскування.

Наукове положення підтверджено наступними науковими результатами:

- 1) утворення паливної суміші, до складу якої входить паливо біологічного походження, найбільш доцільно забезпечувати безпосередньо перед паливним насосом, що підкачує паливо до паливної апаратури високого тиску дизеля;
- 2) найбільш доцільної концентрацією біопалива в її суміші з паливом нафтового походження є діапазон 5...20 % від загального об'єму паливної суміші;

3) ефективність використання суміші до складу якої входить паливо біологічного походження найбільш доцільно оцінювати за значенням відносного зниження емісії оксидів азоту з випускними газами дизелів морських суден та за значення відносного підвищення питомої витрати палива;

4) оптимальний склад паливної суміші, до складу якої входить паливо біологічного походження, визначається такою його концентрацією, за якою гарантується максимальне збільшення екологічних та мінімальне зниження економічних параметрів роботи суднового дизеля з одночасним забезпеченням значення ефективної потужності дизеля

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

- запропонована технологія, що сприяє утворенню стійких паливних сумішей, до складу яких входить паливо біологічного походження, дозволяє виконувати використання цих сумішей під час експлуатації будь-яких типів суднових дизелів, забезпечує при цьому поліпшення їх екологічних показників роботи та сприяє екологічній стійкості та енергетичній ефективності засобів морського транспорту;

- розроблений алгоритм визначення оптимальних фаз подачі палива, за якими забезпечується підвищення екологічності роботи морських та річкових засобів транспорту, гарантує підтримання енергетичних показників роботи суднових дизелів.

Впровадження результатів дисертації на морських суднах підтверджено в п'яті актах, які свідчать про підвищення екологічності роботи морських та річкових засобів транспорту (зокрема зменшенню емісії оксидів азоту та вуглецю з випускними газами) в разі використання рішень, пропозицій та технологій, що запропоновані автором

Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових виданнях

Основні результати дисертації провісті відображені в 25 наукових працях, з яких 11 – у наукових фахових виданнях України, що входять до переліку наукових фахових видань України (категорії Б), у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії; 2 – в іноземних виданнях які входять до міжнародних наукометрических баз даних Scopus та Web of Science та відносяться до журналів другого квартилю Q2; 1 – в періодичному іноземному виданні країни ЄС (Австрія); 11 – у збірках доповідей Міжнародних наукових та науково-практических конференцій.

Особистий внесок здобувача в сумісних публікаціях є підтвердженим.

Рівень та кількість публікацій, рівень апробації відповідають вимогам, що висуваються Міністерством освіти і науки України до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Відсутність порушення академічної доброчесності

Текст рукопису дисертації та автореферату перевірено за допомогою інтернет-сервісу <https://plagiarismdetector.net> на основі відкритих інтернет-ресурсів.

За результатами перевірки дисертаційної роботи на наявність ознак академічного plagiatу встановлена відсутність порушення академічної доброчесності.

Невідповідності змісту дисертації та автореферату Паспорту спеціальності 05.22.20 у тексті дисертації та автореферату не виявлено.

Структура та зміст дисертації

Зміст дисертація складає переліку умовних скорочень, вступ, п'ять розділів основної частини, висновки, перелік використаних джерел, додаток. Загальний обсяг дисертаційної роботи – 271 сторінка, зокрема: основний текст 158 сторінок з анотацією українською та англійською мовами на 20 сторінках), перелік використаних джерел із 209 найменувань на 30 сторінках, додаток на 7 сторінках, 40 рисунків, 44 таблиці.

У вступі обґрунтована актуальність обраної теми, сформульовані мета та завдання наукового дослідження, визначені наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, показано особистий внесок автора в їх отриманні, охарактеризовані повнота викладення матеріалів дослідження у публікаціях, апробація результатів дослідження та їх впровадження.

Перший розділ дисертаційної роботи «Аналіз літературних джерел з проблеми забезпечення експлуатаційних показників засобів морського та внутрішнього водного транспорту» містить огляд та аналіз результатів наукових досліджень, які спрямовані на забезпечення вимог міжнародних конвенцій та норм Європейського Союзу щодо екологічних показників та енергоефективності роботи суден морського та внутрішнього водного транспорту.

Другий розділ «Загальна методика дисертаційного дослідження» спрямовано на вибір напрямку наукового дослідження, що заснований на проведений експертній оцінці можливих варіантів розв'язання завдання забезпечення екологічних та економічних показників роботи морських та річкових засобів транспорту під час використання палива біологічного походження; визначення головного та допоміжних завдань дослідження; розробку технологічної карти дослідження

Третій розділ дисертаційного дослідження «Аналіз аналітичних моделей, що відображають процес утворення багатокомпонентних сумішей, які містять паливо біологічного походження» присвячено розв'язанню першого та другого допоміжного завдання. При цьому через аналіз гідродинамічних процесів, що перебігають в паливних системах дизелів морських суден під час створення паливних сумішей, до складу яких входить паливо біологічного походження, визначена ділянка витратної паливної системи, найбільш доцільний щодо

утворення паливної суміші, до складу якої входить паливо біологічного походження; а також через аналіз експлуатаційних характеристик паливної суміші (а саме густини, в'язкості та теплотворної здатності) визначено діапазон доцільної концентрації біопалива в її суміші з паливом нафтового походження.

Четвертий розділ дисертаційного дослідження «Аналіз впливу палива біологічного походження на експлуатаційні показники дизелів суден морських засобів транспорту» містить результати експериментальних досліджень, що виконувались в паливних системах морських засобів транспорту різного дедвейту та призначення. При цьому доведено, що ефективність використання паливних сумішей, до складу яких входить паливо біологічного походження, доцільно визначати за екологічним та економічним критерієм. Як такі автором запропоновані емісію оксидів азоту з випускними газами та питома витрата паливної суміші, до складу якої входить паливо біологічного походження. Автором доведено, що оптимальний склад паливної суміші, до складу якої входить паливо біологічного походження, визначається такою його концентрацією, за якою гарантується максимальне збільшення екологічних та мінімальне зниження економічних параметрів роботи суднового дизеля з одночасним забезпеченням значення ефективної потужності дизеля.

П'ятий розділ дисертаційного дослідження «Забезпечення експлуатаційних показників роботи суднових дизелів під час використання палива біологічного походження» присвячено розв'язанню головного завдання наукового дослідження, яке було досягнуте шляхом синтезу наукових результатів допоміжних завдань. При цьому доведено, що використання паливних сумішей, до складу яких входить паливо біологічного походження, змінює перебіг робочого циклу в циліндрі та призводить до зміни експлуатаційних показників дизелів; забезпечення експлуатаційних показників дизелів під час використання палива біологічного походження можливо шляхом корегування налаштування паливної апаратури високого тиску.

Висновки містять основні результати, що отримані під час дослідження.

Список використаних джерел містить 209 найменування, переважну більшість яких складають наукові праці, що були опубліковані після 2020 року.

У додатку наведені копії шості актив впровадження.

Відповідність автореферату основним положенням дисертації

Обсягом автореферату дисертації складає 24 друкованих сторінки. Зміст автореферату повністю відображає зміст основних наукових положень дисертаційної роботи.

Дисертація і автореферат викладені логічно, послідовно, грамотно, методично коректно, оформлені згідно з вимогами Міністерством освіти і науки України.

Відповідність дисертаційної роботи спеціальності

Дисертаційна робота Мадея Володимира Васильовича «Забезпечення експлуатаційних показників дизелів морських суден під час використання палива біологічного походження» відповідає паспорту спеціальності 05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» за наступними пунктами:

системні властивості засобів транспорту в умовах експлуатації: ... паливна економічність, ... екологічність ... і методи їх оптимізації;

методи підвищення паливної економічності та поліпшення екологічних показників засобів транспорту в умовах експлуатації. Розроблення ресурсозберігальних екологічно чистих технологій експлуатації засобів транспорту. Розширення паливної бази засобів транспорту;

охорона навколошнього середовища від шкідливого впливу засобів транспорту на всіх етапах життєвого циклу. Розроблення ... способів підвищення екологічної безпеки засобів транспорту;

розроблення методів підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту та їх функціональних систем;

дослідження впливу експлуатаційних чинників на показники роботи засобів транспорту, розроблення методів підвищення економічності витрачення палива ... і поліпшення екологічних показників транспортних засобів в умовах експлуатації.

Зауваження щодо дисертації та автореферату

1. В п. 1.1.1. «Енергетичні показники засобів морського та внутрішнього водного транспорту» надана інформація та виконано аналіз корисної тяги гребного гвинта, буксируальної потужності та пропульсивного коефіцієнту корисної дії судна, середнього ефективного тиску, ефективної потужності та крутного моменту. При цьому не приділено уваги такому показнику, як максимальний тиск згоряння, хоча в подальшому цей показник використовується автором для оцінки ефективності використання паливних сумішей, до складу яких входить паливо біологічного походження. Також зазначимо, що в п. 1.1.2. «Економічні показники засобів морського та внутрішнього водного транспорту» доцільно було розглянути такій показник, як витрата палива на милю плавання – саме від є визначальним під час оцінки економічності роботи морських засобів транспорту.

2. В п. 2.3. «Використання системного аналізу під час розв'язання завдань із технічної експлуатації морських та річкових засобів транспорту» автором наведена зайва інформація, щодо основних складових системного аналізу та його застосування під час розв'язання завдань з підвищення ефективності експлуатації морських та річкових засобів транспорту. Достатньо було обмежитись даними, що відображають дослідження безпосередньо виконані в дисертації.

3. В п. 3.1. «Аналіз гідродинамічних процесів, що перебігають у паливних системах дизелів морських суден» не виконано аналіз гідродинамічних втрат,

що виникають під час руху палива або паливної суміші від витратних цистерн до паливної апаратури високого тиску. Ці втрати впливають на економічність роботи засобів морського транспорту та можуть бути підставою відхилення вмісту палива біологічного походження або палива нафтового походження в їх суміші.

4. В п. 3.5. «Аналіз технологічних рішень, що забезпечують використання паливних сумішей під час експлуатації дизелів морських суден» не розглянути схеми, що забезпечують утворення паливних сумішей для суднових високообертових дизелів.

5. В п. 4.2.1 автором запропоновано ефективність використання суміші біопалива та дизельного палива виконувати комплексним методом та визначальними показниками при цьому обрати емісію оксидів азоту та збільшенню питомої витрати палива. Сучасні вимоги щодо експлуатації засобів морського транспорту передбачають поступове зниження в паливі та випускних газах вуглецевих складових. В зв'язку з ці показники також доцільно було віднести до визначальних під час оцінки ефективності використання паливних сумішей.

6. Четвертий та п'ятий розділ дисертаційного дослідження включає випробування для забезпечення яких була потрібна перекомплектація суднових паливних систем. В дисертації та авторефераті не наведено даних щодо погодження подібних робіт з контролюючими організаціями або класифікаційними товариствами.

7. Результати досліджень, що наведені в п. 5.3. «Корегування навігаційних переходів суден морського транспорту під час використання палива біологічного походження» можуть бути використані лише в окремих випадках, під час виконання морськими суднами так званих «лінійних» рейсів. Це потрібно було обговорити в дисертації.

Висновки

1. Представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту дисертаційна робота Мадея Володимира Васильовича «Забезпечення експлуатаційних показників дизелів морських суден під час використання палива біологічного походження» є цілісною завершеною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності розв'язують актуальне науково-прикладне завдання, мають наукову новизну і практичне значення, характеризуються науковою обґрунтованістю, свідчать про виконання поставленого наукового завдання.

2. Дослідження містить нові, не захищені раніше, науково-обґрунтовані результати та висновки, що мають суттєве значення для забезпечення процесу підтримання експлуатаційних характеристик дизелів суден річкового та морського транспорту.

3. Основні результати дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

4. Зазначені вище зауваження мають рекомендований та уточнюючий характер та не впливають на загальний високій рівень дисертаційного дослідження.

5. Дисертаційна робота та автореферат відповідають вимогам Наказу МОН України від 13.12.2021 р. № 1359 «Про затвердження Положення про спеціалізовану вчену раду...», вимогам Постанови Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 р. № 502 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України з питань підготовки та атестації здобувачів наукових ступенів» та вимогам пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» № 567 від 24 липня 2013 року, який регламентує порядок присудження ступеня кандидата наук для здобувачів, підготовка яких розпочалась до 1 вересня 2016 року, відповідно до підпункту 7 пункту 2 розділу XV «Прикінцеві та перехідні положення» Закону України «Про вищу освіту».

6. Мадей Володимир Васильович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри суднових енергетичних установок і
технічної експлуатації
Одеського національного морського університету
МОН України

Роман ВАРБАНЕЦЬ

