

ВІДГУК

опонента Парсаданова Ігоря Володимировича
на дисертаційну роботу Мальчевського Валентина Павловича
**«Підвищення еколого-енергетичної ефективності суднових дизелів
стабілізацією температури палива перспективними сумішами холодоагентів»**,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки

Актуальність теми.

Однією з глобальних проблем сучасності, є забезпечення економії природних ресурсів та захист навколишнього середовища при виробництві енергії, необхідної для діяння людства.

Значна частка механічної енергії, що виробляється, приходиться на суднові двигуни, які, відповідно, поживають вагому кількість продуктів переробки нафти в паливо і надають шкоди навколишньому середовищу.

Враховуючи те, що суднові двигуни це головним чином дизелі, то при їхньої експлуатації шкода, яка причиняється навколишньому середовищу, обумовлена забрудненням атмосфери в першу чергу оксидами сірки (SO_x), оксидами азоту (NO_x) та твердими частинками (ТЧ). Необхідно відмітити, що викиди з відпрацьованими газами NO_x і ТЧ характерні для дизелів різного призначення, в той час як викиди SO_x в основному властиві для суднових дизелів. Це пов'язано з тим, що саме у суднових дизелях застосовується палива з підвищеним змістом сірки.

Для забезпечення діючих і перспективні вимог міжнародних морських і урядових організацій щодо викидів із відпрацьованими газами NO_x і ТЧ, удосконалюють робочі процеси двигунів і системи нейтралізації, а для забезпечення зниження викидів в навколишнє середовище SO_x в суднових дизельних двигунах передбачають використання палив виключено із наднизьким змістом сірки.

Проте при експлуатації виникають проблеми, пов'язані із тим, що при зменшенні вмісту SO_x при температурі середовища, характерної для експлуатації суднових двигунів, зменшує в'язкість палива, що може впливати на роботу паливної апаратури, і, відповідно, на показники економичності, екологічності та надійності двигунів. Для забезпечення необхідної в'язкості і стабілізації температури палива,

застосовується холодильні установки (чілери), в яких використовуються спеціальні суміші-холодоагенти, що потребує визначення їх термодинамічних властивостей у умовах роботи суднових холодильних установок. Вирішенню цієї важливої і актуальної науково-практичної задачі, спрямованої на забезпечення енергетичної і екологічної ефективності суднових дизельних двигунів присвячена дана робота.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертаційної роботи Мальчевського В.П. основана на аналізі напрямків забезпечення підвищення міжнародних вимог з охорони навколишнього середовища при експлуатації суднових дизельних двигунів за рахунок підвищення ефективності робочого процесу при використанні палив із низьким вмістом сірки з урахуванням наявних експериментальних даних про термодинамічні властивості сумішей холодоагентів та даних отриманих для розрахунку термодинамічних властивостей, цих сумішей.

Висновки і рекомендації сформульовані в дисертаційній роботі відповідають поставленій меті і сформульованим задачам дослідження, підтверджуються отриманими результатами та призначені для практичного впровадження в експлуатації.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується поєднанням теоретичних розробок, пов'язаних з розрахунком властивостей сумішей холодоагентів при використанні їх як робочих речовин системи стабілізації температури палива, розрахунковими дослідженнями робочого процесу і аналізом еколого-енергетичних показників суднових дизельних двигунів двигуна при використанні сумішей холодоагентів.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести:

- запропонований метод розрахунку термодинамічних властивостей сумішей холодоагентів з використанням функції взаємодії компонентів, який дозволяє підвищити точність розрахунку термодинамічних властивостей речовин у надкритичній області при високих значеннях густини;

- виявлені закономірності термодинамічного стану сумішей озонобезпечних та природних холодоагентів при фазовій рівновазі, які дозволяють зменшити втрати на теплообмін та збільшити енергетичну ефективність циклу холодильних установок суднових систем охолодження;

- створену математичну модель для здійснення еколого-економічного аналізу холодильних установок систем стабілізації температури палива суднових дизельних двигунів, який дозволяє оцінити емісію парникових газів в експлуатації;

- наукові основи з розробки автоматизованих систем розрахунку теплофізичних властивостей холодоагентів та їх сумішей, що дозволяє отримати моделі стану і, відповідно, необхідні значення властивостей холодоагентів при використанні у системах стабілізації температури палива;

- створену математичну модель для еколого-економічного аналізу холодильних установок систем стабілізації температури палива суднових дизельних двигунів, яка дозволяє оцінити еквівалентну емісію парникових газів при експлуатації обладнання.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Значимість отриманих в дисертаційному дослідженні результатів визначаються рекомендаціями Державного стандарту України для використання моделей стану сумішей R32/R125 R125/R290 та R134a/R290 при проектуванні та експлуатації холодильних установок систем охолодження.

Для науки і практичного використання важливим є запропонований метод складання моделей стану на базі покрокового регресійного аналізу, що дозволяє для підвищення точності моделі у процесі виконання регресійної процедури, ефективно регулювати структуру та кількість коефіцієнтів.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати виконаних досліджень достатньо повно представлені в опублікованих працях і апробовані на міжнародних конференціях, до яких входять 20 міжнародних науково-технічних конференцій.

Публікації. Основний зміст і положення дисертації викладено у одній

монографії, 21 статтях в наукових журналах (з них 4 індексовані в базі SCOPUS, 11 публікацій у наукових фахових виданнях України), 20 тезах доповідей у збірниках праць міжнародних наукових конференцій, таблиці стандартних довідкових даних, що у сукупності відповідає діючим вимогам.

Оцінка змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Мальчевського В.П. складається із вступу, переліку умовних позначень, шести розділів, висновків, списку використаних джерел з 281 найменувань і трьох додатків.

Основна частина дисертації викладена на 253 сторінках тексту, містить 39 рисунків та 152 таблиці. Обсяг додатків складає 52 сторінки.

У вступі визначена актуальність наукового напрямку дисертації, показаний її зв'язок з науковими програмами і темами, сформульовані мета та задачі дослідження, наведені наукова новизна та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, апробація роботи, публікації, структура та обсяг дисертації.

У першому розділі виконано аналіз сучасного стану напрямку досліджень, який пов'язаний із вирішенням проблеми зменшення забруднення навколишнього середовища судновими дизельними двигунами. Показано, що в останні роки з метою зменшення викидів у навколишнє середовище шкідливих речовин впроваджуються палива із низьким вмістом сірки і водночас із меншою в'язкістю, що потребує використання системи стабілізації температури палива на базі чіллера. Проте, при цьому виникає проблема, яка пов'язана із забрудненням навколишнього середовища холодоагентами, і, відповідно, задача щодо обґрунтування використання сумішей озонобезпечних та природних холодоагентів.

У другому розділі на основі аналізу існуючих моделей, обґрунтовано вибір моделі стану для розрахунку термодинамічних властивостей сумішей. На основі виконаного аналізу та наявних експериментальних даних щодо впливу температури, тиску, густини і складу досліджуваних сумішей обґрунтовано використання моделі стану для двокомпонентних речовин.

У третьому розділі приведені результати розробки моделей стану для

розрахунку термодинамічних властивостей обраних для дослідження сумішей холодоагентів R32/R125, R125/R290 та R134a/R290.

Визначено, що найбільш дослідженою є суміш R32/R125. Експериментальні дані для неї отримані розрахунковим шляхом на базі визначених відомостей про тиск співіснуючих фаз. З використанням цих даних було складено модель стану суміші та встановлено, що вказані суміші ознобезпечних та природних холодоагентів задовольняють вимогам міжнародної конвенції протоколів та рекомендуються для використання в суднових холодильних установках.

На базі додатково отриманих даних складені моделі стану для трьох досліджуваних сумішей, які описують їх термодинамічні властивості в області перегрітої пари і рідини та у стані насичення.

Четвертий розділ присвячено створенню автоматизованої інформаційної системи. Надано огляд та аналіз найбільш відомих банків даних. Визначено, що термодинамічні властивості у автоматизованій системі розраховуються за допомогою поліноміальних та фундаментальних моделей стану. Для частини речовин передбачено розрахунок властивостей за допомогою обох форм моделей, що дозволяє зробити порівняльний аналіз між ними. Показано, що найбільш зручними для програмування є «поліноміальні» моделі стану. Фундаментальні моделі забезпечують більш високу точність у критичній області, ніж поліноміальні.

В п'ятому розділі наведені результати досліджень термодинамічних властивостей сумішей холодоагентів. При використанні розробленої автоматизованої інформаційної системи отримані і наведені дані значень щодо густини, ентальпії та ентропії суміші R32/R125 при різному рівні насичення, тиску та температур. Надана оцінка погрешностей розрахованих значень термодинамічних властивостей сумішей та встановлена задовільна точність для розрахунку параметрів ефективності суднових холодильних установок.

У шостому розділі виконано аналіз зміни в'язкості палив із наднизьким вмістом сірки за допомогою систем охолодження на базі досліджуваних сумішей. Проведено дослідження робочого процесу дизельного двигуна при роботі на дистильованих паливах із наднизьким вмістом сірки. За результатами дослідження

одержані дані, щодо ефективності холодильної установки системи стабілізації температури палива при використанні перспективних сумішей холодоагентів. Показано, що при оцінці нових речовин необхідно ураховувати крім параметрів ефективності циклу холодильної установки витрати на виробництво холодильної установки та вклад у глобальне потепління через емісію холодоагентів і при виробництві електроенергії для забезпечення роботи холодильної установки. За результатами дослідження впливу в'язкості палива на параметри робочого процесу суднового малообертового двигуна визначалася залежність параметрів робочого процесу двигуна від тривалості упорскування. Показано, що при використанні палива з підвищеною в'язкістю двигун працює більш ефективно. Необхідна в'язкість палива із наднизьким вмістом сірки забезпечується використанням системи стабілізації температури палива на базі фреонової холодильної установки.

На основі виконаного комплексного аналізу системи стабілізації температури палива, надано рекомендації щодо використання суміші холодоагенту для підвищення економічної і екологічної ефективності суднового дизельного двигуна з урахуванням впливу на парниковий ефект.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Виходячи з сформульованих мети дисертаційного дослідження, проблеми, що вирішується, самої назви роботи основні результати виконаного дослідження необхідно було би доповнити даними щодо:

– рівня зниження забруднення навколишнього середовища при експлуатації суднових дизельних двигунів за рахунок зменшення викиду оксидів азоту та оксидів сірки у одиницях, що прийняті для оцінки шкідливих викидів відпрацьованих газів;

– рівня зниження витрати (питомої, годинної або експлуатаційній) палива суднових двигунів;

– впливу наданих щодо використання рекомендацій на показники потужності і надійності суднових двигунів.

2. Посилання на закони України про енергозбереження є застарілими і такими що втратили чинність, тому не в повній мірі розкривають відповідність виконаного дослідження сучасним вимогам.

3. Без конкретних даних щодо зниження забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами судових дизельних двигунів оксидами сірки і азоту та рівня зниження витрати палива важко надати об'єктивну оцінку комплексній еколого-енергетичній ефективності використання у системі стабілізації температури палива сумішей озонобезпечних та природних холодоагентів тільки за рахунок потенціального впливу на глобальне потепління.

4. При оцінці результатів дослідження, недостатньо розкрито особливості впливу використання холодильної установки і характеристик сумішей на показники робочого процесу дизельного двигуна. Так, при імітації погіршення процесу згоряння дизельного двигуна за рахунок збільшення протічок палива, необхідно враховувати, що викиди з відпрацьованими газами оксидів азоту, як складової комплексної оцінки, при цьому можуть зменшуватися за рахунок «термічного і швидкого» механізму його утворення

5. Оскільки в дисертації наведені головним чином результати теоретичних досліджень, то в завершальній фазі роботи доцільно було би навести розділ «Рекомендації щодо практичного використання результатів роботи» із визначенням їх позитивного впливу на еколого-енергетичні показники судових дизелів в експлуатації.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

Висновок

Дисертаційна робота Мальчевського Валентина Павловича «Підвищення еколого-енергетичної ефективності судових дизелів стабілізацією температури палива перспективними сумішами холодоагентів» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу наукову задачу з розробки теоретичних основ розрахунку властивостей перспективних сумішей холодоагентів, що дозволяє позитивно впливати на еколого-енергетичну

ефективність суднових дизельних двигунів та вирішувати важливі науково-прикладні проблеми з підвищення ефективності використання у якості робочих речовин системи стабілізації температури палива еколого-безпечних холодоагентів. Дисертація «Підвищення еколого-енергетичної ефективності суднових дизелів стабілізацією температури палива перспективними сумішами холодоагентів» Мальчевського В.П. виконана із дотриманням принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота відповідає вимогам п. п. 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, а здобувач Мальчевський Валентин Павлович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

Опонент

Головний науковий співробітник

кафедри двигуни та гібридні енергетичні установки

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний університет»

доктор технічних наук, професор

25.05.2023



Ігор ПАРСАДАНОВ

