

ВІДГУК

офіційного опонента

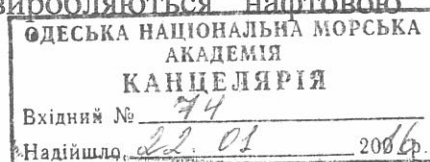
доктора технічних наук, професора Івановського Валерія Георгійовича
на дисертаційну роботу Солодовнікова Валерія Григоровича
«Удосконалення системи паливопідготовки суднових середньообертових
дизелів шляхом зниження концентрації компонентів, що містять сірку»,
що представлена на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.05.03– двигуни та енергетичні установки

Дисертаційна робота виконана в Одеській національній морській академії Міністерства освіти і науки України, складається зі вступу, переліку умовних позначень і скорочень, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаної літератури та додатків. Повний обсяг дисертації включає 201 сторінки, з них 173 сторінки основного тексту, 36 рисунків, 9 таблиць, список використаних літературних джерел з 158 найменувань на 16 сторінках. У додатках наведені авторське свідоцтво, що отримано у процесі роботи, акти впровадження результатів дослідження та результати дослідження, що виконані на судноремонтному заводі.

Актуальність теми дослідження. У дисертаційній роботі вирішується завдання підвищення екологічної ефективності і збереження працездатності суднового середньообертового дизеля шляхом зниження вмісту сірки високов'язкого палива.

На сучасному етапі розвитку дизелебудування судові середньообертові дизелі (на відміну від подібних попередніх моделей) конструюються за умови їх роботи на високов'язкому паливі з підвищеним вмістом сірки. Крім цього, для роботи на таких сортах палива переобладнуються також дизелі, що вже тривалий час знаходилися у експлуатації. Це накладає додаткові вимоги на системи паливопідготовки суднових середньообертових дизелів, які повинні забезпечити необхідні якісні показники палива, що (я свою чергу) сприяє більш повному використанню його потенційної енергії, зменшенню теплових напружень та корозійного зносу деталей циліндропоршневої групи дизеля, підвищенню екологічних показників роботи дизеля.

Одним з найпростіших способів підвищення екологічної ефективності суднових середньообертових дизелів є використання в них палив з вмістом сірки 0,01...0,1 %. Але по-перше ці палива відрізняються суттєво більшою ціною у порівнянні з високов'язким паливом, по-друге (при цьому це має не менше значення) подібні сорти палива ще не виробляються нафтовою



промисловістю в обсязі, що може забезпечити вимоги морського транспорту, по-третє, тривалий час роботи паливної апаратури високого тиску суднових дизелів на подібних сортах палива вимагає зміни чи удосконалення її конструкції. Лише ці позиції (а існують і інші) вказують на те, що на теперішній час застосуванню в суднових середньообертових дизелях палив з підвищеною в'язкістю та вмістом сірки до 3,5 % немає альтернативи.

Це підкреслює актуальність науково-дослідницьких робіт, що спрямовані на удосконалення системи паливopідготовки суднових середньообертових дизелів шляхом зниження концентрації компонентів, що містять сірку.

Оформлення дисертації. Дисертаційна робота оформлена відповідно до стандарту ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти в сфері науки й техніки. Структура й правила оформлення». Дисертація написана російською мовою. Подання матеріалу послідовне, розкриває повністю суть вирішення поставленого завдання, викладено технічно грамотною мовою. За обсягом і структурою робота знаходиться в межах, що встановлені вимогами МОН України.

Зміст автореферату відповідає змісту дисертації і дає повне уявлення про роботу. Автореферат написано українською мовою, обсяг – 0,9 авторського аркуша, виконано відповідно до існуючих вимог.

Зміст дисертації, її об'єкт і предмет дослідження. Робота відповідає паспорту спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки, як за формулою спеціальності, так і за напрямками досліджень:

– за *формулою спеціальності*: «галузь науки і техніки, яка вирішує науково-технічні проблеми дослідження, проектування, випробувань, експлуатації двигунів (зокрема дизельних), ... узгодження й оптимізацію процесів взаємодії компонентів у двигунах і енергетичних установках»;

– за *напрямком наукових досліджень*: «теорія двигунів і енергоустановок, експериментальні дослідження процесів у них», «фізичне й математичне моделювання, системний аналіз і синтез термодинамічних і гідродинамічних процесів у двигунах, енергоустановках і їх елементах», «вплив робочих тіл, теплоносіїв і мастильних матеріалів на характеристики двигунів і енергетичних установок; розроблення та дослідження конструктивних методів і технологій підвищення ефективності комплексного використання паливно-енергетичних ресурсів», «системи й агрегати двигунів і енергетичних установок», «методи, технічні засоби та системи поліпшення характеристик двигунів за екологічними властивостями, зокрема показниками шкідливих викидів».

Повнота викладу основних результатів у публікаціях

За темою дисертаційного дослідження опубліковано 6 наукових робіт (з них 4 без співавторства) у наукових журналах, що входять до переліку наукових фахових видань України, рекомендованих Міністерством освіти і науки України для публікації результатів дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук; одна стаття у іноземному англомовному журналі *Modern Applied Science, Published by Canadian Center of Science and Education*, що рецензується фондом SCOPUS; одне авторське свідоцтво; 10 публікацій у збірниках матеріалів міжнародних наукових, науково-технічних та науково-практичних конференцій.

Основні результати роботи доповідалися й обговорювалися на науково-технічній конференції «Енергетика судна: експлуатація та ремонт», 26.03.2014-28.03.2014, Одеса, Одеська національна морська академія; VI Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті – MINTT-2014», 27-29 травня 2014 р., Херсон, Херсонська державна морська академія; XXXV Международной научно-практической конференции «Технические науки – от теории к практике», Новосибирск, СибАК, 2014 г.; XXVI Міжнародній науковій конференції «Дисперсні системи» 22-26 вересня 2014 р., Одеса, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова; XXXVIII Международной научно-практической конференции «Технические науки – от теории к практике», Новосибирск, СибАК, 2014 г.; III Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасний стан та проблеми двігунобудування», 19-21 листопада 2014 р., м. Миколаїв, Національний університет кораблебудування; IV міжнародній науково-практичній конференції «Техніка і технології: роль у розвитку сучасного суспільства», 27 січня 2015 року, Краснодар, 2015 р.; Міжнародній науково-технічній конференції «Енергетика судна: експлуатація та ремонт», 26.03.2015-28.03.2015, Одеса, Одеська національна морська академія; XV Международной научно-практической конференции «Научное обозрение физико-математических и технических наук в XXI веке», Москва, 27-28 марта 2015 г.; VII Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті – MINTT-2015», 26-28 травня 2015 р., Херсон, Херсонська державна морська академія.

Огляд змісту роботи

У вступі дана загальна характеристика роботи, обґрунтована її актуальність, визначені об'єкт і предмет дослідження, представлена наукова новизна і практичне значення наукових результатів, показаний особистий внесок автора в їх отриманні, відображена повнота матеріалів дослідження в публікаціях, вказані наукові конференції, де виконувалося апробація результатів дослідження.

У першому розділі за результатами інформаційного пошуку, який зроблено на базі огляду класичних та сучасних літературних джерел, що висвітлюють рішення проблеми удосконалення системи паливопідготовки суднових середньообертових дизелів, встановлено, що суднова система паливопідготовки – це система, експлуатація якої в пряму впливає на економічність роботи суднових середньообертових дизелів і енергетичну ефективність всієї суднової енергетичної установки; а також доведено, що управління процесами, що відбуваються в системі паливопідготовки, призводять до зміни структурних складових палива і сприяють покращенню енергетичних і економічних характеристик двигунів внутрішнього згоряння. Також визначено, що широке застосування високов'язких палив у суднових середньообертових дизелях потребує створення спеціальних систем і технологій його очищення від домішок, або перетворення цих домішок у інший структурний стан. Автором доведена необхідність досліджень, спрямованих на розробку алгоритмів і способів підвищення якості високо-сірчистих палив, що використовуються у суднових середньообертових дизелях, шляхом удосконалення їх систем паливопідготовки. При цьому визначено, що не дивлячись на велику кількість досліджень, що виконані як окремими вченими, так і науковими організаціями, переважна більшість з них стосується розповсюджених на суднах методів гравітаційного, відцентрового та механічного очищення. Також автором вказано на відсутність сучасних досліджень, в яких розглядаються альтернативні методи паливопідготовки, що відрізняються від названих вище. До цих методів здобувачем віднесена ультразвукова обробка палива.

На підставі проведеного огляду обґрунтовано актуальність науково-прикладного завдання розробки способу, засобів і ефективного режиму підготовки високов'язкого палива, який у подальшому буде сприяти підвищенню екологічних та енергетичних показників роботи суднового середньообертового дизеля.

Загальний обсяг аналізу літературних джерел у дисертації не перевищує 20 % від обсягу основної частини, що відповідає вимогам.

У другому розділі викладена загальна методика наукового дослідження, розроблена його технологічна карта, в якій відображені наукові завдання, основні наукові результати, наукова значимість, практична цінність та сформульовано наукове положення. Також у розділі обґрунтовані методи вирішення наукових завдань, наведена методика експериментальних досліджень, які виконувались в науковій лабораторії та у виробничих умовах. Визначено, що у умовах наукової лабораторії за допомогою газо-аналітичного метода визначалась кількість сірководню, що утворюється в паливі та видаляються з його відкритої поверхні при ультразвукової обробки, за допомогою вивчення лінійчатих спектрів горіння визначалась зміна концентрації сірчистих складових палива. Вказано, що похибка при проведенні лабораторних досліджень не перевищувала 3,5 %. Стосовно експериментальних досліджень, що виконувались у виробничих умовах (на суднових дизелях S6A2 фірми «Mitsubishi», 6NVD18 фірми SKL, 6Г74 фірми «Російський дизель») підкреслено, що при цьому визначались як технічний стан, так і основні показники роботи вказаних дизелів при використанні високов'язких палив, які були додатково піддані ультразвуковій обробці.

Визначено вибір теми дослідження методом експертних оцінок можливих варіантів підвищення екологічної ефективності та збереження працездатності суднових середньообертових дизелів за таким чинниками як актуальність, наукова новизна, економічна ефективність, можливість використання в умовах морського судна, відповідність паспорту спеціальності. За результатами експертних оцінок найбільш актуальним і ефективним були визначена удосконалення системи паливопідготовки. Сформульована мета, висунути гіпотеза і поставлене головне завдання наукового дослідження, яке полягає в розробці способу, засобів і ефективного режиму десульфуризації високов'язкого палива системою паливопідготовки суднового середньообертового дизеля.

Обробка отриманих результатів виконувалася за допомогою методів математичної статистики.

Наведена інформація дозволяє стверджувати, про відповідність використаних теоретичних і експериментальних методів, пристроїв і приладів сучасному рівню наукових досліджень та достовірність результатів, що отримані у роботі.

У третьому розділі виконано вирішення першого та другого допоміжного завдання дисертаційного дослідження, якими відповідно є аналіз процесів паливопідготовки високов'язких палив, що використовуються для роботи суднових дизелів та визначення способів і засобів контролю вмісту сірки в паливі після його десульфуризації.

В розділі наведені результати дослідження впливу сірчистих домішок у паливі на технічних стан та експлуатаційні показники роботи суднових дизелів. Автором виконано аналіз сірчистих сполук, що присутні у високов'язкому паливі, надана загальна характеристика способів захисту деталей дизеля при його роботі на високо-сірчистих паливах, розглянути можливі для умов морського судна методи десульфурізації палива.

Для вирішення першого допоміжного завдання здобувачем на основі аналізу способів підготовки палива встановлено, що найбільш оптимальним для суднових умов експлуатації методом зниження вмісту сірчистих домішок в паливі є його ультразвукова обробка. Для проведення ультразвукової обробки, за думкою автора, найбільш сприятливим є малорухомий стан палива, який може бути забезпечений у витратній паливній цистерні системи паливопідготовки.

Рішення другого допоміжного завдання забезпечено за допомогою розробленої здобувачем установки для визначення структурної зміни палива при його ультразвуковій обробки. Автором запропоновано методику визначення ступеню ультразвукової обробки за об'ємною концентрацією сульфїду водню в парах палива (що оцінюється газо-аналітичним методом) та за остаточним вмістом сірчистих сполук (яку можливо визначить за допомогою аналізу спектрів горіння палива). При цьому саме об'ємну концентрацію сульфїду водню рекомендовано для подальшої оцінки інтенсивності і часу ультразвукового опромінювання палива в умовах експлуатації суднових дизелів.

У четвертому розділі виконано вирішення третього та четвертого допоміжного завдань дисертаційного дослідження, якими автором були визначені встановлення діапазону оптимальних характеристик дії ультразвукового генератора на видалення сірки з палива та аналіз зміни корозійного стану циліндро-поршневої групи судового середньо обертового дизеля через вміст сірки високов'язкого палива. У розділі виконані багатопрофільні експериментальні дослідження, що охоплюють визначення впливу ультразвукової обробки палива на енергетичні, економічні, екологічні та експлуатаційні характеристики суднових середньообертових дизелів. Запропоновані схема дообладнання системи подачі палива до двигуна, визначені характеристики вимірювальних приладів до допомогою яких визначались зміни показників роботи дизеля.

З урахуванням характеристик систем паливопідготовки суднових дизелів, на яких виконувались дослідження, були встановлені оптимальні характеристики ультразвукового генератора (його потужність та частота коливань) при яких в умовах морського судна забезпечується максимальна

десульфурізація високов'язкого палива. Це забезпечило вирішення третього допоміжного завдання дисертаційного дослідження.

Для вирішення четвертого допоміжного завдання виконано вимірювання лінійного зносу циліндрової втулки та масового зносу верхнього поршневого кільця для різних умов експлуатації дизеля, зокрема у випадку його роботи на паливі, що не підлягало додаткової обробки, та у разі використання у системі паливопідготовки різноманітних варіантів ультразвукової обробки палива. Попередня підготовка дизелів до випробувань (технологія якої описана у дисертації), різноманітність сортів палива, на яких були проведені експерименти, широкий діапазон дизелів, що використовувалися під час досліджень, а також збіжність отриманих результатів підтверджують достовірність проведення досліджень.

У п'ятому розділі на основі синтезу наукових результатів розв'язання допоміжних завдань та узагальнення досвіду експлуатації двигунів внутрішнього згоряння морських суден вирішене головне завдання дослідження – створена систему паливопідготовки для суднового середньообертового дизеля, що сприяє максимальній десульфурізації палива при мінімально неминучих витратах енергії. Виконано визначення енергетичної ефективності паливних систем суднових середньообертових дизелів, що працюють на високов'язких сортах палива, на базі якої сформульовані основні принципи побудови систем паливопідготовки у модульному варіанті. З урахуванням втрат енергії на підготовку палива в окремих ділянках паливної системи автором запропонована система паливопідготовки, яка здійснює максимальне зниження компонентів, що містять сірку, при одночасному забезпеченні енергетичної та екологічної ефективності роботи дизеля.

Автором запропоновано двохступенева система ультразвукової обробки палива. Як генератор першого ступеню в цій системі використовується гідродинамічний активатор палива (можливість та ефективність застосування якого підтверджена авторським свідоцтвом), як генератор другого ступеню – ультразвукова установка, оптимальні характеристики роботи якої були визначені у попередніх розділах. Підтвердженням ефективності такої схеми є результати дослідження роботи суднового дизеля 6VDS18, зокрема зниження питомої ефективної витрати палива та зменшення концентрації оксидів сірки у випускних газах при його експлуатації на паливі, що пройшло двоступеневу ультразвукову обробку. Вказані дослідження виконувались на всьому діапазоні експлуатаційних навантажень дизеля, а отримана збіжність результатів свідчить про їх достовірність.

У висновках підтверджено виконання як допоміжних завдань, так і головного завдання дисертаційного дослідження, а також освітлені його наукові та практичні результати.

У результаті дисертаційного дослідження здобувачем вирішено актуальне науково-прикладне завдання – підвищення екологічної ефективності і збереження працездатності суднових середньообертових дизелів шляхом удосконалення їхньої систем паливопідготовки, яке може бути розповсюджене не лише у судновій, але також у інших видах енергетики. Розроблені методи та отримані результати дисертаційного дослідження мають наукове й практичне значення дизелебудування, морського й річкового флоту, а також характеризуються перспективами подальшого впровадження в дизельних енергетичних установках.

Викладене забезпечує загальний висновок, що дисертаційна робота Солодовнікова В.Г. є завершеною кваліфікаційною роботою, яка містить всі необхідні розділи (оглядовий, теоретичний, експериментальний), обґрунтовані висновки, результати впровадження досліджень. Мета, головне та допоміжні завдання, що були поставлені у дисертаційному дослідженні, виконані.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи полягає у тому, що зниження вмісту сірки в високов'язкому паливі в 1,15...1,35 рази забезпечується ультразвуковою дією на малорухоме, попереднє очищене від води і механічних домішок паливне середовище, збагачене бульбашками повітря, що здійснюється генератором ультразвукових імпульсів, якій встановлюється у верхній частині витратної цистерни з одночасною подачею стиснутого повітря у її нижню частину через спеціальний розподільувач повітря. При цьому співвідношення потужності ультразвукового генератора $N_{узг}$ до об'єму палива в витратній цистерні $V_{вит}$ складає 0,5...3,0 кВт/м³, а відношення витрати повітря $G_{пов}$ до об'єму палива у витратній цистерні $V_{вит}$ знаходиться у межах 0,04...0,05 (м³/год)/м³.

У результаті дослідження вперше встановлено:

досліджений ефект ультразвукової десульфуризації здійснюється у малорухливому об'ємі палива, попередньо очищеного від води і механічних домішок, що характерно для витратної цистерни системи паливопідготовки;

залежність об'ємної концентрації сульфїду водню (що виникає під час обробки палива та виділяється з його відкритої поверхні) від частоти ультразвукового генератора має нелінійний вигляд і характеризується наявністю максимуму, який відповідає оптимальній частоті ультразвукового генератора;

оптимальна десульфуризація високосірчистих палив при ультразвуковій обробці здійснюється в діапазоні частоти ультразвукового сигналу 22...26 кГц при амплітуді ультразвукової хвилі 0,36...0,68 мкм;

більш ніж трикратне зниження корозійного зносу деталей суднового СОД та 1,15...1,35 разове зниження концентрації сірковмісних компонентів палива досягається при відношенні потужності ультразвукового генератора $N_{узг}$ до об'єму витратної цистерни $V_{вит}$ в межах $N_{узг}/V_{вит}=0,55...2,78$ кВт/м³ зі спільною інтенсифікацією процесу ультразвукової обробки шляхом примусової подачі повітря в об'єм палива, що обробляється.

Удосконалено методику визначення структурного складу палива, що відрізняється від існуючих можливістю оцінки залишкового вмісту сірки в паливі за об'ємною концентрацією сульфїду водню, який утворюється над вільною поверхнею палива при його ультразвуковій обробці.

Отримала подальший розвиток методика визначення концентрації сірчистих домішок в паливі на основі аналізу лінійчатих спектрів горіння палива.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

- встановлений взаємозв'язок між частотою ультразвукового сигналу і зниженням вмісту сірчистих домішок в паливі дозволяє визначити оптимальний час ультразвукової обробки палива, що забезпечує мінімальні енерговитрати на її проведення;

- технологію ультразвукової кавітаційної обробки високосірчистого палива доцільно використовувати при розробці гідродинамічних активаторів, а рекомендації щодо визначення оптимальних частот ультразвукового сигналу і часу ультразвукової обробки палива – при проектуванні систем паливопідготовки суднових СОД.

Реалізація результатів досліджень на групі суднових СОД в діапазоні їхньої потужності 180...4600 кВт забезпечує зниження витрати палива на 70...520 кг на добу, що в цінах 2015 складає 40...350 доларів США на добу.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені на різноманітних морських судах, що підтверджено відповідними актами, засвідченими представниками компаній до яких ці судна належать, а також у навчальному процесі Одеської національної морської академії при викладанні дисциплін, які пов'язані з вивченням технології обслуговування та процесів експлуатації суднових енергетичних установок, що також підтверджено актом впровадження.

Оцінка висновків дисертації відносно внеску до науки полягає у встановленні можливості підвищення екологічної ефективності роботи суднових середньообертових дизелів при одночасному збереженні їх працездатності.

Головним науковим результатом дисертаційної роботи є розробка способу десульфуризації палива в суднових умовах, що забезпечує зниження корозійного зносу циліндропоршневої групи та зменшення концентрації оксидів сірки у випускних газах суднового середньообертового дизеля при його роботі на високосірчистих паливах.

Зауваження до дисертаційної роботи

Як зауваження відзначаємо наступне.

1. У першому розділі при окреслюванні основних етапів наукової думки за проблемою удосконалення систем паливopідготовки суднових середньообертових дизелів, здобувачем в повній мірі використано метод дедукції, згідно до якого здійснено перехід від загального до особисте через часткове. Але при цьому загальне (тобто процес паливopідготовки) висвітлено більш ніж детальне (особливо методи гідродинамічного та гравітаційного очищення) з наданням аналітичних та емпіричних залежностей, а особисте (тобто процес ультразвукової обробки палива) як інформаційний огляд, хоча і з визначенням питань, що на початок дослідження залишались невирішеними.

2. Ані в першому, ані в подальших розділах не вказано, що тривале використання у суднових дизелях палива зі зниженим вмістом сірки (на рівні вказаного в актуальності теми 0,01...0,1 %) у ряді випадків спричиняє відхиленню у роботи паливної апаратури високого тиску, тому може викликати зміну конструкції паливних систем високого тиску, правил їхньої технічної експлуатації й класифікаційного нагляду.

3. Автором використано термін «малорухоме паливне середовище», який повністю не визначає характеристики цього середовища, тобто палива. У цьому випадку більш доцільно використання числа Рейнольдса з конкретними чисельними значеннями.

4. Тезу наукової новизни дисертаційної роботи, що залежність об'ємної концентрації сульфїду водню від частоти ультразвукового генератора має нелінійний вигляд, потрібно було підтвердити емпіричною залежністю, що з урахуванням великого масиву експериментальних даних, наведених в тексті дисертації, можливо виконати за допомогою спеціальних математичних програмних пакетів.

5. Для визначення ступеню ультразвукової обробки палива автором запропоновано дві методики – за об’ємною концентрацією сульфїду водню, який утворюється над вільною поверхнею палива при його ультразвуковій обробці та шляхом визначення концентрації сірчистих домішок в паливі на основі аналізу його лінійчатих спектрів горіння. Останню можливо використовувати лише в умовах науковій лабораторії, що ускладнює оцінювання якості ультразвукової обробки палива в умовах експлуатації суднових дизелів. Таку оцінку здобувачем пропонується здійснювати лише за одним параметром – об’ємної концентрацією сульфїду водню, що виділяється з відкритої поверхні палива. Вважаємо, що як з точки зору інформативності процесу паливopідготовки, так і з точки зору надійності його виконання, необхідно було розглянути ще низку параметрів.

6. У третьому розділі при експериментальному визначенні оптимальної частоти ультразвукової обробки високов’язкого палива автором розроблена дослідницька установка (п. 3.8, рис. 3.7) яка за допомогою газоаналізатору дозволяла визначити концентрації сульфїду водню H_2S та оксидів сірки SO_x , але в подальшому викладенні тексту дисертації вказуються лише значення концентрації сульфїду водню H_2S , та відсутні дані щодо концентрації оксидів сірки SO_x . Тому не зрозуміло, чи виконувалося визначення цього параметру в парах газів, що виділяються з поверхні палива.

7. У четвертому розділі, при визначенні впливу ультразвукової обробки палива на стан прецизійних пар паливної апаратури високого тиску (п. 4.4) не вказане як виконувався розрахунок площі зносу цих поверхонь. Крім того, постановка питання саме в такій редакції «визначенні впливу ультразвукової обробки палива на стан прецизійних пар паливної апаратури високого тиску» не коректна, тому, що ультразвукова обробка, яку виконують у витратній цистерні, на стан паливної апаратури не чинить впливу. Тому цей підрозділ доцільно було назвати «визначення впливу високов’язкого палива, що пройшло ультразвукову обробку» і далі за текстом. При цьому визначимо, що саме ці дослідження виконані у роботі та наведені у тексті дисертації.

8. Автором визначено, що ультразвукова обробка сприяє розриву C-S зв’язків в паливі. Це можливе віднести лише к науковому припущенню, оскільки існують з’єднання сірки і з іншими елементами і встановити точно саме з яких з них відбувається її відділення дуже важко.

9. У тексті анотації на українській і англійській мовах відсутній опис експериментальних результатів по визначенню оптимальної частоти та амплітуди ультразвукової хвилі, що сприяють максимальному віддаленню сірчистих домішок з палива.

Загальний висновок

Представлені Солодовніковим Валерієм Григоровичем дисертаційна робота, автореферат і наукові праці дозволяють зробити висновок, що дисертація на тему «Удосконалення системи паливопідготовки суднових середньообертових дизелів шляхом зниження концентрації компонентів, що містять сірку» є завершеною кваліфікаційною науково-дослідною роботою, яка вирішує актуальне для енергетики і транспорту наукове-прикладне завдання. По науковому рівню, науковій новизні і практичному значенню дисертаційна робота відповідає вимогам нормативних документів (зокрема п. 9, п.11 і п. 13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 24.07.2013 № 567), що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор Солодовніков Валерій Григорович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри
суднових енергетичних установок і
технічної експлуатації
Одеського національного морського університету
Міністерства освіти і науки України

 Івановський В.Г.

Підпис д.т.н., проф. Івановського В.Г. завіряю



вчений секретар
Чоробко Б.О.