

15.02.2019
1/6 - 05.11

ВІДГУК

офіційного опонента Вичужаніна Володимира Вікторовича, професора, доктора технічних наук, завідувача кафедри "Інформаційні технології"

Одеського Національного Політехнічного Університету на дисертаційну роботу Бережного Кирила Юрійовича на тему "Моделі та засоби побудови комп'ютерної системи визначення реологічних характеристик суднових технічних рідин", представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – "Комп'ютерні системи та компоненти"

1. Актуальність теми дисертації. Робота присвячена подальшому вдосконаленню відомих первинних перетворювачів, створенню нової системи визначення реологічних характеристик та регуляторів в'язкості технічних рідин для суднового МОД. Світова морська й авіаційна практика знають велике число випадків аварій і катастроф, пов'язаних з неякісним паливом і мастилом, що ставить підсистеми контролю якості паливно-мастильних матеріалів на перше місце за важливістю в ієрархії підсистем контролю. У зв'язку з цим дослідні роботи, орієнтовані на подальший розвиток теорії і техніки елементів і пристройів підсистем контролю параметрів робочих матеріалів для силових установок, повинні вітатися як актуальні і практично важливі.

Дисертаційна робота орієнтована на вирішення низки (класу) завдань, які формують проблему розвитку теоретичних і практичних основ побудови ефективних первинних перетворювачів на основі елементів і пристройів п'єзоактивної механіки, що забезпечують моніторинг в реальному часі характеристик якості суміші важких моторних палив і мастил ДВС.

Актуальність і практична орієнтація цієї роботи, пов'язаної з впровадженням в практику систем управління ДВС морського транспорту принципово нових елементів на основі п'єзоактивної механіки, досить очевидні і не потребують будь-яких додаткових обґрунтувань і доказів.

2. Структура дисертації. Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури з 132 найменувань і додатків.

Загальний обсяг становить 176 сторінок (з них 126 – основного тексту). У роботу входять також 73 рисунки й 9 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність напрямку досліджень, показано зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету і задачі дослідження, відображені наукова новизна, практична цінність роботи, особистий внесок здобувача, наведено відомості про апробацію, публікації та використання результатів дослідження.

У **першому розділі** проведено аналіз існуючих систем визначення коефіцієнтів в'язкості та реологічних характеристик суднових технічних рідин. Сформульовано основні задачі дослідження. Проведено класифікацію віскозиметрів та реометрів з п'єзоелектричним приводом, в результаті якої встановлено, що найбільш відповідним до процесів у реальних вузлах паливної апаратури є вимірювальні зонди на співвісних циліндрах з лінійним приводом.

У **другом у розділі** проведено дослідження по створенню інформаційних моделей, на основі яких у подальшому розробник матиме змогу здійснити програмно-апаратну розробку комплексу автоматизації.

Розроблено розгорнуту інформаційну модель системи визначення та контролю реологічних характеристик суднових технічних рідин, яка дозволяє в автоматичному режимі здійснювати вимірювання реологічних характеристик та передавати до інтелектуального модуля збору даних.

Запропоновано метод автоматичного визначення та регулювання реологічних характеристик суднових технічних рідин, що дозволяє використовувати його в комп'ютерних системах з можливістю зміни параметрів роботи системи в режимах реального часу та онлайн, підвищити ефективність підготовки палива та зменшити кількість шкідливих викидів у довкілля.

У **третьому розділі** приводиться розробка кінематичної та структурної схем вимірювального зонду з вертикальним розташуванням із приводом на реверсивному лінійному п'єзоелектричному двигуні, що дозволяє врахувати

сили тяжіння, які діють на рухомий циліндр. Розроблено методику визначення реологічних характеристик, в основу якої покладено вимір часу пересування рухомої частини вимірювального зонду, який порівнюється з часом лінійного п'єзоелектричного двигуна на холостому ході при фіксованій відстані пересування. Проведено дослідження методів управління лінійними п'єзодвигунами, а саме амплітудного, та широтно-імпульсної модуляції.

У четвертому розділі викладено результати апаратної та програмної реалізації розроблених теоретичних положень, які отримано в розділах 2 та 3. Розроблено програмно-апаратний комплекс, що дозволяє в режимі реального часу відслідковувати за реологічними характеристиками суднових технічних рідин. Проведений комплекс досліджень змащувального мастила до заправки мастильної системи малообертового двигуна та після 2000 годин роботи, важкого палива, та порівняльні дослідження дизельного палива без домішок та з домішками на базі алюмосилікатів підтверджив вплив маси вимірювального зонду на час пересування рухомого циліндра.

У висновках сформульовано основні результати дисертаційного дослідження.

3. Наукова новизна одержаних результатів полягає у відмінності запропонованої системи від існуючих на суднах, тобто, в можливості проведення лабораторних досліджень технічних рідин, які знаходяться в триботехнічному зазорі у робочих діапазонах швидкостей пересування рухомих частин паливної апаратури та температур. Інформаційна модель комп'ютерної системи визначення реологічних характеристик суднових технічних рідин, яка відрізняється можливістю дослідити тиксотропні рідини та визначити їх реологічні характеристики в умовах, наблизених до прогнозованого частотно-температурного режиму роботи суднового дизеля, що дозволяє здійснити в подальшому ефективне керування якістю підготовки палива перед подачею до форсунок двигуна внутрішнього згорання. Математична модель вимірювального зонду комп'ютерної системи визначення реологічних характеристик, яка відрізняється урахуванням

властивостей реверсивного лінійного п'єзоелектричного двигуна та триботехнічного вузла, що дозволяє враховати процеси в осциляторі та фрикційному kontaktі п'єзодвигуна, сили тяжіння та тертя.

Отримав *подальшого* розвитку метод автоматичного визначення та регулювання реологічних характеристик суднових технічних рідин, які відрізняються від відомих рішень можливістю зміни параметрів роботи комп'ютерної системи у режимах реального часу та онлайн, що дозволяє підвищити ефективність підготовки палива та зменшити кількість шкідливих викидів у довкілля.

Вдосконалено методику проектування вимірювального зонду комп'ютерної системи визначення реологічних характеристик на співвісних циліндрах, яка відрізняється використанням лінійного п'єзоприводу і триботехнічного вузла, що дозволяє створити пристрой з заданими конструктивними розмірами і чутливістю та врахувати особливості технологічного процесу в паливній апаратурі: швидкості; зазори та відстані пересування.

4. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій. Обґрунтованість і достовірність наукових положень і висновків дисертації дисертанта полягає у застосуванні коректних методів дослідження, а саме: дедукції – при виборі напрямків дисертаційного дослідження; експертної оцінки – при виборі теми і постановці мети дослідження та аналізі результатів; системного аналізу – при розробці технологій наукових досліджень; теорії автоматичного керування, теорії фрикційного контакту – при дослідженні лінійних п'єзоелектричних двигунів; схемотехнічного і математичного моделювання – при розробці моделей вимірювального зонду; фізичні експерименти на макеті і дослідних зразках.

5. Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання. Значимість отриманих результатів полягає в можливості проектування вимірювальних зондів віскозиметрів і реометрів на співвісних

циліндрах, процеси в яких подібні процесам у реальних триботехнічних вузлах паливної апаратури ДВЗ. Розроблено та запатентовано конструкцію вимірювального зонду, до складу якого залучено триботехнічний вузол на базі розпилювачу форсунки та лінійний п'єзоелектричний двигун для пересування рухомого циліндра, що дозволило проводити дослідження суднових технічних рідин як в потоці так і в лабораторних умовах з дотриманням температурного режиму МОД. Результати роботи використовуються в навчальному процесі Національного університету «Одеська морська академія» кафедр автоматизації дизельних і газотурбінних установок і теорії автоматичного управління та обчислювальної техніки.

6. Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на міжнародних науково-технічних конференціях:

«Суднові комп’ютерно – інтегровані технології» (НУ «ОМА», Одеса, 2016, 2018 р.п.);

«Річковий та морський флот: експлуатація і ремонт» (НУ «ОМА», Одеса, 2017-2018 р.п.);

«Інформаційні технології та комп’ютерне моделювання» (м. Івано-Франківськ, 2017-2018 р.п.);

XXIV – та з автоматичного управління «Автоматика – 2017» (Київ, 2017);

«Датчики, прилади та системи – 2017-2018 (ДПС, 2017-18)» (Черкаси – Миколаїв – Херсон – Лазурне, 2017-18 р.п.).

Результати дисертаційного дослідження опубліковані в 15 наукових роботах. З них: 6 статей – у фахових наукових журналах, які затверджені МОН України та індексуються у наукометричній базі Index Copernicus тощо, 7 праць – у збірниках матеріалів міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференцій, 1 патент України на корисну модель, 1 звіт з НДР.

7. Відповідність автореферату основним положенням дисертації.

Автореферат дисертації написаний досить ясно, цілком відображає основні результати роботи, відповідає вимогам щодо автореферату докторської дисертації за змістом та формою.

8. Зауваження щодо змісту й оформлення роботи.

1. В авторефераті при описі третього розділу нечітко простежується логіка зображення кінцевого результату отриманого фрикційного контакту (рис. 4) без попереднього покрокового пояснення його отримання і використаних методик і засобів.

2. В авторефераті при описі четвертого розділу на рис.8 відсутній опис нижнього графіка з позначеннями 1', 2', 3' і їх подальше пояснення.

До недоліків першого розділу слід віднести:

3. Ствердження, щодо використання метода співвісних циліндрів як єдиного можливого варіанту для виконання конструкції даного зонд-реометру. Чи є можливим удосконалення ротаційного методу, тобто, ліквідування нелінійності вимірювання шляхом введення черв'ячної передачі.

До недоліків другого розділу слід віднести:

4. У параграфі 2.5 на рис. 2.10 некоректно завершений цикл блок-схеми алгоритму роботи лабораторної комп'ютерної системи визначення реологічних характеристик.

До недоліків третього розділу слід віднести:

5. У параграфі 3.2(стор. 90-91) відсутня порівняльна характеристика програмного забезпечення Mathlab, Mathcad, Simintech для створення моделі осцилятора та обрунтування використання програмного забезпечення Simintech у подальших дослідах.

6. У параграфі 3.2 дисерант розглянув лише тип кераміки SP-4 з одним набором розрахункових даних (на стор. 91). Для нового типу приводу необхідно розглянути кілька різних варіантів з різними типами складових.

7. У параграфі 3.4 відсутність виведеної передавальної функції для

вимірювального зонду комп'ютерної системи визначення реологічних характеристик суднових технічних рідин.

До недоліків четвертого розділу слід віднести:

8.У параграфі 4.1 мова йде про те, що ЛПД виготовлюються на 3-D принтерах.Не зрозумілий вплив високих температур при дослідах важкого палива на конструктивні особливості двигуна.

9. У параграфі 4.1 відсутня обговорена дисертантом схематична реалізація регулятора в'язкості та варіанти підключення до контуру вимірюв як можливої варіації використання приладу.

10. На стр.146 у сьомому пункті висновків дисертації мова йде про використання програмного забезпечення EduNet та ТАТУ, але до цього на протязі всієї роботи не було ніяких згадок що до цього програмного забезпечення.

Однак усі наведені зауваження в жодному разі не зменшують значущість дисертаційної роботи Бережного К.Ю та її науково-практичної цінності.

9. Узагальнена оцінка дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Бережного К.Ю, яка представлена для відгуку, є закінченою науково-дослідною роботою, в якій містяться всі необхідні елементи кандидатської дисертації. Робота вирішує поставлені задачі.

Робота містить нові науково обґрунтовані рішення актуальної задачі. Усі основні положення опубліковані в літературі та докладались на наукових конференціях різного рівня. Наведені зауваження не знижують рівень отриманих наукових результатів.

Дисертаційна робота відповідає вимогам “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника” , затвердженого постановою кабінету міністрів України № 567 від 24.07.2013 із змінами, а також вимогам до кандидатських дисертацій, рекомендованих МОН України, а її автор Бережний К.Ю заслуговує на присудження

наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05-
"Комп'ютерні системи та компоненти"

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор, завідувач
кафедри інформаційних технологій Одеського
національного політехнічного університету

"12" листопада 2019 р.


B. B. Вичужанін

Підпис офіційного опонента, доктора технічних
наук, професора В. В. Вичужаніна засвідчує.

Вчений секретар Одеського національного
політехнічного університету


B. I. Шевчук

"14" листопада 2019 р.

