

## **ВІДГУК**

офіційного опонента кандидата технічних наук, доцента **Базіло Костянтина Вікторовича** на дисертаційну роботу **Оженка Євгена Михайловича** «Методи, моделі та засоби покращення системи подачі палива суднового дизеля на базі п'єзоелектричних перетворювачів» подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти

### **Актуальність теми дисертації**

Дисертаційна робота Оженка Є.М. присвячена вирішенню актуального науково-практичного завдання підвищення безпеки судноплавства.

На переважній більшості суден торговельного флоту, в якості головного двигуна, а також для приводу електрогенераторів, використовуються дизельні двигуни. Необхідність пошуку шляхів зниження витрат палива та шкідливих викидів привела розробників дизелів до впровадження нових типів паливних систем, таких як акумуляторна і система безпосередньої дії з гідроприводом паливного насосу. Але ці системи мають спільний недолік – гідропривід виконавчих механізмів, несправність якого неодноразово приводили до виникнення аварійних ситуацій, а попит в гідравлічній енергії до підвищення витрат палива дизеля.

В результаті несправності гідравлічної системи можливо відключення окремих циліндрів або повна втрата керованості, що може призвести до катастрофічних наслідків. Тому дослідження, спрямовані на удосконалення приводу виконуючих механізмів є актуальними.

Актуальність теми досліджень підтверджується рядом науково-дослідних робіт, у рамках яких були отримані основні результати дисертації. Зокрема, робота відповідає основним принципам Транспортної стратегії України на період до 2020 року, а саме, "Забезпечення безпеки транспортних процесів шляхом впровадження сучасних інформаційних технологій", "Підвищення екологічності та енергоефективності транспортних засобів шляхом оптимізації терміну експлуатації, технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів" (розп. КМУ № 2174 від 20.10.2010 р.) і планом виконання науково-дослідних робіт Національного університету "Одеської морської академії" за темою "Розробка п'єзоелектричного приводу широкого застосування". Результати досліджень, що увійшли в дисертаційну роботу, відображені у звіті з НДР №№ ДР 0109U001538, в розробці якого автор брав участь як виконавець розділу 3.

### **Обґрунтованість і достовірність наукових положень і висновків здобувача**

Обґрунтованість наукових положень і висновків дисертації Оженка Є.М. досягається коректним застосуванням математичного апарату, а саме методів: дедукції – при виборі напрямків дисертаційного дослідження; експертної оцінки – при виборі теми і постановці мети дослідження та аналізі результатів; системного аналізу – при розробці технології наукових досліджень; теорії автоматичного керування, теорії коливальних систем із зосередженими параметрами та теорії електричних ланцюгів – при дослідженні п'єзоелектричних складальних стовпів; рівнянь п'єзо ефекту – при дослідженні моделі конструкцій компонентів

комп'ютерної системи управління подачею палива із застосування п'єзоелектричних роторних двигунів; теорії нечіткої логіки – при розробці системи позиціонування виконавчого механізму паливної системи двигуна з «нечітким» регулятором; функціонального, схемотехнічного і математичного моделювання – при розробці моделей п'єзоперетворювачів зі зворотним зв'язком; фізичні експерименти на макетах і дослідних зразках, методи теорії ймовірності і математичної статистики – при проведенні експериментальних досліджень.

### **Зміст і обсяг дисертації та автореферату**

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і двох додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, а також наведені зв'язок з науковими програмами, об'єкт, предмет і мета дослідження, положення наукової новизни, практичної цінності та особистий внесок здобувача; визначено основні методи дослідження.

У першому розділі проведено аналіз науково-технічної літератури за темою роботи, проаналізований стан предмета досліджень та сформульовані задачі дослідження.

У другому розділі наведено результати розробки моделей та методів покращення систем подачі палива суднового дизеля. Визначені вимоги до виконавчих механізмів комп'ютерної системи управління подачею палива. Розроблено моделі блоку управління подачею палива з приводом від складального стовпа п'єзоелектричних шайб та роторного п'єзодвигуна. Аналіз моделей довів можливість отримання необхідних переміщень при необхідному зусиллі та швидкодії, але перехідний процес має коливальний характер.

У третьому розділі описано розроблені методи зменшення та усунення коливань системи. В першу чергу, розроблена система позиціонування виконуючого механізму з ПД-регулятором, яка дозволила зменшити амплітуду коливань. Для повного виключення коливань досліджено систему позиціонування з «нечітким» регулятором та запропоновано використання від'ємного зворотнього зв'язку. Наведено АЧХ, ФЧХ та перехідні характеристики, які показали повне усунення коливань.

У четвертому розділі описані розроблені стенди для проведення експериментальних досліджень, які підтвердили теоретичні положення, отриманні у попередніх розділах. Приведені конструкції компонентів системи подачі палива на базі п'єзоелектричних складальних стовпів та роторних двигунів, що дозволило розширити класифікаційну схему основних типів паливних систем високого тиску.

У висновках сформульовані основні результати дисертаційної роботи.

У додатках наведені акти використання результатів дисертаційного дослідження та представлені отримані автором патенти.

Автореферат дисертації ідентичний її основним положенням.

### **Наукова новизна одержаних результатів**

Наукові результати дисертаційної роботи Оженка Є.М. мають наукову новизну, яка полягає:

- у розробленні методу удосконалення комп'ютерної системи управління подачею палива шляхом впровадження приводу виконавчих механізмів на базі п'єзоперетворювачів;

- отриманні моделей конструкцій компонентів комп'ютерної системи управління подачею палива на основі приводу виконавчих механізмів на базі п'єзоперетворювачів за рахунок застосування п'єзоелектричних складальних стовпів та п'єзоелектричних роторних двигунів;

- розробленні моделей та методів зменшення та усунення коливань систем управління подачею палива на основі приводу виконавчих механізмів на базі п'єзоперетворювачів;

- розробленні конструкції приводів виконавчих механізмів на базі п'єзоперетворювачів.

### **Значення для науки і практики висновків, здобутих у дисертації**

Наукова новизна висновків, здобутих у дисертації полягає у створенні моделей, методів та засобів поліпшення системи подачі палива суднового дизеля на базі п'єзоелектричних перетворювачів, які дозволяють знизити аварійність і поліпшити роботу систем позиціонування виконавчих механізмів подачі палива. Відмінність запропонованої системи від існуючих гідравлічних полягає в можливості відмови від громіздких гідравлічних конструкцій, що знижують ККД дизеля та зниженні аварійності при експлуатації.

Запропоновані і запатентовані система управління подачею палива суднового дизельного двигуна на базі п'єзоелектричних перетворювачів.

Розроблено систему позиціонування виконавчого механізму паливної системи суднового дизельного двигуна, що дозволяє усунути небажані коливання виконавчого механізму

Результати дисертаційного дослідження використовуються в навчальному процесі Національного університету "Одеської морської академії" кафедр автоматизації дизельних і газотурбінних установок і теорії автоматичного управління та обчислювальної техніки.

### **Публікації**

Наукові положення, отримані Оженком Є.М. достатньо відображені у науковій пресі. Зокрема, результати роботи висвітлені в 27 наукових працях, з яких 7 патентів, 12 статей у наукових журналах і збірниках наукових праць (одна зі статей входить до наукометричної бази Index Copernicus), 7 публікацій у збірниках матеріалів наукових і науково-технічних конференцій та 1 навчальний посібник.

### **Загальна оцінка дисертації**

Загальний зміст і структура дисертації Оженка Є.М. має чітку науково-практичну спрямованість на розробку нових моделей, методів та засобів покращення системи подачі палива на базі п'єзоелектричних перетворювачів.

Дисертація містить коректно отримані та обґрунтовані нові наукові положення. Це підтверджується кількістю публікацій (27 найменувань).

Дисертація добре оформлена і відповідає існуючим правилам та вимогам. Усі наукові положення опубліковані і повністю розкривають зміст дисертації. Автореферат оформлено належним чином і відповідає дисертаційній роботі.

Зважаючи на це, дисертаційна робота Оженка Є.М. повністю відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України до кандидатських дисертацій.

### **Зауваження до роботи**

1. У першому розділі, п.1.2.1 непереконливо звучить твердження дисертанта: «Удосконалення виконавчих механізмів електромагнітного типу в конструкторсько-технологічному напрямі в даний час практично вичерпані». В роботі не розкрито це твердження, а опису відомих приводів присвячено лише дві сторінки. Не показана крайня необхідність розробки в якості виконавчих механізмів саме п'єзоприводів.

2. У другому розділі дисертант показує перспективність застосування гідравлічної передачі у вигляді двох гідроциліндрів з'єднаних між собою (п.2.2, рис.2.3), проводить деякі розрахунки. Проте надалі про гідроциліндри взагалі ніде не згадується – ні в розробці моделей та методів покращення приводів, ні в конструкціях тощо. Тоді не зрозумілим стає дослідження системи з гідроциліндрів.

3. При розгляді складального стовпа п'єзоелектричних шайб (п.2.2) дисертант не наводить досліджень характеристик всього перетворювача в залежності від кількості шайб. На рис.2.4 (рис.1 з автореферату) використано 4-ри шайби, в експериментах: 2,3 та 15. Доречно було б навести рекомендації та розрахунки залежностей від кількості шайб.

4. При дослідженні моделі п'єзоелектричного двигуна блоку управління подачею палива з приводом від роторних п'єзодвигунів (п. 2.3.2) дисертант не описує, яким чином отримана сама модель, а наводить вже її кінцевий вигляд – рис. 2.13, що отримано у середовищі Matlab. Це ускладнює перевірку достовірності отримання моделі.

5. У третьому розділі дисертант наводить три моделі перетворювачів для зменшення або усунення небажаних коливань системи: з ПДД-регулятором (п.3.1), з «нечітким» регулятором (п.3.2) та зворотним зв'язком. При цьому не показані особливості застосування того чи іншого методу, їх кількісні відмінності. Звідси виникає питання: навіщо потрібні перші дві моделі, якщо коливання повністю усуваються у третій моделі – зі зворотнім зв'язком.

6. При описі експериментального стенду п.4.1 наведено лише фото зовнішній вигляду мікропроцесорного стенду TSL (TATU Smart Lab). Бажано було б навести якийсь схемотехнічний опис системи, лістинги використаних програмних засобів, результати у вигляді цифр та осцилограм, що отримані зі стенду, тощо.

7. Є зауваження до редакторського оформлення матеріалу, нечіткий вигляд позначень шкал АЧХ, ФЧХ та імпульсних характеристик у третьому розділі, деякі прикрі описки тощо.

Проте усі приведені зауваження не знижують науково-практичну цінність дисертаційної роботи Оженка Євгена Михайловича.

## Висновки

Представлена дисертація є завершеною роботою, у якій отримані нові науково обґрунтовані результати. У роботі вирішена конкретна науково-технічна задача підвищення безпеки судноплавства шляхом розробки методів, моделей та засобів покращення системи подачі палива суднових дизелів, обладнаних гідроприводом виконавчих механізмів за рахунок застосування п'єзоелектричних перетворювачів. Це має істотне значення для реалізації державних і галузевих проектів підвищення надійності суден, бурових платформ тощо.

По своїй тематичній спрямованості представлена робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти.

Дисертація Оженка Євгена Михайловича «Методи, моделі та засоби покращення системи подачі палива судового дизеля на базі п'єзоелектричних перетворювачів» відповідає встановленим вимогам, які висуваються Міністерством освіти і науки України до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присвоєння йому вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти.

### Офіційний опонент,

доцент кафедри приладобудування,  
мехатроніки та комп'ютеризованих  
технологій Черкаського державного  
технологічного університету,  
к.т.н., доцент



К.В. Базіло

Підпис Базіло К.В. засвідчую:  
Вчений секретар Черкаського державного  
технологічного університету,  
к.е.н., доцент



Н. Ю. Лега