

ВІДГУК

на дисертаційну роботу Будурова Миколи Ігоровича
«Оптимізація електронного регулятора частоти обертання суднового дизеля»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 27 – Транспорт
за спеціальністю 271 – Морський та внутрішній водний транспорт

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-практичної проблеми удосконалення налаштування електронних регуляторів частоти обертання контролерного типу суднових дизелів в експлуатації.

Відповідність результатів проведених досліджень темі дисертації.

Здобувачем отримано комплекс теоретичних та експериментальних результатів, спрямованих на підвищення стабільності та точності підтримання частоти обертання, а також на зменшення теплових навантажень суднових дизелів. Представлено методики налаштування електронних регуляторів, запропоновано математичні моделі автоматичного регулювання частоти обертання та розроблено способи запобігання тепловим перевантаженням деталей циліндро-поршневої групи. Отримані результати повністю відповідають темі дисертації та забезпечують наукову завершеність дослідження.

Новизна результатів досліджень.

У роботі запропоновано новий системний підхід до адаптації контролерних електронних регуляторів частоти обертання суднових дизелів до реальних експлуатаційних збурень. Отримано нові закономірності, що описують вплив параметрів регулятора на тепловий та швидкісний режими дизеля. При цьому вперше:

обґрунтовано залежності впливу нечутливості регулятора на паливоподачу в дизель,

розроблено підхід до оптимізації ПД-контролерів суднових дизель-генераторів на основі імовірнісного аналізу, який враховує істотність величини збурення на установку;

запропоновано підхід до зменшення теплової напруженості для двотактних головних двигунів, що працюють на гвинти, крок яких фіксований;

обґрунтовано пріоритетність регулювання частоти обертання на режимах перевантаження чотиритактних головних двигунів з гвинтами, крок яких регульований.

Значною науковою цінністю є спосіб корекції упору гвинта та адаптивне регулювання параметрами нечутливості електронного регулятора. Сукупність розроблених новацій сформувала новий підхід до налаштування електронних регуляторів контролерного типу суднових дизелів, що також сприяє підвищенню безпеки мореплавства.

Рівень виконання поставленого наукового завдання.

Здобувачем проведено повний цикл наукового дослідження: від постановки проблеми й побудови моделей до експериментальної перевірки гіпотези та формування практичних рекомендацій щодо налаштування електронних регуляторів частоти обертання суднових дизелів.

Поставлене наукове завдання виконано на високому рівні із застосуванням методів математичного моделювання та чисельної оптимізації. Адекватність розроблених моделей перевірялася безпосередньо на суднових дизельних установках. Використання експериментальних даних із бортових систем контролю та діагностики суднових дизельних установок, а також штатних контрольно-вимірювальних приладів, забезпечило достовірність отриманих результатів. Здобувачем реалізовано повний цикл наукового дослідження, що свідчить про зрілість наукового підходу та завершеність роботи над поставленим науковим завданням.

Наукова обґрунтованість результатів проведених досліджень підтверджена системністю, логічністю, застосуванням визнаних принципів наукових досліджень, використанням сучасних методів моделювання та експериментальною перевіркою в реальних суднових умовах. Математичні моделі враховують особливості збурюючого впливу на установку, зміни тиску газів у циліндрах дизеля, динамічні властивості елементів електронного

регулятора та нелінійності систем автоматичного регулювання частоти обертання суднових дизелів. Узгодженість теоретичних і експериментальних результатів підтверджує адекватність розроблених моделей.

Оволодіння методологією наукової діяльності.

Здобувач продемонстрував ґрунтовне оволодіння методологією наукової діяльності, що підтверджується застосуванням методів наукового пізнання та принципів наукових досліджень, а також умінням здійснювати системний, теоретичний і експериментально-аналітичний підхід до розв'язання поставлених завдань.

Для дослідження впливу зміни параметрів регулювання головного двигуна на запобігання тепловому перевантаженню, а також для верифікації моделі, застосовано метод чисельного моделювання, що забезпечує високу точність відтворення внутрішньоциліндрових процесів дизеля, зокрема:

розрахунку процесу продувки;

визначення масивів значень витрати та ентальпії газів, що виходять із циліндра, залежно від кута повороту колінчастого валу;

кінематики кривошипно-шатунного механізму.

Здатність здобувача коректно застосовувати сучасні методи наукових досліджень засвідчує його сформовану методологічну компетентність та наукову зрілість.

Оцінка наукового рівня дисертації і наукових публікацій.

Дисертація має логічну структуру та послідовний виклад матеріалу, характеризується науковою глибиною та високим ступенем опрацювання. Отримані результати є новими та практично значущими, узгоджуються між собою та мають належне теоретичне обґрунтування й експериментальне підтвердження.

Робота оформлена відповідно до вимог Наказу Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

Наукові публікації здобувача повністю відображають основні результати, відповідають темі роботи, містять обґрунтування результатів відповідно до поставлених завдань та демонструють високу науково-дослідницьку підготовку здобувача. Статті опубліковані у достатньому обсязі у виданнях, що входять до фахових наукових видань України, та міжнародних наукометричних баз (зокрема 4 статті в Scopus виданнях Q2 та Q3).

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. На ст. 92 вказано, що моделювання спектральної густини S_λ використовувалося її наближення поліноміальною функцією. Проте наступне рівняння S_λ неможливо назвати поліноміальною моделлю. Це нелінійна, але не поліноміальна функція.

2. В роботі (ст. 80) вказано, що розрахунок зміни тиску газів у циліндрі суднового дизеля виконувався за методом Гриневецького-Мазінга. На мій погляд, моделювання робочого процесу в роботах рівня PhD доцільно здійснювати за допомогою сучасних моделей, які використовують розрахунок тепловиділення в циліндрі за методами І.І. Вібе або М.Ф. Розлейцева, або у відповідних комплексах типу AVL Boost. На кафедрі СЕСК (СЕМіТЕ) ОНМУ розроблено відповідний онлайн комплекс моделювання робочого процесу Blitz-PRO, який має вільний доступ.

3. Скрізь по тексті дисертації згадується: «..Предметом дослідження є оптимізація...»; «...у роботі вперше запропонована методика оптимального налаштування електронних регуляторів...»; «...за рахунок оптимізації нечутливості при малих відхиленнях...». Навіть назва дисертації: «Оптимізація електронного регулятора частоти ...», адже в тексті роботи не сформульовано критерії оптимізації, не зазначено граничних умов та не зазначено який саме метод оптимізації використовувався у складі вбудованих функцій MATLAB. Це важливо, тому що нелінійні залежності, що описують роботу електронного регулятора, можуть не дуже ефективно мінімізуватися за допомогою градієнтних методів, що згадуються в роботі.

Методи безградієнтної мінімізації n-параметричних нелінійних функціоналів могли б краще підійти для вирішення цього завдання. Наприклад, метод нелінійної мінімізації Powell M.J.D. та інші, що реалізовані у додатках до пакету оптимізації MATLAB.

Висновок.

Вказані зауваження не впливають на загальну характеристику роботи, та на її загальний стан - високоякісного дисертаційного дослідження.

Дисертація «Оптимізація електронного регулятора частоти обертання суднового дизеля» є завершеною самостійною науковою роботою, результати якої мають вагоме теоретичне та практичне значення.

Робота виконана на високому науковому рівні, та відповідає Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Будуров Микола Ігорович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 – Морський та внутрішній водний транспорт (галузь знань 27 – Транспорт).

Офіційний опонент,

д-р техн. наук, професор,
завідувач кафедри суднових
енергетичних установок та
технічної експлуатації Одеського
національного морського університету



Роман ВАРБАНЕЦЬ

«19»__01__2026 р.