

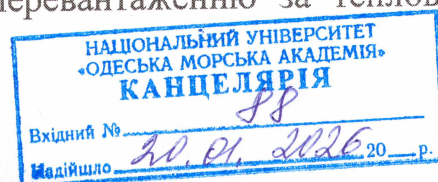
Рецензія

кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри суднових енергетичних установок Національного університету «Одеська морська академія» Міністерства освіти і науки України, Зблещького Юрія Вікторовича на дисертаційну роботу **Будурова Миколи Ігоровича** «Оптимізація електронного регулятора частоти обертання суднового дизеля», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 – морський та внутрішній водний транспорт (галузь знань 27 – транспорт). Дисертацію виконано в Національному університеті «Одеська морська академія» Міністерства освіти і науки України

Дисертаційне дослідження спрямоване на розв'язання науково-практичного завдання – удосконалення налаштування електронних регуляторів частоти обертання суднових дизелів у реальних експлуатаційних умовах. Виникнення цього завдання пов'язано з можливими критичними та надкритичними закидами частоти обертання валу дизеля, а також з погіршенням якості регулюючої дії під час зміни швидкісних режимів роботи дизелів суден морського та внутрішнього водного транспорту.

Актуальність проблеми регулювання швидкісного режиму роботи дизеля пов'язана з забезпеченням ходових та маневрових якостей судна. Раптове стрибкоподібне зниження частоти обертання, або тривалий час регулювання дизеля з метою його повернення до заданого швидкісного режиму можуть викликати аварійні ситуації, сприяти підвищенню рівню навігаційних небезпек, бути першопричиною збільшення температурних та механічних навантажень на основні елементи дизеля, гвинта та корпусу судна. Одночасно з цим, існують внутрішні та зовнішні, які не враховується та не регламентується інструкціями з експлуатації дизелів, що в деяких випадках може призвести до виникнення аварійних ситуацій та зменшенню надійності роботи дизеля та суднового пропульсивного комплексу. Викладене забезпечує актуальність теми дисертаційного дослідження та практичну важливість її розв'язання.

Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає в тому, що здобувачем запропоновано новий науково обґрунтований підхід до налаштування електронних регуляторів контролерного типу, який забезпечує підвищення стабільності частоти обертання дизелів у широкому діапазоні навантажень і умов збурення та запобігає перевантаженню за тепловою напруженістю.



До результатів, що отримані **вперше**, слід віднести:

- запропоновану методику оптимального налаштування електронних регуляторів частоти обертання контролерного типу головних дизелів із урахуванням збурень під час хвилювання моря, забезпечуючи стабільність частоти обертання під час зміни вітро-хвильових збурень у широкому діапазоні;

- розроблений спосіб корекції упору гребного гвинта з технологічним процесом «відновлення» гвинтової характеристики за умовою підвищеного опору руху судна, уникаючи перевантаження головного дизеля за рахунок підтримання заданого співвідношення навантаження – частота обертання.

Одночасно з цим здобувачем удосконалено:

- методику налаштування електронного регулятора дизель-генераторної установки з урахуванням ступеневих змін навантаження та їх імовірності виникнення, забезпечуючи задовільну стабільність швидкісного режиму при різних величинах скидання/накидання навантаження в експлуатації;

- спосіб обмеження подачі палива суднового дизеля за тепловою напруженістю із використанням температури газів на лінії розширення як інтегрального критерію, розширюючи діапазон експлуатаційних режимів дизеля без його перевантаження.

Також у дисертації набули подальшого розвитку:

- математична модель системи автоматичного регулювання частоти обертання суднового дизеля з урахуванням нестабільності вхідного сигналу регулятора, зумовленої змінними циклічними процесами у циліндрах дизеля, що дозволяє оптимізовувати налаштування нечутливості електронного регулятора;

- методика вибору оптимального співвідношення між кроком гребного гвинта та частотою обертання головного двигуна на перевантажувальних режимах, що зменшує теплову напруженість у циліндро-поршневій групі.

Обґрунтованість отриманих наукових результатів підтверджено:

- експериментальними дослідженнями з оцінки якості перехідних процесів за умовою впровадження запропонованих у дисертації методів оптимізації автоматичного регулятора контролерного типу, які виконувались на суднових дизелях 6G70ME-C9.2 HYUNDAI-MAN B&W та 8H32/40 HYUNDAI-HIMSEN

- виконаним аналізом досліджень щодо забезпечення швидкісних та теплових режимів дизелів;

- вдосконаленої здобувачем математичної моделі системи автоматичного регулювання частоти обертання суднового дизеля;

- розробкою технології оптимізації нечутливості автоматичного регулятора до розбалансу сигналів між заданою та фактичною частотою обертання дизеля;

- актами використання результатів дисертаційної роботи на морських судах різного дедвейту та призначення.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечуються численними науковими публікаціями:

- чотирма статтями у наукових фахових виданнях України, що входять до переліку наукових фахових видань України (категорія Б) та рекомендовані МОН України для публікації результатів дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії;

- чотирма статтями у в міжнародних періодичних наукових виданнях, що входить до міжнародної наукометричної бази даних Scopus;

- участю на міжнародних наукових конференціях, що проводились в Україні.

Текст дисертації характеризується гарним стилем викладання матеріалу, логічністю, послідовністю та якісним оформленням.

Всі наукові статі здобувача мають вільний доступ в мережі Internet та активний цифровий ідентифікатор doi.

Текст дисертації характеризується відсутністю порушення академічної доброчесності.

Зауваження до дисертації.

1. У науковому положенні, що запропоновано здобувачем, «для запобігання тепловим перевантаженням двотактної головної дизельної установки з гвинтом, крок якого фіксований, при використанні електронних регуляторів частоти обертання контролерного типу достатньо апроксимувати у графічному вигляді обмежувальну залежність за тепловою напруженістю в діапазоні частоти обертання дизеля 60...100 % трьома лінійними ділянками» не вказано діапазон розбиття цього інтервалу на запропоновані ділянки, а також ступень кореляції вказаних трьох лінійних ділянок однієї криволінійної, яка відображає обмежувальну характеристику.

2. У п. 2.3. «Математична модель системи автоматичного регулювання суднового дизеля» потребують додаткового пояснення стали коефіцієнти, що входять до рівнянь (2.1), (2.2). У цьому ж пункті здобувачем наведені дані щодо існування діапазону максимуму відносного індикаторного моменту дизеля, вказано інтервал цього діапазону у кутах повороту кривошипа, а також наведено аналітичний вираз для визначення запізнення зміни

індикаторного моменту. При цьому не визначено для яких дизелів можливо використовувати цю інформацію та це рівняння, а саме – лише для такого, на якому виконувались дослідження, на йому подібних за потужністю та частотою обертання, або на всіх без винятку.

3. У п. 3.2. «Математичне забезпечення для налаштування електронних регуляторів суднових дизельних установок» на рис. 3.9 надані розрахункові індикаторні діаграми (нормальна та розгорнута) суднових дизелів 6S60MC-S7HYUNDAI-MAN B&W та 9M25C MaK. Дані діаграми розраховані лише для одного з циліндрів дизелів, тому мають лише інформативний характер. Більш доцільним є візуалізація індикаторних діаграм всіх циліндрів, або зіставлення діаграми одного з циліндрів з еталонною індикаторною діаграмою.

4. У п. 3.3. «Верифікація та перевірка адекватності спеціалізованої моделі» запропонована модель у тому числі враховує такі втрати, які пов'язані з перетворення у випускному колекторі кінетичної енергії газів у потенційну, а також втрати, що пов'язані з теплообміном газів зі стінками циліндра. Подібні втрати враховуються показниками політропи розширення газів у випускному колекторі та політропи стиснення суміш повітря та остаточних газів.

5. Результати перевірка адекватності розробленої здобувачем спеціалізованої моделі, що подані на рис. 3.11, відносяться лише для одного, окремого випадку роботи дизеля та окремих зовнішніх умов, в яких здійснюється експлуатація суднового пропульсивного комплексу та, відповідно, збурююча дія на гребний гвинт та судновий дизель. Більш доцільно наведення та зіставлення інформації також для інших експлуатаційних умов.

6. У п. 4.1. «Методика налаштування електронних регуляторів частоти обертання суднових дизелів» у таблиці 4.1 значення зміни дисперсії збурюючого впливу D_λ на три порядку перебільшує аналогічний показник для інших випадків, що потребує додаткових пояснень.

7. У п. 4.2. «Оптимізація нечутливості до розбалансу сигналів між заданою та фактичною частотою обертання дизеля» здобувачем запропонована технологія забезпечення стабільності швидкісного режиму головного двигуна у випадках хвилювання моря різної інтенсивності шляхом адаптації ширини зони нечутливості регулятора під характеристики збурення. З високою долею вірогідності можна констатувати, що ця технологія потребує додаткових погоджень або з кваліфікаційними товариствами, або з організаціями, що забезпечують технічний менеджмент судна. Ці питання не розглянути у дисертації.

Зазначені зауваження мають переважно уточнюючий характер та не знижують високого рівня виконаного наукового дослідження.

Загалом дисертація та наукові публікації мають достатній **науковий рівень**, забезпечують якісне розв'язання поставленого наукового завдання, сприяють формуванню наукових положень та свідчать, що здобувач володіє методологією наукової діяльності та здатний до самостійної наукової діяльності.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота **Будурова Миколи Ігоровича** «Оптимізація електронного регулятора частоти обертання суднового дизеля» відповідає вимогам «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.

Вважаю, що **Будуров Микола Ігорович** заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 – морський та внутрішній водний транспорт.

Рецензент, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри суднових енергетичних
установок Національного університету
«Одеська морська академія» Міністерства
освіти і науки України



Юрій ЗАБЛОЦЬКИЙ

