

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМУ СУЧАСНИХ СУДНОВИХ МАЛООБЕРТОВИХ ДВИГУНІВ

Савчук В.П. [✉], Марков Н.В., Анікейчик Р.В.

Херсонська державна морська академія, Україна

Анотація

Ключові слова: скорочення витрати палива, суднові енергетичні установки, режими навантаження, кривошипно-шатунний механізм, працездатність підшипників.

Робота досліджує сучасні тенденції у судновій енергетиці, спрямовані на зменшення витрати палива шляхом використання оптимальних швидкостей та режимів навантаження малооберткових двигунів. Описуються можливості оптимізації витрати палива за допомогою налаштувань *Delta Bypass Tuning* та *Low-Load Tuning* на прикладі двигунів серії *RT-flex/X* виробника *WinGD*. Досліджується вплив цих налаштувань на працездатність підшипників кривошипно-шатунного механізму, особливо в контексті екологічних обмежень *IMO Tier II* та *Tier III*. Визначено необхідність детального аналізу впливу робочих режимів на працездатність підшипників та необхідність оптимізації конструкції і обслуговування кривошипно-шатунного механізму для досягнення кращої ефективності та дотримання екологічних стандартів.

Вступ

З урахуванням зростаючих вимог до зменшення викидів шкідливих речовин і екологічного впливу суднових перевезень, а також збільшення вартості палива, розробка та впровадження нових технологій та стратегій енергозбереження стають пріоритетним завданням. Дослідження оптимальних режимів роботи малооберткових двигунів, що працюють на різних навантаженнях, та використання різних налаштувань для забезпечення оптимальної ефективності є важливими напрямками. Посилення регулюючих норм щодо викидів та енергоефективності суден змушує компанії активно шукати ефективні технологічні рішення для забезпечення сталого розвитку та конкурентоспроможності в галузі морських перевезень.

Викладення основного матеріалу

Сучасні тенденції до скорочення витрати палива судновими енергетичними установками призводять до застосування оптимальних швидкостей руху суден. Це впливає на вибір режиму навантаження головних малооберткових двигунів, що працюють на гвинт фіксованого кроку. Сучасні контейнерні судна часто застосовують низькі режими навантаження «slow steaming» (10...20 % *SMCR*) обмежений час роботи та 20...40 % *SMCR* тривалий час.

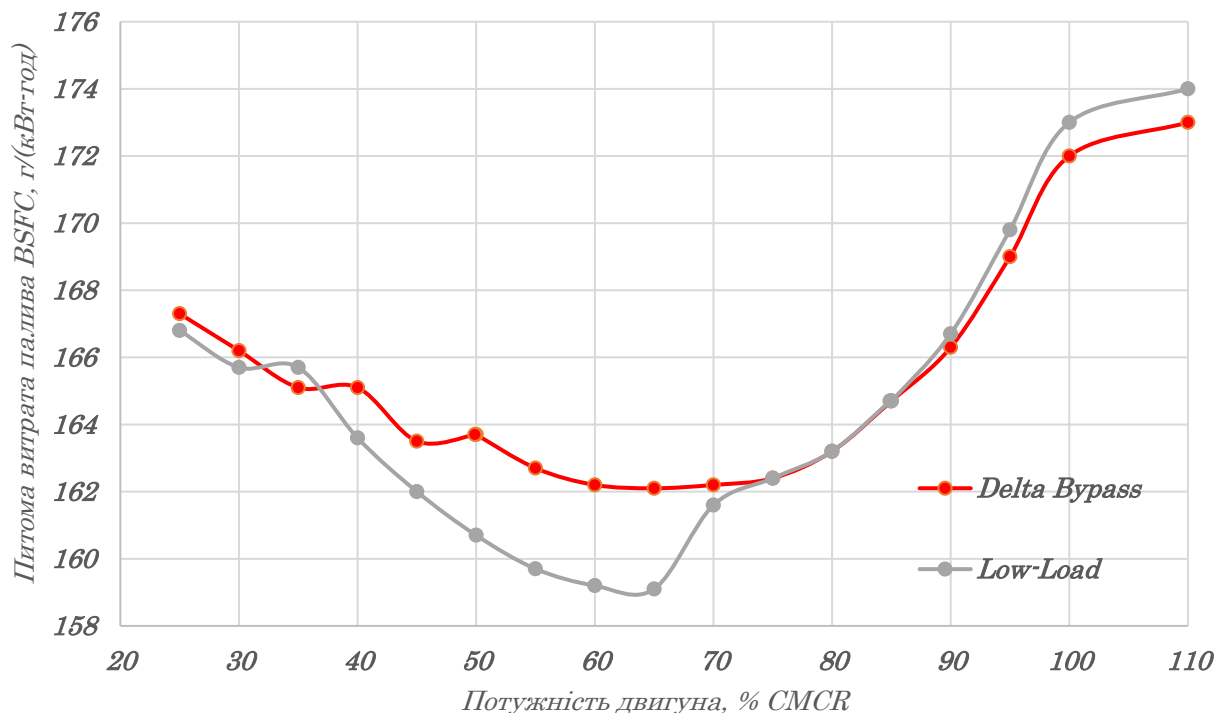
Малооберткові двигуни серій *RT-flex/X* виробника *WinGD* демонструють здатність стабільно

працювати на дуже низьких обертах, що можливо завдяки точному контролю впорскування палива при високих тисках впорскування, що досягаються на малих частотах обертання, та відключенням паливних форсунок при роботі на таких режимах. Для можливості оптимізації витрати палива головними двигунами, що працюють переважно в обмежених діапазонах навантаження, виробником передбачено застосування варіантів налаштувань параметрів робочого процесу **Delta Bypass Tuning** та **Low-Load Tuning**. Налаштування оптимальної витрати палива при часткових навантаженнях **Delta Bypass Tuning** забезпечує зниження питомої витрати палива *BSFC* при потужності дизелів нижче 50 % режиму *SMCR* та сумісність з екологічними вимогами *IMO Tier II* (рис. 1а). Дані налаштування спрямовані на збільшення вироблення пари енергетичною установкою при навантаженні вище 50 % режиму *SMCR* для забезпечення потреб зокрема турбокомпаундних систем. Налаштування **Low-Load Tuning** відповідає екологічним обмеженням відповідно *IMO Tier II* та оптимізовано для навантажень двигуна нижче 75% режиму *SMCR* (рис. 1б).

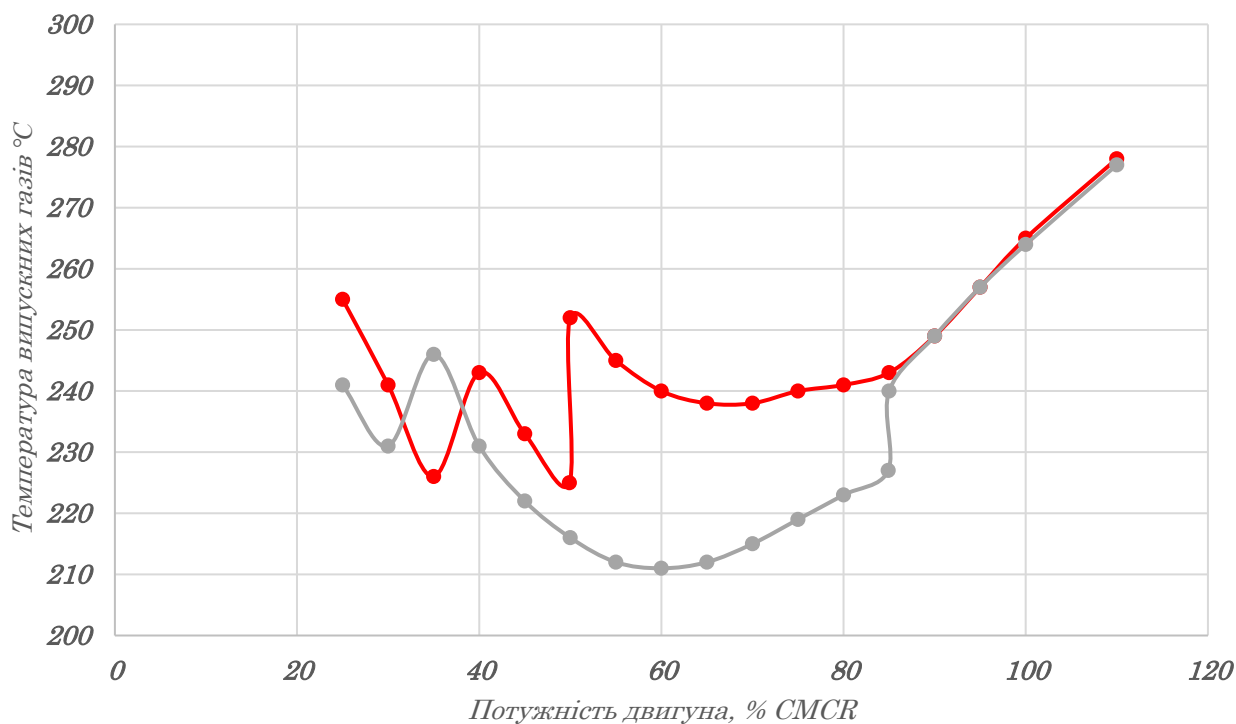
Враховуючи можливість адаптації даних двигунів до екологічних обмежень рівня *Tier III* та використання альтернативних видів палив, таких як метан, метанол, та ін., то постає питання впливу застосовуваних налаштувань та режимів роботи дизелів на умови експлуатації підшипників кривошипно-шатунного механізму. Це очевидно пов'язано із зміною частоти обертання

підшипникових вузлів та зменшення співвідношення сили тиску газів до сили інерції деталей механізму руху, що призводить до зміни режиму

роботи зокрема головних підшипників, та відповідно впливає на їх працездатність.



a)



б)

Рисунок 1. Порівняльна характеристика питомої витрати палива (а) та температури випускних газів після ГТН (б) при різних методах оптимізації питомої витрати палива

Висновки

Враховуючи наявність різних варіантів налаштування протікання робочого процесу малооборотних дизелів з метою забезпечення як вимог до зменшення емісії NOx із випускними газами та декарбонізації енергетичної установки, що впливають на умови навантаження підшипникових вузлів та режими їх мащення, сучасні дизелі потребують детального аналізу впливу таких режимів на працездатність підшипників КШМ з метою оптимізації їх конструкції та/чи корегування періодичності проведення робіт з їх технічного обслуговування.

Література

- [1]. Савчук В.П., Белоусов Е.В., Самарин А.Е. Обеспечение надежности головных подшипников судовых малооборотных двигателей, работающих на режимах частичных нагрузок. *Вестник двигателестроения*. 2018. С. 21-27.
- [2]. Белоусов Е.В., Варбанец Р.А., Савчук В.П. и др. Исследование процессов топливоподачи в газодизельных малооборотных двухтактных двигателях низкого давления. *Всеукраинский научно-технический журнал «Двигатели внутреннего сгорания»*. 2019. № 1. С. 27-33.
- [3]. Савчук В.П., Зінченко Д.О., Акімов О.В. Моделювання робочих параметрів мотилевих підшипників малооборотного судового дизельного двигуна WARTSILA RT-FLEX82C. *Розвиток транспорту*. 2021. №1(8). Рр. 91-102. doi: <https://doi.org/10.33082/td.2021.1-8.09>

Відомості про авторів

Володимир Савчук, к.т.н, доцент, завідувач кафедри експлуатації судових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна, [ORCID ID: 0000-0002-5266-850X](https://orcid.org/0000-0002-5266-850X).



Нікіта Марков, ЗВО спеціальності 271 «Морський та внутрішній водний транспорт», кафедра експлуатації судових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна.



Роман Анікейчик, ЗВО спеціальності 271 «Морський та внутрішній водний транспорт», кафедра експлуатації судових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна.

