

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
професора кафедри суднових енергетичних установок і технічної
експлуатації Одеського національного морського університету

Міністерства освіти і науки України

Білоусова Євгена Вікторовича

**на дисертаційну роботу *Кривого Марка Олександровича* «Вдосконалення
моніторингу роботи підшипників ковзання суднового пропульсивного
комплексу із врахуванням неньютонівської поведінки мастил»,**

яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю

271 – морський та внутрішній водний транспорт,

галузь знань 27 – транспорт (J – транспорт та послуги)

Дисертацію виконано в Національному університеті «Одеська морська академія» Міністерства освіти і науки України.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Морський та внутрішній водний транспорт включає до свого складу судна різного призначення та водотоннажності, функціонування яких базується на судновому пропульсивному комплексі, який включає головну енергетичну установку, валопровід, стернове і гвинтове обладнання та корпус судна. Експлуатаційні характеристики та надійність роботи всього пропульсивного суднового комплексу залежить від безаварійної роботи різних вузлів, одними із яких є підшипники ковзання – головні, мотильові та рамові щодо головного двигуна; упорні, опорні, проміжні та дейдвудний щодо лінії валопроводу. Підшипники ковзання потребують постійного моніторингу в процесі експлуатації, зокрема постійної перевірки стану моторних мастил, яке поділяє поверхні тертя. Критичне відхилення від рекомендованих значень основних експлуатаційних характеристик моторного мастила призводить до порушення процесу мащення основних контактних вузлів дизеля, насамперед деталей циліндрової групи та підшипників ковзання, що в

деяких випадках та за деякими обставинами може призвести до виникнення критичних, надкритичних та аварійних ситуації, які можуть стати причиною змушеного призупинення руху судна.

Таким чином, вдосконалення процесів моніторингу роботи підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу є **актуальним** науково-прикладним завданням. Саме на його розв'язання спрямоване дисертаційне дослідження Кривого М.О.

Дисертаційне дослідження було виконано відповідно до положень Транспортної стратегії України на період до 2030 року та відповідно до держбюджетних науково-дослідних робіт Національного університету «Одеська морська академія».

2. Ступінь обґрунтованості наукових результатів, висновків і рекомендацій

Дослідження, що виконані в дисертаційній роботі, спираються та ґрунтуються на сучасні наукові підходи та методи, якими є: дедукції та індукції; діалектики, синтезу та аналізу; математичного моделювання; моніторингу, прогнозування, спостереження, вимірювання, статичної обробки даних – які були використані здобувачем під час проведення патентного та інформаційного пошуку, розробки методології наукового дослідження, складання моделі предмету дослідження, проведення експериментів в наукових лабораторіях та на суднах морського транспорту.

Наукові результати, що отримані в дисертаційному дослідженні, висновки (загальні та по окремих главах дослідження) **достовірні** та мають доказову базу, засновану на результатах моделювання та експерименту.

Підтвердженням достовірності наукових результатів, висновків та рекомендацій також є акти впровадження результатів дисертації на суднах морського транспорту.

Основні результати дисертаційного дослідження **пройшли апробацію** на численних наукових, науково-практичних та науково-технічних конференціях, що проводилися у провідних морських вишах України:

Національному університеті кораблебудування (м. Миколаїв), Національному університеті «Одеська морська академія», Одеському національному морському університеті, Херсонській державній морській академії.

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані в фахових наукових виданнях України, а також в міжнародних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних бази даних Scopus та Web of Science.

Здобувачем коректно застосовано, обґрунтовано та доведено **наукове положення**, яким є теза, що врахування неньютонівської поведінки мастил дозволяє вдосконалити процес моніторингу роботи підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу, що сприяє зменшенню аварійних ситуацій на судах морського та внутрішнього водного транспорту.

Наукове положення обґрунтоване **науковими результатами**. При цьому **вперше**:

- побудовані нові математичні моделі для інтегральних характеристик підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу, якими визначені безрозмірні коефіцієнти навантаженості, спротиву обертанню, гідродинамічного тертя; ці моделі враховують, як технічні параметри підшипників ковзання, також і в'язкісні характеристики мастил;
- отримані нові математичні моделі для кутів початку і кінця робочої зони та кута максимального гідродинамічного тиску в підшипниках ковзання; зазвичай відомі тільки табличні значення вказаних кутів для обмеженої кількості значень відносного ексцентриситету;
- розроблені нові критерії роботи підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу, які враховують неньютонівську поведінку мастил; критерії визначають умови рідинного режиму підшипників ковзання, можливі мінімальні і максимальні значення динамічної в'язкості мастил;
- запропоновані нові математичні моделі для числа Зоммерфельда, що дозволило застосувати критерій Зоммерфельда для сильно навантажених підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу.

Удосконалено:

- математичну модель підшипника ковзання суднового пропульсивного комплексу, яка враховує неньютонівський характер поведінки мастил, зокрема, такий параметр як градієнт в'язкості мастил;

- методику розв'язання граничних задач для рівняння Рейнольдса мастильного шару підшипників ковзання суднового пропульсивного ковзання за рахунок запропонованого методу варіації границь.

Отримала подальший розвиток:

- методика побудови математичних моделей для інтегральних показників роботи підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу, яка враховує гідродинамічні процеси поза робочою зоною;

- методика моніторингу роботи підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу через врахування неньютонівської поведінки мастил, також проведена верифікація цієї методики в результаті експериментальних досліджень.

Висновки, що зроблені як результат розв'язання головного та допоміжних завдань дослідження, теоретичне обґрунтовані та мають практичну доказову базу, однозначні і не викликають сумнівів. Це характеризує здобувача як науковця, що **оволодів методологією наукової діяльності**, здатного до самостійних наукових досліджень.

3. Практичне значення одержаних результатів

Технології, що запропоновані автором дисертації та в подальшому апробовані та впроваджені на деяких морських суднах, сприяють забезпеченню уникнення аварійних ситуацій під час роботі суднового пропульсивного комплексу.

Результати дисертаційного дослідження Кривого М.О. **впроваджені** на суднах різного дедвейту та призначення.

4. Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових виданнях

За темою дисертації опубліковано 21 наукові праці, з яких 8 – у наукових фахових виданнях України, що входять до переліку наукових фахових видань України (категорії Б), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії; 3 – в іноземних виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science; 10 – в збірках доповідей Міжнародних наукових та науково-практичних конференцій.

Наукові праці Кривого М.О. відповідають п. 8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії ... », затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та повністю відображають зміст та результати дисертаційного дослідження.

5. Відсутність порушення академічної доброчесності.

Текст рукопису дисертації перевірено за допомогою інтернет-сервісу <https://advego.com/antiplagiat>, <https://progaonline.com/antiplagiat> на основі відкритих інтернет-ресурсів. За результатами перевірки ознак академічного плагіату або інших порушень академічної доброчесності не виявлено.

6. Структура й обсяг дисертації. Відповідність дисертації та її змісту встановленим вимогам

Дисертація складається з переліку умовних скорочень, вступу, шести розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатку (в якому надано акти впровадження результатів дослідження). Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 276 сторінок, зокрема: основний текст 251 сторінок з анотацією на 18 сторінках, перелік використаних джерел із 156 найменувань на 21 сторінках, додаток на 3 сторінках, 128 рисунків, 50 таблиць.

Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність її сприйняття. Зміст дисертації узагальнює дослідження здобувача.

Дисертаційна робота Кривого Марка Олександровича є завершеним цілісним дослідженням з чіткою структурою, логічним та послідовним викладом матеріалу. Оформлення дисертації відповідає вимогам п. 6 «Порядку присудження ступеня доктора філософії ... », затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

7. Зауваження

1. В підрозділах 1.2 і 1.3 проведено детальний аналіз різних підходів до процесу моніторингу підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу, при цьому не визначені основні переваги та недоліки розглянутих методів, а також їх обмеження під час використання.

2. В підрозділі 2.2, де описана загальна методика досліджень, не зовсім чітко виконано опис логіки переходу від теоретичної моделі до практичної реалізації. Через це запропонована теорія виглядає дещо роз'єднаною з експериментом.

3. Через постійне зменшення кількості моторного мастила в системі циркуляційного мащення, виникає необхідність його поповнення. При цьому можливі випадки, коли одне моторне мастило (що рекомендовано для використання в дизелі) змішується з іншим (також рекомендованим для використання). Це на деякий час призводить до зміни експлуатаційних характеристик утвореної в такій спосіб суміші. При цьому в тому числі змінюються структурні характеристики моторного мастила. В дисертації не оцінено як це впливає на запропоновану методику моніторингу стану підшипників ковзання.

4. Для врахування неньютонівської поведінки мастил використана модель Баруса. В роботі не сказано чому саме ця модель була обрана, та які переваги вона має над іншими.

5. В підрозділі 6.3 не сказано, як впливає вміст органічних і неорганічних домішок у мастилах на запропоновані критерії моніторингу.

6. В шостому розділі запропоновано 3 критерії, які можуть бути використанні для проведення моніторингу роботи підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу. При цьому не вказано для яких експлуатаційних ситуацій, та для яких підшипників доцільно використовувати кожний з цих критеріїв.

7. Для деяких типів судових дизелів, що розглянути в дисертаційному дослідження, характерні режимі реверсування. При цьому в практиці експлуатації судових пропульсивних комплексів виникають ситуації, коли за короткий проміжок часу (до 1,5...2 хвилин) здійснюється до 10-ти та більш змін напрямку обертання колінчатого валу. Як для будь якого режиму зупинки дизеля (саме він є однією зі складових процесу реверсування) в цьому випадку виникає просідання колінчатого валу та збільшується площа безпосереднього контакту поверхонь валу та вкладиша. Коли це явище виникає одноразово (під час звичайної зупинки дизеля) це практично не впливає на реологічні характеристики мастила, що поділяє контактні поверхні. В разі кількаразового реверсування зміна реологічних характеристик стає більш суттєвою. Ці питання не розглянуті в дослідженні.

8. Висновки

Зауваження, що зазначені вище, мають переважно рекомендований та уточнюючий характер. Отже, представлена дисертаційна робота Кривого Марка Олександровича «Вдосконалення моніторингу роботи підшипників ковзання суднового пропульсивного комплексу із врахуванням неньютонівської поведінки мастил», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 – морський та внутрішній водний транспорт, галузь знань 27 – транспорт (J – транспорт та послуги) є цілісною завершеною науковою працею, у якій сформульоване наукове положення, отримані нові науково-обґрунтовані результати, що в сукупності

розв'язують актуальне науково-прикладне завдання, мають наукову новизну та практичне значення. Дослідження містить нові, не захищені раніше, науково-обґрунтовані результати та висновки, що мають суттєве значення під час експлуатації систем мащення дизелів суден морського та внутрішнього водного транспорту.

Дисертаційна робота відповідає наказу МОН України № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» від 12.01.2017 р. (із змінами) та «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.

З врахуванням вищевикладеного, вважаю, що Кривий Марк Олександрович **заслуговує** на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 – морський та внутрішній водний транспорт, галузь знань 27 – транспорт (J – транспорт та послуги).

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри суднових енергетичних

установок і технічної експлуатації

Одеського національного морського університету

Міністерства освіти і науки України



Євген БІЛОУСОВ

Засвідчую підпис

Фахівць ВК

