

## ВІДЗИВ офіційного опонента

на дисертаційну роботу **Слободянюка Дмитра Івановича** «Вдосконалення методів ідентифікації технічного стану поршневих кілець суднового малооборотного дизеля», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.05.03 – двигуни й енергетичні установки

### 1. Актуальність і новизна теми

Експлуатація сучасних суднових малооборотних дизелів показує, що часто причиною раптових відмов і виникнення аварійної ситуації є поломка поршневих кілець. Зріст наддування, теплової напруженості й звуження перемичок між вікнами втулок погіршують процес змащення й приводять до збільшення випадків поломки поршневих кілець. Аварії від поломки кілець мають найгірші наслідки, тому що крім втрати ходового часу, можуть привести до подорожчання ремонту двигуна за рахунок заміни поршнів, клапанів, втулок та ін. У зв'язку із цим дисертаційна робота, спрямована на вдосконалювання методів ідентифікації технічного стану поршневих кілець, безумовно, є **практично актуальною**.

Перспективним розв'язком проблеми вдосконалювання діагностики стану поршневих кілець є вивчення поведінки тонкої плівки мастильного шару в парі «кільце-втулка» при малих взаємних швидкостях переміщення і вибір вібропараметрів, за допомогою яких можлива ідентифікація технічного стану. Це означає **наукову актуальність** даної роботи.

Таким чином, тема дисертації має значну наукову й практичну актуальність, а об'єкт досліджень – *перемичка впускного вікна втулки - анізотропний шар мастила - кільце* – має новизну.

Актуальність роботи також підтверджується тим, що вона виконана в рамках ряду держбюджетних і госпдоговірних НДР, і орієнтована на розвиток перспективних наукових напрямків кафедри «Суднові енергетичні установки» ОНМА.

### 2. Значимість для науки й практики

Найбільш значимим **науковим результатом**, який вперше отримав автор і, який визначає відповідність дисертації вимогам до кандидатського рівня, є **ранжирування технічного стану кільця по параметру «частота акустичного сигналу» по 4-м рівням: 2...200 Гц – справний стан; 200...300 Гц – частково справний стан; 300...500 Гц – перед аварійний стан; більше 500 Гц – аварійний стан.**

Автором вперше теоретично встановлено та підтверджено практично що:

- надійний рівень технічного стану поршневого кільця зберігається в процесі саморегулювання розклинюючого тиску в тонкій плівці, що змінюється за експонентним законом залежно від товщини, що й виключає контакт між сполученими поверхнями при її значенні більш ніж 140 нм;
- частково надійний рівень технічного стану поршневого кільця характеризу-

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ	
<b>КАНЦЕЛЯРІЯ</b>	
Вхідний №	1080
Надійшло	31.08.15 200_р.

ється процесом саморегулювання розклинюючого тиску в плівці змащення, але в сполученні з'являються ділянки, на яких змащення відсутнє, поверхні зближуються на величину менш ніж 140 нм, що приводить до збільшення частоти акустичного сигналу;

- передаварійний рівень технічного стану поршневого кільця відповідає режиму змащення, при якому збільшується площа сполучення; на ній відсутнє змащення, і це викликає режим граничного тертя із частковим адгезійним схоплюванням, зближення поверхонь і подальше підвищення частоти акустичного сигналу;
- аварійний рівень технічного стану поршневого кільця відбувається при відсутності змащення на великій площі сполучення.

Автором також встановлено, що зародження масляних плівок з анізотропними властивостями і їх товщина залежать від матеріалу й на поверхні чавуну це 165 нм, а для сталей – 260...280 нм, при цьому товщина плівки для чавуну зменшується до 150...155 нм при максимальному розклинюючому тиску в 140 кПа.

Дисертація має істотне **значення для практики**: на підставі проведених досліджень розроблено спосіб і створене обладнання діагностики технічного стану поршневих кілець по величині частоти акустичного сигналу при проходженні продувних вікон; результати дисертаційної роботи впроваджені й використовуються в судноплавній компанії STAMCO на двигуні MAN B&W 7S 46MC-C потужністю 9170 квт, на т/х «Seine Highway» і на т/х «Thames Highway»; у навчальному процесі Одеської національної морської академії по дисципліні «Технічна експлуатація суднових енергетичних установок».

### **3. Обґрунтованість і вірогідність результатів**

Основні результати й висновки дисертації представляються достовірними, обґрунтованими й апробованими.

Автор базує свої дослідження на детальному кваліфікованому аналізі проблеми й робіт інших досліджень, виконаних у напрямку її розв'язання. Фундаментом і відправною крапкою методичної частини роботи є багаторічна наукова діяльність кафедри суднових енергетичних установок і кафедри технічної експлуатації флоту Одеської національної морської академії.

В основу способу діагностування технічного стану поршневих кілець покладений аналіз вивчаємого процесу, досвід попередників, виділення значимих факторів, пошук або самостійне одержання експериментальних даних і верифікація теоретичної моделі на їхній основі.

**Висновки**, наведені автором у дисертації, повністю відповідають її змісту й отриманим результатам.

### **4. Повнота викладу дисертації в публікаціях**

Перші публікації з результатами дисертації з'явилися в 2011 році й з того часу регулярно висвітлювалися в статтях і матеріалах науково-технічних конференцій. В авторефераті автор приводить список з 24 таких робіт, серед яких 11 – у виданнях, що входять у рекомендований МОН України перелік, а також 2 пуб-

лікації в матеріалах закордонних видань. Із зазначених статей 4 опубліковані без співавторів. Матеріали дисертації ввійшли в доповіді, зроблені автором на 13 наукових конференціях в Україні й за кордоном. Аналіз цих робіт дозволяє вважати, що всі основні результати дисертації опубліковані й відомі широкому колу вчених.

## 5. Оформлення дисертації й автореферату

Оформлення дисертації й автореферату відповідає встановленим вимогам.

Зміст автореферату досить повно відбиває зміст дисертації, її структуру й основні результати.

## 6. Зауваження

- 1) По суті вивчається поведінка не поршневого кільця, а спільна робота системи: **перемички впускних вікон втулки, шар мастила й кільце**, з яких кільце – найуразливіший елемент. На жаль, не розкритий вплив кожного із трьох перерахованих «учасників» процесу на частотні характеристики системи. Не розкриті конкретні умови виникнення руйнувань поршневих кілець з причин перегріву, механічних ушкоджень, тощо, наведених на рис. 1.4.
- 2) Автор на стор. 22-24 докладно описує причини виходу з ладу поршневих кілець, серед яких погіршення умов змащення – не єдина причина, але одна з багатьох. Можливо, існують прямі або непрямі зв'язки між тими або іншими причинами поломки кілець і шаром змащення (частотною характеристикою), на яких автор не акцентував своєї уваги.
- 3) У підрозділі 2.1 наведений вибір теми дослідження методом експертних оцінок. Однак по визначенню методу «**Експертне оцінювання** — процедура одержання оцінки проблеми на основі думки фахівців (експертів) із метою подальшого прийняття рішення». Автор не приводить думок фахівців, але приводить логічні ланцюжки міркувань, що більше підходять до визначення методу дедукції. У цьому випадку порушена процедура одержання експертного висновку.
- 4) Вимагає пояснень теза автора (стор. 38) «Актуальність теми дослідження традиційно виходить із гостроти суперечливості між фактами дійсності й фактами науки». Факти «дійсності» докладно описані, але «факти науки» і протиріччя між ними – ні.
- 5) Формулювання автора (стор.58), що технічний стан поршневих кілець визначається анізотропними властивостями тонкої масляної змащувальної плівки, на мій погляд, дуже невдале. Стан плівки залежить від стану кільця, перемички і фізичних властивостей масляної плівки. Умоглядно можна створити умови, при яких і нове кільце буде генерувати акустичний сигнал аварійної частоти. У формулюванні перевернутий причинно-наслідковий зв'язок.



- 6) Не розглянуті (або не наведені) сили, що породжені робочим процесом, станом кільця та ін., реакція на які розглянута як розклинюючий тиск анізотропного масляного шару. Надання в роботі такої інформації суттєво полегшило б сприйняття роботи в цілому.
- 7) Термін «колапс» зустрічається в роботі в трьох різних написаннях, стор.23, стор.39, стор. 47.
- 8) Підвищення тиску в процесі згоряння автором кваліфікується як «удар» (стор.46), однак навіть у високооборотних двигунах це процес, суттєво розтягнутий у часі.
- 9) Твердження автора (стор. 51), що «... для розв'язку завдання захисту від раптових відмов за рахунок поломки поршневих кілець і попередження аварій необхідно контролювати технічний стан поршневих кілець у районі НМТ» — занадто категоричне. Можливі й інші варіанти, пов'язані або не пов'язані із частотними характеристиками, і не обов'язково в зоні НМТ. Запропонований автором засіб контролю - зручний і такий, що легко може бути реалізований.
- 10) Написання фірм-виробників повинне бути на одній мові. У тексті назва фірм-виробників наведена як російською мовою так і мовою оригіналу. Написання «Sulzer Дизель Ltd», стор. 49 - неприпустимо.
- 11) На стор. 59 зроблено наголос на використанні диференційних рівнянь фізики, але в роботі застосовуються й інші закони механіки.
- 12) На рис. 1.8 наведений розподіл мастила по поверхні й швидкість відновлення його поблизу ВМТ. У відповідному місці біля напису та в тексті не описано, що все це позначає, особливо по швидкості відновлення. Осі не позначені.
- 13) Стор.77 – посилання на «системний підхід», який не розкритий. Тут же на рис.3.1 написано, що це 3-мірне уявлення, що не відповідає дійсності. Наведені перетини, повною мірою не описані, написи мало помітні й малозрозумілі.
- 14) На стор. 83 зроблений висновок про залежність частотного сигналу від швидкості, але як залежить частота від «малої» швидкості? Якщо причина у взаємодії шорсткості, то на швидкості нуль — сигналу не буде. Де границі по «малості» швидкості?
- 15) Рис. 4.9, 4.10- тиск у десятках Па, але у висновках (стор. 104) – 140 кПа.
- 16) Не скрізь є присутнім нумерація формул.

## 7. Загальні висновки


Наведені зауваження не впливають на загальну високу позитивну оцінку роботи – вони скоріше є свідченням складності питань, розглянутих автором.

Дисертаційна робота є завершеною науково-кваліфікаційною роботою, виконана на високому науковому рівні і є значною працею, яка містить нові науково обґрунтовані результати в області двигунів внутрішнього згоряння. Ці ре-

зультати є розв'язком важливого науково-практичного завдання діагностування стану поршневих кілець малооберткових суднових двигунів.

Дисертація відповідає спеціальності 05.05.03 – двигуни й енергоустановки, задовольняє вимогам нормативних документів, зокрема п. 9, п. 11 і п. 13 «Порядку присудження вчених ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 № 567, що пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор – **Слободянюк Дмитро Іванович** – заслуговує присвоєння вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.05.03 – двигуни й енергетичні установки.

Завідувач кафедри 401  
Національного аерокосмічного університету  
ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»,  
докт. техн. наук, доцент

 О.В. Білогуб

Підпис Білогуба Олександра Віталійовича **ЗАВІРЯЮ**  
Учений секретар ради університету  
професор

Т.П. Цепляєва

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 р.

