

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Вичавки Анатолія Анатолійовича «Підвищення зносостійкості і мастильної здатності циліндричних напрямних ковзання комбінованою обробкою» подану до захисту у спеціалізовану вчену раду Д 70.052.02 Хмельницького національного університету на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.04 – тертя та зношування в машинах

Актуальність обраної теми досліджень

Розвиток сучасного машинобудування та транспортної галузей вимагає постійного вдосконалення трибологічних характеристик деталей, що працюють в умовах тертя та зношування. Зокрема, циліндричні напрямні ковзання широко застосовуються у верстатобудуванні, гідравлічних системах, автомобільній та авіаційній техніці, де високі навантаження та інтенсивне тертя можуть значно зменшувати їх ресурс і надійність. Однією з перспективних технологій підвищення зносостійкості та зменшення тертя є плазмове напилення зносостійких покриттів у поєднанні зі створенням мастильних канавок на внутрішній поверхні напрямної. Такий підхід дозволяє збільшити зносостійкість за рахунок утворення високоміцного та хімічно стійкого шару покриття, зменшити коефіцієнт тертя завдяки оптимальному розподілу мастильного матеріалу у канавках, підвищити ефективність мастила та продовжити термін служби напрямних, а також знизити енергетичні, що особливо важливо в умовах сучасного автоматизованого виробництва. Незважаючи на перспективність такого підходу, залишається низка невіршених задач, пов'язаних із вибором оптимального складу покриття, режимів плазмового напилення та параметрів геометрії мастильних канавок, що потребує додаткових досліджень. Таким чином, тема дисертації є актуальною та має науковий і практичний інтерес для підвищення довговічності та ефективності роботи циліндричних напрямних ковзання у різних галузях промисловості.

Враховуючи наведене, тема дисертаційної роботи є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

В процесі проведення дисертаційного дослідження автор брав участь як виконавець держбюджетної НДР на замовлення МОН України, які виконувались в Хмельницькому національному університеті під керівництвом д.т.н., проф. Дихи О.В.: «Теоретико-експериментальні методи та комп'ютерні моделі забезпечення живучості циліндричних трибосистем ковзання при нормальному і швидкісному терті (№ДР 0116U001549), 2016; «Прогнозування зносостійкості і надійності підшипникових вузлів та оптимізація їх параметрів» (№ ДР0120U102070), 2020.



Наукова новизна результатів дисертаційної роботи.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше отримано алгебраїчні залежності для зносу маслоутримуючих профілів змінної глибини з оптимальними показниками несучої здатності відповідно до режиму навантаження напрямної ковзання.

2. Отримано розв'язок задачі визначення трибоконтактних параметрів для циліндричної напрямної ковзання з перекосом осей з урахуванням безперервності функцій переходу перетинів уздовж осі.

3. Удосконалена скінчено-елементна модель спряження «клапан-напрямна» дозволила визначити вплив швидкості ковзання, кута перекоосу та коефіцієнта тертя на контактні напруження і довговічність пари тертя.

4. Вперше за допомогою комп'ютерного експерименту визначено несучу здатність мастильних каналів спірального профілю у напрямній клапана за критерієм максимальних контактних напружень.

5. Розвинено механізм підвищення маслоємності та зносостійкості плазмового порошкового покриття шляхом додавання феросиліцію, що сприяє утворенню мікрорезервуарів масла.

Короткий аналіз основного змісту дисертації.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 237 сторінок.

У вступі наведені відомості про актуальність дослідження, наукову новизну, практичну значущість роботи, особистий внесок здобувача і структуру дисертації.

У першому розділі проведений аналіз сучасного стану досліджень в галузі забезпечення зносостійкості деталей циліндричних напрямних, визначені задачі дослідження.

У другому розділі представлена загальна методика дослідження зносостійкості і надійності вузлів тертя машин, описані матеріали і методи експериментальних і теоретичних досліджень.

У третьому розділі виконано розрахунок зносоконтактних параметрів та моделювання зносу напрямних ковзання з канавками круглого і трикутного профілю, розглянуто рішення задачі для визначення параметрів контакту в циліндричній напрямній з перекосом.

У четвертому розділі на основі скінчено-елементної моделі «клапан-напрямна» проаналізовано вплив трибологічних факторів на контактні напруження. Запропоновано інструмент і технологію формування маслоутримувального профілю у напрямній клапана для підвищення її маслоємності. За допомогою Solid-моделі проаналізовано вплив зміни геометрії з мастильними канавками отвору напрямної на показники максимальних і середніх напружень в контакті «напрямна-клапан».

У п'ятому розділі на основі планування факторного експерименту встановлені оптимальні технологічні параметри за критерієм мікротвердості для

плазмового напилення. Проведено мікроструктурний аналіз, який підтвердив адгезійний механізм зношування кристалічної фази покриття, який полягає в тому, що продукти зносу накопичуються на поверхні порошкових забруднюючі поверхню та прискорюючи знос. Показано, що додавання феросиліцію до основного порошку під час плазмового напилення зменшує інтенсивність зношування завдяки покращенню маслоємності поверхні тертя.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірності.

Наукові положення, висновки і рекомендації, які сформульовані в дисертаційній роботі Вичавки А.А., достатньо обґрунтовані:

- комплексною оцінкою результатів теоретичних і експериментальних досліджень;
- застосуванням сучасних інструментальних методів досліджень;
- використанням фізичного та математичного моделювання та розрахунків на ЕОМ з використанням пакетів прикладних програм;
- використанням наукових положень сучасної теорії і практики тертя та зношування.

Практичні результати дисертації.

Практична цінність одержаних результатів полягає в розробці та рекомендаціях щодо впровадження технологічних рішень, спрямованих на відновлення та підвищення довговічності деталей клапанного механізму двигунів внутрішнього згоряння, а також напрямних ковзання технологічних і транспортних машин.

Зокрема, для автотранспортних і ремонтних підприємств запропоновано ефективну технологію роздавання втулок клапанів із формуванням маслоутримувальних спіральних канавок за допомогою спеціального профільного інструменту-дорну, що забезпечує оптимальний розподіл мастила та зниження зношування. Крім того, розроблено технологію відновлення та зміцнення штоків клапанів шляхом застосування прогресивних режимів плазмового напилення, що підвищує їхню зносостійкість і експлуатаційний ресурс.

Одержані результати також мають практичне значення для підприємств машинобудівної та транспортної галузей, оскільки запропоновані в дисертації методи відновлення та підвищення мастильної здатності напрямних ковзання підтверджені патентами на корисні моделі та можуть бути впроваджені у виробничі процеси з метою зменшення витрат на ремонт і технічне обслуговування обладнання. Застосування цих технологій сприятиме підвищенню надійності та ефективності роботи машин і механізмів у різних галузях промисловості.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені на підприємствах Хмельницького регіону і в освітньому процесі Хмельницького національного університету.

Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових положень та наукових результатів в опублікованих працях.

Аналіз звіту подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги дозволяє дійти висновку, що дисертація Вичавки А.А. є самостійною науковою працею здобувача та не містить випадків фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату чи неправомірних запозичень. Використані в роботі ідеї, результати та тексти інших авторів належним чином оформлені з відповідними посиланнями на джерела.

Наукові результати дисертації опубліковані у 12 статтях у наукових виданнях, які на момент публікації входили до переліку наукових фахових видань України, 1 стаття у періодичному закордонному виданні, а також підтверджені 3 патентами України на корисну модель. Крім того, результати дослідження були представлені на наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати, викладені у дисертації, повністю відображені у публікаціях здобувача.

Мова та стиль дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота написана діловою українською мовою з науковим стилем викладення її змісту. Вона характеризується цілісною, змістовною завершеністю, логічною послідовністю розглянутих питань, чіткістю, ясністю та достовірністю викладення матеріалів дослідження.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації.

1. Потребує додаткового пояснення лінійних характер, отриманих залежностей зносу від шляху тертя для напрямних ковзання з маслоутримувальними канавками різної геометричної форми, адже реальний процес зношування в реальних умовах залежить від великої кількості факторів і є переважно нелінійним.

2. У розділі про комп'ютерне моделювання варто надати більше даних щодо верифікації та валідації використаних моделей, а також порівняння отриманих результатів із експериментальними дослідженнями.

3. Слід детальніше дослідити вплив температурних режимів на зносостійкість нанесених покриттів, оскільки в умовах реальної експлуатації вони можуть зазнати значних температурних навантажень.

4. Потребує уточнення вибір схеми лабораторних випробувань на знос зміцнених циліндричних зразків «циліндр-колодка» в обертальному режимі, оскільки в напрямній ковзання циліндричний шток здійснює зворотно-поступальний рух.

5. Відсутня інформація про довготривале випробування покриттів у реальних експлуатаційних умовах. Було б корисно доповнити дослідження результатами

тривалих експериментів у виробничих умовах.

6. Недостатньо детально висвітлено питання економічної ефективності застосування запропонованих методів комбінованої обробки. Доцільно доповнити дослідження розрахунками економічного ефекту від впровадження цієї технології.

Вказані зауваження не зменшують в цілому позитивну оцінку роботи і мають рекомендаційний характер щодо встановлених недоліків.

Загальна оцінка дисертаційної роботи

Напрямок проведеного дослідження відповідає паспорту спеціальності 05.02.04 – тертя та зношування в машинах. Викладене вище дозволяє стверджувати, що робота Вичавки Анатолія Анатолійовича «Підвищення зносостійкості і мастильної здатності циліндричних напрямних ковзання комбінованою обробкою» за представленими теоретичними і практичними результатами є актуальною, відповідає вимогам, що висуваються до кандидатських дисертацій згідно з пунктів 9,11,12,13,14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 з подальшими змінами і доповненнями та пунктів 7,8,9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, а її автор Вичавка Анатолій Анатолійович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.04 – тертя та зношування в машинах.

Офіційний опонент:

доцент кафедри тракторів та
сільськогосподарських машин,
експлуатації і технічного сервісу
Миколаївського національного
аграрного університету,
кандидат технічних наук, доцент

Дмитро МАРЧЕНКО

Підпис кандидата технічних наук

Дмитра МАРЧЕНКА засвідчую:

Вчений секретар вченої ради

Миколаївського національного

аграрного університету,

докторка економічних наук, професорка



Наталія ПОТРИВАЄВА