

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Волошиної Людмили Володимирівни на тему «Підвищення зносостійкості
масляних шестеренних насосів тракторних дизельних двигунів» поданої на
здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.02.01 – матеріалознавство

1. Актуальність роботи

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі стосовно підвищення зносостійкості масляних шестеренних насосів тракторних дизельних двигунів. Для підвищення зносостійкості використовували запропоновані покриття. Підвищення зносостійкості масляних шестеренних насосів тракторних дизельних двигунів є актуальною проблемою наукових досліджень з матеріалознавства. У зв'язку з цим дисертаційна робота зорієнтована на розробку технології формування покриттів на деталях масляного шестеренного насосу двигунів внутрішнього згорання, що забезпечує підвищення зносостійкості та працездатності. Дослідження, які виконані в дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство.

Дисертаційна робота виконана відповідно до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р), а також згідно Закону України № 2519-IV від 09.10.2010 р. «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» за пріоритетним напрямком розвитку науки і техніки «Новітні та ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості та агропромисловому комплексі». Окремі дослідження за темою дисертаційної роботи виконані відповідно до тематики науково-дослідних робіт за темами: «Розробка технології комплексної механічної обробки для деталей транспортного призначення» (ДР№0115U006512); «Розробка нового складу ріжучого інструменту для обробки твердих матеріалів» (ДР№0115U006511).

2. Ступінь обґрунтування наукових положень, висновків і практичних рекомендацій

Отримані автором положення, результати досліджень і висновки за дисертацією в цілому є достовірними та в повній мірі обґрунтовані, що обумовлено їх коректною постановкою та рішенням поставлених завдань. Також це підтверджено використаними статистичними методами та коректним застосуванням методик і методів дослідження. Експериментальні дослідження виконувались на лабораторному і промисловому обладнанні. Аналітичні розробки виконували на комп'ютерних моделях, побудованих в

сучасних системах автоматизованих розрахунків. Результати експериментів, виконаних в умовах діючого підприємства, підтвердили висновки і рекомендації, що були встановлені на підставі аналізу результатів розроблених математичних моделей та лабораторних досліджень. Достовірність та обґрунтованість отриманих в роботі експериментальних даних і сформульованих на цій підставі наукових положень та висновків забезпечені використанням апробованих сучасних методів дослідження. Зокрема металографічного аналізу, оптичної мікроскопії, рентгеноспектрального флуоресцентного аналізу, рентгеноструктурного фазового аналізу, триботехнічних випробувань з застосуванням сертифікованого дослідницького обладнання та чітким трактуванням отриманих результатів, які відповідають загальноприйнятим науковим положенням.

Результати теоретичних досліджень дисертаційної роботи підтвержені експериментальними даними, а висновки та рекомендації одержали схвалення на міжнародних наукових конференціях.

3. Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

До найбільш важливих наукових положень, отриманих автором дисертації слід віднести наступні:

- розроблено інноваційний технологічний процес формування покриттів з використанням водного розчину алюмохромфосфатного з'єднання, що дозволяє підвищити зносостійкість пар тертя;

- визначено залежність між величиною зносу і технологічними параметрами нанесення покриттів на чавунних та сталевих деталях: температурою, часом витримки і концентрацією розчину;

- визначено залежність впливу технологічних параметрів на товщину покриття;

- розроблено комплексну технологію одночасного формування багатошарового покриття, що базується на послідовному формуванні перехідного шару покриття з різним ступенем легованості на сталевих та чавунних деталях масляного шестеренного насосу двигунів внутрішнього згоряння.

Удосконалено технологічний процес формування покриттів багатофункціонального призначення в одному технологічному циклі на деталях масляного шестеренного насосу двигунів внутрішнього згоряння, що забезпечує підвищення їх зносостійкості та працездатності.

4. Практичне значення результатів дисертаційної роботи

Отримані в дисертаційній роботі результати відзначаються значною практичною цінністю. При особистій участі автора на основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблена технологія нанесення покриттів, яка складається з окислення у водному розчині алюмохромфосфатного

з'єднання деталей масляного шестеренного насосу двигунів внутрішнього згоряння, що забезпечує підвищення зносостійкості та працездатності: визначено раціональні параметри розробленої технології, зокрема температуру нагріву деталей, концентрацію насичуючого середовища та час витримки у цьому середовищі; проведено експлуатаційні випробування, які довели, що використання нової технології нанесення покриттів на деталі масляних шестеренних насосів забезпечує їх працездатність протягом усього міжремонтного періоду двигуна; встановлено, що зносостійкість деталей з покриттям перевищує майже в 2,5 - 3 рази зносостійкість деталей виготовлених за базовою технологією.

Результати теоретичних і практичних досліджень впроваджені у навчальний процес Українського державного університету залізничного транспорту при вивченні таких дисциплін, як «Матеріалознавство», «Технологія конструкційних матеріалів», «Нові матеріали та технології виготовлення і відновлення деталей», «Ресурсозберігаючі технології».

Відповідно до виконаних розрахунків у дисертаційній роботі можна стверджувати про визначену економічну доцільність від впровадження розробленої нової технології формування покриттів на деталях транспортного призначення, які працюють в умовах тертя-зношування.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджено відповідними актами впровадження, що наведені у додатках до роботи.

5. Загальна характеристика роботи

Представлена дисертаційна робота викладена на 195 сторінках та складається зі вступу, п'яти розділів з висновками, загальних висновків, списку використаних джерел із 217 найменувань, 7 сторінок додатків. До складу основного тексту дисертації входять 91 рисунок та 13 таблиць.

Обсяг основного тексту, структура дисертації, порядок викладення та оформлення матеріалу у дисертації та авторефераті відповідають дійсним вимогам МОН України.

Зміст автореферату відповідає основним результатам, положенням й підсумковим висновкам, що наведені в дисертаційній роботі. Обсяг та стиль викладення матеріалу, поданого в авторефераті, повністю відображають зміст дисертації. Дисертація має чітку загальну структуру, логічно побудована і являє собою комплексну роботу, яка містить достатньо широкий огляд методів, методик та способів формування покриттів: переваги покриттів, дослідження та аналіз впливу параметрів технологічного процесу на триботехнічні властивості сформованих покриттів; теоретичні і експериментальні дослідження формування та структури поверхневих шарів отриманих окислегунням із водного розчину алюмохромфосфатного з'єднання; лабораторні дослідження триботехнічних показників пари тертя та результати промислової апробації і впровадження.

Структура та обсяг дисертації відповідає вимогам «Порядку

присудження наукових ступенів».

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та завдання дослідження, визначені об'єкт та предмет дослідження, наведено основні результати, отримані автором, визначено їх новизну і практичну значимість. Показано зв'язок роботи з науковими темами і особистий внесок здобувачки. Наведено дані про публікації та апробацію результатів роботи.

Перший розділ «*Стан питання і задачі дослідження*» присвячено аналізу умов роботи масляного шестеренного насосу двигунів внутрішнього згорання, надана характеристика матеріалів, з яких виготовляються їх деталі. На основі аналізу науково-технічної літератури вибрано та обґрунтовано напрямки досліджень з підвищення працездатності та зносостійкості насосів. Виявлено, що роботи з підвищення працездатності масляних шестеренних насосів велися в трьох напрямках: удосконалення конструкції; покращення складу мастильних матеріалів; застосування технологій нанесення покриттів. Зроблено висновок, що найперспективнішим напрямком підвищення зносостійкості деталей масляних шестеренних насосів є формування захисних покриттів.

Розглянуто основні переваги та недоліки технологій формування зносостійких покриттів на деталях транспортного призначення. На основі проведеного аналітичного огляду вітчизняних і зарубіжних авторів вибрано найбільш раціональний та науково обґрунтований метод нанесення покриттів, який дозволяє підвищити триботехнічні характеристики пар тертя та збільшити ресурс масляного шестеренного насосу. Зроблено висновок, що враховуючи простоту та екологічну безпечність паротермічного оксидування на його основі доцільно розробити новий технологічний процес обробки робочих поверхонь, підібравши оптимальний склад елементів насичуючого середовища, який дозволив би подовжити строк експлуатації масляних шестеренних насосів за рахунок створення поверхневого шару з заданими властивостями. Необхідно розробити такий спосіб обробки поверхонь, який дозволив би знизити коефіцієнт тертя, зменшити знос, поліпшити припрацювання спряжених деталей, був технологічним, екологічно чистим та одночасно забезпечував економію енергетичних і матеріальних ресурсів.

У **другому розділі** «*Вибір матеріалів, обладнання та методик дослідження*» на основі сформульованих мети і завдань досліджень розроблено комплексні дослідження стосовно розробки нового технологічного процесу підвищення експлуатаційних властивостей деталей масляного шестеренного насосу, які представлені діаграмою Ісікави. Виконано аналіз властивостей матеріалів, які використовуються для виготовлення деталей масляних шестеренних насосів.

Розроблено спосіб нанесення покриття. Наведено обладнання, яке застосовувалося для експериментів, а також методи і методики досліджень. Використання сучасних методів і обладнання для дослідження дало змогу отримати достовірні дані щодо експлуатаційних властивостей дифузійних шарів, отриманих окисленням із водного розчину алюмохромфосфатного з'єднання.

У **третьому розділі** «*Теоретичні основи удосконалення методу нанесення покриття*» представлені результати аналізу літературних джерел, на основі якого обрано хімічні елементи, які найбільш позитивно впливають на підвищення експлуатаційних властивостей пар тертя, та обґрунтовано утворення покриття з заданими властивостями.

Встановлено, що оптимальним складом для насичуючого середовища є наявність в ньому таких елементів як алюміній, хром і фосфор. Цього можна досягнути за рахунок того, що перераховані вище елементи входять до складу однієї речовини. Запропоновано в складі насичуючого середовища застосовувати алюмохромфосфатне зв'язуюче (АХФЗ), до складу якого входять зазначені елементи.

Встановлено, що основними параметрами технологічного процесу нанесення покриттів окислегуванням із водного розчину солей є температура обробки деталей, концентрація солі у водному розчині та час витримки в насичуючому середовищі. Представлені результати оптимізації параметрів технологічного процесу, що дозволило визначити діапазон значень параметрів технологічного процесу, за рахунок зміни яких можливо досягти найкращих експлуатаційних та триботехнічних властивостей, а саме утворення оптимальної товщини покриття, мінімальних значень зносу, оптимального часу приробки та витримки максимального навантаження до утворення задирів.

Представлені результати металографічних досліджень утворених покриттів: рентгеноспектральний аналіз зразків, визначення фазового складу, мікроструктури та товщини утвореного покриття.

У **четвертому розділі** «*Дослідження властивостей покриття в лабораторних умовах*» представлено результати досліджень властивостей покриття, утвореного окислегуванням із водного розчину алюмохромфосфатного з'єднання, в лабораторних умовах. Умови проведення дослідження на знос обиралися наближені до умов роботи масляних шестеренних насосів. В результаті лабораторних досліджень зроблено висновки, що найкращі результати визначення триботехнічних властивостей дають пари тертя в яких обидва зразки оброблені за запропонованою технологією окислегування.

За результатами лабораторних досліджень уточнені оптимальні параметри технологічного процесу формування покриттів із водного розчину алюмохромфосфатного з'єднання за впливом на триботехнічні властивості пар тертя. Зроблено висновок, що оптимальними експлуатаційними параметрами технології нанесення покриттів із водного розчину алюмохромфосфатного з'єднання є: температура обробки в насичуючому середовищі $t = 590 - 610^{\circ}\text{C}$; час витримки в насичуючому середовищі $\tau = 35 - 45$ хв.; концентрація алюмохромфосфатного з'єднання у водному розчині $C = 8 - 12\%$.

П'ятий розділ «*Експериментальні дослідження масляних шестеренних насосів. Техніко-економічне обґрунтування нової технології нанесення покриттів*» присвячено висвітленню результатів стендових

випробувань масляних шестеренних насосів після нанесення покриття. Встановлено, що показник подачі шестеренного насосу обробленого за новою технологією знижується більш повільно і є більшим у 1,16 разів ніж насоса з базовою технологією. Залежність об'ємного К.К.Д. від часу випробування показує, що коефіцієнт подачі шестеренних насосів оброблених за запропонованою технологією окислення в алюмохромфосфатному з'єднанні більший у 1,33 рази ніж у насосів, виготовлених за базовою технологією. Проведено техніко-економічне обґрунтування застосування запропонованого технологічного процесу формування покриттів з заданими властивостями на деталях масляного шестеренного насосу двигунів внутрішнього згорання. Встановлено, що впровадження нової технології дозволить отримати економічний ефект наростаючим підсумком понад 300 тис. грн.

У **загальних висновках** підсумовано всі вагомні результати, що отримані у дисертаційній роботі.

У **додатках** до дисертації представлено патент на винахід, акти впровадження у Виробничому підрозділі «Вагонне депо Харків-Сортувальний» регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця» (м. Харків); у структурному підрозділі «Служба приміських пасажирських перевезень» регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця» (м. Харків); у навчальний процес кафедри «Інженерія вагонів та якість продукції» Українського державного університету залізничного транспорту.

6. Повнота викладу наукових та практичних положень дисертації в опублікованих працях

Матеріали дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані в фахових виданнях. Проведено апробацію та обговорення матеріалів дисертації на міжнародних науково-технічних конференціях та семінарах.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 22 наукових працях, в тому числі: 6 статей у фахових наукових виданнях України; 1 стаття у виданні, що включено до міжнародної наукометричної бази Scopus; 11 праць апробаційного характеру; 3 додаткових; розробка захищена 1 патентом України на винахід.

Основні положення дисертації доповідалися на кафедрі „Якість, стандартизація, сертифікація та технології виготовлення матеріалів” в рамках науково-технічної конференції Українського державного університету залізничного транспорту з 2001 по 2020 р.р. В повному обсязі дисертаційна робота обговорювалась та була схвалена на розширеному засіданні кафедри якості, стандартизації, сертифікації та технологій виготовлення матеріалів Українського державного університету залізничного транспорту.

Публікації достатньо повно відображають зміст роботи. Кількість і склад публікацій відповідає вимогам Державної атестаційної комісії МОН України, що пред'являються до дисертаційних робіт. В цілому вимоги відповідно повноти публікацій та апробації результатів дисертації

Волошиної Л. В. виконано у повному обсязі.

7. Основні зауваження по дисертаційній роботі

Слід відмітити наступні зауваження щодо змісту та оформлення розглянутої дисертаційної роботи:

- в постановочній частині дисертаційної роботи слідувало б в концентрованому вигляді навести допущення і обмеження. На окремому аркуші слідувало б навести всі позначення, що зустрічаються в тексті роботи. Відсутність такої сторінки з позначеннями ускладнює усвідомлення матеріалу роботи;
- було б доцільним в роботі дослідити механізм зносу та умови його прояву стосовно масляних шестеренних насосів тракторних дизельних двигунів;
- в розділі 4, який присвячено дослідженню властивостей покриття слідувало б розглянути вплив структурно-фазового стану на зносостійкість покриття;
- по тексту дисертації зустрічаються граматичні помилки;
- було б доцільним дослідити як змінюється структурно-фазовий стан запропонованого покриття і базових зразків в умовах зносу.

8. Висновок про відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника»

Не зважаючи на вище зазначені зауваження, загальна оцінка дисертаційної роботи є позитивною.

На підставі вище наведеного можна стверджувати, що дисертаційна робота Л.В. Волошиної «Підвищення зносостійкості масляних шестеренних насосів тракторних дизельних двигунів» є закінченою науковою працею, в якій вирішена важлива науково-технічна задача, щодо підвищення зносостійкості деталей масляних шестеренних насосів тракторних дизельних двигунів шляхом розробки способу нанесення покриттів з заданими експлуатаційними властивостями. Рішення цього науково-прикладного завдання має суттєве значення для практичного застосування отриманих результатів дисертаційного дослідження. Дисертація має наукову новизну і вагому практичну цінність.

Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані у наукових фахових виданнях і міжнародному виданні, що індексується наукометричною базою даних Scopus, та апробовані на вітчизняних та міжнародних науково-технічних конференціях.

Зміст дисертації відповідає формулі та напрямам досліджень паспорту спеціальності 05.02.01 — «Матеріалознавство».

Автореферат повною мірою відображає зміст дисертації.

На підставі вище наведеного вважаю, що рецензована дисертаційна

робота загалом відповідає вимогам пп. 9, 10 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567 (з відповідними змінами й доповненнями), а авторка роботи, Волошина Людмила Володимирівна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 - «Матеріалознавство».

Офіційний опонент:
Професор кафедри зварювання
Національний технічний
університет «Харківський
політехнічний інститут»
доктор технічних наук, професор
Лауреат Державної премії України



Віталій ДМИТРИК

