

ВІДГУК

**офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента, доцента
кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства в Хмельницькому
національному університеті Бабака Олега Петровича
на дисертаційну роботу Шамрая Віталія Борисовича на тему «Поліпшення
триботехнічних властивостей деталей сільськогосподарських машин
шляхом формування композиційних покриттів», представлену на здобуття
ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – Механічна інженерія
за спеціальністю 131 – Прикладна механіка**

В дисертаційній роботі отримані нові, науково обґрунтовані результати, робота є завершеним науковим дослідженням, що в комплексі вирішують завдання підвищення триботехнічних властивостей деталей сільськогосподарських машин шляхом формування композиційних покриттів методом електроіскрового легування.

Робота направлена на вирішення проблеми забезпечення міцності, твердості, зносостійкості та триботехнічних властивостей деталей і робочих органів сільськогосподарських машин застосуванням композиційних покриттів на основі вибору їх складу та способу формування. В якості матеріалу для нанесення зносостійких покриттів використовуються композиційні матеріали з керамічною або металевою матрицею, яка сумісно з армуючим наповнювачем рівномірно розподіляє напруження, забезпечує несучу здатність композиту і захищає наповнювач від механічних ушкоджень і окислення, що є актуальним напрямком для забезпечення зносостійкості. Дисертація викладена українською мовою на 173 сторінках та складається з анотації, основного тексту, списку використаних джерел із 224 найменувань та 4 додатків.

АНАЛІЗ ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У *вступі* дисертаційної роботи проаналізовано основні напрямки підвищення триботехнічних властивостей деталей сільськогосподарських машин. У вступі також обґрунтовано актуальність роботи, поставлені мета та завдання досліджень, визначені наукова новизна і практична значимість отриманих результатів, наведені дані щодо апробації і впровадження.

У *першому розділі* проведений аналіз літературних даних за темою дисертаційної роботи та визначені основні напрямки досліджень. На основі аналізу літературних даних визначено домінуючі види зношування деталей та робочих органів сільськогосподарських машин. Проаналізовано питання щодо застосування зміцнюючих захисних покриттів і розглянуто переваги та недоліки технологічних процесів їх нанесення. Відмічено переваги методу електроіскрового легування (ЕІЛ) для зміни у заданому напрямі фізико-механічних, триботехнічних і експлуатаційних властивостей робочих поверхонь деталей. Визначена мета роботи та напрямки теоретичних і експериментальних досліджень.

У *другому розділі* представлена загальна схема і методи досліджень, обґрунтовано вибір матеріалів та обладнання для формування композиційних покриттів з метою підвищення триботехнічних властивостей деталей сільськогосподарських машин. Розглянуто комплекс методів досліджень, який

включає в себе: метод електроіскрового легування; методи визначення фізико-механічних характеристик поверхонь деталей з композиційними покриттями; методи металографічних і рентгеноструктурних досліджень; чисельні дослідження напружено-деформованого стану поверхонь з покриттями; дослідження триботехнічних характеристик поверхонь з композиційними покриттями.

У *третьому розділі* запропоновано оцінку напружено-деформованого стану (НДС) шляхом побудови кінцево-елементної моделі поверхні деталі з композиційним ЕІЛ-покриттям з розподілом еквівалентних напружень по Мізесу. Обґрунтовано, що несуча здатність деталі з покриттям має функціональний зв'язок із його товщиною. Визначено шляхом дослідження НДС, що товщина надтвердих покриттів, сформованих методом ЕІЛ, повинна знаходитись в межах 200 ... 300 мкм, що дозволяє знизити їх крихкість. Встановлено, що дотичні напруження в покритті ВК8 товщиною 50...100 мкм та > 400 мкм на 15-20 МПа перевищують дотичні напруження в покритті товщиною 200...300 мкм.

У *четвертому розділі* наведено триботехнічні характеристики покриттів для різних матеріалів при різних швидкостях ковзання та питомих навантаженнях. Обґрунтовано, що для нормальної роботи ЕІЛ-покриттів їх товщина не повинна перевищувати 500 мкм (КХН25 та Х20Н80) та 300 мкм (ВК8). Експериментально доведено, що покриття з композиційних матеріалів КХН25 і ніхрому мають високу протизадирну стійкість за рахунок збільшення опору пластичному деформуванню. Це дозволяє наносити їх товщиною до 0,5...0,6 мм без зниження експлуатаційних характеристик.

ОБґРУНТОВАНІСТЬ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ, ЇХ ДОСТОВІРНІСТЬ ТА НОВИЗНА

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в підвищенні зносостійкості та антифрикційних властивостей несучих електроіскрових композиційних покриттів шляхом зменшення інтенсивності механо-деструкційних процесів в поверхневих шарах металу при терті за рахунок формування покриттів з високою мікротвердістю; в визначенні оптимального співвідношення товщини та суцільності покриттів методами чисельного моделювання, що дає можливість мінімізувати їх когезійне розтріскування та адгезійне відшарування.

Достовірність одержаних результатів підтверджується насамперед тим, що здобувач використовує експериментальну платформу на основі комп'ютерної техніки із застосуванням сучасних пакетів прикладних програм реєстрації, обробки та збереження експериментальних даних.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що проведено дослідно-експериментальні та експлуатаційні випробування ножів із електроіскровими покриттями, які довели, що за рахунок підвищення зносостійкості ножів збільшилась ефективність подрібнення зернових культур; результати впроваджені у навчальний процес Державного університету «Київський авіаційний інститут».

АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами дисертаційного дослідження було опубліковано 9 наукових праць, у тому числі: 5 статей у наукових фахових виданнях, затверджених МОН України за спеціальністю дисертації, 4 – у матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій.

Відповідно до «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук», затвердженого Постановою КМУ № 261 наукові результати дисертації висвітлені у 4 наукових публікаціях.

Основні положення дисертації були представлені та схвалені на 4-х міжнародних науково-практичних конференціях, де результати дослідження були опубліковані у вигляді тез доповідей. На основі цього можна зробити висновок, що основні результати дисертаційного дослідження були своєчасно оприлюднені перед його захистом. Зміст наукових публікацій точно відображає сутність проведеного дослідження, а їх якість, кількість і обсяг відповідають вимогам, що ставляться до дисертаційних робіт. Тематична спрямованість всіх публікацій в повній мірі відповідає профілю спеціальності 131 Прикладна механіка.

ВІДПОВІДНІСТЬ ДИСЕРТАЦІЇ ВСТАНОВЛЕНИМ ВИМОГАМ

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог, встановлених МОН України щодо оформлення дисертації. Робота написана у науковому стилі, викладена логічно та послідовно. У роботі повно та вичерпно висвітлено основні наукові досягнення, пропозиції та висновки автора.

ДИСКУСІЙНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ЗАУВАЖЕННЯ

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Шамрая В.Б., що виконана на достатньо високому науковому рівні, слід зазначити деякі зауваження, дискусійні питання та побажання:

1. В розділі 1 необхідно було більшу увагу приділити триботехнічним властивостям розглянутих композиційних матеріалів для робочих органів сільськогосподарських машин. Здобувач зосередив увагу переважно на складі та методах формування покриттів на основі композиційних матеріалів.

2. Поясніть на яких механізмах ґрунтується твердження: «для традиційних суцільних покриттів, як і для компактних матеріалів, має місце локальне перенапруження контактуючих тіл за рахунок нормального і дотичного навантаження» (розділ 3, стор. 88).

3. Чи забезпечується реалізація правила позитивного градієнту зміни механічних властивостей по глибині при нанесенні покриття сплаву ВК8 (рис. 4.7, 4.8)?

4. В роботі не проаналізовано чому при контактному навантаженні більше 11 МПа для композиційного покриття з карбіду вольфраму ВК8 проявляється зниження протизношувальних та антифрикційних властивостей (рис. 4.11). Прошу пояснити.

Наведені зауваження по роботі не зменшують значущості отриманих наукових та практичних результатів дослідження, тому не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Шамрая Віталія Борисовича на тему: «Поліпшення триботехнічних властивостей деталей сільськогосподарських машин шляхом формування композиційних покриттів» є самостійною та завершеною науково-дослідною працею, що містить нові науково обґрунтовані результати, які в комплексі вирішують конкретне науково-практичне завдання в галузі механічної інженерії. За змістом та якістю теоретичних і методичних розробок робота відповідає вимогам п. 6 – 9 «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, які висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Здобувач Шамрай Віталій Борисович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Офіційний опонент:

доцент кафедри трибології, автомобілів
та матеріалознавства в Хмельницькому
національному університеті,
кандидат технічних наук, доцент



Олег БАБАК

Підпис оф. опонента
к.т.н., доцента О.П. Бабака
засвідчую:

Вчений секретар
Хмельницького національного університету



Ольга ГОНЧАР

М.П. « 06 » липня 2025 року

