

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Дитинюка Володимира Олександровича на тему «Розрахунково-експериментальні моделі зносостійкості та надійності та дискретно-орієнтований метод зміцнення підшипникових трибосистем», представлену на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 131 Прикладна механіка

### **Актуальність теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт університету.**

Враховуючи, що переважна більшість відмов машин та їх складових відбувається з причин недостатньої зносостійкості, проблема зміцнення поверхневих шарів деталей є на сучасному етапі розвитку науки і техніки актуальною. Найбільшого поширення набувають комбіновані методи модифікації поверхневих шарів в інженерії поверхні, що базуються на поєднанні різних фізико-хімічних і механічних процесів та ефектів. Достатньо новими вважаються підходи до створення на поверхні ділянок з різним рівнем зміцнення, тобто чередування зміцнених і незміцнених зон. Це значно розширює технологічні і конструктивні можливості для розробки принципово нових способів підвищення зносостійкості і отримання підвищених показників довговічності трибоспрямижень. Такий метод отримав назву дискретного або текстурованого зміцнення.

Однак широкому впровадженню даного методу у практику машинобудування заважають відсутність системних досліджень процесу формування зносостійких дискретних структур для конструкційних матеріалів, недостатня вивченість закономірностей їх зношування при різних видах тертя та зношування, напружено-деформованого стану, фізико-механічних властивостей шарів, відсутність даних вибору оптимальної текстури за критеріями максимальної зносостійкості. Крім того, існуючі на цей час підходи до застосування даної технології використовують лише окремі її потенційні можливості.

Дисертаційна робота Дитинюка В.О. корелює із загальним науковим напрямком кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства ХНУ спрямованим на розробку прогресивних технологій відновлення та підвищення зносостійкості технологічних і транспортних машин та розрахунково-експериментальне дослідження їх ефективності. Здобувач в процесі роботи над дисертацією приймав участь у виконанні прикладної держбюджетної НДР

«Прогнозування зносостійкості і надійності підшипникових вузлів та оптимізація їх параметрів» (№ ДР 0120U102070, науковий керівник НДР проф. д.т.н. Диха О.В.).

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Вперше:

- експериментально доведений ефект електроконтактної цементації з одночасним поверхневим гартуванням внаслідок комбінованого впливу роликowego електрода на сталевий вал через прошарок вуглецю в процесі накатування дискретно розташованих ділянок зміцнення.

- побудована двох стадійна імітаційна комп'ютерна модель для оцінки впливу дискретного зміцнення на формування напруженого стану поверхні, що включає етапи дискретного профілювання та формування контактної взаємодії із спряженою робочою поверхнею.

Удосконалені:

- метод розв'язку зносоконтактної задачі для підшипника ковзання на основі наближених перетворень тригонометричних функцій, що дозволило отримати розрахунковий алгоритм прогнозування зносу спряження;

- теорія методу трибологічних випробувань для ідентифікації параметрів зносостійкості підшипникової трибосистеми ковзання на основі безрозмірних форм моделей зношування.

Обґрунтованість представлених у дисертаційній роботі наукових положень, висновків і рекомендацій полягає перш за все у комплексному підході до вирішення поставлених наукових задач, який включає використання результатів експериментальних випробувань, як найбільш достовірних, при виборі технології зміцнення та оптимізації їх параметрів. В роботі широко використаний математичний апарат трибоконтатної механіки, сучасні методи комп'ютерного моделювання, багатофакторне планування експериментів.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Дитинюка В.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти за спеціальністю 131 Прикладна механіка за науковим напрямом досліджень відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладна механіка», що запроваджена в Хмельницькому національному університеті. В представленій роботі наведені результати досліджень повністю відповідають поставленій меті та задачам. Висновки до кожного розділу чіткі та лаконічні. Обрані дисертантом методи дослідження відповідають поставленим

завданням. Отримані в дисертаційній роботі результати проаналізовані з урахуванням поставлених дослідницьких завдань. Висновки відзначаються логічним виокремленням основних досягнень дослідження. Розглянувши звіт унікальності тексту дисертаційної роботи Дитинюка В.О., можна зробити висновок, що його дисертаційна робота є результатом самостійних досліджень і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації та текстових запозичень без посилань на відповідні літературні джерела.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Практична значущість роботи спрямована на підвищення достовірності кількісної оцінки технічного стану деталей техніки за критерієм надійності в умовах зносних відмов. Аналіз та ідентифікація технічного стану деталей технологічних і транспортних машин потребує кількісної оцінки надійності. В основу розроблених здобувачем методик покладені моделі зношування, які отримують в результаті реалізації розрахунково-експериментального алгоритму випробувань і розрахунків на знос. Отримані показники можуть бути використані для кількісної оцінки показників трибологічної надійності: фактичного ресурсу, залишкового ресурсу, ймовірності неперевищення допустимого зносу з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на перебіг процесів втрати працездатності.

Запропонований комбінований метод дискретного зміцнення рекомендований для широкого застосування на ремонтних та інших машинобудівних підприємствах.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені на ряді підприємств Хмельницького регіону і на них оформлені відповідні акти впровадження.

Результати дисертаційного дослідження широко використовуються при викладанні спеціальних дисциплін у Хмельницькому національному університеті на кафедрі трибології, автомобілів та матеріалознавства: «Вузли тертя машин», «Інженерія поверхні», «Ремонт та відновлення машин» та інших.

### **Структура дисертації, мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, огляду літератури, матеріалів та методів досліджень, результатів експериментальних та теоретичних досліджень з їх обговоренням, висновків, списку літератури і додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає 188 сторінок.

Структура дисертації повністю узгоджується з її назвою, предметом та об'єктом дослідження, метою і завданнями дослідження.

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».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертаційного дослідження висвітлені у 18 наукових працях, серед яких два патенти на корисну модель, 2 наукові праці входять до іноземних періодичних видань з індексацією в міжнародній наукометричній базі Scopus, 8 наукових статей у фахових журналах України категорії Б, 6 робіт апробаційного характеру (в тому числі, у виданні Scopus). Основні результати роботи охоплюють усі положення, що виносяться на захист. Науковий рівень здобувача достатньо високий, особистий внесок має місце у кожній роботі. Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

1. Для підтвердження доцільності прийнятої геометрії поверхні суцільного зміцнення за умов рівності площ зміцнених і незміцнених зон необхідно було провести дослідження для інших співвідношень площ зміцнення.

2. При визначенні оптимальних технологічних параметрів режиму дискретного зміцнення методом планування експерименту як функція відгуку була прийнята мікротвердість, на нашу думку, в якості такої функції більш об'єктивно було прийняти функцію для зносостійкості.

3. Методика визначення показників триботехнічної надійності підшипників ковзання наведена для одного виду моделі зношування. Чи зміниться процедура розрахунку, наприклад, коефіцієнтів варіації для інших нелінійних моделей, запропонованих автором.

4. Незрозуміло чому для визначення контактної тиску в підшипниках розподільчого валу в Розділі 5 використана програма Solid Works, тоді як в попередніх розділах роботи для подібних задач комп'ютерного моделювання контактних параметрів був запропонований більш потужний програмний комплекс Ansys.

5. В четвертому розділі нумерацію формул бажано було робити в межах

підрозділів для кращого сприйняття наведених розрахункових викладок.

Висловлені зауваження не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів дисертаційної роботи і не впливають на її позитивну оцінку, а можуть слугувати лише предметом наукової дискусії.

### **Загальний висновок.**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії Дитинюка Володимира Олександровича «Розрахунково-експериментальні моделі зносостійкості та надійності та дискретно-орієнтований метод зміцнення підшипникових трибосистем» виконана на високому науковому рівні, не містить порушень академічної доброчесності, є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукові задачі, що має істотне значення в галузі механічної інженерії. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені пп. 6, 7, 8 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. Здобувач Дитинюк В.О. заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 131 Прикладна механіка.

Рецензент:

к.т.н., доцент, доцент кафедри галузевого  
машинобудування Хмельницького  
національного університету

Андрій МАРТИНЮК

Підпис Андрія МАРТИНЮКА засвідчую.

Проректор з наукової роботи  
Хмельницького національного університету



Олег СИНЮК