

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U100768

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 04-10-2023

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дитинюк Володимир Олександрович

2. Volodymyr O. Dytyniuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6377-524X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 131

Назва наукової спеціальності: Прикладна механіка

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна механіка

Дата захисту: 21-11-2023

Спеціальність за освітою: 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології

Місце роботи здобувача: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 70.052.028

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.01.77

Тема дисертації:

1. Розрахунково-експериментальні моделі зносостійкості та надійності та дискретно-орієнтований метод зміцнення підшипникових трибосистем
2. Calculation and experimental models of wear resistance and reliability and a discrete-oriented method of strengthening bearing tribosystems

Реферат:

1. У результаті виконання дисертаційної роботи було розв'язано актуальну науково-прикладну задачу створення моделей прогнозування зносостійкості і надійності підшипникових трибосистем та оптимізації технологічних параметрів дискретно-орієнтованого методу зміцнення. Зв'язок роботи з науковими програмами: «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» (№ДР 0120U102070), 2020. Об'єктом дослідження є процеси зношування деталей підшипникових трибосистем та їх зміцнення. Предметом дослідження є розрахунково-експериментальні моделі зносостійкості та надійності підшипникових трибосистем та технологічні параметри дискретно-орієнтованого методу зміцнення їх деталей. Метою дисертаційної роботи є створення розрахунково-експериментальних моделей

прогнозування зносостійкості і надійності підшипникових трибосистем та обґрунтування технологічних параметрів дискретно-орієнтованого методу зміцнення їх деталей на основі електромеханічного зміцнення та електроконтактної цементації. Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному: 1. Вперше експериментально доведений ефект локальної електроконтактної цементації з одночасним поверхневим гартуванням внаслідок комбінованого впливу роликового електрода на сталевий вал через прошарок вуглецю в процесі накатування дискретно розташованих ділянок зміцнення. 2. Для оцінки впливу дискретного зміцнення на формування напруженого стану поверхневого шару побудована нова двохстадійна імітаційна комп'ютерна модель, яка включає етап зміцнення (профілювання) з подальшим формуванням контактної взаємодії із спряженою поверхнею-пресом, яка наближена до реальних умов роботи трибоспрямижень. 3. Отримав подальший розвиток метод розв'язку прямої зносоконтактної задачі для підшипника ковзання на основі наближених перетворень тригонометричних функцій, що дозволило отримати розв'язки для зносу в замкненому вигляді. 4. Удосконалена теорія методу трибологічних випробувань для ідентифікації параметрів зносостійкості підшипникової трибосистеми ковзання, яка відрізняється застосуванням нових безрозмірних форм моделей зношування для схеми контакту «конус-трикульки». Практичне значення одержаних результатів полягає у рекомендації до застосування на машинобудівних підприємствах та проектних установах методик прогнозування зносостійкості і надійності підшипникових трибосистем, які дозволять аналізувати вплив різних факторів на зносостійкість, знаходити слабкі місця в конструкції і розробляти шляхи її вдосконалення. У вступі наведена загальна характеристика роботи, обґрунтовано актуальність теми досліджень, розкритий зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульована мета, об'єкт та предмет дослідження, вказана наукова новизна та практичне значення одержаних результатів. У першому розділі проаналізовано сучасний етап розвитку технологічних засобів підвищення довговічності машин. На основі аналізу досліджень способів зміцнення встановлено суттєві переваги поверхонь, що піддалися не суцільному зміцненню, а дискретному. У другому розділі розглянута методологія розрахунково-експериментальної оцінки зносостійкості і триботехнічної надійності вузлів тертя машин. Визначені основні теоретичні і експериментальні методи дослідження дискретно модифікованих поверхонь деталей підшипникових трибосистем. У третьому розділі запропонований комбінований дискретно-орієнтований метод зміцнення трибосистем. Проведений кінетичний комп'ютерний експеримент для імітації натурного навантаження при моделювання контактної взаємодії ролика і вала при дискретному зміцненні. Проаналізовано структури і досліджено показники мікротвердості дискретно-зміцнених шарів. Для оцінки впливу дискретного зміцнення на формування напруженого стану поверхневого шару розроблений і реалізована двохстадійна імітаційна комп'ютерна модель. У четвертому розділі наведені розв'язки прямих і обернених зносоконтактних задач для розрахунку зносу при відомих параметрах зносостійкості, визначені залежності для ідентифікації цих параметрів. У п'ятому розділі побудована скінчено-елементна модель досліджуваного підшипникового вузла розподільного валу. Визначені діючі напруження у спряжених елементах корпусу і валу. Розроблено та реалізовано методику стендових випробувань підшипників газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання. У додатках подано наукові публікації, в яких відображено основні наукові результати роботи, відомості про апробацію результати дисертації, патенти, акти про впровадження результатів роботи. Ключові слова: трибосистема, підшипник, дискретне зміцнення, покриття, мікротвердість, знос, електромеханічна обробка, моделювання, вуглець, зносоконтактна задача, поверхневий шар, надійність, випробування, вал

2. As a result of the dissertation work, the actual scientific and applied problem of creating models for predicting the wear resistance and reliability of bearing tribosystems and optimizing the technological parameters of the discrete-oriented strengthening method was solved. Connection of work with scientific programs, plans, topics: "Theoretical-experimental methods and computer models of ensuring the survivability of cylindrical sliding tribosystems under normal and high-speed friction (No. DR 0116U001549), 2016; "Prediction of wear resistance and reliability of bearing assemblies and optimization of their parameters" (No. DR 0120U102070), 2020. The object of research there are processes of wear of parts of bearing tribosystems and their strengthening. The subject of

research there are computational and experimental models of wear resistance and reliability of bearing tribosystems and technological parameters of a discrete-oriented method of strengthening their parts. The purpose of the dissertation is the creation of computational and experimental models for predicting the wear resistance and reliability of bearing tribosystems and substantiating the technological parameters of the discrete-oriented method of strengthening their parts based on electromechanical strengthening. The scientific novelty of the obtained results is as follows: 1. For the first time, the effect of local electrical contact cementation with simultaneous surface hardening due to the combined effect of a roller electrode on a steel shaft through a carbon layer during the rolling of discretely located strengthening areas was experimentally proven. 2. To assess the effect of discrete strengthening on the formation of the stress state of the surface layer, a new two-stage simulation computer model was built, which includes the strengthening (profiling) stage with the subsequent formation of contact interaction with the coupled surface-press, which is close to the real conditions of operation of tribocouplers. 3. The method of solving the direct wear-contact problem for a sliding bearing on the basis of approximate transformations of trigonometric functions was further developed, which made it possible to obtain solutions for wear in a closed form. 4. An improved theory of the tribological test method for identifying wear resistance parameters of the sliding bearing tribosystem, which is characterized by the use of new dimensionless forms of wear models for the "cone-three ball" contact scheme. The practical significance of the obtained results lies in the recommendation for the application at machine-building enterprises and design institutions of the methods of predicting the wear resistance and reliability of bearing tribosystems. The results of the dissertation research were implemented at the Khmelnytskyi communal enterprise "Electrotrans", in the department of automotive technical expertise of the Khmelnytskyi Scientific and Research Expert and Forensic Center, as well as in the educational process of the Khmelnytskyi National University. The first section analyzes the current stage of development of technological means of increasing the durability of machines. On the basis of the analysis of studies of strengthening methods, significant advantages of surfaces subjected to not continuous strengthening, but discrete strengthening, were established. In the second section, the methodology of calculation-experimental assessment of wear resistance and tribotechnical reliability of friction units of machines is considered. In the third section, a combined discrete-oriented method of strengthening cylindrical surfaces of tribosystems is proposed. A kinetic computer experiment was carried out to simulate the natural load when modeling the contact interaction of the roller and the shaft during discrete strengthening. Structures were analyzed and indicators of microhardness of discrete-reinforced layers were studied in order to prove their effectiveness. In the fourth section, the solutions of direct and inverse wear-contact problems for the calculation of wear with known parameters of wear resistance are given, the dependencies for the identification of these parameters are determined. A calculated assessment of the wear and reliability of the bearing supports of the camshaft was carried. In the fifth chapter, a finite-element model of the investigated camshaft bearing assembly is constructed. The method of bench tests of the bearings of the gas distribution mechanism of the internal combustion engine was developed and implemented. Key words: tribosystem, bearing, hardening, coating, microhardness, wear, modeling, carbon, contact problem, surface layer, reliability, test, shaft

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Dykha A. V., Marchenko D. D., Dytynyuk V. A. Determination of the parameters of the wear law based on the results of laboratory tests. *J. Frict. Wear* . 2020. 41. pp. 153–159. (Scopus). DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068366620020038>
- 2. Dykha A., Sorokatyi R., Dytyniuk V. Simulation of wearing processes with high sliding speed. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2020. pp.119–128. (Scopus). https://doi.org/10.1007/978-3-030-50491-5_12
- 3. Диха О. В., Дитинюк В. О. Наближений розв'язок зносоконтактної задачі для підшипника ковзання з прямою парою тертя. *Проблеми трибології*. 2018. № 89(3). С. 70–76.
- 4. Диха О. В., Дитинюк В. О., Диха М. О. Триботехнічна надійність підшипникових опор колінчастого валу автомобіля. *Проблеми трибології*. 2018. № 87(1). С. 85–91. DOI: <https://tribology.khnu.km.ua/index.php/ProbTrib/article/view/657>
- 5. Dykha O., Dytynyuk V., Posonsky S., Zelenska L. Modern studies of tribological bearing systems: a review. *Problems of Tribology*. 2019. № 24(2/92). С. 67–74. DOI: <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2019-92-2-67-74>
- 6. Dykha O., Babak O., & Dytynyuk, V. Direct wear-contact task for radial sliding bearing. *Problems of Tribology*. 2019. 24(1/91), 59–66. DOI: <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2019-91-1-59-66>
- 7. Dykha A., Dytyniuk V., Dykha M. Investigation of slippage and wear in rolling bearings of machines. *Problems of Tribology*. 2020. № 25(4/98). pp. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2020-98-4-50-58>
- 8. Рудик О., Дитинюк В., Стебелецька Н. Моделювання умов роботи і зносостійкості валу зчеплення двигуна транспортного засобу. *Проблеми трибології*. 2018. № 90(4). С. 70–79. DOI: <https://tribology.khnu.km.ua/index.php/ProbTrib/article/view/693>
- 9. Диха О. В., Вельбой В. П., Диха М. О., Дитинюк В. О. Спосіб електроконтактного дискретного зміцнення циліндричної внутрішньої поверхні. Пат. 137035 Україна. МПК В23Н 9/00 (2006.01). заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. у 2019 03175; заявл. 01.04.2019; опубл. 25.09.2019. Бюл № 18. – 4 с. <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=261972>

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Диха О. В., Вельбой В. П., Диха М. О., Дитинюк В. О. Спосіб електроконтактного дискретного зміцнення циліндричної внутрішньої поверхні. Пат. 137035 Україна. МПК В23Н 9/00 (2006.01). заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. у 2019 03175; заявл. 01.04.2019; опубл. 25.09.2019. Бюл № 18. – 4 с.
 Диха О.В., Вельбой В.П., Дитинюк В.О. Спосіб дискретного азотування гладкої внутрішньої поверхні. Пат. 137231 Україна, МПК В23Н 9/00 (2006). /; заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. у201903465.заявл. 05.04.2019; опубл. 10.10.2019, бюл. № 19. – 4 с.

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0116U001549 0120U102070

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Диха Олександр Володимирович

2. Oleksandr V. Dykha

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3020-9625

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шепеленко Ігор Віталійович

2. Ihor V. Shepelenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1251-1687

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Центральноукраїнський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070950

Місцезнаходження: просп. Університетський, буд. 8, Кропивницький, Кропивницький р-н., 25006, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шенфельд Валерій Йосипович

2. Valery I. Shenfeld

Кваліфікація: к. т. н., 05.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5548-6971

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Вінницький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02079693

Місцезнаходження: ,

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Каплун Павло Віталійович

2. Pavlo V. Kaplun

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1675-5104

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мартинюк Андрій Віталійович

2. Andriy V. Martynyuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8277-1308

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Харжевський В'ячеслав Олександрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Харжевський В'ячеслав Олександрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Харжевський В.О.

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна