

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0425U000055

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 27-02-2025

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Вичавка Анатолій Анатолійович
2. Anatolii A. Vychavka

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0009-0009-1467-9337

**Вид дисертації:** кандидат наук

**Шифр наукової спеціальності:** 05.02.04

**Назва наукової спеціальності:** Тертя та зношування в машинах

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 21-03-2025

**Спеціальність за освітою:** Технологія і устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій

**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:**

**Сектор науки:** Університетський

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д70.052.02

**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:**

**Сектор науки:** Університетський

### **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:**

**Сектор науки:** Університетський

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 55.03.11

**Тема дисертації:**

1. Підвищення зносостійкості і мастильної здатності циліндричних напрямних ковзання комбінованою обробкою
2. Increasing the wear resistance and lubricity of cylindrical sliding guides by combined processing

**Реферат:**

1. У результаті виконання дисертаційної роботи було розв'язано актуальну науково-прикладну задачу підвищення зносостійкості і мастильної здатності циліндричних напрямних ковзання шляхом створення ефективного маслоутримувального профілю і зміцнення робочих поверхонь плазмовим напиленням. Метою роботи було створення аналітичних та комп'ютерних моделей зносостійкості і мастильної здатності пар тертя циліндричних напрямних ковзання та вибір і обґрунтування технологічних способів підвищення їх довговічності. Для напрямних ковзання запропонований профіль маслоутримувальних канавок із змінною глибиною від максимальної в центрі несучої поверхні до нуля на границі поверхні тертя. Наведений розрахунок зносоконттактних параметрів та моделювання зносу напрямних ковзання з

маслоутримувальними канавками змінної глибини круглого і трикутного профілю. На основі прийнятих припущень у загальному вигляді представлено рішення для визначення кута контакту у циліндричній напрямній ковзанні з перекосом осей циліндрів у вигляді трансцендентного рівняння. На основі побудованої скінчено-елементної моделі спряження «клапан-напрямна» проведений аналіз впливу визначальних трибологічних факторів: швидкості ковзання в контакті, температури, кута перекосу, коефіцієнт тертя на контактні напруження як для кожної деталі пари тертя, так і в процесі контактної взаємодії. Запропонований спеціальний інструмент і технологія отримання маслоутримувального профілю на внутрішній поверхні напрямної клапана. Результати випробувань на знос напрямних втулок із спіральними маслоутримувальними канавками підтвердили їх ефективність за критерієм зносостійкості. За допомогою Solid-моделі проаналізований вплив зміни геометрії з мастильними канавками отвору напрямної на показники максимальних і середніх напружень в контакті «напрямна-клапан». Визначено скільки циклів здатна витримати контактна поверхня напрямної у кожному з режимів. Показана ефективність використання покриттів з самофлюсуючих порошоків на основі нікелю для підвищення зносостійкості важко навантажених деталей. Мікроструктурний аналіз дозволив визначити структуру та фазовий склад напиленого порошку та запропонувати шляхи підвищення його твердості та зносостійкості.

2. As a result of the dissertation work, the current scientific and applied problem of increasing the wear resistance and lubricity of cylindrical sliding guides was solved by creating an effective oil-retaining profile and strengthening the working surfaces by plasma spraying. The purpose of the work was to create analytical and computer models of the wear resistance and lubricity of friction pairs of cylindrical sliding guides and to select and justify technological methods for increasing their durability. Analysis of modern research has shown that technological methods of surface engineering are becoming an alternative to constructive changes made to increase the efficiency of cylindrical sliding guides of technological and transport machines, including for valve mechanism parts. For sliding guides, a profile of oil-retaining grooves with a variable depth from maximum in the center of the bearing surface to zero at the boundary of the friction surface is proposed. It has been established that such a profile has optimal oil-retaining capacity and minimal leakage of lubricant. The calculation of wear-contact parameters and modeling of wear of sliding guides with oil-retaining grooves of variable depth of a round and triangular profile are presented. It is established that the solution of the problems of skew in the sliding support is based on the assumption that each section in terms of stiffness characteristics is in a state of plane deformation, and the continuity of the transition functions from section to section is ensured by the geometric continuity of the shaft and sleeve along the axis of the cylinders. Based on the assumptions made, the solution is presented in general form for determining the contact angle in the form of a transcendental equation. Based on the constructed finite element model of the "valve-guide" coupling, an analysis of the influence of the determining tribological factors: sliding speed in contact, temperature, skew angle, friction coefficient on contact stresses both for each part of the friction pair and in the process of contact interaction is carried out. A special tool and technology for obtaining an oil-retaining profile on the inner surface of the valve guide is proposed, which increases the oil capacity of the surface, and therefore, improves the lubrication conditions in the friction pair "valve-guide". The results of wear tests of guide bushings with spiral oil-retaining grooves confirmed their effectiveness according to the wear resistance criterion. The wear value of bushings with grooves for the entire time range of tests is on average 20 % less than the wear value of bushings without grooves. Using the Solid model, the influence of changing the geometry with lubricating grooves of the guide hole on the indicators of maximum and average stresses in the "guide-valve" contact was analyzed. It was determined how many cycles the contact surface of the guide can withstand in each of the modes. It was obtained that due to the reduction in the value of maximum stresses by 16.7 %, the actual resource of the guide with grooves increased by more than 6 times. The effectiveness of using self-fluxing nickel-based powder coatings to increase the wear resistance of heavily loaded parts is shown. For plasma spraying, based on the planning of a factorial experiment, optimal technological parameters were established according to the microhardness criterion: current strength 244 A, spraying distance 100 mm and powder consumption 0.48 g/s. Microstructural analysis allowed us to determine the structure and phase composition of

the sprayed powder and suggest ways to increase its hardness and wear resistance. The positive effect of introducing 5 % ferrosilicon into the main powder during plasma spraying has been proven, which contributes to the formation of pores in the surface layer as lubricating reservoirs to increase the oil capacity of the surface and reduce friction and wear. The practical significance of the results obtained lies in the recommendation for use at motor transport and repair enterprises of the methods proposed in the work for the restoration and increase of the durability of the valve mechanism parts of internal combustion engines.

### **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., Zaspа Y., Vychavka A. Tribo-acoustic analysis of the processes of dynamic friction. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2017. Vol. 19, No 2. P. 11–14.
- 2. Диха О. В., Бабак О. П., Посонський С. Ф., Вичавка А. А. Модифікація поверхневої будови трибосполучень комбінованою електрофізичною обробкою. Наукові нотатки. 2011. № 31. С. 124–128.
- 3. Диха О., Вичавка А. Розрахунок зносу напрямної ковзання з маслоутримуючими канавками трикутного профілю. Проблеми трибології. 2016. 3, 92–97.
- 4. Диха О., Вельбой В., Вичавка А. Вплив тертя на трибоконтактні параметри напрямних ковзання технологічного обладнання. Проблеми трибології. 2016. № 4, С. 17–24.
- 5. Диха О. В., Вичавка А. А., Вельбой В. П. Моделі зношування напрямних ковзання з маслоутримувальними профілями змінної глибини. Проблеми трибології (Problems of Tribology). 2017. № 1 С. 68–78.
- 6. Диха О., Вичавка А., Дитинюк В. Визначення зносу і технологія обробки мастильних канавок круглого профілю. Проблеми трибології. 2017. № 84(2). С. 86–92.
- 7. Диха О. В., Посонський С. Ф., Маковкін О. М., Вичавка А. А. Розрахункова оцінка зносостійкості матеріалів напрямних ковзання. Наукові нотатки. 2017. № 58. С. 119–124.
- 8. Makovkin O.M., Vychavka A.A., Valchuk I.K. Uninterrupted control of coating thickness during the wear process of vehicle units. Problems of Tribology. 2023. 28(4/110), 52–57
- 9. Dykha O., Dytyniuk V., Hrypynska N., Vychavka A. Optimization of technological parameters at discrete strengthening of steel cylindrical surfaces. Problems of Tribology. 2024. 29(1/111), 45–52.
- 10. Vychavka A., Dykha O., Hetman M. Analysis of tribological aspects during operation and repair of internal combustion engine valve mechanism parts. Problems of Tribology. 2024. 29(2/112), 37–49.
- 11. Holenko K., Vychavka A., Dykha M., Dytyniuk V. Finite-element analysis of contact characteristics and friction modes of the "valve-guide" of the internal combustion engine. Problems of Tribology. 2024. 29(3/113). 43–55.
- 12. Вичавка А., Диха О. Визначення контактного тиску в циліндричній напрямній ковзання з перекосом осей. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences. 2024. 341(5), 490–496.
- 13. Диха О.В., Посонський С. Ф., Диха М. О., Вичавка А. А. Прогресивні технології зміцнювальної обробки зносостійких технологічних поверхонь. Інноваційні матеріали в машинобудуванні: матеріали Міжн. наук.-практ. конф., Запоріжжя, ЗНТУ, 2011. С. 119–121

- 14. Диха О. В., Вичавка А. А. Контактні характеристики маслоутримувального профілю для плоских напрямних ковзання. Підвищення надійності машин та обладнання: збірник тез VI Всеукр. наук.-практ. конф., Кіровоград, КНТУ, 2012. С. 68–70
- 15. Диха О. В., Вичавка А. А. Формування зносостійких маслоутримувальних профілів на плоских поверхнях деталей машин. Університетська наука: збірник тез Міжн. наук.-техн. конф., Маріуполь, ДВНЗ «ПДТУ», 2012. С. 291
- 16. Диха О. В., Бабак О. П., Вичавка А. А. Дослідження режиму тертя у напрямних ковзання поступального руху. Енерго- та ресурсозбереження і трибологія: тези Міжн. наук. конф., Миколаїв, ЧДУ ім. П. Могили, 2012. С. 36
- 17. Вичавка А. А., Бабак О. П., Посонський С. Ф. Підвищення мастильної здатності деталей за допомогою обкатування поверхні роликками. Підвищення надійності машин і обладнання: тези VIII Всеукр. наук.-практ. конф., Кіровоград, КНТУ, 2014. С. 96–98
- 18. Диха О. В. Вичавка А. А. Дослідження характеристик тертя напрямних ковзання машин. Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь: тези III Всеукр. наук.-практ. конф., Житомир, ЖНАУ, 2017. С. 191–194
- 19. Бабак О. П., Посонський С. Ф., Вичавка А. А. Дослідження зносостійкості конструкційних матеріалів деталей автомобільної промисловості. Підвищення надійності машин і обладнання: матеріали Міжн. наук.-практ. конф., Кропивницький, ЦНТУ, 2020. 116–119 с.
- 20. Вичавка А. А., Диха О. В., Ковтун О. С. Відновлення та підвищення зносостійкості клапанів ДВЗ плазмовим напиленням. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем: матеріали VI Міжн. наук.-практ. конф., Кропивницький, ЦНТУ, 2024. С. 14–16 (отримана і проаналізована структура плазмового покриття).
- 21. Диха О., Вичавка А., Диха М., Дитинюк В. Ремонт клапанів ГРМ автомобільного двигуна напиленням зносостійкого покриття. Прикладна механіка: праці I Міжн. наук.-техн. конф., Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя. 2024. С. 92–94
- 22. Пат. 116536 Україна, МПК В23Р6/02 (2006.01), В05D 5/00. Спосіб відновлення напрямних ковзання полімерним антифрикційним матеріалом / О. В. Диха, В. П. Вельбой, А. А. Вичавка ; заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. – у 201612345 ; заявл. 05.12.2016 ; опубл. 25.05.2017. Бюл № 10. 3 с.
- 23. Пат. 118570 Україна, МПК В24В 39/04 (2006.01). Спосіб формування маслоутримувального макропрофілю / О. В. Диха, В. П. Вельбой, А. А. Вичавка; заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. – у 201702553 ; заявл. 20.03.2017 ; опубл. 10.08.2017. Бюл № 15. 3 с.
- 24. Пат. 123693 Україна, МПК В23Р 8/02 (2006.01). Напрямна ковзання / О. В. Диха, В. П. Вельбой, О. П. Бабак, А.А. Вичавка ; заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. – у 2017 07578 ; заявл. 17.07.2017 ; опубл. 12.03.2018. Бюл № 5. 3 с.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** технології

**Соціально-економічна спрямованість:** зменшення зносу обладнання

**Охоронні документи на ОПВ:**

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

1. Пат. 116536 Україна, МПК В23Р6/02 (2006.01), В05D 5/00. Спосіб відновлення напрямних ковзання полімерним антифрикційним матеріалом / О. В. Диха, В. П. Вельбой, А. А. Вичавка ; заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. – у 201612345 ; заявл. 05.12.2016 ; опубл. 25.05.2017. Бюл № 10. 3 с. ( 2. Пат. 118570 Україна, МПК В24В 39/04 (2006.01). Спосіб формування маслоутримувального макропрофілю / О. В. Диха, В. П. Вельбой, А. А. Вичавка; заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. – у 201702553 ; заявл. 20.03.2017 ; опубл. 10.08.2017. Бюл № 15. 3 с. 3. Пат. 123693 Україна, МПК В23Р 8/02 (2006.01). Напрямна ковзання / О. В. Диха, В. П. Вельбой, О. П. Бабак, А.А. Вичавка ; заявник і

**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. Олександр В. Диха

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

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**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:**

**Сектор науки:** Університетський

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Аулін Віктор Васильович
2. Viktor V. Aulin

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

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**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:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Марченко Дмитро Дмитрович
2. Dmytro D. Marchenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0808-2923

**Додаткова інформація:**

Повне найменування юридичної особи: Миколаївський національний аграрний університет

Код за ЄДРПОУ: 00497213

Місцезнаходження: вул. Г. Гонгадзе, буд. 9, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

**Рецензенти**

**VIII. Заключні відомості**

Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради

Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні

Відповідальний за підготовку  
облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності



*[Handwritten signatures in blue ink]*

Синюк Олег Миколайович

Синюк Олег Миколайович

Смутко Світлана Валеріївна

УкрІНТЕІ



Юрченко Тетяна Анатоліївна