Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003492

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 13-07-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ № 1542 СТ від 17.09.2026

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Трубін Дмитро Вікторович
2. Dmytro V. Trubin

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0000-7953-6139

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: G9

Назва наукової спеціальності: Прикладна механіка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна механіка

Дата захисту: 28-08-2026

Спеціальність за освітою: Галузеве машинобудування

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, 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): PhD 16012

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, 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: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.19.03.21, 55.20.15.13

Тема дисертації:

1. Оптимізація технологічних процесів фрезерного та лазерного оброблення для регулювання шорсткості, адсорбційних і трибологічних характеристик поверхні металів

2. Optimization of milling and laser machining processes for controlling the roughness, adsorptive, and tribological characteristics of metal surfaces

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі, пов'язаної зі зниженням шорсткості та підвищенням адсорбційної і трибологічної якості поверхонь елементів турбокомпресорів із міх-турбінами, що виготовляються з нержавіючої сталі та титану і працюють в умовах використання водневого палива. Об'єкт дослідження – процеси фрезерного та лазерного оброблення виробів із нержавіючої сталі та титану, що впливають на формування їхньої шорсткості, адсорбційних і трибологічних властивостей. Предмет дослідження – технологічні закономірності та чинники, що впливають на формування шорсткості, адсорбційних і трибологічних властивостей поверхонь виробів із нержавіючої сталі та титану при фрезерному та лазерному обробленні. Метою дисертаційної роботи є технологічне

забезпечення зменшення шорсткості, підвищення гідрофобності і трибологічної стійкості поверхні нержавіючої сталі і титану шляхом їх послідовної модифікації фрезерним та лазерним короткоімпульсним обробленнями. За результатами дослідження отримано такі наукові результати, що забезпечили подальший розвиток технологічного забезпечення зниження шорсткості та підвищення адсорбційної і трибологічної якості поверхні виробів із нержавіючої сталі 12Х18Н10Е та титану ВТ6 фрезерним і лазерним обробленнями, а саме: 1) вперше запропоновано і реалізовано двостадійний технологічний процес модифікації поверхонь з комбінованим використанням фрезерного та лазерного оброблення, що дозволило досягти зниження шорсткості та підвищення трибологічних і адсорбційних властивостей поверхонь нержавіючої сталі 12Х18Н10Т та титану ВТ6; 2) розгалужена модель формування шорсткості поверхні при торцевому фрезеруванні металів з урахуванням радіусу ріжучої крайки, наявності коливань та тертя та виконана багатокритеріальна оптимізація параметрів фрезерування для отримання мінімальної шорсткості поверхні нержавіючої сталі перед лазерним обробленням, що дозволяє підвищити точність технологічного прогнозування параметрів фрезерування. Показано, що для точного знаходження оптимальних параметрів фрезерування на першому етапі моделювання слід використовувати алгоритми і програми глобального пошуку, а на другому етапі алгоритми і програми локального пошуку; 3) розгалужена модель взаємодії наносекундного лазерного випромінювання з поверхнею металів та на її основі виконано комп'ютерне моделювання формування одиночних кратерів, розподілу температури та мікроструктур при скануванні лазерного променю. Форма отриманих експериментальних мікроструктур та результатів оптимізації параметрів обробки й комп'ютерної візуалізації добре збігаються. Оптимізація параметрів лазерного опромінення дозволяє точково керувати формуванням мікроструктур на поверхнях, що забезпечує підвищену адсорбційну здатність і зниження коефіцієнта тертя поверхонь, які працюють в умовах мастила; 4) встановлено, що при комбінованому обробленні фрезеруванням та фемтосекундним лазерним опроміненням на поверхні титану зберігається спадковість шорсткості при низькій інтенсивності лазерного опромінення, яка зникає зі збільшенням інтенсивності опромінення. Комбіноване оброблення сприяє отриманню супегідрофільних поверхонь з мінімальними значеннями кута змочуваності до 15°; 5) встановлено, що двоетапне оброблення (наносекундне, а потім фемтосекундне лазерне опромінення) поверхні нержавіючої сталі призводить до утворення супергідрофобних поверхонь з мікроструктурами низькочастотного типу і кутом змочуваності 154°, при цьому для таких структур технологічна спадковість від наносекундного опромінення не спостерігається. Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблені у роботі технологічні рішення, режими та закономірності формування нано- і мікроструктур є науково-практичною основою для подальшого вдосконалення процесів фінішного оброблення, керування експлуатаційними властивостями та трибологічною якістю поверхонь деталей машинобудування: – отримано технологічні параметри наносекундного та фемтосекундного лазерного оброблення нержавіючої сталі 12Х18Н10Т та титану ВТ6 для отримання на їх поверхні, як періодичних, так і вірогідних 3D структур; – отримано конкретні значення розподілу параметрів шорсткості після наносекундної і фемтосекундної модифікації поверхні на основі дослідження комплексу її параметрів; – отримано показники збільшення твердості поверхні, які відбуваються одночасно з формуванням шорсткості. Комплекс досліджень шорсткості та твердості використано при вирішенні проблем тертя; – практично отримано контактні кути гідрофобності поверхні сталі після наносекундного лазерного оброблення в межах до 120 градусів, а після фемтосекундного лазерного оброблення в межах до 160 градусів; – практично отримано умови стабільного існування мікроструктур в умовах контактного тертя при різних контактних навантаженнях; – результати роботи впроваджено у роботі ТОВ «Технополіс машинобудування» (м. Харків) та в навчальний процес кафедри технології машинобудування та металорізальних верстатів НТУ «ХПІ».

2. The thesis is dedicated to solving an urgent scientific and technical problem associated with reducing surface roughness and enhancing the adsorptive and tribological quality of surfaces for turbocharger components with mixed-inflow turbines, which are manufactured from stainless steel and titanium and operate under hydrogen fuel conditions. The object of the study is the milling and laser machining processes for stainless steel and titanium products that influence the formation of their roughness, adsorptive, and tribological properties. The subject of

the study is the technological regularities and factors affecting the formation of roughness, adsorptive, and tribological properties of stainless steel and titanium product surfaces during milling and laser machining. The aim of the thesis is the technological ensuring of roughness reduction, as well as the enhancement of hydrophobicity and tribological stability of stainless steel and titanium surfaces through their sequential modification by milling and short-pulse laser machining. The following scientific results were obtained from the study, further advancing the technological approach to reducing surface roughness and enhancing the adsorptive and tribological properties of 12X18H10T stainless steel and VT6 titanium through milling and laser machining, namely: 1) for the first time, a two-stage technological process of surface modification with the combined use of milling and laser machining has been proposed and implemented, which allowed for achieving roughness reduction and enhancing the tribological and adsorptive properties of 12X18H10T stainless steel and VT6 titanium surfaces; 2) an extended model of nanosecond laser–metal surface interaction was developed to simulate crater formation, temperature distribution, and microstructure evolution during laser scanning. The simulated and experimental microstructures showed close agreement. Optimized laser irradiation parameters enable precise control of surface microstructures, enhancing adsorptive capacity and reducing friction under lubricated conditions; 3) an extended model of nanosecond laser–metal surface interaction was developed and used to simulate single-crater formation, temperature distribution, and microstructure evolution during laser scanning. The simulated microstructures closely correlate with experimental topography and optimized parameters. Optimizing laser irradiation enables precise control of surface microstructure formation, enhancing adsorptive capacity and reducing the friction coefficient under lubricated conditions; 4) it has been established that during combined machining via milling and femtosecond laser irradiation on a titanium surface, the inheritability of roughness is preserved at low laser irradiation intensity and diminishes with an increase in irradiation intensity. Combined machining contributes to obtaining superhydrophilic surfaces with minimum contact wetting angles of down to 15°; 5) it has been established that the two-stage treatment (nanosecond followed by femtosecond laser irradiation) of a stainless steel surface leads to the formation of superhydrophobic surfaces with low-frequency type microstructures and a contact angle of 154°, whereas for such structures, technological inheritability from nanosecond irradiation is not observed. The developed technological solutions and principles of nano- and microstructure formation provide a basis for improving finishing processes and controlling the operational and tribological properties of mechanical engineering component surfaces: – technological parameters of nanosecond and femtosecond laser machining of 12X18H10T stainless steel and VT6 titanium have been obtained to produce both periodic and random 3D structures on their surfaces; – specific values for the distribution of roughness parameters after nanosecond and femtosecond surface modification have been determined based on a comprehensive study of surface topography parameters; – indicators of surface hardness increase occurring simultaneously with roughness formation have been obtained. The comprehensive studies of roughness and hardness were utilized to address friction problems; – contact angles of surface hydrophobicity were practically achieved up to 120° for the steel surface after nanosecond laser machining, and up to 160° after femtosecond laser machining; – conditions for the stable existence of microstructures under contact friction at various contact loads have been practically determined; – the results of the work have been implemented in the operations of LLC "Technopolis Engineering" (Kharkiv) and into the educational process of the Department of Mechanical Engineering Technology and Metal-Cutting Machines at NTU "KhPI".

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. Dobrotvorskiy S., Basova Y., Aleksenko B. A., Trubin D., Kościński M., Zawadzki P., Lojka M., Hatala M. Influence of the Two-Stage Femtosecond Laser Processing on AISI 321 Surface Roughness and Optical Parameters. Machines. 2026. Vol. 14. No. 5. P. 499.
- 2. Kononenko S., Dobrotvorskiy S., Basova Y., Trubin D., Aleksenko B. A. Impact of Overlapping Method on Cutting Forces and Stresses During End Milling of Thin-Walled Parts. Advances in Design, Simulation and Manufacturing VIII. 2025. P. 121–132.
- 3. Kononenko S., Dobrotvorskiy S., Basova Y., Kharchenko O., Trubin D. Adaptive Fluid Jet Support Technique for Variable Stiffness Thin-Walled Parts End Milling. Advances in Design, Simulation and Manufacturing VII. 2024. P. 223–239.
- 4. Amine C. M., Basova Y., Dobrotvorskiy S., Trubin D., Kharchenko O. The Camberline Optimization Procedure for Mixed Inflow Turbine Rotor. Advanced Manufacturing Processes VI. 2025. P. 757–768.
- 5. Zawadzki P., Dobrotvorskiy S., Aleksenko B. A., Basova Y., Trubin D., Prykhodko V., Kościński M. Features of Modification of the Roughness and Hardness of the Surface of AISI 321 Stainless Steel with Short-Pulse Laser Radiation. International Conference on Reliable Systems Engineering. 2024. Vol. 1129. P. 51–60.
- 6. Saprykina E., Dobrotvorskyi S., Aleksenko B., Trubin D., Moskal D., Martan J. Analysis of parameters of laser-induced periodic microstructures (LIPSS) on the surface of stainless steel using autocorrelation functions. Cutting & Tools in Technological System. 2025. № 102. P. 37–49.
- 7. Добротворський С. С., Трубін Д. В., Басова Є. В., Алексенко Б. О., Добровольська Л. Г. Аналіз стану проблеми вдосконалення бронезахисних властивостей засобів індивідуального захисту: оглядове дослідження. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Динаміка та міцність машин. 2023. № 1. С. 21–32.
- 8. Добротворський С. С., Алексенко Б. О., Басов В. В., Трубін Д. В., Кошцінський М., Завадзький П. Технологічні особливості формування періодичних мікроструктур типу «луска риби» на поверхні нержавіючої сталі 12Х18Н10Т наносекундним лазерним опроміненням. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2025. № 1 (23). С. 9–18.
- 9. Aleksenko B. O., Dobrotvorskiy S. S., Basova Y. V., Trubin, D. V., Zawadzki P., Kościński M. Analysis of Models of Formation of Laser Induced Periodic Surface Structures (LIPSS). Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes. 2025. №4. P. 183–190.
- 10. Добротворський С. С., Басова Є. В., Алексенко Б. О., Трубін Д. В., Завадзький П., Кошцінський М. Дослідження технологічної спадковості шорсткості поверхні титану під час двостадійного оброблення методами торцевого фрезерування та фемтосекундного лазерного текстурування. Scientific Bulletin of Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas. 2024. № 2 (57). P. 67–77.
- 11. Добротворський С. С., Алексенко Б. О., Басов В. В., Трубін Д. В., Завадзький П., Кошцінський М. Формування періодичних мікроструктур типу «луска риби» на поверхні сталі 12Х18Н10Т шляхом наносекундного лазерного мікротекстурування. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей 33-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2025, Харків, 14–17 трав. 2025. Харків : НТУ "ХПІ". С. 240.
- 12. Трубін Д. В., Добротворський С. С., Басова Є. В., Харченко О. С. Дослідження шляхів вдосконалення сендвіч-пакетів для забезпечення їх покращених характеристик. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей 31-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2023, Харків, 17–20 трав. 2023. Харків : НТУ "ХПІ". С. 215.
- 13. Басова Є. В., Добротворський С. С., Трубін Д. В., Кононенко С. М. Програмне та технологічне забезпечення для отримання технологічних параметрів процесу високошвидкісного фрезерування деталей змінної жорсткості з використанням методу скінчених елементів та web технологій. Прогресивні напрямки розвитку автоматичних технологічних комплексів : зб. пр. VII-ої МНТК з проблем

вищої освіти і науки ТК-2022, Луцьк, 28–30 трав. 2022. Луцьк : ЛНТУ. С. 164–165.
- 14. Добротворський С. С., Добровольська Л. Г, Басова Є. В., Трубін Д. В., Едл М. Інформаційне та програмне забезпечення для отримання технологічних параметрів процесу високошвидкісного фрезерування деталей змінної жорсткості з використанням WEB технологій для JavaMach cluster. Інформатика, управління та штучний інтелект : тези доповідей 6-ї МНТК, Харків – Краматорськ, 27–29 лист. 2019. Харків : НТУ "ХПІ". С. 29.
- 15. Zinchenko A., Dobrotvorsky S., Basova Ye., Trubin D. Ways of Solving the Problem of Data Synchronization Between Small Machine-Building Enterprises Within the Solution of Industry 4.0 Problems. Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво : матеріали 19-ї МНТК, Суми, 25–26 лист. 2020. Суми : Сум. держ. ун-т. С. 26–29.
- 16. Добротворський С. С., Басова Є. В., Кононенко С. М., Трубін Д. В., Пітель Я. Розробка програмного забезпечення для розрахунку параметрів обробки деталей з малою жорсткістю методом високошвидкісного фрезерування у рамках FREE DIGITAL SPACE FOR I. 4.0 (FGS2I4.0). Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей 28-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2020. Харків, 28–30 жовт. 2020 : у 5 ч. Харків : Планета-Прінт. Ч. 1. С. 114.
- 17. Анікін Д. А., Добротворський С. С., Добровольська Л. Г., Трубін Д. В. Проблеми вибору ERP системи для малих машинобудівних підприємств. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей 28-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2020. Харків, 28–30 жовт. 2020 : у 5 ч. Харків : Планета-Прінт. Ч. 1. С. 101.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології

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

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0124U000481, 0121U107511

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Добротворський Сергій Семенович

2. Sergiy S. Dobrotvorskyy

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.03.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1223-1036

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, 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. Кусий Ярослав Маркіянович

2. Yaroslav M. Kusyi

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5741-486X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Широкий Юрій Вячеславович

2. Yurii V. Shyrokyi

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.03.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4713-0334

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Котляр Олексій Віталійович

2. Oleksii V. Kotliar

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.02.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7664-0395

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Клочко Олександр Олександрович
2. Oleksandr O. Klochko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2841-9455

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Пермяков Олександр Анатолійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Пермяков Олександр Анатолійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Трубін Дмитро Вікторович
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна