Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U002562

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 01-07-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Проданчук Олег Олександрович
2. Oleh O. Prodanchuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2263-586X

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: 14-08-2025

Спеціальність за освітою: 131 прикладна механіка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9848

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, 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 університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.19.13

Тема дисертації:

1. Підвищення ефективності технологічного процесу механічного оброблення деталей з хромо-нікелевих сплавів на основі імітаційного моделювання процесу формоутворення

2. Increasing the efficiency of the technological process of machining parts from chromium-nickel alloys based on simulation modeling of the forming process

Реферат:

1. Дисертацію присвячено вирішенню актуальної задачі — розробці науково обґрунтованих рекомендацій щодо вибору структури та параметрів технологічної операції механічного оброблення хромо-нікелевих сплавів на основі імітаційного моделювання процесу різання. У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання дослідження, а також охарактеризовано теоретичну та практичну значущість результатів. У першому розділі виконано аналіз літератури з оброблення важкооброблюваних сплавів. Встановлено, що високі твердість, терморезистивність і схильність до мікротріщин у хромо-нікелевих сплавах ускладнюють оброблення, погіршуючи втомну міцність через залишкові напруження. Імітаційне моделювання визначено як ефективний метод дослідження таких процесів. Другий розділ присвячено вибору типу моделей для симуляції — пружно-пластичної або жорстко-пластичної. Пружно-пластичні моделі точніше відтворюють залишкові напруження, однак є складнішими у реалізації. Розроблено підхід до

моделювання на основі тензора Альмансі. Порівняльні дослідження трьох матеріалів (алюмінієвий сплав, сталь, Inconel 718) підтвердили, що саме для Inconel пружно-пластичне моделювання найбільш виправдане. У третьому розділі проведено аналіз залишкових напружень при обробленні Inconel 718. Виявлено, що швидкість і глибина різання значно впливають на термодинамічний стан та формування залишкових напружень. Зростання температури в зоні різання призводить до розм'якшення матеріалу та збільшення залишкових напружень розтягу, що погіршує експлуатаційні характеристики. Четвертий розділ присвячено впливу мікрогеометрії інструменту. Зокрема, досліджено, як радіус заокруглення вершини леза впливає на розподіл деформацій, утворення стружки, температуру різання та напруження. Доведено, що при великих радіусах деформації концентруються у поверхневому шарі, сприяючи утворенню залишкових напружень стиску, які покращують втомну міцність. У п'ятому розділі наведено результати експериментальних досліджень із використанням тензометричних датчиків і оброблюваних зразків з Inconel 718. Дані, отримані експериментально, підтвердили верифікацію імітаційних моделей (DEFORM 2D, AdvantEdge). Похибка не перевищувала 10%. Встановлено залежності сили різання від швидкості, глибини та радіуса леза. Результати свідчать про адекватність імітаційних моделей, окрім випадків екстремальних режимів (низька швидкість або надмірна глибина), де рекомендовано коригувати критерії руйнування.

2. The dissertation addresses a current scientific and applied problem: the development of scientifically grounded recommendations for selecting the structure and parameters of machining operations for chromium-nickel alloys, based on simulation modeling of the cutting process. The introduction justifies the relevance of the topic, outlines the research objectives and methodology, and defines the scientific novelty and practical significance of the results. The first chapter provides a literature review on the machinability of hard-to-cut materials, with a focus on chromium-nickel alloys. It identifies the key challenges, such as high material hardness, thermal resistance, and structural transformations that lead to accelerated tool wear and the formation of detrimental tensile residual stresses, which degrade fatigue performance. The use of simulation modeling is substantiated as an effective tool for analyzing such complex processes. The second chapter is devoted to the methodological development of simulation and analytical studies of functionally oriented machining of chromium- and nickel-based alloys. Special attention is paid to the choice between rigid-plastic and elastic-plastic cutting models. While elastic-plastic modeling enables more accurate prediction of residual stresses, it significantly increases computational complexity and time. A novel modeling approach based on the Almansi strain tensor decomposition into elastic and plastic components is proposed. Comparative analysis for aluminum alloy, low-carbon steel, and Inconel 718 demonstrates the necessity of elastic-plastic modeling for the latter due to its specific behavior under machining loads. In the third chapter, the formation of residual stresses and strains during the machining of Inconel 718 is analyzed theoretically and through simulation. Residual stresses induced by cutting are found to be a key indicator of surface integrity and are significantly affected by cutting parameters. Simulation using AdvantEdge software shows that increasing cutting speed and depth leads to higher thermal loads, elevated plasticity, and the formation of tensile residual stresses in surface layers. This thermal-induced stress state negatively affects the fatigue resistance of machined parts. The fourth chapter investigates the influence of cutting tool microgeometry on the thermomechanical and force-related parameters of the cutting process using Deform 2D simulations. The radius at the tool tip significantly impacts stress distribution, temperature fields, and chip formation mechanics. At small nose radii (0.1–0.25 mm), more material transitions into chips, while at larger radii (0.6–1.5 mm), elastic-plastic deformation predominates in the surface layer, enhancing compressive residual stresses. This factor is especially critical when machining chromium-nickel alloys compared to standard structural steels. The fifth chapter presents the results of experimental validation of the simulation models through physical machining tests of Inconel 718 samples. Cutting forces were measured using a custom experimental setup equipped with strain gauge sensors. Experimental data confirmed the simulation outcomes obtained in DEFORM 2D and AdvantEdge, with a mean deviation under 10%. A full-factorial experimental design was implemented, considering cutting speed (50–300 m/min), depth of cut (0.3–2.5 mm), and tool tip radius (0.1–1.5 mm). Regression analysis using PTC Mathcad Prime demonstrated strong correlation between simulation and experimental results. However, discrepancies were observed under extreme conditions (very low cutting speeds and small or large depths of cut), indicating the need

for refining failure criteria in the simulation model for improved accuracy.

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:

- Stupnytskyy, V., Prodanchuk, O., Stupnytska, N. (2022). Simulation Studies of High-Speed Machining. In: Ivanov, V., Trojanowska, J., Pavlenko, I., Rauch, E., Peraković, D. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing V. DSMIE 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, pp. 332–344.
- Stupnytskyy V., Prodanchuk O., Dyshev O. Analyzing the use of rigid- or elastic-plastic finite models for the simulating of cutting processes. Archive of Mechanical Engineering. 2025. P. 1–22. URL: https://doi.org/10.24425/ame.2025.153733.
- Stupnytskyy V., Xianning S., Dragašius E., Baskutis S., Prodanchuk O. Simulation and analytical studies of chip formation processes in the cutting zone of titanium alloys // Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science. – 2023. – Vol. 9, № 1. – С. 1–16.
- Stupnytskyy V., Pasternak S., Prodanchuk O. Increase productivity of hard-to machine materials by preventive heating of the workpiece // Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science. – 2024. – Vol. 10, № 2. – P. 66–80.
- Stupnytskyy V., Prodanchuk O. Analysis of thermodynamic, stress-strain, and loaded states of chromium-nickel alloy workpieces using machining process simulation in advantage software // Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science. – 2024. – Vol. 10, № 1. – P. 45–62.
- Ступницький В. В., Проданчук О. О. Вплив технологічних чинників та геометрії різального інструменту на оброблюваність хромонікелевих сталей і сплавів на їх основі // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні : український міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2024. – Вип. 58. – С. 59–77.
- Prodanchuk O., Stupnytska N., Olenuk T. A review and analysis of the influence of technological parameters on the efficiency of processing hard-to-machine materials // Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science. – 2024. – Vol. 10, No. 3. – P. 65–78.
- Ступницький В. В., Проданчук О. О. Оптимізація часу виготовлення прес-форм для лиття пластикових виробів військового спрямування в умовах воєнного часу // Прогресивні технології в машинобудуванні : збірник наукових праць IX Міжнародної науково-практичної конференції, Львів–Звенів (Карпати), 31 січня – 3 лютого, 2023 року. – 2023. – С. 88–91.
- Проданчук О. О., Ступницький В. В. Оптимізація виробничих процесів у індустрії лиття пластику шляхом роботизації допоміжних технологічних кроків // Молода наука - роботизація і нано-технології сучасного машинобудування : збірник наукових праць міжнародної молодіжної науково-технічної конференції, 12–14 квітня 2023 р., Краматорськ-Тернопіль. – 2023. – С. 225–230.
- Проданчук О. О. Удосконалення технологічного процесу виготовлення аеродинамічних хвостовиків для застосування боєприпасу типу «ВОГ» на дистанційно керованих літальних апаратах // Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали та програма X Всеукраїнської науково-технічної конференції (Суми, 18–21 квітня 2023 р.). – 2023. – С. 81–82.

- Проданчук О. О. Автоматизація процесу вторинної переробки відходів виробництва полімерної продукції шляхом удосконалення комплексу лиття під тиском // 16-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові : матеріали симпозіуму, (Львів, 18 травня – 19 травня 2023 р.). – 2023. – С. 66–67.
- Проданчук О. О. Застосування прогресивних технологій лиття пластику під тиском для забезпечення потреб автомобільної промисловості під впливом тенденцій електрифікації транспорту // Наукові горизонти XXI століття: мультидисциплінарні дослідження : матеріали міжнародної наукової конференції (Ужгород, 16-17 травня, 2024 р.). – 2024. – С. 94–98.
- Проданчук О. О. Інтегрування науковомісних технологій машинобудування у підприємницько-волонтерську діяльність в умовах воєнного часу // Перспективи регіонального та місцевого розвитку : матеріали 2-ої Конференції молодих учених, 23 листопада 2023 р., Львів. – 2023. – С. 195–197.
- Проданчук О. О. Проектування дослідної установки для вимірювання силових параметрів різання важкооброблюваних матеріалів // Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, Тернопіль, 6–7 грудня 2023 р. – 2024. – С. 37–38.
- Проданчук О. О. Дослідження силових параметрів процесів металообробки важкооброблюваних матеріалів шляхом створення дослідної установки // Молода наука - роботизація і нано-технології сучасного машинобудування : збірник наукових праць міжнародної молодіжної науково технічної конференції, 10–12 квітня 2024 р., Краматорськ. – 2024. – С. 312–317.
- Проданчук О. О. Сучасні методи виготовлення карбононаповнених елементів машин шляхом лиття під тиском // Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем : матеріали тез IV Міжнародної науково-технічна інтернет-конференція , 23–24 квітня 2024 року, Рівне. – 2024. – С. 45–48.
- Проданчук О. О. Проблема виникнення візуального браку при литті поліацеталю та її вирішення в умовах виробництва // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку : матеріали XXII Міжнародної науково-технічної конференції (Краматорськ – Тернопіль, 28–30 травня 2024 року). – 2024. – С. 160.
- Проданчук О. О. Застосування роботизованого комплексу при литті під тиском виробів медичного призначення // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем : матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції (Чернігів, 23–24 травня 2024 р.) : у 2 т. – 2024. – С. 328–329.
- Проданчук О. О. Виготовлення та застосування блочних прес-форм для лиття під тиском середньосерійної продукції оборонного характеру // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку : матеріали XXII Міжнародної науково-технічної конференції (Краматорськ – Тернопіль, 28–30 травня 2024 року). – 2024. – С. 158–159.
- Проданчук О. О. Оптимізація конструкції системи затиску термопластавтомата // Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали та програма IX Всеукраїнської науково-технічної конференції (Суми, 19–22 квітня 2022 р.). – 2022. – С. 44–45.

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

Соціально-економічна спрямованість: збільшення обсягів виробництва; підвищення продуктивності праці; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ступницький Вадим Володимирович
2. Vadym V. Stupnytskyi

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0921-3980

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, 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. Роп`як Любомир Ярославович
2. Lyubomyr Y. Ropyak

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9374-2550

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Охріменко Олександр Анатолійович
2. Oleksandr A. Okhrimenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.03.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5446-6987

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кусий Ярослав Маркіянович
2. Yaroslav M. Kusyj

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, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Грицай Ігор Євгенович
2. Ihor E. Hrytsaj

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.03.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0933-1143

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Ланець Олексій Степанович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Ланець Олексій Степанович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Городняк Роман Васильович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна