

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001894

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-05-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кушнірчук Андрій Сергійович

2. Andrii S. Kushnirchuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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: 21-07-2025

Спеціальність за освітою: 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 9317

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: 53.01.77.05, 55.03, 30.51.45

Тема дисертації:

1. Технологічне забезпечення якості деталей машин, отриманих з пластмас методом 3D-друку
2. Technological quality assurance of machine parts obtained from plastics by 3D printing

Реферат:

1. Кушнірчук А. С. Технологічне забезпечення якості деталей машин, отриманих з пластмас методом 3D-друку – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 – Прикладна механіка. – Хмельницький національний університет. – м. Хмельницький, 2025. Дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-технічної задачі технологічного забезпечення якості деталей машин, отриманих 3D-друком. Об'єктом дослідження є процес завершальної механічного оброблення поверхонь деталей, отриманих 3D-друком з ABS та CoPET (PETg) пластику. Предметом дослідження є технологічні параметри забезпечення якості деталей, отриманих FDM-друком, завдяки комплексному підходу до якості виробу, що включає в себе: точність відповідальних поверхонь згідно з технічними вимогами, необхідну шорсткість, міцнісні характеристики матеріала, дизайн форми з мінімізацією маси деталі. У вступі представлено загальну характеристику дослідження, обґрунтовано його актуальність, визначено зв'язок із науковими програмами, планами та тематиками. Також окреслено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих

результатів, зазначено особистий внесок автора, подано інформацію про апробацію, публікації, структуру й обсяг роботи. У першому розділі здійснено системний аналіз технологічних параметрів якості деталей, отриманих FDM-друком, а саме: демонструється ефективність застосування деталей машин, отриманих 3D-друком. З аналізу результатів, що були отримані різними авторами при проведенні теоретичних та експериментальних досліджень процесу виготовлення виробів методом 3D-друку, було встановлено, що основний вплив на якість поверхні виробів здійснюють такі фактори як: характеристики процесу друку, вибір матеріалу для друку та постоброблення поверхонь для отримання необхідної шорсткості та точності відповідальних поверхонь. На основі аналізу літературних джерел та патентного огляду було сформульовано мету дослідження й визначено завдання для її досягнення. У другому розділі визначено основні фактори, що діють при обробленні обточуванням та фрезеруванням високоточних поверхонь виробу, отриманого 3D-друком. Проаналізовано аналітичні моделі процесу різання матеріалів з пластмаси з урахуванням пружних деформацій поверхні виробу. Наведено результати прогнозованого оброблення деталі при оптимальній стратегії оброблення її поверхонь, яка при заданій висоті гребінця шорсткості забезпечує найменший час оброблення. У третьому розділі представлено загальну методологію проведених досліджень, яка ґрунтується на системному підході до розв'язання визначеного науково-технічного завдання. Для проведення дослідження характеристик міцності зразків з пластмас ABS і CoPET використано розривну машину УММ-5. Наведено методологію оптимізації конструкції деталей машин для ефективного адитивного виробництва за допомогою SolidWorks Simulation. У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень, які показали, що найбільшу точність розмірів при обробленні та якість поверхні було досягнуто, використовуючи фрезу з твердого сплаву із полірованою поверхнею. У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що величини зношування пар тертя, отриманих за допомогою FDM-друку із ABS та CoPET пластику, розрізняються. Найкращий результат було отримано в парі матеріалів ABS та CoPET, величина зносу склала 30 мкм, що робить таку пару тертя найбільш оптимальним вибором серед пар, що досліджувались. На основі результатів дисертаційної роботи спроектовано та виготовлено деталі для модернізації конструкції поворотного стола для підвищення ефективності застосування верстатів з ЧПК. Практичне значення отриманих результатів для машинобудування полягає: у створенні методології вибору режимів різання для деталей машин, отриманих 3D-друком, на чорнових та чистових операціях; рекомендації з результатів експериментальних досліджень величини зношування пар тертя, отриманих за допомогою FDM-друку із ABS та CoPET пластику, дають можливість визначати кращі пари тертя щодо зносостійкості поверхонь; у застосуванні модернізованого поворотного стола для фрезерних робіт на верстатах з ЧПК, що підвищує точність оброблення поверхонь деталі; у застосуванні топологічної оптимізації за допомогою генеративного дизайну у SolidWorks, що дозволяє отримати кінцевий продукт в оптимізованому виконанні.

2. Kushnirchuk A. S. Technological quality assurance of machine parts obtained from plastics by 3D printing – Qualification scientific work in the form of a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 131 – Applied Mechanics. – Khmelnytskyi National University. – Khmelnytskyi, 2025. The dissertation is devoted to solving the scientific and technical problem of technological quality assurance of machine parts obtained by 3D printing. The object of the study is the process of final mechanical surface treatment of parts obtained by 3D printing from ABS and CoPET (PETg) plastic. The subject of the study is the technological parameters of ensuring the quality of parts obtained by FDM printing, thanks to a comprehensive approach to product quality, which includes: the accuracy of critical surfaces according to technical requirements, the required roughness, the strength characteristics of the material, the design of the mold with minimization of the mass of the part. The introduction presents a general characteristic of the study, justifies its relevance, determines the connection with scientific programs, plans and topics. The goal, objectives, object and subject of the study are also outlined, the scientific novelty and practical significance of the results obtained are highlighted, the author's personal contribution is indicated, information about the testing, publications, structure and scope of the work is provided. The first section provides a systematic analysis of the technological parameters of the quality of parts obtained by FDM printing, namely: the effectiveness of the use of machine parts obtained by 3D printing is

demonstrated. From the analysis of the results obtained by various authors during theoretical and experimental studies of the process of manufacturing products using the 3D printing method, it was found that the main influence on the quality of the surface of products is exerted by such factors as: the characteristics of the printing process, the choice of material for printing and post-processing of surfaces to obtain the required roughness and accuracy of critical surfaces. Based on the analysis of literary sources and patent review, the purpose of the study was formulated and the tasks for its achievement were defined. The second section identifies the main factors that operate during the machining of high-precision surfaces of a product obtained by 3D printing by turning and milling. Analytical models of the process of cutting plastic materials are analyzed, taking into account elastic deformations of the product surface. The results of the predicted machining of a part with the optimal strategy for machining its surfaces are presented, which, at a given height of the roughness comb, provides the shortest machining time. The third section presents the general methodology of the research, which is based on a systematic approach to solving a specific scientific and technical problem. To study the strength characteristics of samples made of ABS and CoPET plastics, a UMM-5 bursting machine was used. A methodology for optimizing the design of machine parts for effective additive manufacturing using SolidWorks Simulation is presented. The fourth section presents the results of experimental studies, which showed that the highest dimensional accuracy during machining and surface quality were achieved using a hard alloy cutter with a polished surface. As a result of the conducted experimental studies, it was found that the wear values of friction pairs obtained using FDM printing from ABS and CoPET plastics differ. The best result was obtained in the pair of ABS and CoPET materials, the wear value was 30 microns, which makes such a friction pair the most optimal choice among the pairs studied. Based on the results of the dissertation, parts were designed and manufactured to modernize the design of the rotary table to increase the efficiency of using CNC machines. The practical significance of the results obtained for mechanical engineering lies in: the created methodology for selecting cutting modes for machine parts obtained by 3D printing, in roughing and finishing operations; recommendations from the results of experimental studies of the wear value of friction pairs obtained using FDM printing from ABS and CoPET plastic, make it possible to determine the best friction pairs in terms of surface wear resistance; in the use of a modernized rotary table for milling work on CNC machines, which increases the accuracy of machining the surfaces of the part; in the use of topological optimization using generative design in SolidWorks, which allows you to obtain a final product in an optimized design, which reduces the mass of the part by 40 to 60% while maintaining all static characteristics and allows you to save on materials, reduce the time for production preparation and reduce the amount of machining.

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:

- Кушнірчук А.С. Каразей В. Д., Соколан К. С., Калінін О. В. Модернізація поворотного стола для верстата з ЧПК. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2021. № 6. С.141-146.
- Ткачук В. П. Кушнірчук А. С. Дослідження впливу геометрії інструменту та режимів різання на точність оброблення деталей отриманих FDM друком. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. №6. 2023. С. 217-222.
- Ткачук В. П. Кушнірчук А. С. Аналіз впливу режимів різання на точність розмірів поверхонь деталей, виготовлених FDM друком, що оброблюються точінням та фрезеруванням з урахуванням їх пружних

деформацій. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. №3. 2024. С. 451-460.

- Ткачук В. П. Харжевський В. О. Кушнірчук А. С. Дослідження міцнісних характеристик деталей отриманих за допомогою FDM друку із ABS та COPET пластику. Міжвузівський збірник наукових праць (за галузями знань «Фізико-математичні науки» та «Технічні науки»). Луцьк. Випуск 76. 2023 С.147-152.
- Кушнірчук А. С. Оптимізація конструкції деталей машин для ефективного адитивного виробництва за допомогою SOLIDWORKS SIMULATION. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. №4. 2024. С. 497-502.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: № 3534-IX

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ткачук Віталій Павлович

2. Vitalii P. Tkachuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.02.02

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:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дмитрієв Дмитро Олексійович

2. Dmytro O. Dmytriev

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Херсонський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05480298

Місцезнаходження: Бериславське шосе, буд. 24, Херсон, 73008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Роп'як Любомир Ярославович

2. Liubomyr Y. Ropyak

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мазур Микола Петрович

2. Mykola P. Mazur

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

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:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гордеев Анатолий Иванович

2. Anatoliy I. Gordeev

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.02

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:

VIII. Заключні відомості

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

Поліщук Олег Степанович

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

Поліщук Олег Степанович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Синюк Олег Миколайович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна