Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U002972

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 16-07-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тумарченко Лариса Олександрівна
2. Tumarchenko Larysa O.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID 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:

Спеціальність за освітою: інженер-механік

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 10517

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 64, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, 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: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 64, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, 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: 55.24.29

Тема дисертації:

1. Оптимізація процесу виготовлення анатомічних моделей для ортопедичної хірургії методом пошарового наплавлення

2. Optimization of the Fused Deposition Modeling process for fabricating anatomical models for orthopedic surgery

Реферат:

1. На сучасному етапі розвитку прикладної механіки спостерігається активне впровадження адитивних технологій, зокрема у сфері біомеханіки, де зростає попит на персоналізовані рішення для моделювання клінічних ситуацій. Одним із перспективних напрямів є виготовлення анатомічних моделей, що використовуються для передопераційного планування, навчання хірургів, пацієнтської комунікації та тестування медичних технологій. Особливої актуальності використання таких моделей набуває в ортопедичній хірургії, де точне відтворення індивідуальної анатомії пацієнта є критичним чинником ефективності та безпеки хірургічного втручання. Водночас важливим є врахування диференційованих вимог

до анатомічних моделей залежно від характеру клінічного сценарію. Зокрема, у разі планових оперативних втручань пріоритет надається високій точності та якості виготовлення моделі, що необхідно для планування складних маніпуляцій, де важливими є навіть незначні геометричні відхилення. Натомість в екстрених випадках визначальним фактором стає мінімізація часу виготовлення для оперативного отримання загальної анатомічної орієнтації. Зазначені особливості клінічного застосування зумовлюють потребу в розробці адаптивних технологічних стратегій вибору параметрів процесу пошарового наплавлення (FDM) та постдрукарської обробки з урахуванням конкретної клінічної задачі. В результаті виконання дисертаційної роботи було вирішено актуальну науково-прикладну задачу оптимізації процесу виготовлення анатомічних моделей для ортопедичної хірургії методом пошарового наплавлення з урахуванням клінічних вимог до точності, якості поверхні та часу виготовлення. Метою роботи є розробка науково обґрунтованих технологічних рекомендацій з виготовлення анатомічних моделей для ортопедичної хірургії методом пошарового наплавлення, що забезпечують необхідний рівень точності, якості поверхні, швидкості виготовлення та механічних властивостей відповідно до клінічних вимог, шляхом експериментального дослідження та оптимізації ключових параметрів процесу FDM й термічної обробки. Об'єктом дослідження є процес виготовлення анатомічних моделей методом пошарового наплавлення. Предметом дослідження є закономірності впливу параметрів процесу пошарового наплавлення та термічної обробки на функціональні характеристики анатомічних моделей. Наукова новизна роботи полягає у встановленні комплексних закономірностей впливу параметрів процесу пошарового наплавлення і термічної обробки на функціональні характеристики анатомічних моделей для ортопедичної хірургії. Вперше встановлено комплексні закономірності впливу основних параметрів процесу FDM на розмірну точність, шорсткість поверхні, пористість та час виготовлення моделей з акрилонітрилбутадієнстиролу (ABS+), модифікованого поліетилентерефталату (CoPET) та поліаміду-6 (PA6, нейлону). Це дозволило провести оптимізацію параметрів процесу FDM відповідно до вимог, які висуваються до анатомічних моделей, які використовуються в ортопедичній хірургії. Удосконалено уявлення про взаємозалежний вплив параметрів процесу FDM та термічної обробки на якість анатомічних моделей. Обґрунтовано необхідність урахування комплексної дії технологічних параметрів при проєктуванні процесу виготовлення, що сприяє підвищенню ефективності використання анатомічних моделей у клінічній практиці ортопедичної хірургії. Отримано подальший розвиток уявлення про оптимальні параметри процесу FDM, залежно від вибраного термопластичного матеріалу та вимог до моделі в конкретному клінічному сценарії. Це дозволило сформувати обґрунтовані технологічні рекомендації щодо підбору матеріалу, параметрів процесу FDM та термічної обробки анатомічних моделей для різних етапів хірургічного планування та навчання. Практичне значення одержаних результатів полягає в розроблених науково обґрунтованих технологічних рекомендацій, спрямованих на забезпечення показників якості анатомічних моделей для ортопедичної хірургії відповідно до клінічних вимог щодо точності, шорсткості, пористості та часу виготовлення. Побудовані математичні моделі дають змогу прогнозувати якісні характеристики моделей (пористість, шорсткість, розмірна точність, тривалість друку) залежно від параметрів процесу FDM, що забезпечує обґрунтований вибір параметрів на етапі планування виготовлення анатомічних виробів у медичній практиці.

2. At the present stage of development in applied mechanics, there is a marked trend toward the integration of additive manufacturing technologies, particularly within the domain of biomechanics, where the demand for personalized solutions to simulate clinical scenarios continues to grow. One of the most promising directions in this context is the fabrication of anatomical models, which are employed for preoperative planning, surgical training, patient communication, and the evaluation of medical technologies. The application of such models is especially pertinent in orthopedic surgery, where the accurate replication of patient-specific anatomical structures constitutes a critical factor in ensuring the effectiveness and safety of surgical interventions. It is essential to account for the differentiated requirements placed on anatomical models depending on the specific clinical context. In elective surgical procedures, high model accuracy and fabrication quality are prioritized, as these are indispensable for planning complex manipulations where even minor geometric deviations may be of

significance. Conversely, in emergency scenarios, the predominant requirement is the minimization of production time in order to promptly obtain a general anatomical reference. These clinical considerations necessitate the development of adaptive technological strategies for selecting process parameters in fused deposition modeling (FDM), as well as post-processing treatments, with regard to the specific clinical objectives. This dissertation addresses a pertinent scientific and applied challenge □ namely, the optimization of the fabrication process for anatomical models intended for orthopedic surgery using FDM technology, with consideration of clinical requirements pertaining to dimensional accuracy, surface quality, and production time. The aim of the study is to develop scientifically substantiated technological recommendations for the production of anatomical models for orthopedic surgery by means of FDM, ensuring the required levels of dimensional accuracy, surface finish, production efficiency, and mechanical performance, in accordance with clinical demands. This is achieved through experimental investigation and optimization of key FDM process parameters and subsequent thermal treatment. The object of the research is the process of anatomical model fabrication via fused deposition modeling. The subject of the research concerns the regularities governing the influence of FDM and thermal treatment parameters on the functional characteristics of the resulting anatomical models. The scientific novelty of the work lies in the identification of complex interdependencies between FDM process parameters, thermal treatment conditions, and the functional properties of anatomical models intended for orthopedic surgical applications. For the first time, comprehensive patterns of influence exerted by key FDM parameters on dimensional accuracy, surface roughness, porosity, and fabrication time have been established for models manufactured from acrylonitrile butadiene styrene (ABS+), modified polyethylene terephthalate (CoPET), and polyamide-6 (PA6, nylon). These findings enabled the optimization of process parameters in accordance with the performance requirements for anatomical models used in orthopedic surgery. The study has further advanced current understanding of the synergistic effects between FDM parameters and thermal treatment on model quality. It substantiates the necessity of accounting for the combined effects of process parameters in the design of fabrication workflows, thereby contributing to increased effectiveness in the clinical application of anatomical models in orthopedic practice. Moreover, the research provides further insights into the optimal selection of FDM process parameters in accordance with the properties of the thermoplastic material used and the clinical context in which the model is to be applied. This formed the basis for the development of evidence-based technological recommendations for the selection of materials, FDM process conditions, and thermal treatment strategies appropriate for various stages of surgical planning and education. The practical significance of the results lies in the elaboration of scientifically grounded technological guidelines aimed at ensuring that anatomical models for orthopedic surgery meet clinical requirements with respect to accuracy, surface finish, porosity, and fabrication time. The mathematical models developed in the course of the study enable the prediction of key quality indicators (including porosity, surface roughness, dimensional accuracy, and printing duration) as functions of FDM process parameters. This provides a foundation for informed decision-making at the planning stage of anatomical model fabrication in medical practice.

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:

- Тумарченко, Л.О. Забезпечення якості деталей з Nylon отриманих моделюванням методом наплавлення / Л.О. Тумарченко, Є.В. Вишнепольський // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2024. – № 3. – С. 39 – 47.
- Тумарченко, Л.О. Оцінка впливу параметрів процесу Fused Deposition Modelling на пористість надрукованих деталей / Л.О. Тумарченко, Є.В. Вишнепольський // Mechanics and Advanced Technologies. – 2024. – № 3 (102), Т. 8. – С. 302 – 309.
- Tumarchenko, L. Effect of heat treatment on the mechanical properties of nylon parts in additive manufacturing / L.Tumarchenko, Y. Vyshnepolskyi, D. Pavlenko // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2025. – № 2. – С. 121 – 128.
- Тумарченко, Л.О. Вплив режимних параметрів моделювання методом наплавлення на час виготовлення деталей БПЛА / Л.О. Тумарченко, Є.В. Вишнепольський // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2023. – № 4. – С. 25 – 31.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Вишнепольський Євген Валерійович
2. Yevhen Vyshnepolskyi

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

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-8048-7976

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 64, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, 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. Кононенко Ганна Андріївна

2. Ganna A. Kononenko

Кваліфікація: д. т. н., с.д., 05.02.01

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-7446-4105

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Карпович Олена Володимирівна

2. Olena V. Karpovych

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.07.04

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-0677-5822

Додаткова інформація: https://scholar.google.com.ua/citations?user=atZ0V-wAAAAJ&hl=ru; https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58739455700

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ткач Дар'я Володимирівна

2. Daria Tkach

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.16.01

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-0851-1481

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 64, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Куликовський Руслан Анатолійович
2. Ruslan Kulikovsky

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.02.01

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-8781-2113

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 64, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Наумик Валерій Владиленович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Наумик Валерій Владиленович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Тумарченко Лариса Олександрівна
Реєстратор	УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна