Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0821U101733

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-06-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Олексишен Віталій Олександрович

2. Oleksyshen Vitalii O.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 133

Назва наукової спеціальності: Механічна інженерія. Галузеве машинобудування

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 27-05-2021

Спеціальність за освітою: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.026

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 55.24.29, 55.39.33.31

Тема дисертації:

1. Вдосконалення обладнання для одержання полімерних виробів методом просторового друку

2. Improvement of equipment for producing polymer products by spatial printing

Реферат/анотація:

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2020. Дисертаційну роботу присвячено дослідженню процесу просторового друку, а саме впливу основних технологічних параметрів на величину міжшарової адгезії та локальну деформацію нанесеного термопластичного полімерного матеріалу в процесі охолодження, а також вивченню динаміки переміщення виконавчих органів FDM 3D принтерів в залежності від типу конструктивної схеми. Проведено аналітичний огляд сучасного стану досліджень технології просторового друку. Розглянуто основні сучасні технології адитивного виробництва, систематизовано конструкції устаткування 3D друку термопластичними полімерними матеріалами в залежності від кінематичної схеми переміщення виконавчих органів, розглянуто типи конструкцій друкувальних головок на основі патентного пошуку, проаналізовано дослідження фізико-

механічних характеристик друкованих виробів в залежності від основних параметрів 3D друку та геометрії нанесення шарів. Проведений огляд показав, що галузь сучасного адитивного обладнання для одержання полімерних виробів надзвичайно швидко розвивається, проте підходи до конструювання нових типів обладнання не враховують властивостей витратного матеріалу. Головним завданням інженерів під час проектування є оптимізація та модернізація існуючих конструкцій. Також недостатньо вивченим є питання процесу формування готових виробів. Проведені дослідження механічних властивостей зразків не дають точних даних про величину та природу міжшарової адгезії, яка є основою адитивних технологій. Навіть в дослідженнях, що проводили випробовування на статичний одноосьовий розтяг в поперечному напрямку до нанесення шарів, була присутня контурна стінка, а це, в свою чергу, є некоректним для встановлення величини міжшарової адгезії. Варто зазначити, що практично не вивченим є питання поведінки розплаву термопластичного матеріалу після його виходу з друкувальної головки, а саме процес його охолодження та взаємодії з попередньо нанесеним матеріалом. Окремою прикладною темою, що також слабо вивчена, є питання динаміки руху виконавчих органів та продуктивності обладнання в залежності від конструктивної схеми. Для моделювання процесу охолодження в роботі використано двовимірну математичну модель нестаціонарної теплопровідності та модель течії неньютонівської неізотермічної рідини. Для моделювання деформування шару полімеру під дією власної ваги з одночасним охолодженням після нанесення на попередній шар розв'язувалась зв'язана термомеханічна задача з урахуванням степеневої залежності в'язкості полімеру від швидкості деформації та законом Арреніуса залежності в'язкості від температури. Отримані результати показали, що за умов інтенсивного обдуву полімер менш ніж за 1 с встигає охолодитись до температур, нижчих за температуру текучості без помітних деформацій. Проте для недопущення короблення та розшарування виробів температура не має виходити за певні межі, що свідчить про те, що повинен бути встановлений певний мінімальний проміжок часу до нанесення наступного шару, різний для різних полімерів і розмірів шару. Це накладає обмеження на допустиму швидкість роботи 3D-принтера. Моделювання дає змогу отримати дані про ступінь заповнення поперечного перерізу виробів, встановити причини появи дефектів та підібрати оптимальні товщини, температури та швидкості друку. Для моделювання процесу розтягу друкованих зразків в поперечному до напряму нанесення шарів застосовано дискретну математичну модель з використанням скінченного елемента для прогнозування деламінації нанесених шарів полімеру. Отримані результати показали, що розшарування відбувається починаючи з країв поверхні контакту шарів за схемою крихкого руйнування. Наведені модель та методика числового моделювання дають змогу прогнозувати міцність друкованих полімерних виробів в напрямі поперек шарів з урахуванням експериментальних даних випробувань друкованих зразків на розтяг. Було проведено відповідні експериментальні дослідження друкованих зразків на розтяг в залежності від геометрії та технологічних параметрів 3D друку таких, як температура та швидкість друку, а також висота та довжина нанесеного шару. Вдосконалено методику проведення відповідних досліджень та створено експериментальну установку для їх проведення, що включає механічну та електронну частини, а також створено програмне забезпечення для обробки даних. Створена установка та відповідні методики використовуються в навчальному процесі під час виконання лабораторних робіт, курсового й дипломного проектування на кафедрі хімічного, полімерного та силікатного машинобудування Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

2. A thesis for obtaining a scientific degree of a Ph.D on specialty 133 – "Industrial Machinery Engineering". – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, 2020. The dissertation is devoted to the study of the spatial printing process, namely, the impact of the main technological parameters on the value of interlayer adhesion and local deformation of the applied thermoplastic polymer material during the cooling process, as well as the study of the dynamics of movement of the executive parts of FDM 3D printers, depending on the type of design scheme. An analytical review of the current state of research on spatial printing technology is carried out. The main modern technologies of additive manufacturing are considered, the designs of 3D printing equipment with thermoplastic polymeric materials are systematized depending on the kinematic scheme of movement of the executive bodies, the types of designs of printheads based on patent searches are

considered, studies of the physical and mechanical characteristics of printed products are analyzed depending on the main parameters of 3D printing and the geometry of the layers. The review showed that the industry of modern additive equipment for the production of polymer products is developing extremely rapidly, however, approaches to the design of new types of equipment do not take into account the properties of consumables. The main design task for engineers is to optimize and modernize existing structures. Also insufficiently studied is the issue of the process of forming finished products. The conducted studies of the mechanical properties of samples do not provide accurate data on the magnitude and nature of interlayer adhesion, which is the basis of additive technologies. Even in the studies, static uniaxial tensile tests were carried out in the transverse direction of the application of the layers, a contour wall was present, and this, in turn, is incorrect for establishing the value of interlayer adhesion. It should be noted that the question of the behavior of the melt of thermoplastic material after it leaves the print head, and the very process of its cooling and interaction with the previously applied material, has practically not been studied. A separate applied topic, also poorly studied, is the issue of the dynamics of motion of the executive bodies and the performance of equipment, depending on the design scheme. To simulate the cooling process, a two-dimensional mathematical model of unsteady thermal conductivity and a model of the flow of a non-Newtonian non-isothermal fluid are used. To simulate the deformation of the polymer layer under its own weight with simultaneous cooling after deposition on the previous layer, a related thermomechanical problem was solved taking into account the power-law dependence of the polymer viscosity on the strain rate and the Arrhenius law of the temperature dependence of viscosity. The results obtained showed that, under conditions of intensive blowing, the polymer in less than 1 s has time to cool to a temperature below the pour point without noticeable deformations. However, to prevent warping and delamination of products, the temperature should not go beyond certain limits, which indicates that a certain minimum period of time must be established before applying the next layer, it is different for different polymers and layer sizes. This imposes restrictions on the allowable speed of the 3D printer. Modeling allows to obtain data on the degree of filling the cross-section of products, establish the causes of defects and select the optimal thickness, temperature and printing speed. To simulate the process of stretching printed samples in the transverse to the direction of application of layers, a discrete mathematical model was applied using a limiting element based on the penalty method to predict the delamination of deposited polymer layers. The results obtained showed that delamination occurs starting from the edges of the contact surface of the layers according to the brittle fracture scheme. The presented model and method of numerical simulation make it possible to predict the strength of printed polymer products in the direction across the layers based on experimental data of tensile tests of printed samples. Corresponding experimental studies of printed samples for rupture were carried out depending on the geometry and technological parameters of 3D printing, such as temperature and printing speed, as well as the height and length of the applied layer.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Колосов Олександр Євгенович

2. Kolosov Oleksandr E.

Кваліфікація: д. т. н., 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Савченко Богдан Михайлович

2. Savchenko Bohdan M.

Кваліфікація: д.т.н., 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юрженко Максим Володимирович

2. Iurzhenko Maksym V.

Кваліфікація: д. т. н., 05.03.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сідоров Дмитро Едуардович
2. Sidorov Dmytro E.

Кваліфікація: к. т. н., 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гондлях Александр Владимирович
2. Hondliakh Oleksandr V.

Кваліфікація: д. т. н., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Саленко Александр Федорович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Саленко Александр Федорович
Відповідальний за підготовку облікових документів	
Реєстратор	
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Т.А.