

ВИСНОВОК
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації
на тему «Технологічне забезпечення якості деталей машин, отриманих з
(назва роботи)
пластмас методом 3D-друку»
здобувача наукового ступеня доктора філософії

Кушнірчука Андрія Сергійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

з галузі знань 13 Механічна інженерія
(шифр, назва галузі знань)
за спеціальністю 131 Прикладна механіка.
(шифр, назва спеціальності)

Публічна презентація проведена на кафедрі технології машинобудування
(назва)
«25» квітня 2025 року, протокол №8.

1. Актуальність теми дослідження. 3D-друк знайшов широке застосування в медицині, освіті, машинобудівній, авіаційній, харчовій промисловості та інших сферах діяльності людини. Основними напрямками вдосконалення методів і технологій тривимірного друку є підвищення точності і швидкості виготовлення деталей, розширення номенклатури матеріалів, що застосовуються, усунення дефектів друкованої продукції за допомогою механічної обробки.

Вирішення науково-технічної задачі, а саме забезпечення технологічних параметрів якості деталей, отриманих FDM-друком, завдяки комплексному підходу до якості виробу, що включає в себе: точність відповідальних поверхонь згідно технічних вимог, необхідна шорсткість, міцнісні характеристики матеріалу, дизайн форми з мінімізацією маси деталі є актуальним завданням.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами
Дисертаційна робота виконувалась у відповідності до державних і науково-технічних програм за пріоритетними напрямками розвитку науки та техніки України та відповідає положенням Закону України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» від 08.09. 2011р. № 3715-VI та Закону

України «Про внесення змін до деяких законів України щодо пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки та інноваційної діяльності» від 13 січня 2024р. № 3534-IX, а також в рамках науково-дослідних робіт кафедри технології машинобудування Хмельницького національного університету.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Отримав розвиток процес побудови математичної моделі різання обточуванням та фрезеруванням поверхонь деталей з пластмас, виготовлених 3D-друком, у порівнянні з процесом різання металів з урахуванням пружних відтискань поверхонь матеріалу. Отримані результати у вигляді номограм дають можливість прогнозувати неточність розмірів поверхонь при різних видах оброблення для матеріалів, отриманих 3D-друком, при чистових та чорнових режимах різання;

2. Отримав подальший розвиток процес визначення механічних характеристик зразків, надрукованих за допомогою адитивних технологій FDM. Встановлено, що зниження внутрішнього заповнення матеріалу пропорційно зменшує межу міцності зразка. ABS-пластик виявився менш міцним на розрив у порівнянні з CoPET пластиком. При дослідженні діаграм руйнувань зафіксовано пластичну поведінку у зразків з CoPET, тоді як зразки з ABS 25 демонструють крихке руйнування. При дослідженні пар тертя найкращий результат було отримано в парі матеріалів ABS та CoPET, величина зносу склала 30 мкм, що робить таку пару тертя найбільш оптимальним вибором.

3. Експериментально визначені співвідношення параметрів режимів різання та конструктивних особливостей різального інструменту, що забезпечують найбільшу точність та низьку шорсткість відповідальних поверхонь деталей, отриманих 3D-друком при оптимальних температурах різання.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації

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 по 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 адитивних технологій у SolidWorks, що дозволяє отримати кінцевий продукт без потреби в додатковій обробці, що знижує масу деталі від 40 до 60% при збереженні всіх статичних характеристик та дозволяє економити на матеріалах, скоротити час на підготовку виробництва і зменшити обсяги механічної обробки.

5. Використання результатів роботи Результати виконаних досліджень та окремі теоретичні положення прийнято до впровадження на підприємстві ПМКФ «Бджілка» (м. Хмельницький), ТОВ НВФ «АДВІСМАШ», ХНУ «Адитивні технології у машинобудуванні».

Теоретичні та практичні результати, отримані в дисертаційному дослідженні, впроваджені у навчальний процес кафедри технології машинобудування Хмельницького національного університету при викладанні дисципліни «Технологічні методи забезпечення якості виробів».

6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі «Технологічне забезпечення якості деталей машин, отриманих з пластмас методом 3D-друку»

Дисертаційна робота виконана на кафедрі технології машинобудування Хмельницького національного університету, науковий керівник к.т.н., доцент, завідувач кафедри технології машинобудування Ткачук В. П.

Усі наукові результати дисертаційної роботи, винесені на захист, є особистим здобутком автора. Постановка проблеми, формулювання дослідницьких завдань та аналіз отриманих результатів здійснені у співпраці

з науковим керівником. Автору належать основні ідеї технологічних методів забезпечення якості виробів отриманих 3D-друком.

В одноосібній публікації [102] автору належить методологія оптимізації конструкції деталей машин для ефективного адитивного виробництва за допомогою SolidWorks Simulation.

У спільних публікаціях здобувачу належить: [117] – ідея модернізації поворотного стола для верстата з ЧПК для підвищення точності оброблення фрезеруванням поверхонь складної форми; [108] – проведення дослідження впливу геометрії інструменту та режимів різання на точність оброблення деталей отриманих FDM друком; [130] – побудова аналітичної моделі процесу оброблення обточуванням і фрезеруванням поверхонь деталей з пластмас, отриманих 3D-друком, у порівнянні з процесом різання металів з урахуванням низької пружності матеріалу.; [102] – проведення аналізу методології оптимізації конструкції деталей машин для ефективного адитивного виробництва за допомогою SolidWorks Simulation; [116] – результати дослідження міцнісних характеристик деталей, отриманих за допомогою FDM друку із ABS та CoPet пластику; [131] – ідея розвитку напрямків застосування адитивних технологій в ливарному виробництві; [103] – розробка конструкції установки для дослідження на зносостійкість тіл отриманих FDM друком, опис її конструкції; [110] – результати механічного оброблення деталей, отриманих FDM друком; [111] – результати аналізу геометричної точності поверхонь після механічного оброблення деталей, отриманих FDM друком; [109] результати фрезерування деталей по точності після механічного оброблення деталей отриманих FDM друком, [101] проведено аналіз та моделювання стратегії чистового та чорнового оброблення елементів заготовок складної геометричної форми у SolidWorksCAM.

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, встановлено, що дисертаційна робота Кушнірчука Андрія Сергійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та

запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

1. Кушнірчук А. С., Ткачук В. П. 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. *Досліджено вплив геометрії інструменту та режимів різання на точність оброблення деталей отриманих FDM друком.*

2. Кушнірчук А. С., Ткачук В. П. 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. *Отримала подальший розвиток побудова побудова аналітичної моделі процесу оброблення поверхонь деталей з пластмас, отриманих 3D-друком, у порівнянні з процесом різання металів з урахуванням низької пружності матеріалу.*

3. Каразей В. Д., Соколан К. С., Кушнірчук А. С., Калінін О. В. Модернізація поворотного стола для верстата з ЧПК. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2021. № 6. С.141-146. *Прведено модернізацію поворотного стола для верстата з ЧПК для підвищення точності оброблення поверхонь складної форми.*

4. Кушнірчук А. С. Оптимізація конструкції деталей машин для ефективного адитивного виробництва за допомогою SOLIDWORKS SIMULATION. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. №6. 2024. С. 497-502. *Наведено методологію оптимізації конструкції деталей машин для ефективного адитивного виробництва за допомогою SolidWorks Simulation.*

Статті в інших виданнях:

5. Кушнірчук А. С., Ткачук В. П., Харжевський В. О. 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. *Наведено результати дослідження міцнісних характеристик деталей отриманих за допомогою FDM друку із ABS та COPET пластику.*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Кушнірчук А. С. Адитивні технології в ливарному виробництві. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем, 26–27 травня 2022 р. м. Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка» 2022. Т. 1. С. 105-106. *Вказано напрямки застосування адитивних технологій в ливарному виробництві.*

7. Кушнірчук А. С. Установка для дослідження на зносостійкість тіл отриманих FDM друком. The 9th International scientific and practical conference “Modern research in world science”, November 28-30, 2022. Lviv, Ukraine. 2022. Р. 506-509. *Описано конструкцію установки для дослідження на зносостійкість тіл отриманих FDM друком.*

8. Кушнірчук А. С., Ткачук В. П. Механічна обробка деталей отриманих FDM друком. X Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти та молодих вчених з автоматичного управління присвячена Дню ракетно-космічної галузі України, 12 квітня 2023 р. Херсон-Хмельницький: ХНТУ, 2023. С. 155-156. *Наведено результати механічної обробки деталей отриманих FDM друком.*

9. Кушнірчук А. С. Аналіз геометричної точності після механічної обробки деталей отриманих FDM друком. XIII Міжнародна науково-практична конференції м. Чернігів, 25–26 травня 2023 р. : у 2 т. : Національний університет «Чернігівська політехніка» НУ «Чернігівська політехніка», 2023. Т. 1. С. 196-197. *Наведено результати аналізу*

геометричної точності поверхонь після механічної обробки деталей отриманих FDM друком.

10. Кушнірчук А. С., Ткачук В. П. Фрезерування деталей отриманих FDM друком. XII Міжнародна науково-технічна конференція «Прогресивні технології у машинобудуванні ATME-2024», Івано-Франківськ - Яремче, 5-9 лютого 2024 р. С. 138-139. *Наведено результати фрезерування деталей по точності після механічної обробки деталей отриманих FDM друком.*

11. Кушнірчук А. С. Аналіз та вибір стратегії чистової та чорної обробки елементів заготовок складної геометричної форми в SolidCAMthe. Materials of the XIV International Scientific and Practical Conference «INTERNATIONAL FORUM: PROBLEMS AND SCIENTIFIC SOLUTIONS». January 16-18, 2025. Melbourne, Australia. С. 291-302 *Проведено аналіз та моделювання стратегії чистової та чорнової обробки елементів заготовок складної геометричної форми у SolidCAM.*

За результатами досліджень опубліковано 11 наукових праць, у тому числі 4 статті у наукових фахових виданнях, 1 стаття в інших виданнях, 6 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій.

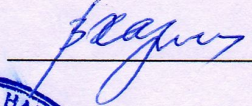
ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Кушнірчука Андрія Сергійовича «Технологічне забезпечення якості деталей машин, отриманих з пластмас методом 3D-друку», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Хмельницького національного університету зі спеціальності 131 Прикладна механіка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

Дисертаційну роботу «Технологічне забезпечення якості деталей машин, отриманих з пластмас методом 3D-друку», подану Кушнірчуком Андрієм Сергійовичем на здобуття ступеня доктора філософії, до захисту.

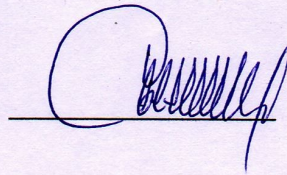
Головуючий публічної презентації
(гарант освітньої програми):

доктор технічних наук,
професор



В'ячеслав ХАРЖЕВСЬКИЙ

Підпис засвідчує
проректор з наукової роботи,
доктор технічних наук, професор



Олег СИНЮК