

**Рішення**  
**разової спеціалізованої вченої ради**  
**про присудження ступеня доктора філософії**

Здобувач ступеня доктора філософії Сіренко Максим Костянтинович, 1995 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2020 році Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара за спеціальністю Авіаційна та ракетно-космічна техніка, навчається в аспірантурі Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України з 2021 р., виконав акредитовану освітньо-наукову програму Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти та науки України від «02» червня 2025 року № 195, у складі:

Голови разової

спеціалізованої вченої ради – Анатолія САНІНА, доктора технічних наук, професора, декана фізико-технічного факультету, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України;

Рецензентів –

Миколи ДРОНЯ, доктора технічних наук, професора, професора кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України;

Володимира ЛПОВСЬКОГО, кандидата фізико-математичних наук, доцента, доцента кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України;

Офіційних опонентів – Ірини ГУСАРОВОЇ, доктора технічних наук, старшого дослідника, провідного наукового співробітника, Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля»;

Ігоря ТАРАНЕНКА, кандидата технічних наук, доцента, професора кафедри композиційних конструкцій і авіаційного матеріалознавства, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут» Міністерства освіти і науки України

на засіданні «02» вересня 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія Сіренку Максиму Костянтиновичу на підставі публічного захисту дисертації «Розробка та вдосконалення технології пошарового синтезу виробів з полімерних композиційних матеріалів для авіаційної та ракетно-космічної техніки» за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.



Дисертацію виконано у Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України, м. Дніпро.

Науковий керівник: Карпович Олена Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису із дотриманням вимог пункту 6 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (зі змінами). У дисертаційній роботі вперше запропоновано нову схему, метод та технологію отримання виробів з полімерних композиційних матеріалів в процесі та з використанням технологій пошарового синтезу. Нова технологія має за мету покращення характеристик міцності деталей та виробів. Досліджено вплив технологічних параметрів на експлуатаційні властивості виробів з полімерних композиційних матеріалів, що отримані методами пошарового синтезу. Встановлено, що відстань між шарами армування є значущим та основним фактором впливу на кінцеві характеристики отриманих виробів. Встановлена пряма залежність між зменшенням відстані між армованими шарами та підвищення властивостей міцності виробу. Розроблено раціональні схеми отримання виробів з полімерних композиційних матеріалів з використанням методу 3D-друку. Розроблена схема армування, що дозволяє зберігати суцільність волокна не лише в межах шару, а і при переході між шарами. Отримані результати дослідження впроваджені в освітній процес, можуть використовуватись для розробки і виготовлення деталей та виробів ракетної, космічної, авіаційної техніки з покращеними питомими властивостями міцності.

Дисертація виконана державною мовою із дотриманням вимог до оформлення дисертації, встановлених МОН України. Обсяг основного тексту дисертації відповідає нормам, встановленим освітньо-науковою програмою “Авіаційна та ракетно-космічна техніка” за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України.

Здобувач має 9 наукових публікацій за темою дисертації, з них 4 статті у періодичному фаховому виданні України категорії Б. Додатково опубліковано 5 тез доповідей міжнародних наукових конференцій, які відповідають вимогам пунктів 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, зокрема:

1. Сіренко, М., & Карпович, О. (2023). Перспективи розвитку 3d-друку виробів у авіаційній та ракетнокосмічній галузі із полімерних матеріалів з композиційним армуванням. *Journal of Rocket-Space Technology*, 30(4), 9-14. <https://doi.org/10.15421/452202> (фахове видання, категорії Б)
2. Сіренко, М., & Карпович, О. (2023). Моделювання вузла подавання



армуючого волокна при 3d-друку виробів із полімерних матеріалів з композиційним армуванням у авіаційній та ракетно-космічній галузі. *Journal of Rocket-Space Technology*, 31(4), 116-120. <https://doi.org/10.15421/452315> (фахове видання, категорії Б)

3. Сіренко, М., & Карпович, О. (2024). Методи контролю якості деталей РКЛА, що виготовлені методом 3д-друку з композиційних полімерних матеріалів. *Journal of Rocket-Space Technology*, 33(4-27), 55-61. <https://doi.org/10.15421/452408> (фахове видання, категорії Б)

4. Сіренко, М., & Карпович, О. (2025). Експериментальне дослідження міцносних характеристик деталей армованих композиційним волокном. *Journal of Rocket-Space Technology*, 34(1), 31-38. <https://doi.org/10.15421/452503> (фахове видання, категорії Б)

У дискусії взяли участь голова, рецензенти, офіційні опоненти та висловили зауваження:

Голова разової ради Санін Анатолій Федорович, доктор технічних наук, професор, декан фізико-технічного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Зауважень немає.

Офіційний опонент Гусарова Ірина Олександрівна, доктор технічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля». Зауваження:

1. В роботі сформульовані завдання, серед яких зазначено: «дослідити вплив параметрів 3D-друку на структуру і властивості отриманого матеріалу». Структуру матеріалу не досліджено. Не наведено макро-, і мікроструктуру матеріалу, не зрозуміло кількість пор в матеріалі, їх розташування, положення волокна в матриці. Оскільки структура матеріалу впливає на його міцність, такі дані є важливими.

2. Під час вибору армуючого волокна недостатньо аргументовано проведено обґрунтування застосування базальтового волокна – доцільно навести характеристики міцності, жорсткості, деформативності, щільності, вартості всіх типів волокон, і на основі їх порівняння вибрати оптимальний варіант. В дисертації порівняльні характеристики скло- та вуглецевих волокон відсутні.

3. В розділі 2.2 сказано, що головними недоліками, що необхідно усунути, були прийняті недотримання неперервності волокна наповнення і створення неспрогнозованих концентраторів напружень. З тексту дисертації незрозуміло, як ви усували створення неспрогнозованих концентраторів напружень і як ви це контролювали.

4. Непоказано, як розраховувалося середнє значення міцності, які відхилення від середнього значення, чи була проведена перевірка



експериментальних даних на наявність грубих похибок (викидів). Не показано на графіках діапазон зміни міцності.

5. В висновках за розділом 4 стверджується, що зразки деталей довільної форми, армовані волокном, показали відхилення сили на розрив від 10,1 до 13,2 %. Похибка складає в середньому не більше 12%, що відповідає прийнятим припущенням для інженерних розрахунків. Це не похибка, оскільки відхилення на всіх зразках здійснюється в сторону нижчої величини руйнівного навантаження. По результатах випробувань на вузлу (деталі) руйнуюче навантаження на 11-13% нижче розрахункового на всіх зразках. Тому під час проектування виробів необхідно вводити додаткові коефіцієнти, які будуть враховувати геометрію деталі, і підвищувати коефіцієнти запасу міцності.

Офіційний опонент Тараненко Ігор Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри композиційних конструкцій і авіаційного матеріалознавства Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» Міністерства освіти і науки України». Зауваження:

1. При огляді методів пошарового синтезу деталей для конструкцій ракетно-космічної техніки не достатньо розкрито вклад вітчизняних вчених, підприємств та наукових шкіл.
2. У підрозділі 3.3 (стор. 84) вказано, що при зміні щільності викладання армувальних волокон з 30 до 40 % у кожному шарі при рівній частоті укладання за товщиною зразка міцність та жорсткість збільшилися лише на 1 та 2% відповідно. Тобто при збільшенні об'ємного вмісту волокон на 30% відсотків від попереднього кейсу міцність та жорсткість практично не змінюється. Цей результат є досить дивним та потребує додаткового вивчення.
3. У підрозділі 4.4 не зрозуміло, як проводилося навантаження зразка, чому у якості референтного зразка був обраний неармований матеріал, міцність та жорсткість якого за замовченням буде, вочевидь, значно нижча ніж армованого. Також дано посилання на джерело [100], у якому розглянуто випробування зразка з метою визначення зовсім іншого параметру, а саме межі міцності на зминання отвору у композиті тілом кріпильного елементу.
4. У роботі присутні незначні помилки оформлення, такі як перенесення рядків таблиць та підписуноків надписів на нову сторінку.

Рецензент Дронь Микола Михайлович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України. Зауваження:



1. Назва роботи носить занадто розширений характер – для авіаційної та ракетно-космічної техніки, що призвело до недостатньо чіткого визначення практичної цінності отриманих конструктивно-технологічних рішень.

2. Недостатня кількість прикладів реалізації конкретних технологій і дещо надлишковий об'єм розрахунків даних для гіпотетичних зразків ракетно-космічної техніки.

3. Робота могла б здобути додаткову цінність якби результати були впроваджені в реальних зразках ракетно-космічної чи авіаційної техніки.

Рецензент Ліповський Володимир Іванович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України. Зауваження:

1. В роботі геометричні параметри для зменшених зразків в експериментальному дослідженні механічних властивостей виконані згідно з ISO 6892-1:2019. Цей ISO використовують для металевих зразків, а не для полімерних композиційних матеріалів. Геометрію зразків треба було брати за нормативним документом ISO 527-2. Але слід зауважити, що за цим документом прийняти розміри дослідних зразків знаходяться між варіантами типів зразків 1BA та 1BB ISO 527-2, та не задовольняють вимогам стосовно розміру по товщині зразка, та радіусу закруглення.

2. В роботі не приведена статистична обробка експериментальних результатів. Не має як основних статистичних показників: таких як середнє значення ( $\mu$ ) кожного параметра ( $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0,2}$ ,  $E$ ,  $\delta_5$ ), стандартне відхилення ( $\sigma$ ), коефіцієнт варіації (%CV) — для оцінки повторюваності, 95% довірчий інтервал для кожної величини, та і не виконана оцінка достовірності отриманих результатів.

3. В роботі не наведено місце розташування екстензометра на дослідних зразках. Приведені фотографії зруйнованих зразків показують, що руйнування при розтяганні виникає не в робочій зоні зразка, а за межею робочої зони. Випробування на розтяг є коректним лише за умови, що місце розриву — в межах бази екстензометра. Якщо це не так — результати по  $\delta_5$  є некоректними або заниженими. Варто було б розглянути використання зменшених зразків (типу ISO 527-2 1BA) для зменшення імовірності розриву поза базою.

4. Експериментальні зразки є ортотропними, а отже, механічні властивості суттєво відрізняються в різних напрямках. Проведено дослідження властивостей композитного зразка тільки в одному напрямі, що є

недостатнім та не визначає всі характеристики та особливості композита, який створений за розробленою технологією 3-D друку.

Усі члени разової спеціалізованої ради погоджуються, що зазначені ними зауваження не впливають на загальне позитивне враження від дисертаційної роботи і не знижують її високої оцінки.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,  
«Проти» немає.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Сіренку Максиму Костянтиновичу ступінь доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої  
вченої ради



(підпис)

Анатолій САНІН

(власне ім'я та прізвище)