

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Пушкарьов Денис Вікторович, 1997 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2019 році Київський національний університет технологій та дизайну за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія, аспірант денної форми здобуття вищої освіти Київського національного університету технологій та дизайну, Міністерства освіти і науки України, м. Київ з 2020 року до цього часу, виконав акредитовану освітньо-наукову програму 161 Хімічні технології та інженерія.

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Київського національного університету технологій та дизайну від «26» червня 2025 року № 201, у складі:

Голови разової

спеціалізованої вченої ради – Володимира ХОМЕНКО, доктора технічних наук, професора, доцента кафедри хімічних технологій та ресурсозбереження Київського національного університету технологій та дизайну.

Рецензента – Вікторії ПЛАВАН, доктора технічних наук, професора, завідувачки кафедри хімічних технологій та ресурсозбереження Київського національного університету технологій та дизайну.

Офіційних опонентів – Олександра СОКОЛЬСЬКОГО, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри хімічного, полімерного і силікатного машинобудування, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

– Володимира ЛЕВИЦЬКОГО, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри хімічної технології переробки пластмас, Національний університет "Львівська політехніка",

– Наталії БЕРЕЗНЕНКО, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри екологічного менеджменту та підприємництва Київський національний університет імені Тараса Шевченка

на засіданні «20» серпня 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія Денису ПУШКАРЬОВУ на підставі публічного захисту дисертації «Розробка технології адитивного виробництва полімерних композитів з регульованою теплопровідністю» за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Дисертацію виконано у Київському національному університеті технологій та дизайну, Міністерство освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник Богдан САВЧЕНКО, доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімічних технологій та ресурсозбереження Київського національного університету технологій та дизайну.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису. Основні результати дослідження в сукупності дозволили розв'язати важливе науково-практичне завдання зі створення полімерних композитів з регульованою теплопровідністю для застосування в технологіях адитивного виробництва. Основні положення, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи полягають у наступному:

1. Виявлено синергетичний ефект при введенні різних типів наповнювачів. Посадження 50 % міді, 20 % графіту та 10–20 % двоокису титану, ймовірно, формує тривимірну теплопровідну мережу, що підвищує теплопровідність композиту до 1,93

Вт/(м·К) – на 55 % вище, ніж у найефективніших мононаповнених систем, – що раніше не фіксувалося для PLA-матриць.

2. Доведено анізотропний характер теплопереносу, зумовлений орієнтацією шарів при адитивному виробництві полімерних композитів. Перехід від орієнтації 90° до 0° відносно напрямку теплового потоку збільшує теплопровідність з 1,03 до 1,25 Вт/(м·К) для композитів на основі PLA з алюмінієм, що ймовірно пов'язано з орієнтацією часток наповнювача вздовж напрямку екструзії струменя полімеру завдяки безперервності шарів, у той час як теплоємність і механічні характеристики залишаються незмінними у межах статистичної похибки.

3. Встановлено механізм впливу висоти шару на теплопровідність композитів. Зростання товщини шару з 0,1 до 0,6 мм зменшує кількість міжшарових інтерфейсів, що підвищує теплопровідність на 21-34 % та знижує анізотропію на 19-28 % без помітної втрати геометричної точності виробів.

4. Встановлено, що застосування програмного заповнення під час виготовлення виробу дозволяє регулювати теплопровідність структури, а застосування хімічного спінювання у поєднанні з програмним заповненням забезпечує рівень теплопровідності, типовий для ізоляційних матеріалів. Показано, що при зниженні густини до 0,15 г/см³ питома теплоємність зростає до 3,35 Дж/(г·К) (збільшення на 64 %), тоді як теплопровідність зберігається нижче 0,07 Вт/(м·К), що вперше дозволяє прогнозувати теплофізичні параметри комірчастих структур за єдиним набором технологічних змінних.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

1. Запропоновано технологію хімічного спінення, придатну для традиційного FFF-друку, яка забезпечує формування закритопористих PLA-структур з устиною до 0,25 г/см³ і теплопровідністю 0,08 Вт/(м·К). Розроблена технологія дає змогу виготовляти легкі теплоізоляційні вставки для побутових приладів і будівельних сендвіч-панелей, скорочуючи масу деталей у середньому на 60 %.

2. Встановлено, що технологія FFF використовує мононитку і має принципове обмеження щодо максимального ступеня наповнення та максимального значення теплопровідності виробів. Запропоновано застосовувати FGF технологію з використанням гранули полімерного композиту, що суттєво розширює межі теплопровідності отриманих виробів з можливістю отримувати великогабаритні вироби. Розроблено та успішно апробовано технологію двоетапного адитивного виробництва великогабаритних виробів.

3. Встановлено, що застосування композитів з теплопровідними наповнювачами та раціональних параметрів адитивного виробництва дозволяють досягти однакового рівня теплопровідності у виробах, отриманих литтям під тиском та технологією адитивного виробництва.

4. Створено полімерні композити з регульованою теплопровідністю (0,08 – 1,93 Вт/(м·К)), сумісні із типовими FFF-принтерами без конструктивних змін. Це дозволяє виробникам швидко переходити від ізоляційних виробів до тепловідвідних компонентів, варіюючи лише рецептуру наповнювачів і параметри друку, що мінімізує переналадження обладнання і знижує питомі витрати порівняно з традиційним литтям під тиском.

5. Модернізовано лабораторне обладнання та вдосконалено методику вимірювання теплопровідності. Зокрема, адаптовано та автоматизовано комірку для вимірювання теплофізичних властивостей полімерних композитних матеріалів.

Здобувач має 9 наукових публікацій за темою дисертації, з них 1 публікація в зарубіжному виданні, яке входить до міжнародної науко-метричної бази Scopus, 5 статей в наукових фахових виданнях України категорії Б, 3 роботи апробаційного характеру:

1. Пушкарьов Д. В., Слепцов О. О., Сова Н. В., Савченко Б. М. Адитивні технології створення теплопровідних полімерних композитів. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*, 2025. № 4 (290). С 48-56.

2. Kovalchuk O. V., Kovalchuk T. M., Harbovskiy Yu. A., Svistilnik R. F., Pushkarov D. V., Volokh L. V., Lagoda O. A., Oleinykova I. V. Dynamics of temperature dependence of the dielectric properties of a nanocomposite material based on linear polyethylene in the vicinity of the percolation transition. *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*, 2023. V. 26. No 1. P. 041-048.
3. Булгаков Є. С., Пушкарьов Д. В., Савченко Б. М., Сова Н. В., Слепцов О. О. Дослідження фізико-механічних властивостей нетканих матеріалів на основі полілактиду. *Технології та інжиніринг*. 2024. № 2. С. 96-105.
4. Савчук Б. П., Пушкарьов Д. В. Способи переробки полімерних відходів. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2025. № 1 (287). С. 67-76.
5. Булгаков Є. С., Савченко Б. М., Іскандаров Р. Ш., Свістільник Р. Ф., Пушкарьов Д. В. Застосування біорозкладних полімерів при виготовленні нетканих фільтрувальних матеріалів. *Технології та інжиніринг*. 2023. № 3 (14). С. 60-70.
6. Іскандаров Р. Ш., Слепцов О. О., Пушкарьов Д. В., Осауленко С. І. Високонаповнені композити в технологіях полімерного пакування. *Технології та інжиніринг*. 2022. № 3. С. 26-36.

У дискусії взяли участь та висловили зауваження:

– Хоменко Володимир Григорович, голова спеціалізованої вченої ради, доктор технічних наук, професор, доцент кафедри хімічних технологій та ресурсозбереження Київського національного університету технологій та дизайну. Оцінка позитивна, без зауважень.

– Плаван Вікторія Петрівна, рецензент, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімічних технологій та ресурсозбереження Київського національного університету технологій та дизайну. Оцінка позитивна, без зауважень.

– Сокольский Олександр Леонідович, опонент, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімічного, полімерного і силікатного машинобудування, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". Оцінка позитивна, без зауважень.

– Левицький Володимир Євстахович, опонент, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімічної технології переробки пластмас, Національний університет "Львівська політехніка". Оцінка позитивна, без зауважень.

– Березненко Наталія Михайлівна, опонент, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екологічного менеджменту та підприємництва Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Оцінка позитивна, без зауважень.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради,

«Проти» – немає.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Пушкарьову Денису Вікторовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 16 хімічна та біоінженерія за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Відеозапис трансляції захисту дисертації надається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради



Володимир ХОМЕНКО