

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001303

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 04-05-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кисіль Христина Володимирівна

2. Khrystyna Kysil

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0001-0576-8698

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 161

Назва наукової спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Галузь / галузі знань: хімічна та біоінженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Хімічні технології та інженерія

Дата захисту: 08-05-2026

Спеціальність за освітою: Системне проектування

Місце роботи здобувача: Організація відсутня

Код за ЄДРПОУ: 00000000

Місцезнаходження: -----, Київ, 00000, Україна

Форма власності: Змішана

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 12735

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 61.61.29, 61.61.99

Тема дисертації:

1. Основи технологій одержання полілактидних композитів з мінеральними наповнювачами
2. Basis of technologies for producing polylactide composites with mineral fillers

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального науково-технічного завдання, що полягає у встановленні фізико-хімічних закономірностей формування структури та властивостей композиційних матеріалів на основі полілактиду, модифікованих мінеральними наповнювачами та наночастинками срібла, а також у розробленні технологічних підходів до одержання матеріалів із регульованими експлуатаційними та функціональними характеристиками. Запропоновано підходи до направленого регулювання структури та властивостей ПЛА композитів шляхом введення мінеральних наповнювачів (тальку, кальційфосфатних сполук) і функціональних добавок, що сприяє зміні процесів кристалізації полімерної матриці, формуванню впорядкованої надмолекулярної структури та покращенню фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів. Встановлено особливості синтезу та стабілізації наночастинок срібла у полімерному середовищі та показано можливість їх використання для модифікування полілактидних матеріалів. Проведено аналіз сучасного стану досліджень у галузі створення полімерних композиційних матеріалів на основі полілактиду. Розглянуто особливості полілактиду як біорозкладного полімеру, його структуру, способи синтезу та основні

фізико-механічні і теплофізичні характеристики. Узагальнено літературні дані щодо технологічних підходів до одержання полілактидних композиційних матеріалів, зокрема методів екструзії, компресійного формування, інтеркаляції з розчину, полімеризації *in situ* та розплавного змішування. Особливу увагу приділено дослідженням композитів ПЛА з кальційвмісними мінеральними наповнювачами (гідроксіапатит, трикальційфосфат, карбонат кальцію). Проаналізовано їх вплив на механічні, теплофізичні, структурні та функціональні властивості полімерних композитів. Як основну полімерну матрицю використано полілактид марки Ingeo 2500H. Для модифікування властивостей полімерної системи застосовано органічні та мінеральні наповнювачі, зокрема картопляний крохмаль, тальк, гідроксіапатит, трифосфат кальцію та гідроортофосфат кальцію, а також пластифікатор – епоксидовану соєву оливу. Описано методики одержання полімерних композитів та наведено комплекс фізико-хімічних та механічних методів дослідження структури і властивостей отриманих матеріалів. Показано, що введення мінеральних наповнювачів до полімерної матриці є ефективним способом регулювання технологічних та експлуатаційних характеристик полілактиду. Дисперсні мінеральні частинки здатні впливати на процеси структуроутворення у полімерному розплаві, змінювати характер течії матеріалу та модифікувати реологічну поведінку композиційної системи. Методами інфрачервоної спектроскопії, СЕМ та рентгеноструктурного аналізу встановлено особливості надмолекулярної організації полілактиду та зміну його структури під впливом додаткової теплової обробки і введення мінеральних наповнювачів. Виявлено, що введення тальку до полілактиду сприяє інтенсифікації процесу кристалізації полімерної матриці та формуванню більш розвиненої кристалічної структури. Частинки тальку виступають ефективними нуклеюючими агентами, які стимулюють гетерогенне зародкоутворення кристалічної фази. Показано, що додавання пластифікатора та нативного крохмалю впливає на процеси структуроутворення у полімерній системі та змінює ступінь кристалічності матеріалу. Отримані результати свідчать, що регулювання складу композицій дозволяє цілеспрямовано змінювати структуру полілактидних матеріалів і керувати їх фізико-механічними властивостями. Досліджено особливості синтезу наночастинок срібла та властивості плівкових полілактидних матеріалів, модифікованих такими наночастинами. Показано, що використання наночастинок металів, зокрема срібла, є ефективним способом надання полімерним матеріалам додаткових функціональних властивостей, зокрема антимікробної активності та покращених бар'єрних характеристик. Досліджено особливості формування плівкових матеріалів на основі полілактиду, модифікованих наночастинами срібла. Показано, що введення наночастинок срібла у полімерну матрицю не порушує процес формування плівок та дозволяє отримувати однорідні матеріали з рівномірним розподілом нанонаповнювача. Отримані плівкові матеріали характеризуються достатньою механічною міцністю, стабільною структурою та покращеними функціональними властивостями. Наявність наночастинок срібла надає плівкам виражених антимікробних властивостей, що є особливо важливим для застосування у пакувальних матеріалах для харчових продуктів і фармацевтичної продукції.

2. The dissertation is devoted to solving a pressing scientific and technical problem, which involves establishing the physicochemical regularities governing the formation of the structure and properties of composite materials based on polylactide (PLA), modified with mineral fillers and silver nanoparticles, as well as developing technological approaches for obtaining materials with tailored operational and functional characteristics. Approaches for the directed regulation of the structure and properties of PLA composites through the incorporation of mineral fillers (talc and calcium phosphate compounds) and functional additives are proposed. These modifications influence the crystallization behavior of the polymer matrix, promote the formation of an ordered supramolecular structure, and improve the physicomachanical and processing properties of the materials. The features of the synthesis and stabilization of silver nanoparticles in a polymer medium are established, and their applicability for modifying PLA-based materials is demonstrated. The current state of research in the field of PLA-based polymer composite materials is analyzed. The characteristics of polylactide as a biodegradable polymer, including its structure, synthesis methods, and main physicomachanical and thermophysical properties, are considered. Literature data on technological approaches to the production of PLA composites are summarized, including extrusion, compression molding, solution intercalation, *in situ* polymerization, and melt mixing. Special

attention is given to PLA composites containing calcium-based mineral fillers such as hydroxyapatite, tricalcium phosphate, and calcium carbonate, and their influence on the mechanical, thermophysical, structural, and functional properties of the composites. Polylactide grade Ingeo 2500H was used as the polymer matrix. Organic and mineral fillers, including potato starch, talc, hydroxyapatite, calcium triphosphate, and calcium hydrogen phosphate, as well as epoxidized soybean oil as a plasticizer, were employed to modify the polymer system. Methods for the preparation of polymer composites are described, and a комплекс of physicochemical and mechanical characterization techniques is presented. It is shown that the incorporation of mineral fillers into the polymer matrix is an effective approach for regulating the technological and operational characteristics of PLA. Dispersed mineral particles affect the structure formation processes in the polymer melt, alter the flow behavior, and modify the rheological properties of the composite system. Infrared spectroscopy, scanning electron microscopy (SEM), and X-ray diffraction analysis were used to investigate the supramolecular organization of PLA and the changes in its structure under the influence of thermal treatment and filler incorporation. It was found that the addition of talc enhances the crystallization of the polymer matrix and promotes the formation of a more developed crystalline structure. Talc particles act as effective nucleating agents, stimulating heterogeneous nucleation. The addition of a plasticizer and native starch was shown to influence structure formation and alter the degree of crystallinity. The results indicate that controlling the composition enables purposeful modification of the structure and, consequently, the physical and mechanical properties of PLA-based materials. The synthesis of silver nanoparticles and the properties of PLA-based film materials modified with such nanoparticles were also investigated. It was demonstrated that the use of metal nanoparticles, particularly silver, is an effective way to impart additional functional properties to polymer materials, including antimicrobial activity and enhanced barrier performance. The incorporation of silver nanoparticles does not disrupt film formation and allows the production of homogeneous materials with a uniform distribution of the nanofiller. The resulting films exhibit sufficient mechanical strength, structural stability, and improved functional characteristics. The presence of silver nanoparticles provides pronounced antimicrobial properties, which is particularly important for applications in food and pharmaceutical packaging.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

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:

- 1. Masyuk A. S., Kysil K. V., Katruk D. S., Skorokhoda V. Y., Bilyi L. M., Humenetskyi T. V. Elastoplastic properties of polylactide composites with finely divided fillers // Materials Science. – 2020. – Vol. 56, iss. 3. – P. 319–3262. <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00432-y> (Scopus та Web of Science)
- 2. Masyuk A. S., Levytskyi V. Y., Kysil K. V., Bilyi*** L. M., Humenetskyi T. V., Katruk D. S. Influence of calcium phosphates on the morphology and properties of polylactide composites // Materials Science. – 2021. – Vol. 56, iss. 6. – P. 870–876. <https://doi.org/10.1007/s11003-021-00506-5> (Scopus та Web of Science)
- 3. Levytskyi V., Katruk D., Masyuk A., Kysil K., Bratychak M., Chopyk N. Resistance of polylactide materials to water mediums of the various natures // Chemistry & Chemical Technology. – 2021. – Vol. 15, № 2. – P. 191–197. <https://doi.org/10.23939/chcht15.02.191> (Scopus та Web of Science)
- 4. Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б., Дудок Г. Д., Кисіль Х. В. Срібловмісні остеопластичні нанокомпозити на основі кополімерів полівінілпіролідону // Питання хімії та хімічної технології. – 2022. – № 3 (142). – С. 67–73. DOI: 10.32434/0321-4095-2022-142-3-67-73 (Scopus та Web of Science)
- 5. Семенюк Н. Б., Кисіль Х. В., Шаповал К. О., Дудок Г. Д., Скорохода В. Й. Дослідження фізичної модифікації полілактидів // Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2021. – Vol. 4, № 1. – P.

198–205. <https://doi.org/10.23939/ctas2021.01.198> (фахове видання)

- 6. Катрук Д. С., Кисіль Х. В., Куліш Б. І., Масюк А. С., Скорохода В. Й., Левицький В. Є. Експлуатаційні характеристики композитів полілактид – тальк // *Хімія, технологія речовин та їх застосування*. – 2020. – Vol. 3, № 2. – Р. 163–168. <https://doi.org/10.23939/ctas2020.02.163> (фахове видання)
- 7. Семенюк Н. Б., Дудок Г. Д., Кисіль Х. В., Скорохода Т. В., Парфьонов* Ю. О. Структура та властивості модифікованих гліцерином полілактидних плівок // *Хімія, технологія речовин та їх застосування*. – 2022. – Vol. 5, № 1. – Р. 199–206. <https://doi.org/10.23939/ctas2022.01.199> (фахове видання)
- 8. Катрук Д.С., Левицький В.Є., Масюк А.С., Куліш-Пеленська Б.І., Кисіль Х.В., Ларук Ю.В. Вплив водних середовищ на стійкість модифікованих полілактидних матеріалів. Питання хімії та хімічної технології–2025–№1–С.4–12 <http://dx.doi.org/10.32434/0321-4095-2025-158-1-4-12> (фахове видання).
- 9. Kulish-Pelenska B., Kysil K., Levytskyi V., Masyuk A. Chemical Stability and Biodegradability of Polylactide Materials // *Сучасні полімерні матеріали та технології: колективна монографія / за ред. К. Сухого, В. Левицького, В. Плаван, В. Скороходи*. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2024. – С. 13–28. – 252 с. – ISBN 978-966-941-976-7.
- 10. Katruk D. S., Kysil K. V., Kulish* B. I., Skorokhoda V. Y. Chemical stability of polylactide materials // *Полімери спеціального призначення : тези доповідей X Українсько-польської наукової конференції, Львів, 21–24 вересня 2020*. – 2020. – С. 151–152.
- 11. Levytska K., Masyuk A., Skorokhoda V., Melnyk S. Features of properties of the polylactide composites // *VIII Міжнародний молодіжний науковий форум "Litteris et Artibus" & 13-та Міжнародна конференція "Молоді вчені до викликів сучасної технології" : матеріали, 22–24 листопада, 2018, Львів, Україна*. – 2018. – С. 246–247.
- 12. Masyuk A. S., Kysil K. V., Skorokhoda V. Y. Influence of calcium-containing fillers on elastic-deformation properties of polylactide // *Полімери спеціального призначення : тези доповідей X Українсько-польської наукової конференції, Львів, 21–24 вересня 2020*. – 2020. – С. 86–87.
- 13. Semenyuk N., Kysil K., Dudok G., Skorokhoda V. Modified polylactide composites // *Chemical technology and engineering : proceedings of the 3rd International scientific conference , June 21–24th, 2021, Lviv, Ukraine*. – 2021. – С. 126–127.
- 14. Kysil K., Masyuk A., Skorokhoda V., Bilyi L. Polylactide composites with finely divided fillers // *Chemical technology and engineering : proceedings of the 2nd International scientific conference, June 24–28th, 2019, Lviv, Ukraine*. – 2019. – С. 159.
- 15. Катрук Д. С., Масюк А. С., Кисіль Х. В., Куліш Б. І., Скорохода В. Й. Стійкість полілактидних матеріалів до водних середовищ різної природи // *Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів: матеріали IV Всеукраїнської наукової конференції (Дніпро, 10 квітня 2020 р.)*. – 2020. – С. 33.
- 16. Куліш Б. І., Катрук Д. С., Масюк А. С., Кисіль Х. В., Левицький В. Є. Пружно-деформаційні властивості полілактидних композитів з дрібнодисперсними наповнювачами // *Актуальні проблеми хімії, матеріалознавства та екології : матеріали I Міжнародної наукової конференції, Луцьк, Україна, 12–14 травня 2021 р.* – 2021. – С. 57–58.
- 17. Масюк А. С., Катрук Д. С., Кисіль Х. В., Скорохода В. Й. Вплив дрібнодисперсного наповнювача на морфологію і властивості полілактиду // *Поступ в нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості : матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції, Львів, 18–23 травня 2020 р.* – 2020. – С. 203.
- 18. Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б., Дудок Г. Д., Скорохода Т. В., Кисіль Х. В. Вплив природи мінерального наповнювача на закономірності одержання, структуру та властивості остеопластичних композитів // *XIV Українська конференція з високомолекулярних сполук : тези доповідей (Київ, 15–18 жовтня 2018 р.)*. – 2018. – С. 258.
- 19. Катрук Д. С., Масюк А. С., Куліш Б. І., Кисіль Х. В., Левицький В. Є. Вплив природи наповнювача на морфологію і властивості полілактидних матеріалів // *Сучасні проблеми хімії : тези доповідей XXII Міжнародної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Київ, 19–21 травня 2021 р.* – 2021. – С.

- 20. Масюк А., Кисіль Х., Скорохода В., Катрук Д., Левицький В. Теплофізичні властивості модифікованих полілактидних матеріалів // Advanced polymer materials and technologies : proceedings of the III International scientific conference, Kyiv, Ukraine, 14–15 April 2020. – 2020. – С. 28–33

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; економія матеріалів; підвищення продуктивності праці

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Патент UA136352 України на корисну модель; МПК C08F 2/44, C08F 4/0. Спосіб одержання пористих композиційних матеріалів / Скорохода В.Й., Солоха І.В., Семенюк Н.Б., Дудок Г.Д., Скорохода Т.В., Кисіль Х.В. –№ u201902681; заявл. 26.03.2019; опубл. 12.08.2019; бюл. № 15.

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0122U000953, 0124U000789

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скорохода Володимир Йосипович
2. Volodymyr Skorokhoda

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2352-5964

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лебедев Володимир Володимирович
2. Volodymyr V. Lebedev

Кваліфікація: д.т.н., проф., 05.17.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6934-2349

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сова Надія Володимирівна

2. Nadiya V. Sova

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3550-6135

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56685569600>

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет технологій та дизайну

Код за ЄДРПОУ: 02070890

Місцезнаходження: вул. Мала Шияновська, Київ, 01011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Варваренко Сергій Миколайович

2. Serhiy M. Varvarenko

Кваліфікація: д. х. н., професор, 02.00.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7374-7787

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Моравський Володимир Степанович
2. Volodymyr S. Moravskyi

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.17.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8524-6269

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55856808900>;
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/1404809>;
<https://scholar.google.com.ua/citations?hl=ru&user=jFz09hwAAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Стецишин Юрій Богданович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Стецишин Юрій Богданович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Гнатів З.Я.

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна