

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001808

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-05-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Якименко Ольга Сергіївна

2. Olha S. Yakymenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0996-8398

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: 23-06-2025

Спеціальність за освітою: Хімічні технології та інженерія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9073

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

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 Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 66.45, 66.45.31

Тема дисертації:

1. Розробка технологій одержання із недревної рослинної сировини наноцелюлози та її використання у виробництві паперу і картону
2. Development of technologies for obtaining nanocellulose from non-wood plant raw materials and its use in the production of paper and cardboard

Реферат:

1. Концепція циркулярної економіки передбачає замкнутий кругообіг речовин у природі і максимальне збереження сировини в процесах виробництва товарів широкого споживання, до яких відноситься, зокрема, картонно-паперова продукція. У світовій целюлозно-паперовій промисловості основним джерелом для виробництва паперу і картону залишається целюлоза із хвойних і листяних порід деревини. У контексті стійкого розвитку та збереження лісових ресурсів актуальною проблемою для України, як країни з

розвинутим сільським господарством, є розробка екологічно безпечних технологій виробництва целюлозовмісних матеріалів із недеревної рослинної сировини (НДРС), яка має низьку вартість у порівнянні з деревиною і щорічно відновлюється. Для досягнення необхідних показників якості паперу і картону у процесі їх виробництва, як правило, додають різні хімічні допоміжні речовини (ХДР) із вичерпних джерел – нафти, газу, вугілля, що призводить до забруднення довкілля. В останні роки в світовій практиці активно розвиваються дослідження, спрямовані на переробку рослинної сировини у целюлозовмісні матеріали з високою доданою вартістю, зокрема у наноцелюлозу (НЦ), що має унікальні властивості: високі значення модулю пружності, висока питома поверхня, оптична прозорість, хімічна реакційна здатність, низький коефіцієнт теплового розширення, здатність до біологічного розкладання і біосумісність, низька легкість і вартість виробництва в порівнянні із синтетичними полімерами. До асортименту багатотоннажної картонно-паперової продукції відносяться такі технічні її види, як: електроізоляційний папір, папір-основа для шпалер, папір для пакування харчових продуктів, картон для плоских шарів гофрокартону, картон тарний вологостійкий, тощо. Для досягнення передбачених стандартами специфічних показників якості такої продукції необхідна наявність розроблених відповідних ресурсозберігаючих технологій їх виробництва, зокрема з використанням наноцелюлози для покращення показників якості паперу і картону та зменшення витрати шкідливих синтетичних ХДР. Тому розробка екологічно безпечних способів одержання із НДРС целюлози і наноцелюлози та використання їх у виробництві паперу і картону є актуальною науково-практичною задачею. Мета дисертаційної роботи полягає в науковому обґрунтуванні розроблення інноваційних технологічних підходів до отримання з вітчизняної недеревної рослинної сировини наноцелюлози та визначення оптимальних її витрат в композиції технічних видів паперу і картону для досягнення їх експлуатаційних характеристик. Для реалізації мети було сформульовано наступні завдання: 1. Удосконалити методику одержання із поживних решток кукурудзи, стебел соняшника, очерету, волокон конопель целюлози, придатної для подальшої екстракції з неї наноцелюлози. 2. Визначити вплив технологічних параметрів процесів одержання наноцелюлози методами гідролізу розчинами сульфатної кислоти, окиснення в середовищі 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-оксиду (ТЕМПО) та глибоких евтектичних розчинників (DES) на показники її якості. 3. Встановити вплив додавання отриманої наноцелюлози у волокнисту композицію і на поверхню зразків паперу і картону на показники їх якості та на зменшення витрат шкідливих хімічних допоміжних речовин. 4. Визначити точки введення наноцелюлози у технологічні потоки виробництва паперу і картону. Об'єкт дослідження – екологічно безпечні процеси перероблення НДРС у целюлозу і наноцелюлозу та використання їх у виробництві масових видів паперу і картону. Предмет дослідження – технологічні параметри процесів одержання з вітчизняної НДРС целюлози і наноцелюлози та рекомендованих їх витрат у процесах виробництва масових видів картонно-паперової продукції. Наукова новизна отриманих результатів: – теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність комбінування стадій лужної обробки та пероцтового варіння з метою отримання целюлози з поживних решток кукурудзи, стебел соняшника, очерету та волокон конопель, придатної для екстракції з неї наноцелюлози; – встановлено зростання показників якості наноцелюлози (щільності, міцності на розрив, прозорості, індексу кристалічності, термічної стабільності) у такій послідовності залежно від середовища її одержання: глибоких евтектичних розчинників – 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-оксиду – сульфатної кислоти; – встановлено лінійну кореляцію між міцністю на розрив і прозорістю наноцелюлози та щільністю наноцелюлозних плівок. Ключові слова: недеревна рослинна сировина, органосольвентне варіння, целюлоза, гідроліз, наноцелюлоза, папір, картон

2. The concept of a circular economy provides for a closed cycle of substances in nature and maximum conservation of raw materials in the production processes of consumer goods, which include, in particular, cardboard and paper products. In the global pulp and paper industry, the main source for the production of paper and cardboard remains cellulose from coniferous and deciduous wood species. In the context of sustainable development and conservation of forest resources, an urgent problem for Ukraine, as a country with developed agriculture, is the development of environmentally friendly technologies for the production of cellulose-containing materials from non-wood plant raw materials (NWRM), which has a low cost compared to wood and is annually

renewed. To achieve the required quality indicators of paper and cardboard, various chemical auxiliaries from exhaustible sources – oil, gas, coal – are usually added during their production, which leads to environmental pollution. In recent years, research has been actively developing in world practice aimed at processing plant raw materials into cellulose-containing materials with high added value, in particular nanocellulose (NC), which has unique properties: high values of the elastic modulus, high specific surface area, optical transparency, chemical reactivity, low coefficient of thermal expansion, biodegradability and biocompatibility, low lightness and cost of production compared to synthetic polymers. The range of high-tonnage cardboard and paper products includes such technical types as: electrical insulating paper, wallpaper base paper, food packaging paper, cardboard for flat layers of corrugated cardboard, moisture-resistant container cardboard, etc. To achieve the specific quality indicators of such products stipulated by the standards, it is necessary to have developed appropriate resource-saving technologies for their production, in particular using nanocellulose to improve the quality indicators of paper and cardboard and reduce the consumption of harmful synthetic chemical auxiliaries. Therefore, the development of environmentally safe methods for obtaining cellulose and nanocellulose from NWRM and their use in the production of paper and cardboard is an urgent scientific and practical task. The purpose of the dissertation work is consists in the scientific substantiation of the development of innovative technological approaches to obtaining nanocellulose from domestic non-wood plant raw materials and determining its optimal consumption in the composition of technical types of paper and cardboard to achieve their operational characteristics. To implement the goal, the following tasks were formulated: 1. To improve the method of obtaining cellulose from corn crop residues, sunflower stalks, reeds, hemp fibers, suitable for further extraction of nanocellulose from it. 2. To determine the influence of technological parameters of the processes of obtaining nanocellulose by methods of hydrolysis with sulfuric acid solutions, oxidation in the environment of 2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (TEMPO) and deep eutectic solvents (DES) on its quality indicators. 3. To establish the influence of adding the obtained nanocellulose to the fibrous composition and to the surface of paper and cardboard samples on their quality indicators and on reducing the consumption of harmful chemical auxiliaries. 4. To determine the points of introduction of nanocellulose into the technological flows of paper and cardboard production. The object of the study is environmentally safe processes for the processing of NWRM into cellulose and nanocellulose and their use in the production of mass types of paper and cardboard. The subject of the study is the technological parameters of the processes for obtaining cellulose and nanocellulose from domestic NWRM and their recommended costs in the processes of producing mass types of cardboard and paper products. Scientific novelty of the results obtained: – the feasibility of combining the stages of alkaline treatment and peracetic cooking in order to obtain cellulose from corn crop residues, sunflower stalks, reeds and hemp fibers, suitable for the extraction of nanocellulose from it, has been theoretically substantiated and experimentally confirmed; – an increase in the quality indicators of nanocellulose (density, tensile strength, transparency, crystallinity index, thermal stability) has been established in the following sequence depending on the environment of its production: deep eutectic solvents – 2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl – sulfuric acid; – a linear correlation has been established between the tensile strength and transparency of nanocellulose and the density of nanocellulose films. Keywords: non-wood plant raw material, organosolvent cooking, cellulose, hydrolysis, nanocellulose, paper, cardboard.

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. Barbash V. A., Yashchenko O. V., Yakymenko O. S., Zakharko R. M., Myshak V. D. Preparation of hemp nanocellulose and its use to improve the properties of paper for food packaging. Cellulose. 2022. Vol. 29, no. 4.

<https://doi.org/10.1007/s10570-022-04773-6>.

- 2. Barbash V. A., Yashchenko O. V., Yakymenko O. S., Myshak V. D. Extraction, properties and use of nanocellulose from corn crop Residues / V. A. Barbash et al. Appl. Nanoscience. 2023. Vol. 13. P. 7455–7468. <https://doi.org/10.1007/s13204-023-02926-y>.
- 3. Барбаш В. А., Якименко О. С., Ященко О. В. Вплив конопляної nanoцелюлози на показники якості паперу для пакування харчових продуктів. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. 2023. Т. 6. С. 5–12. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2023-151-6-5-12>.
- 4. Barbash, V. A., Yashchenko, O. V., Yakymenko, O. S., & Zakharko, R. M., Extraction and properties of nanocellulose from hemp fibers. *Nanooptics and Photonics, Nanochemistry and Nanobiotechnology, and Their Applications*. Springer Proceedings in Physics. Springer Cham. : conference paper / eds. O. Fesenko, L. Yatsenko. 2023. P. 245–254. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18104-7_17.
- 5. Barbash V. A., Yashchenko O. V., Yakymenko O. S., Myshak, V. D. Extraction of organosolv pulp and nanocellulose from harvested corn residues *Nanoelectronics, nanooptics, nanochemistry and nanobiotechnology, and their applications* : conference paper / eds. O. Fesenko, L. Yatsenko. Springer, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42708-4_1.
- 6. Lapshuda V., Koval V., Barbash V., Dusheiko M., Yashchenko O., Yakymenko, O. Application nanocellulose-based composites for flexible and biodegradable humidity sensors for breath monitoring. *J. IEEE Sensors Letters*. 2023. Vol. 7, no. 10. P. 1–4. <https://doi.org/10.1109/LSENS.2023.3311669>.
- 7. Barbash V. A., Yashchenko O. V., Gondovska A. S., Yakymenko O. S. Nanocellulose from reed stalks to improve the properties of paper for packaging food products. *KPI Science News*. 2021. Vol. 2. P. 90–96. <https://doi.org/10.20535/kpissn.2021.2.236944>.
- 8. Barbash V. A., Yashchenko O. V., Yakymenko O. S., Zakharko R. M. (2021). Extraction of organosolv pulp and production of nanocellulose from hemp fibres. *KPI Science News*, (3), 83–90. <https://scinews.kpi.ua/article/view/251456>.
- 9. Barbash V. A., Yashchenko O. V., Yakymenko O. S. Comparative characteristics of hemp nanocellulose extracted by different methods. *J. Mater. Sci. Tech. Res*. 2022. Vol. 9. P. 53–64. <https://doi.org/10.31875/2410-4701.2022.09.06>.
- 10. Лапшуда В. А., Коваль В. М., Душейко М. Г., Барбаш В. А., Ященко О. В., Панченко С. А., Якименко, О. С. Гнучкі сенсори вологості на основі плівок nanoцелюлози для біомедичного застосування. Перспективні технології та прилади. 2023. Т. 22. С. 81–90. <https://doi.org/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2023-22-12>.
- 11. Барбаш В. А., Якименко О. С., Березовський Г. Г., Ященко, О. В. Вплив очеретяної nanoцелюлози на показники якості паперу-основи для шпалер. *Bulletin of National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*, Series «Chemical Engineering, Ecology and Resource Saving». 2024). Т. 1, № 23. С. 41–50. <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2024>.
- 12. Якименко О. С., Барбаш В. А., Ященко О. В. Вплив nanoцелюлози із різної рослинної сировини на показники якості електроізоляційного паперу. *Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2024. Т. 2, № 23. С. 88–100. <https://doi.org/10.20535/2617-9741.2.2024.307366>.
- 13. Барбаш В. А., Якименко О. С., Березовський Г. Г., Ященко О. В. Вплив соняшникової nanoцелюлози на показники якості картону тарного вологостійкого. *Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2024. № 4 (23). С. 69–77. <https://doi.org/10.20535/2617-9741.4.2024.319131>.
- 14. Плосконос В. Г., Комісаренко Р. В., Котляревська Н. О., Якименко, О. С. Свіжа вода в процесах виробництва паперової продукції та принципи скорочення норм її споживання. *Збірник тез доп. 15-ї міжнар. наук.-практ. конф. студ., аспірантів та молодих вчених «Ресурсозберігаючі технології та обладнання»*. К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. С. 149–150.

- 15. Плосконос В. Г., Котляревська Н. О., Якименко О. С. Вимоги до якості свіжої води в залежності від виду продукції, що виготовляється. Збірник тез доп. XXIII міжнар. наук.-практ. конференції студ., аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання". К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. С. 98–102.
- 16. Вилку Ю., Якименко О., Барбаш В. Використання хімічних допоміжних речовин для покращення показників картону для плоских шарів гофрокартону. Збірник тез доп. XXIII міжнар. наук.-практ. конф. студ., аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. С. 112–117.
- 17. Килушик Т. І., Якименко О. С., Барбаш В. А. Екстракція наноцелюлози із волокон конопель. Збірник тез доп. XXIII міжнар. наук.-практ. конф. студ., аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. С. 195–199.
- 18. Naidonov A., Koval V., Barbash V., Dusheyko M., Yashchenko O., Yakymenko O. Nanocellulose based biodegradable bend sensors. Proceedings 41th International conf. on electronics and nanotechnology (ELNANO–2022). Kyiv, 2022. P. 292–297. <https://doi.org/10.1109/ELNANO54667.2022.9927070>.
- 19. Klochko N. P., Klepikova K. S., Kopach V. R., Shepotko E. M., Kirichenko M. V., Khrypunova A. L., Yakymenko O. S., ... Sukhov V. M. Flexible textile termoelectric materials with CuI nanostructured films deposited on composites of nanocellulose and polyester fabric. 3rd KhPI week on advanced technology, conf. proceed. (2022 IEEE). Kharkiv, 2022. P. 70–75.
- 20. Якименко О. С., Барбаш В. А. Розробка методології виготовлення лабораторних відливок паперу на малих підприємствах. Збірник тез доп. XXIII міжнар. наук.-практ. конф. студ., аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" / укл. Я. М. Корнієнко. К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2023. С. 191–196.
- 21. Barbash V. A., Yakymenko O. S., Yashchenko O. V., Kilushik T. I., Bahman S. V. Extraction and use of nanocellulose from non-wood plant raw materials in the composition of paper and cardboard. Abstract book "International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2023). Ukraine, Bukovel, 2023. P. 100.
- 22. Якименко О. С., Березовський Г. Г., Ященко О. В., Барбаш В. А. Застосування наноцелюлози для покращення показників якості паперу-основи для шпалер. Збірник тез доп. XXV міжнар. наук.-практ. конф. студ., аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання» / укл. Я. М. Корнієнко. К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2023. С. 167–172.
- 23. Бахман С. О., Якименко О. С., Барбаш В. А. Вдосконалення технології виготовлення картону на картоноробних машинах. Збірник тез доп. XXV міжнар. наук.-практ. конф. студ., аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання» / укл. Я. М. Корнієнко. К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2023. С. 145–149.
- 24. Бахман С. О., Якименко О. С., Барбаш В. А. Використання наноцелюлози для покращення показників якості картону. Збірник тез доп. XXV міжнар. наук.-практ. конф. студ., аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання» / укл. Я. М. Корнієнко. К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2023. С. 184–188.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0120U102056

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Барбаш Валерій Анатолійович
2. Valeriy A. Barbash

Кваліфікація: к. х. н., професор, 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7933-6038

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пінчевська Олена Олексіївна
2. Olena O. Pinchevska

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.23.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8123-5490

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Код за ЄДРПОУ: 00493706

Місцезнаходження: вул. Героїв Оборони, буд. 15, Київ, 03041, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Козак Роман Олегович

2. Roman O. Kozak

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.23.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1297-9810

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний лісотехнічний університет України

Код за ЄДРПОУ: 02070996

Місцезнаходження: вул. Генерала Чупринки, буд. 103, Львів, 79057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Трембус Ірина Віталіївна

2. Irina V. Trembus

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7481-4144

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Черьопкіна Романія Іванівна

2. Romaniiia I. Cheropkina

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9022-1576

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Галиш Віта Василівна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Галиш Віта Василівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Якименко Ольга Сергіївна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна