Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001689

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-05-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/58/25 від 15.07.2025

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гордієнко Катерина Юріївна
2. Kateryna Hordiienko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7722-7567

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 101

Назва наукової спеціальності: Екологія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Екологія

Дата захисту: 23-06-2025

Спеціальність за освітою: Екологія та охорона навколишнього середовища

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9100

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

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

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 87.19

Тема дисертації:

1. Зниження негативного впливу на водні об’єкти систем пом’якшення води
2. Reducing the negative impact of water softening systems on water bodies

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена актуальній екологічній проблемі — забрудненню водних об’єктів відходами систем пом’якшення води, насамперед іонообмінних, які активно використовуються в побуті та промисловості. Незважаючи на високу ефективність цих систем, вони спричиняють утворення регенераційних розчинів, які містять іони натрію, кальцію, магнію та хлоридів. Потрапляючи у каналізаційні мережі або водойми, ці розчини призводять до вторинного солонцювання вод, підвищення мінералізації та зниження якості природних ресурсів. У зв’язку з тенденцією зростання використання мембранних технологій (зокрема, зворотного осмосу), що часто поєднуються з іонним обміном як попереднім етапом, масштаби проблеми лише збільшуватимуться. Саме тому виникає потреба в розробці екологічно безпечних та економічно обґрунтованих альтернатив і модифікацій існуючих технологій, зокрема для систем малої та середньої продуктивності. Мета дослідження полягає у виборі та модифікації реагентної технології

пом'якшення води, яка б відповідала сучасним вимогам до екологічної безпеки, енергоефективності та ресурсозбереження. Основним завданням дисертації було дослідити технологічні варіанти пом'якшення, що дозволяють мінімізувати утворення відходів і підвищити ефективність очищення без шкоди для довкілля. У першому розділі дисертації розглянуто існуючі підходи до пом'якшення води: реагентні, іонообмінні, фізичні та електрохімічні. Обґрунтовується обмеження іонообмінних систем через необхідність утилізації регенераційних розчинів, а також підкреслюється слабка вивченість електрохімічних методів. Фізичні методи визнано недостатньо ефективними для питного водопостачання. Найбільш перспективними для побутового й офісного використання визначено реагентні методи. У другому розділі викладено методологію досліджень, перелік матеріалів і реагентів, методи моделювання та обробки даних. Для перевірки ефективності запропонованих підходів застосовувалися модельні розчини, які імітують природні джерела водопостачання. Третій розділ присвячено оцінці стану водних ресурсів в Україні та аналізу наявних технологій очищення води. Порівняно екологічну ефективність різних методів. Зазначено, що системи зворотного осмосу хоча й забезпечують високий рівень очищення, мають значний екологічний слід через високі витрати води та енергії. Іонообмінні технології займають проміжне положення, а реагентні системи, за умов правильної організації, можуть бути екологічно доцільними. У четвертому розділі проведено експериментальне дослідження традиційних реагентів. Встановлено, що найбільш ефективним у широкому діапазоні температур є фосфат натрію, зокрема в комбінації з дигідроортофосфатом натрію, що дозволяє підтримувати необхідний рівень pH. Також підібрано оптимальні дози флокулянтів для ефективного розділення твердої та рідкої фаз після обробки. Запропоновано розділити оброблену воду на два потоки — для побутового використання та для споживання, а також як підготовчий етап перед зворотним осмосом для питної води. П'ятий розділ містить розробку технологічної схеми пом'якшення води з урахуванням малих і середніх потужностей. Проведено математичне моделювання процесів, складено рівняння регресії, побудовано поверхні рішень для прогнозування ефективності залежно від складу вихідної води. Запропонована технологія дозволяє мінімізувати екологічне навантаження за рахунок зменшення кількості шкідливих відходів і раціонального використання ресурсів. Результати дослідження мають прикладне значення і можуть бути впроваджені у побутових, офісних та комунальних системах водопідготовки. Вони сприяють підвищенню екологічної безпеки, дозволяють зменшити обсяги забруднень та сприяють сталому використанню водних ресурсів.

2. The dissertation is devoted to a pressing environmental issue — the pollution of water bodies by waste from water softening systems, particularly ion exchange systems, which are widely used in both domestic and industrial settings. Despite the high efficiency of these systems, they generate regeneration solutions that contain sodium, calcium, magnesium, and chloride ions. When discharged into sewer systems or natural water bodies, these solutions lead to secondary salinization of water, increased mineralization, and a deterioration in the quality of natural resources. With the growing trend of using membrane technologies (especially reverse osmosis), which are often preceded by ion exchange as a pre-treatment stage, the scale of the problem is expected to expand further. This underscores the need to develop environmentally safe and economically justified alternatives and modifications to existing technologies, particularly for small- and medium-capacity systems. The aim of the research is to select and modify a reagent-based water softening technology that meets current requirements for environmental safety, energy efficiency, and resource conservation. The main objective of the dissertation is to explore technological options for softening water that minimize waste generation and enhance treatment efficiency without harming the environment. The first chapter of the dissertation reviews existing approaches to water softening: reagent, ion exchange, physical, and electrochemical methods. It highlights the limitations of ion exchange systems due to the need for disposal of regeneration solutions and emphasizes the insufficient research into electrochemical methods. Physical methods are considered ineffective for drinking water treatment. Reagent methods are identified as the most promising for domestic and office applications. The second chapter outlines the research methodology, a list of materials and reagents, modeling approaches, and data processing methods. Model solutions simulating natural water sources were used to test the effectiveness of the proposed approaches. The third chapter assesses the state of water resources in Ukraine and analyzes available water treatment

technologies. The ecological efficiency of various methods is compared. It is noted that while reverse osmosis systems provide a high level of purification, they have a significant environmental footprint due to high water and energy consumption. Ion exchange technologies occupy an intermediate position, whereas reagent systems, when properly organized, can be environmentally advantageous. The fourth chapter presents experimental studies of traditional reagents. It was found that sodium phosphate, especially in combination with sodium dihydrogen phosphate, is the most effective across a wide temperature range, maintaining the required pH level. Optimal doses of flocculants were also determined to ensure effective separation of solid and liquid phases after treatment. It is proposed to divide the treated water into two streams — for household use and for consumption — with the latter intended as a pre-treatment stage before reverse osmosis for drinking water. The fifth chapter develops a technological scheme for water softening considering small and medium system capacities. Mathematical modeling of the processes was conducted, regression equations were derived, and solution surfaces were constructed to predict effectiveness depending on the input water composition. The proposed technology minimizes environmental impact by reducing the volume of harmful waste and enabling more rational use of resources. The research results have practical significance and can be implemented in domestic, office, and municipal water treatment systems. They contribute to improving environmental safety, reducing pollution, and supporting the sustainable use of water resources.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Раціональне природокористування

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Radovenchyk I., Hordiienko K., Radovenchyk V., Overchenko T., Ivanenko O., Krysenko T., Sirenko L. Water softening systems of low and medium capacity // Ecological Engineering and Environmental Technology. – 2024. – 12. – P. 194-202. https://doi.org/10.12912/27197050/194157
- Радовенчик Я. В., Гордієнко К. Ю., Радовенчик В. М., Крисенко Т. В. Особливості хімічного висадження іонів кальцію з розведених водних розчинів // Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2022. – №2. – С. 72-78. https://doi.org/10.20535/2617-9741.2.2022.260353
- Радовенчик Я. В., Гордієнко К. Ю., Крисенко Т. В., Радовенчик В. М. Ефективність видалення іонів магнію з води в процесах її пом’якшення // Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2022. – №4. – С. 88-94. https://doi.org/10.20535/2617-9741.4.2022.269815
- Радовенчик Я. В., Гордієнко К. Ю., Бакуновський О. О., Іванова В. П. Дослідження ефективності процесів пом’якшення води силікатом натрію // Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2024. – №2. – С. 62-70. https://doi.org/10.20535/2617-9741.2.2024.307362
- Гордієнко К. Ю., Радовенчик Я. В. Використання флокулянтів в процесах пом’якшення води // Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2023. –№ 3. – С. 94-100. https://doi.org/10.20535/2617-9741.3.2023.288254/
- Гордієнко К., Радовенчик Я., Крисенко Т., Радовенчик В. Ефективність висадження іонів кальцію з розведених водних розчинів у вигляді фосфатів // Вісник Хмельницького національного університету. – 2022. – №5 (313). – С. 134- 140. https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-313-5-134-140
- Радовенчик, В. М., Гордієнко, К. Ю., Радовенчик, Я. В., Крисенко, Т. В. Використання поверхнево-активних речовин для ефективного видалення часток фосфату кальцію із води // Вісник НТУУ “КПІ

імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2022. – №3. – С. 94-102. https://doi.org/10.20535/2617-9741.3.2022.265365

- Радовенчик Я. В., Гордієнко К. Ю., Крисенко Т. В., Іваненко О. І. Підвищення ефективності видалення сполук магнію з води в процесах її пом'якшення // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2023. – №1. – С. 225-230
- Гордієнко К. Ю., Радовенчик Я. В., Радовенчик В. М. Бакуновський О.О. Технології пом'якшення води для систем малої і середньої продуктивності. Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2024. – №4. – С. 51-61. https://doi.org/10.20535/2617-9741.4.2024.319016
- Радовенчик В.М., Гордієнко К.Ю., Крисенко Т.В. Кристалізація карбонату кальцію з розведених розчинів / Концептуальні шляхи розвитку науки та освіти (частина I): IV матеріали Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 13-14 грудня 2021 року. – Львів : Львівський науковий форум, 2021. – С. 39 – 40
- Радовенчик В.М., Гордієнко К.Ю., Крисенко Т.В. Крисенко Т.В. Вплив температури на кристалізацію карбонату кальцію з розведених розчинів / ScientificCollection «InterConf», (96): withtheProceedingsofthe 6th InternationalScientificandPracticalConference «ScientificCommunity: InterdisciplinaryResearch» (January 26-28, 2022). Hamburg, Germany: BusseVerlagGmbH, 2022. 1206 p.
- Гордієнко К. Ю., Радовенчик Я. В., Гожан Ю. М. Видалення іонів магнію з води фосфатами / Proceedings of II International Scientific and Practical Conference (7-9 December 2022). – Toronto, Canada. – 2022. – P. 206-211.
- Радовенчик Я. В., Гордієнко К. Ю. Спосіб оперативного контролю виснаження іонообмінного фільтру в системах пом'якшення води / XLI International scientific and practical conference «Progressive Opportunities and Solutions of Modern Scientific Potential» (October 2-4, 2024). – Toronto, Canada. – 2024. – С. 102 - 104.
- Гордієнко К. Ю., Радовенчик В. М., Радовенчик Я. В. Особливості кристалізації карбонату кальцію з розведених розчинів / Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Modern Scientific Trends and Standards» (February 16-18, 2022). – Santa Rosa, Argentina. – 2022. – P. 381-385.
- Гордієнко К. Ю., Радовенчик Я. В., Крисенко Т. В., Радовенчик В. М. Ефективність видалення з водних розчинів іонів кальцію фосфатами // The 13th International scientific and practical conference "Innovations and prospects of world science" (August 17-19, 2022). – Vancouver, Canada. – 2022. – С. 75-81.
- Радовенчик Я. В., Гордієнко К. Ю., Крисенко Т. В., Радовенчик В. М. Відстоювання суспензії фосфату кальцію в процесах пом'якшення води // Proceedings of the 12th International scientific and practical conference «Modern science: innovations and prospects» (21-23 August 2022). – Stockholm, Sweden. – 2022. – P. 93-99.
- Гордієнко К. Ю., Радовенчик Я. В. Підвищення ефективності видалення іонів магнію з води в процесах її помякшення / Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (09-10 листопада 2023 р., м. Київ, Україна).
- Гордієнко К., Радовенчик Я. Використання силікату натрію в технологіях пом'якшення води: оцінка ефективності // Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р.). – м. Київ. – 2024. – С. 114-116.
- Патент на корисну модель №154768. Спосіб пом'якшення води // Радовенчик Я. В., Гордієнко К. Ю. – Заявл. 06.06.2023 р. – Опубл. 13.12.2023 р., Бюл. № 50

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0115U006711

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Радовенчик Ярослав Вячеславович

2. Iaroslav Radovenchyk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0101-0273

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

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дичко Аліна Олегівна

2. Alina Dychko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4632-3203

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського

Код за ЄДРПОУ: 02070967

Місцезнаходження: вул. Джона Маккейна, буд. 33, Київ, 02000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кочетов Геннадій Михайлович

2. Gennadiy M. Kochetov

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.23.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0041-7335

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет будівництва і архітектури

Код за ЄДРПОУ: 02070909

Місцезнаходження: проспект Повітряних сил, буд. 31, Київ, 03037, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Носачова Юлія Вікторівна

2. Yuliia Nosachova

Кваліфікація: к. т. н., доц., 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6431-7128

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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Трус Інна Миколаївна

2. Inna M. Trus

Кваліфікація: д.т.н., доц., 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6368-6933

Додаткова інформація:
;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56152219600;https://scholar.google.com.ua/citations?user=Q6cV4zQAAAAJ&hl=uk

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

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Шаблій Тетяна Олександрівна
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Шаблій Тетяна Олександрівна
Відповідальний за підготовку облікових документів	Гордієнко Катерина Юріївна
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна