

ВИСНОВОК
про наукову новизну, теоретичне та практичне
значення результатів дисертації
ЯКИМЕНКО ІРИНИ КОСТЯНТИНІВНИ
на тему: «Удосконалення сорбційних процесів очищення води від
сполук заліза та мангану в системах децентралізованого водопостачання»
для здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

Публічна презентація наукових результатів дисертації Якименко Ірини Костянтинівни відбулася на засіданні кафедри хімічних технологій та водоочищення (далі – ХТВ) Черкаського державного технологічного університету (далі – ЧДТУ) 08 січня 2025 року, протокол № 6.

ПРИСУТНІ:

Столяренко Г. С., завідувач кафедри ХТВ, д.т.н., професор;

Вязовик В. М., професор кафедри ХТВ, д.т.н., професор;

Коваль М. Г., доцент кафедри ХТВ, к.т.н., доцент;

Солодовнік Т. В., доцент кафедри ХТВ, к.х.н., доцент;

Демчук І. М., доцент кафедри ХТВ, к.т.н.;

Клименко Т. В., ст. викладач кафедри ХТВ;

Фоміна Н. М., ст. викладач кафедри ХТВ;

Фещенко Н. В., зав. лабораторіями кафедри ХТВ, викладач;

Черній Т. С., викладач кафедри ХТВ;

Шмиголь С. О., здобувач ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» 4-го року навчання;

Андрєєв М.С., здобувач ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» 2-го року навчання.

Тему дисертації «Удосконалення сорбційних процесів очищення води від сполук заліза та мангану в системах децентралізованого водопостачання» перезатверджено на засіданні вченої ради факультету технологій, будівництва та раціонального природокористування від 16 жовтня 2024 року (протокол №5). Науковий керівник: к.х.н., доцент Солодовнік Тетяна Володимирівна – перепризначена наказом Черкаського державного технологічного університету від 28 жовтня 2024 року № 324/04.

1. Актуальність теми дослідження.

Актуальність дослідження зумовлена сучасним станом водних ресурсів на території України в період коронавірусної інфекції та військового стану, поступового погіршення якості поверхневих вод, які використовуються для забезпечення населення питною водою. Децентралізоване водопостачання, а саме підземні джерела, колодязі та скважини, може забезпечити питною водою окремі будинки або невелику групу будівель. На території України часто реєструють перевищення концентрацій загального вмісту сполук заліза та мангану у підземних водах. Надмірне накопичення сполук заліза та мангану у воді можуть спричинити серйозні проблеми зі здоров'ям людини, а також

збільшити витрати на побутове обладнання (пральні машини, труби, підігрівачі води тощо.).

В зв'язку з цим, актуальним питанням є розробка ефективних та функціональних матеріалів для використання в якості сорбентів з метою застосування в технологіях очищення питної води від сполук заліза і мангану та з можливістю їх регенерації або заміни. Дисертаційна робота представляє дослідження наявних сорбційних та каталітичних матеріалів, а також пропонує розроблений матеріал, які у сукупності здатні очищувати водні розчини від сполук заліза та мангану, що відповідають значенням безпечності та якості питної води.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження, результати яких представлені в дисертаційній роботі, виконувалися в рамках стратегії розробленої на підставі Закону України «Про засади державної регіональної політики», з урахуванням основних засад Державної стратегії регіонального розвитку на 2021-2027 роки (затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 695), водної стратегії України на період до 2050 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 09.12.2022 № 1134), реформи інтегрованого управління водними ресурсами, міжнародного проекту «Водна гармонія-II» (Water Harmony project), СРЕАЛА-2015/10036 в рамках Норвезької Програми співпраці з Євразією в галузі вищої освіти (03.2016-12.2022).

Мета дисертаційної роботи полягала в розробці ефективних комбінованих сорбційних матеріалів та сорбційного фільтруючого завантаження для очищення води, яка поступає з джерел децентралізованого водопостачання, від сполук заліза та мангану.

Досягнення поставленої мети передбачає виконання наступних наукових та практичних завдань:

1. Вивчити закономірності процесів видалення сполук заліза та мангану комерційно-доступними сорбційними (кокосове активоване вугілля (КАВ), шунгіт, кварц, цеоліт, кремній) та каталітичними матеріалами (KDF-55, KDF-85).

2. Напрацювати зразки поєднання матеріалів у сорбційному завантаженні для видалення сполук заліза та мангану взявши за основу КАВ та дослідити їх сорбційні та фізико-хімічні властивості.

3. Розробити конструкцію модельного картриджу для очищення децентралізованих вод від сполук заліза та мангану, з використанням найбільш ефективного сорбційного завантаження на основі КАВ, провести його випробування та встановити продуктивність.

4. Розробити та обґрунтувати технологічну схему очищення децентралізованих вод від сполук заліза та мангану, з урахуванням основних характеристик запропонованого сорбційного завантаження, та довести її економічну і екологічну доцільність.

В дисертаційній роботі для дослідження та визначення параметрів сорбційного фільтруючого завантаження використовували колориметричний метод та метод атомно-емісійної спектроскопії. Теоретичні розрахунки, математичну та статистичну обробку експериментальних даних та моделювання технологічної схеми процесу сорбції здійснювали з

використанням персонального комп'ютера та за допомогою пакетів прикладних програм (MS Office, Excel, QCAD).

Об'єктом дослідження є очищення децентралізованих вод від сполук заліза та мангану.

Предмет дослідження – створення та застосування сорбційного фільтруючого завантаження на основі ефективних матеріалів, а саме: комбінованого сорбційного матеріалу, комерційного сорбенту та каталітичного матеріалу, для очищення децентралізованих вод.

2. Формулювання наукового завдання, нове розв'язання якого отримано в дисертації.

У дисертаційній роботі вирішено науково-технологічну задачу очищення децентралізованих вод від сполук заліза та мангану в умовах мінливості складу вод шляхом розробки сорбційного фільтруючого завантаження, яке складається з каталітичного матеріалу KDF-85, фільтруючого матеріалу кварцового піску, сорбенту кокосового активованого вугілля та розробленого комбінованого сорбційного матеріалу на основі КАВ та флокулянту альгінату натрію.

3. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, їхня новизна.

Дисертаційне дослідження містить в собі наступні наукові положення, розроблені особисто дисертантом:

- *вперше розроблено сорбційний матеріал на основі коксового вугілля, як носія, в поєднанні з флокулянтном альгінатом натрію (КАВ-Ан) та досліджено ефективність його застосування для видалення сполук заліза та мангану;*

- *вперше досліджені процеси використання сорбційного завантаження, яке складається з КАВ-Ан в поєднанні з адсорбентом кокосовим вугіллям, мідь-цинковим каталітичним матеріалом KDF та кварцовим піском для очищення модельних розчинів, наближених за складом до підземних вод, від сполук заліза та мангану;*

- *набули подальшого розвитку дослідження каталітичного мідь-цинкового матеріалу KDF-55 і KDF-85 та встановлено, що каталітичний мідь-цинкового матеріалу окислює сполуки Fe(II) до нерозчинних сполук Fe(III), що супроводжується збільшенням вмісту іонів Цинку та Купруму у фільтраті;*

- *набули подальшого дослідження сорбційні матеріали, а саме: кокосове активоване вугілля, мідь-цинковий каталітичний матеріал та комбінований сорбційний матеріал з метою визначення оптимальних умов їх використання (маса сорбенту, тривалість контакту, робочий діапазон концентрацій забруднювачів) в процесі видалення сполук заліза та мангану з використанням запатентованого картриджу очищення води для побутового фільтру.*

4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Наукові положення, висновки та рекомендації роботи обґрунтовано достатньою мірою. Для підтвердження висунутих наукових положень здобувачем виконано експериментальні випробування для визначення ступеня вилучення сполук заліза та мангану в статичних та динамічних умовах з використанням сорбційного фільтруючого матеріалу – кокосового активованого вугілля, комбінованого матеріалу КАВ-Ан, каталітичного матеріалу KDF-85 та фільтруючого матеріалу – кварцового піску.

Обґрунтованість отриманих теоретичних результатів дисертації базується на математичному розрахунку ізотерм сорбцій за моделями Ленгмюра і Фрейндліха та на результатах розрахунку енергії Гіббса.

Показано, що застосування запропонованого сорбційного фільтруючого матеріалу здатне очищувати водні розчини до значень відповідності нормативам питної води з колодязів та каптажів джерел.

5. Рівень теоретичної підготовки здобувача, його особистий внесок у розв'язання конкретного наукового завдання. Рівень обізнаності здобувача з результатами наукових досліджень інших учених.

Дисертантом виконано змістовне дослідження предметної області, розглянуто основні методи очищення води від сполук заліза та мангану, матеріали, які мають економічну та екологічну доцільність для даного процесу. На основі опрацювання значної кількості літературних джерел, наукових публікацій, патентного пошуку автором роботи в максимальній мірі враховано наукові досягнення в обраному напрямку досліджень. Отримані результати свідчать про ґрунтовні теоретичні знання дисертанта в області сучасних хімічних технологій та методів очищення питної води сорбційними методами.

6. Наукове та практичне значення роботи.

Одержані в дисертаційній роботі експериментальні дані можуть бути застосовані для використання в процесах очищення децентралізованих вод від сполук заліза та мангану. Запропоноване сорбційне завантаження дозволяє вилучати сполуки заліза та мангану при одночасному та окремому їх перебуванні у воді в широкому діапазоні концентрацій як у фільтрі малого об'єму (фільтр-глек) так і в мобільній установці на 1000 дм³ згідно представленої технологічної схеми. Також сорбційне завантаження має в своєму складі матеріали, що можуть бути повторно використовуватися або регенеруватися.

7. Використання результатів роботи.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені в навчальний процес при викладанні вибіркової дисципліни «Сучасні прилади для дослідження природних об'єктів» на кафедрі хімічних технологій та водоочищення Черкаського державного технологічного університету при підготовці бакалаврів за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія, а також пройшли дослідно-промислові випробування та можуть бути рекомендовані для використання в процесах очищення децентралізованих вод від сполук заліза та мангану.

8. Повнота викладу матеріалів дисертації.

За результатами дисертаційної роботи було опубліковано 13 наукових праць, з них 1 стаття, що входить до наукометричної бази даних Scopus, 4 статті у виданнях України, які входять до фахових видань категорії «Б», 7 тез доповідей в збірках матеріалів конференцій та 1 патент України на корисну модель.

Повний перелік наукових публікацій:

1. Солодовнік Т. В., Якименко І. К. Дослідження та удосконалення флокуляційно-коагуляційних процесів очищення забарвлених промислових стоків. Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2020. № 3. С. 94–102. URL: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.3.2020.213912>.

2. Солодовник Т. В., Якименко І. К. Проблеми та способи доочищення питної води в системах децентралізованого водопостачання. Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2021. № 2. С. 63–81. URL: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.2.2021>.

3. Solodovnik T., Yakymenko I. Investigation of natural flocculants for use in wastewater purification processes. Water and water purification technologies. scientific and technical news. 2022. Vol. 33, no. 2. P. 9–14. URL: <https://doi.org/10.20535/2218-930022022259860>.

4. Yakymenko I. K., Solodovnik T. V. Adsorption materials for additional cleaning of drinking water from iron and manganese compounds in decentralized water supply systems. Scientific notes of taurida national V.I. Vernadsky university. series: technical sciences. 2023. Vol. 2, no. 2. P. 72–77. URL: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.2.2>.

5. Якименко І. К., Солодовнік Т. В. Комплексне дослідження нових адсорбційних матеріалів. Journal of chemistry and technologies. 2024. Т. 32, № 1. С. 153–162. URL: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i1.284703>. (Scopus, Q4)

6. Картридж очищення води для побутового фільтра: пат. 152686 Україна: BOID 27/08; 27/14. № u202203185; заявл. 01.09.2022; опубл. 29.03.2023, Бюл. № 13.

7. Якименко, І.; Солодовнік, Т. Перспективи дослідження якості децентралізованих вод Черкаської області. *X Ювілейна Міжнародна науково-практична інтернет-конференція здобувачів вищої освіти та молодих учених «Хімія та сучасні технології»*, тези доповідей, Дніпро, Україна, 23–24 листопада 2021; ДВНЗ УДХТУ: Дніпро, 2021; с 137–138.

8. Якименко, І.; Солодовнік, Т. Дослідження освітлюючої здатності мінеральних адсорбентів. *II Інтернет-конференція молодих вчених «Перспективи хімії в сучасному світі»*, Житомир, Україна, 23 листопада 2022; Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2022; с 25–26. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/34875>

9. Якименко, І.; Солодовнік, Т. Дослідження освітлюючої здатності комбінованого адсорбенту. *Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини*, Матеріали міжнародної науково-практичної конференції у 2-х томах, Одеса, Україна, 26–28 квітня 2023; Чепелюк, О., Ред.; Олді+: Одеса, 2023; с 341–343.

10. Якименко, І.; Солодовнік, Т. Вплив адсорбентів на мінеральний склад та фізіологічні показники питної води. *Молекулярна інженерія та комп'ютерне моделювання для нано- і біотехнологій: від наноелектроніки до біополімерів*, Міжнар. наук. інтернет конференція, Черкаси, Україна, 27–28 вересня 2023; Черкаси, 2023; с 114–116.

11. Якименко, І.; Солодовнік, Т. Дослідження каталітичного фільтруючого завантаження в процесах видалення загального заліза. *XI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція здобувачів вищої освіти та молодих учених «Хімія і сучасні технології»*, тези доповідей у 6-и томах, Дніпро, Україна, 6-7 грудня 2023; ДВНЗ УДХТУ: Дніпро, 2023; с 115–116.

12. Якименко, І.; Солодовнік, Т. Дослідження каталітичного фільтруючого завантаження в процесах видалення мангану. *Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні регіонів України*, матеріали II Міжнародної

науково-практичної конференції у 3-х т.; Т. 3, Одеса, Україна, 24–26 квітня 2024; ХНТУ: Одеса, 2024; с 188–190.

13. Якименко, І.; Солодовнік, Т. Вивчення процесу очищення ґрунтових вод в динамічних умовах при використанні комбінованого завантаження. *“Актуальні проблеми хімії та хімічної технології”*, Матеріали II-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, Україна, 21–22 листопада 2024; НУХТ: Київ, 2024; с 247–248.

У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать: [2], [7] – проведено аналіз якості питної води та огляд сучасних методів та матеріалів очищення питних вод від сполук заліза та мангану; [1], [3] – досліджено використання коагулянтів та флокулянтів в процесах очищення забарвлених вод; [4], [8], [10], [11], [12] – досліджено використання комерційно-доступних сорбційних та каталітичних матеріалів в процесі очищення води від сполук заліза та мангану; [5], [9] – розроблено та досліджено комбіновані сорбційні матеріали на основі кокосового активованого вугілля та коагулянтів і флокулянтів; [13] – досліджено сорбційне фільтруюче завантаження з використанням модельної лабораторної установки; [6] – запатентовано корисну модель картриджу очищення води для побутового фільтру для подальшого дослідження фільтруючого сорбційного матеріалу в динамічних умовах.

Результати аналізу роботи, в тому числі за допомогою перевірки тексту дисертації з використанням системи turnitin на пошук та аналіз текстових збігів, свідчить про відповідність дисертації принципам академічної доброчесності.

9. Апробація матеріалів дисертації відбувалась на наступних конференціях: студентській науково-практичній конференції ЧДТУ (м. Черкаси, Україна, 2019 р.); конференції “Ресурси природних вод Карпатського регіону” (м. Львів, Україна, 23-24 травня 2019 р.); X Ювілейній Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Хімія та сучасні технології» (м. Дніпро, Україна, 23-24 листопада, 2021 р.); II інтернет-конференції молодих вчених «Перспективи хімії в сучасному світі» (м. Житомир, Україна, 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини» (м. Одеса, Україна, 26-28 квітня 2023 р.); Міжнародній науковій Інтернет-конференції «Молекулярна інженерія та комп'ютерне моделювання для нано- і біотехнологій: від наноелектроніки до біополімерів» (м. Черкаси, Україна, 27-28 вересня 2023 р.); XI Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Хімія і сучасні технології» (м. Дніпро, Україна, 06-07 грудня 2023 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми хімії та хімічної технології», (м. Київ, Україна, 21-22 листопада 2024 р.).

10. Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертацію написано з дотриманням норм і правил граматики, а стиль викладу в ній матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує легкість і доступність їх сприйняття.

Дисертація повною мірою відповідає пунктам 6-8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради про присудження ступеня доктора філософії в Черкаському державному

технологічному університеті». Робота містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які виконують конкретне наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія.

Дисертацію виконано державною мовою та відповідно до наявних вимог щодо оформлення.

11. Відповідність змісту дисертації освітньо-науковій програмі, з якої подається до захисту.

Зміст дисертації повністю відповідає спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія освітньо-наукової програми «Хімічні технології та інженерія».

12. Рекомендація дисертації до захисту.

Враховуючи рівень наукових досліджень, актуальність теми роботи та наукову новизну отриманих результатів, учасники фахового семінару кафедри хімічних технологій та водоочищення одноголосно ухвалили рішення затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Якименко Ірини Костянтинівни на тему «Удосконалення сорбційних процесів очищення води від сполук заліза та мангану в системах децентралізованого водопостачання» для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія галузі знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія та рекомендувати до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді Черкаського державного технологічного університету для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

У голосування брали участь 9 осіб. Результати голосування:

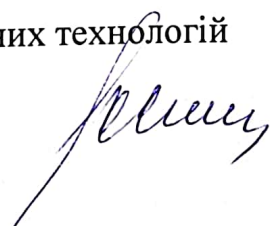
«ЗА» – 9,

«ПРОТИ» – немає,

УТРИМАЛИСЬ – немає.

Головуючий:

Завідувач кафедри хімічних технологій
та водоочищення,
д.т.н., професор



Геннадій СТОЛЯРЕНКО