

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Національного технічного університету
України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського"

д.т.н., проф.

Віталій ПАСІЧНИК

" 29 " 10 2023 р.



ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації Трус Інни Миколаївни "Створення наукових основ ресурсоефективних екологічно-безпечних технологій використання води у промисловості", поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека

(Витяг з протоколу № 6 від 26 жовтня 2023 р. засідання кафедри екології та технології рослинних полімерів Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського")

Тему дисертаційної роботи "Створення наукових основ ресурсоефективних екологічно-безпечних технологій використання води у промисловості" затверджено на засіданні Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 7 від "09" листопада 2020 року).

Науковим консультантом затверджений д.т.н., професор Гомеля М.Д.

Структурний підрозділ для проведення попередньої експертизи дисертації та рецензентів затверджено Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 8 від "11" вересня 2023 року).

Заслухавши та обговоривши доповідь Трус І.М., а також за результатами попередньої експертизи представленої дисертації ухвалили прийняти такий висновок:

1. Актуальність теми дослідження полягає в наступному.

На сьогоднішній день однією з головних проблем охорони навколишнього природного середовища є забруднення водних ресурсів внаслідок скиду недостатньо очищених стічних вод різних галузей промисловості. Одним із основних напрямів науково-технічного прогресу є створення маловідходних і безвідходних технологічних процесів. Отже, питання очищення води від поллютантів, що дозволить повернути її у виробничий цикл та зменшити споживання свіжої води з підземних та поверхневих джерел, є вкрай важливим та актуальним не лише в Україні, а й у всьому світі. Тому створення сталого водокористування для вирішення комплексу нагальних потреб щодо водозабезпечення різних галузей промисловості якісною водою, захист водних екосистем від забруднення промисловими стічними водами відносяться до найбільш гострих проблем екологічної безпеки держави. Рациональне водокористування передбачає скорочення обсягів скидів забруднень у водойми

шляхом вдосконалення існуючих та розробки нових високоефективних технологічних процесів, що дозволить більш повно використовувати обмежені ресурси прісних вод, зменшити навантаження і попередити забруднення природних водойм. Існуючі технології водопідготовки та очищення стічних вод мають ряд недоліків, які потрібно вирішити. Розв'язання існуючих проблем водоочистки та водопідготовки доцільно проводити шляхом розробки комплексу теоретичних та експериментальних досліджень, що направлені на удосконалення існуючих і розробку нових ефективних технологій та методів очищення води і перероблення утворених залишків для створення комплексних безстічних систем водопостачання в промисловості.

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

Дисертаційна робота виконана на кафедрі екології та технології рослинних полімерів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та має зв'язок з науково-дослідними держбюджетними темами МОН України: № 2733-п «Розробка нових реагентів, матеріалів та технологій водоочищення для замкнених водоциркуляційних систем» (2014–2015 рр., № держреєстрації 0114U000546, автор – виконавець теми), № 2929-п «Захист поверхневих водойм від забруднення біогенними елементами та іонами важких металів» (2016–2017 рр., № держреєстрації 0116U003766, автор – виконавець теми), № 2113-п «Застосування електролізу при створенні безвідходних процесів очищення води» (2018–2020 рр., № держреєстрації 0118U002086, автор – виконавець теми); № 2504-п «Наукові основи розширення фонду джерел водозабезпечення населення, усунення загроз національній безпеці України в екологічній сфері» (2022–2023 рр., № держреєстрації 0122U001686, автор – виконавець теми); гранту Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених на 2017 рік «Створення маловідходної технології демінералізації природних та стічних вод» (розпорядження Президента України №78/2017-рп, № 0117U006126); наукового проекту молодих вчених Ф83/50087 «Комплексна маловідходна технологія демінералізації стічних вод та очищення від йонів важких металів для забезпечення екологічної безпеки» (2018 р., № 0118U001605, автор – керівник теми), а також згідно плану основних напрямків наукової діяльності кафедри екології та технології рослинних полімерів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

3. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна одержаних результатів є основою досліджень, які спрямовані на розробку методів ефективної демінералізації води, під час яких вперше одержані такі нові наукові результати:

– створено новітні реагенти та інноваційні технології на основі комплексу вимог щодо якості води водоциркуляційних систем охолодження та теплопостачання, який забезпечує ресурсоефективність та надійність експлуатації даних систем;

– при комплексному застосуванні процесів зворотнього осмосу, іонного обміну, електродіалізу та електролізу створено високоефективні маловідходні технології демінералізації природних та шахтних вод, що передбачають переробку відходів з отриманням корисних продуктів та забезпечують розширення фонду джерел водопостачання за рахунок використання мінералізованих вод;

– показано, що корозійна активність води в енергетичних системах охолодження, незалежно від рівня мінералізації води, визначається вмістом кисню, для коригування концентрації якого створено новий реагентно-сорбційно-каталітичний метод;

– встановлено граничну ефективність іонного обміну, магнітосорбційного методу та зворотнього осмосу при вилученні з води ряду важких металів з урахуванням типу і умов проведення процесів; визначено залежність ефективності сорбції важких металів при глибокому очищенні води з використанням магнетиту від її характеристик, способу модифікування магнетиту в процесі його синтезу;

– для досягнення раціональних якісно-кількісних показників процесу флотації використано квантово-хімічні розрахунки методом молекулярної динаміки по програмі HyperChem, що сприяє досягненню високої ефективності очищення за рахунок вибору високоселективних збирачів та оптимізації витрат реагентів;

– визначено вплив щільності струму, рН середовища, мінералізації води на ефективність електрохімічного очищення води від амонію в одно- та двокамерних електролізерах, встановлено залежність ефективності електрокоагуляційного вилучення фосфатів із стічних вод від складу розчину і параметрів процесу електролізу;

– визначено залежності виходу за струмом активного хлору, гіпохлориту натрію та інших окислених сполук хлору від концентрації хлориду натрію у воді, анодної щільності струму, типу електролізера, глибини знесолення розчину, визначено умови електролізу (анодної щільності струму, концентрації розчинів хлориду та сульфату натрію, рН середовища) концентрування лугу та сірчаної кислоти;

– удосконалено способи вилучення з води фосфатів та нітратів при використанні іонного обміну і зворотнього осмосу в залежності від складу водних розчинів, розроблено технологічні процеси переробки регенераційних розчинів у мінеральні добрива, що дозволило створити безвідходні процеси вилучення біогенних елементів із стічних та природних вод при використанні ресурсозберігаючих технологій;

– продовжено подальший розвиток методів переробки відходів, отриманих при висадженні сульфатів із концентратів вапном та алюмінієвим коагулянтном у складі будівельних матеріалів.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі Трус І.М. є високою й базується насамперед на використанні сучасних методів дослідження та обладнання на

базі КПІ ім. Ігоря Сікорського, ґрунтовному аналізі отриманих результатів та їх узгодженні із класичними положеннями в галузі водоочищення, основними літературними даними з розглянутих проблемних питань та грамотній постановці мети і задач дослідження, використанні, зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів та закономірностей у порівнянні з результатами інших дослідників і формулюванні отриманих висновків за результатами експерименту. Це підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

5. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

Теоретичне значення роботи полягає у розробці науково-обґрунтованого підходу до розробки інноваційних методів щодо водозабезпечення підприємств високоякісною водою, за допомогою створення маловідходних технологій демінералізації води.

Розвинуто і поглиблено сучасні наукові уявлення про методи пом'якшення та демінералізації води, що сприяють переходу до замкнутих систем водоциркуляції і покращують екологічну безпеку.

У роботі вперше розроблено методи синтезу інгібіторів на основі сульфонатів для захисту обладнання від осадковідкладень та корозії в системах охолодження та теплопостачання, що є економічно вигідними.

Теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено методи очищення природних і стічних вод для очищення води від важких металів, що є надійними, екологічно безпечними та економічно вигідними.

Розроблені безвідходні технології очищення води від біогенних елементів, що дають можливість отримати очищену воду та використовувати відходи як добрива. Запропоновані методи переробки відходів водоочистки в корисні продукти, що дозволяють створити маловідходні технології демінералізації води.

6. Апробація/використання результатів дисертації

Запропоновані методи очищення води від ряду забруднювачів є досить перспективними при знесоленні водних середовищ різного складу і знайшли практичне використання на ряді підприємств України.

Розроблені в роботі процеси баромембранного знесолення води апробовано на ТОВ «Аква Форсайт», запропоновано методи ефективної стабілізаційної обробки води для підвищення ефективності процесів та продовження терміну експлуатації мембран, що були апробовані на ТОВ «ІВІК ФОРМУЛА ВОДИ». Методи іонообмінного знесолення та пом'якшення вод апробовано на ТОВ «Кальцеструм». Апробовано методи реагентного знесолення мінералізованих вод з використанням алюмінієвих коагулянтів на ТОВ «БВТ Україна». Апробовано методи вилучення важких металів на ТОВ «ІВІК ФОРМУЛА ВОДИ». Апробовані методи знекиснення води на ТОВ «Хлібокомбінат Кулиничі» дозволяють суттєво підвищити термін експлуатації котельних установок в три рази.

7. Оцінка змісту дисертації в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі.

Всі наукові результати, висновки і положення, що виносяться на захист, отримані здобувачем особисто. У всіх наукових роботах, опублікованих у співавторстві, здобувач приймав участь у постановці задачі, вибору та обґрунтуванні наукових підходів до дослідження, проведенні експериментальних досліджень і теоретичних розрахунків, аналізі, обговоренні та узагальненні отриманих результатів, оформленні матеріалів і написанні текстів статей. У публікаціях, що написано у співавторстві, вклад автора є основним. Основна частина результатів представлено здобувачем особисто на наукових конференціях. Дисертаційна робота виконана на кафедрі екології та технології рослинних полімерів КПІ ім. Ігоря Сікорського. Робота є результатом самостійних досліджень Трус І.М.

Наповнення дисертації цілком узгоджується з назвою, метою і завданнями дослідження. Обсяг дисертації – 499 сторінок. Дисертація містить перелік умовних позначень, вступ, 7 розділів, висновки, список використаних джерел, і включає 303 рисунки, 83 таблиці та 3 додатки. Бібліографія складається з 390 джерел. За структурою, мовою і стилем викладення матеріалу доступна для сприйняття. Дисертація за своєю структурою і змістом відповідає вимогам МОН України до докторських дисертацій, та паспорту спеціальності 21.06.01 – Екологічна безпека.

8. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Трус І.М. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

9. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 55 наукових праць, у тому числі:

- 5 монографій;
- 33 статті у наукових періодичних виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України (в т.ч. 23 включених до категорії “А”);
- 14 статей у наукових періодичних виданнях інших держав з напряду, з якого підготовлено дисертацію (в т.ч. 14, що включені до міжнародних наукометричних баз SCOPUS та/або Web of Science Core Collection);
- 15 статей у виданнях, віднесених до першого – третього квартилів (Q1 – Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports;
- 5 патентів України на корисну модель;
- 12 тез та доповідей на наукових конференціях.

Наукові праці, в яких опубліковані наукові результати, представлені у дисертації:

Монографії:

1. **Трус І.М.** Маловідходні технології демінералізації води: монографія. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 250 с.

2. **Трус І.М., Флейшер Г.Ю., Гомеля М.Д., Токарчук В.В.** Екологічно-безпечні методи знесолення мінералізованих вод та утилізація осадів у складі будівельних матеріалів. – К.: Кондор-Видавництво, 2018. – 164 с. *Особистий внесок здобувача полягає у написанні 3 розділів з 5.*

3. **Трус І.М., Галиш В.В., Скиба М.І., Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д.** Нові високоефективні методи очищення води від розчинних та нерозчинних поліютантів. – К.: Кондор-Видавництво, 2020. – 272 с. *Особистий внесок здобувача полягає у написанні 2 розділів з 5.*

4. **Трус І.М., Воробйова В.І., Галиш В.В., Скиба М.І.** Розробка поліфункціональних матеріалів для ресурсозберігаючих екологічно безпечних технологій: монографія. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 216 с. *Особистий внесок здобувача полягає у написанні підрозділів 2.4 та 2.5.*

5. **Трус І.М., Галиш В.В., Гомеля М.Д.** Розробка методів переробки осадів та відпрацьованих біосорбентів для створення маловідходних технологій очищення води. – К.: Кондор-Видавництво, 2023. – 115 с. *Особистий внесок здобувача полягає у написанні 1 розділу з 3.*

Статті у наукових фахових виданнях

6. **Trus I.M.** Desalination of mineralized waters using reagent methods / I.M. Trus, M.D. Gomelya // Journal of Chemistry and Technologies. – 2021. – № 29(3). – P. 417–424. (Q4, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у синтезі гідроксоалюмінату натрію та проведенні випробування даного реагенту для пом'якшення води та вилучення з неї сульфатів.*

7. **Trus I.** Purification of Mine Waters Using Lime and Aluminum Hydroxochloride / I. Trus, M. Gomelya, M. Tverdokhlib, V. Halysh, I. Radovenchuk, D. Benatov // Ecological Engineering and Environmental Technology. – 2022. – № 5. – P. 169–176. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у розробці схеми процесу та визначенні ефективності пом'якшення води та вилучення з неї сульфатів при використанні вапна та 5/6 ГОХА.*

8. **Trus I.M.** Removal of sulfates from aqueous solution by using red sludge / I.M. Trus, Y.P. Kryzhanovska, M.D. Gomelya // Journal of Chemistry and Technologies. – 2022. – № 30(3). – P. 431–440. (Q4, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень щодо визначення ефективності та сорбційної ємності червоного шламу при вилученні сульфатів, узагальнення результатів.*

9. **Trus I.** The use of coagulants from industrial waste in water treatment processes / I. Trus, M. Gomelya, Y. Kryzhanovska // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2023. – № 1 (58). – P. 178–186. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень щодо освітлення та знебарвлення води при використанні коагулянтів, узагальнення результатів.*

10. **Trus I.** Development of Resource-Saving Technologies in the Use of Sedimentation Inhibitors for Reverse Osmosis Installations / I. Trus, M. Gomelya, M. Skiba, T. Pylypenko, T. Krysenko // Journal of Ecological Engineering. – 2022. – № 23 (1). – P. 206–215. (Q4, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень щодо визначення стабілізаційного та протинакипного ефектів при використанні антискалантів оброблених ультразвуком чи озонуванням.*

11. **Trus I.** Development of Scaling Reagent for Waters of Different Mineralization / I. Trus, M. Gomelya, O. Levytska, T. Pylypenko // Ecological Engineering and Environmental Technology. – 2022. – № 4. – P. 81–87. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень щодо визначення впливу часу обробки ультразвуком гіпану на стабілізаційний та протинакипний ефекти для високомінералізованих вод.*

12. **Trus I.** Applications of antiscalants in circulating water supply systems / I. Trus, M. Gomelya // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2023. – № 58 (2). – P. 360–366. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень щодо визначення стабілізаційного та протинакипного ефектів при використанні гіпану в якості антискаланту для вод різного складу.*

13. **Trus I.** Optimal conditions of ion exchange separation of anions in low-waste technologies of water desalination / I. Trus // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2022. – № 57 (3). – P. 550–558. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень для визначення оптимальних умов іонообмінного розділення сульфатів та хлоридів*

14. **Trus I.** Determining the influence of the medium reaction and the technique of magnetite modification on the effectiveness of heavy metals sorption / I. Trus, N. Gomelya, G. Trokhymenko, N. Magas, O. Hlushko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – № 6/10 (102). – P. 49–54. (Q2, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень впливу рН середовища на ефективність сорбції іонів важких металів на магнетиті модифікованого сульфідом натрію магнетиту.*

15. Гомеля М.Д. Очистка води від іонів міді при використанні магнетиту / М.Д. Гомеля, **І.М. Трус**, О.В. Глушко // Вчені записки ТНУ імені В.І.Вернадського. Серія: технічні науки – 2019. – №30 / 69 (2). – С. 92–97.

(Фахове видання категорії Б). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень процесів сорбційного очищення води від іонів міді під час використання синтезованого магнетиту сульфідом натрію, гуанідином, тіосемікарбазидом та тіокарбамідом.*

16. **Трус І.М.** Використання сорбентів на основі магнетиту для очищення води від іонів важких металів / І.М. Трус, М.Д. Гомеля, Т.В. Крисенко, К.С. Сенькова // Технічні науки та технології. – 2019. – № 4 (18). – С. 175–182. (Фахове видання категорії Б). *Особистий внесок здобувача полягає у постановці задачі і узагальненні інформації про ефективність сорбційного очищення та доочищення природних вод, вивченні процесів сорбційного очищення води від іонів по іонах міді, цинку, нікелю та кадмію на магнетиті модифікованого сульфідом натрію.*

17. **Trus I.** Study of the efficiency of water purification from heavy metal ions with magnetite sorbent / I. Trus, M. Gomelia, T. Krysenko, Y. Bulhakov // Energy Technologies and Resource Saving. – 2020. – № 1. – P. 46–51 (Фахове видання категорії Б). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень по вивченню впливу співвідношення концентрацій Fe^{2+} Fe^{3+} в реакційній суміші на сорбційну ємність магнетиту.*

18. **Trus I.M.** The Study of the particular aspects of water purification from heavy metal ions using the method of nanofiltration / I.M. Trus, M.D. Gomelya, I.M. Makarenko, A.S. Khomenko, G.G. Trokhymenko // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2020. – № 4. – P. 117–123. (Q2, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у розробці високоефективних технологій глибокого очищення природних і стічних вод від сполук та іонів важких металів із використанням нанофільтраційних мембран і комплексонів.*

19. **Trus I.** Effectiveness nanofiltration during water purification from heavy metal ions / I. Trus, M. Gomelya // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2021. – №. 56(3). – P. 615–620. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень по ефективності нанофільтраційного вилучення йонів свинцю при застосуванні комплексонів ОЕДФК, НТМФК, Акватона, трилонуБ, ДДТН та визначено випадкову похибку експерименту.*

20. **Trus I.** Effectiveness of complexation-nanofiltration during water purification from copper ions / I. Trus, M. Gomelya, M. Skiba, V. Vorobyova // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2021. – № 56 (5). – P. 1008–1015. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень по вивченню процесів нанофільтраційного очищення води від йонів міді при введенні осаджувача фероціаніду калію та флокулянту Zetag-7547.*

21. Гомеля М.Д. Застосування баромембранних методів в процесі очищення води від іонів важких металів / М.Д. Гомеля, В.П. Іванова, **І.М. Трус**, Є.С. Булгаков // Вісник Вінницького політехнічного інституту. –

2018. – № 3. – С. 23–27. (Технічні науки). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень процесів нанофільтраційного вилучення міді з сильно розбавлених розчинів при використанні ОЕДФК та НТМФК.*

22. **Трус І.М.** Очистка води від іонів важких металів відстоюванням, нанофільтруванням та флотацією / І.М. Трус, М.Д. Гомеля, Є.В. Мельниченко, В.О. Мігранова // Технічні науки та технології. – 2019. – № 1(15). – С. 204–213. (Фахове видання категорії Б). *Особистий внесок здобувача полягає у постановці експерименту та вивченні процесів вилучення йонів міді та свинцю при переведенні важких металів у нерозчинний стан зв'язуванням у фероціанідні комплекси їх відстоюванням та доочищенням методами фільтрування та нанофільтрування.*

23. **Trus I.M.** Evaluation of the contribution of ion exchange in the process of demanganization with modified cation exchange resin KU-2-8 / I.M. Trus, M.D. Gomelya, M.M. Tverdokhlib // Journal of Chemistry and Technologies. – 2021. – № 29(4) . – P. 540–548. (Q4, індексується базою даних Scopus) *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень очищення води від йонів марганцю в динамічних умовах шляхом фільтрування води через шар сильнокислого катіоніту КУ-2-8 на H^+ , Na^+ , Ca^{2+} формах, модифікованого магнетитом.*

24. Гомеля М. Ефективність вилучення іонів важких металів з розведених розчинів іонообмінним методом / М. Гомеля, В. Іванова, **І. Трус** // Технічні науки та технології. – 2017. – № 4 (10). – С. 154–162. (Технічні науки). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень процесів сорбції та десорбції іонів міді на сильно-та слабокислотних катіонітах із сильно розведених розчинів.*

25. Гомеля М.Д. Залежність ефективності іонообмінного виділення іонів марганцю із води від типу і форми іоніту та її жорсткості / М.Д. Гомеля, **І.М. Трус**, М.М. Твердохліб, В.С. Камаєв // Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2022. – № 4. – С. 65–72. (Фахове видання категорії Б). *Особистий внесок здобувача полягає у вивченні процеси вилучення іонів марганцю із дистильованої та водопровідної води на сильнокислотному катіоніті КУ-2-8 та слабокислотному катіоніті Dowex MAC-3.*

26. **Trus I.M.** Using filter loading for iron removal from water / I.M. Trus, M.M. Tverdokhlib, M.D. Gomelya, A.S. Taranenko // Journal of Chemistry and Technologies. – 2023. – № 31 (2). – P. 334–343. (Q4, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень щодо сорбційного очищення від йонів заліза, проведенні розрахунку швидкості формування шару осаду на поверхні завантаження.*

27. Gomelya M. Evaluation of the efficiency of sorbents-catalysts for the purification of water from manganese compounds / M. Gomelya, **I. Trus**, M. Tverdokhlib, O. Rudenko // Вісник Хмельницького національного університету Серія: «Технічні науки». – 2022. – № 6 1. – С. 234–239. (Фахове

видання категорії Б). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень щодо вивчення процесів іонообмінного очищення води від йонів марганцю на катіоніті, модифікованому магнетитом в залежності від рН.*

28. Trus I. Promising method of ion exchange separation of anions before reverse osmosis / I. Trus, M. Gomelya, M. Skiba, V. Vorobyova // Archives of Environmental Protection. – 2021. – № 47 (4). – P. 93–97. (Q2, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень для вивчення процесів іонообмінного розділення нітратів та сульфатів.*

29. Trus I. Low-waste technology of water purification from nitrates on highly basic anion exchange resin / I. Trus, M. Gomelya // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2022. – № 57 (4). – P. 765–772. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень для вивчення процесів іонообмінного очищення води від нітратів на високоосновному аніоніті)*

30. **Trus I.** Low waste technology for the removal of nitrates from water / I. Trus, M. Gomelya, V. Halysh, M. Tverdokhlib, I. Makarenko, T. Pylypenko, Y. Chuprinov, D. Benatov H. Zaitsev // Archives of Environmental Protection. – 2023. – № 49 (1). – P. 74–78. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень для вивчення процесів іонообмінного очищення води від нітратів на низькоосновному аніоніті.*

31. **Trus I.M.** Low-waste technologies of ion-exchange extraction of phosphates from solution / I.M. Trus, Y.P. Kryzhanovska, M.D. Gomelya // Journal of Chemistry and Technologies. – 2023. – № 31 (1). – P. 61–71. (Q4, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень для вивчення процесів іонообмінного очищення води від фосфатів на високоосновному аніоніті, розроблені методи вилучення фосфатів із регенераційних розчинів, що робить їх придатними для повторного використання.*

32. Гомеля М.Д. Дослідження процесів сорбційного очищення води від іонів амонію / М.Д. Гомеля, **I.M. Трус**, А.І. Петриченко, О.Ю. Кійченко // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – 2017. – № 28. – С. 113–119. (Технічні науки). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень для вивчення процесів іонообмінної очистки води від іонів амонію з модельних розчинів на катіонітах КУ-2-8 та Dowex Mac-3.*

33. Макаренко І.М. Дослідження ефективності сорбційного очищення води від іонів амонію на природних та штучних сорбентах / І.М. Макаренко, **I.M. Трус**, А.І. Петриченко, О.Ю. Кійченко // Енерготехнології та ресурсозбереження. – 2017. – № 3. – С. 42–48. (Технічні науки). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень для визначення залежності сорбції амонію від форми катіоніту, рівня концентрації йонів амонію в розчині та співвідношення амонію та кальцію у воді.*

34. **Trus I.M.** Utilization of the residues obtained during the process of purification of mineral mine water as a component of binding materials / I.M. Trus, H.Y. Fleisher, V.V. Tokarchuk, M.D. Gomelya, V.I. Vorobyova // *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. – 2017. – № 6. – P. 104-109. (Q4, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень щодо можливості застосування осаду в якості розширливої добавки для цементів і сульфатного активатора для шлакопортландцементів.*

35. **Trus I.** Techno-Economic Feasibility for Water Purification from Copper Ions / I. Trus, V. Halysh, M. Gomelya, D. Benatov, A. Ivanchenko // *Ecological Engineering and Environmental Technology*. – 2021. – № 22 (3). – P. 27–34. (Q4, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень для вивчення впливу осаду, що утворюється в результаті очищення води від йонів міді на властивості цементу.*

36. **Trus I.** Low-Waste Technology for Water Purification from Iron Ions / I. Trus, V. Halysh, M. Gomelya, V. Radovenchyk // *Ecological Engineering and Environmental Technology*. – 2021. – № 22 (4). – P. 116–123. (Q4, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні досліджень для вивчення впливу осаду, що утворюється в результаті очищення води від йонів заліза на властивості цементу.*

37. **Trus I.** Innovative Approach in Creation of Integrated Technology of Desalination of Mineralized Water / I. Trus, I. Radovenchyk, V. Halysh, M. Skiba, I. Vasylenko, V. Vorobyova, O. Hlushko, L. Sirenko // *Journal of Ecological Engineering*. – 2019. – № 20 (8). – P. 107–113. (Q2, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у розробці методів комплексної переробки вод з утилізацією утворенням відходів у корисні продукти.*

38. **Trus I.** Technology of the comprehensive desalination of wastewater from mines / I. Trus, N. Gomelya, V. Halysh, I. Radovenchyk, O. Stepova, O. Levytska // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2020. – № 3/6 (105). – P.21–27. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок здобувача полягає у зборі та узагальненні отриманих результатів та розробці маловідходної технології знесолення мінералізованих вод.*

Патенти на корисну модель:

39. Пат. 101916 Україна МПК C25B 1/00 C01B 17/88. Спосіб електрохімічного отримання сірчаної кислоти / Гомеля М. Д., **Трус І. М.**, Грабітченко В. М., Макаренко І. М.; заявл. 26.03.2015; опубл. 12.10.2015, Бюл. № 19.

40. Пат. 104306 Україна МПК C02F 1/46 C01D 1/42 C25B 1/00. Спосіб електрохімічного концентрування розчинів / Гомеля М.Д., **Трус І.М.**, Грабітченко В.М.; заявл. 26.06.2015; опубл. 25.01.2016, Бюл. № 2.

41. Пат. 113546 Україна МПК С23F 11/08 С02F 5/10. Спосіб отримання інгібітора накипоутворення та корозії металів у водному середовищі / Гомеля М.Д., Шуриберко М.М., Макаренко І.М., Корда Т.А., **Трус І.М.**; заявл. 21.04.2016; 10.02.2017, Бюл. № 3.

42. Пат. 119097 Україна МПК С04В 7/00 С04В 22/00. Багатофункціональна добавка для цементів / Флейшер Г.Ю., **Трус І.М.**, Токарчук В.В., Гомеля М.Д., Воробйова В.І.; заявл. 03.04.2017; опубл. 11.09.2017, Бюл. № 17.

43. Пат. 104306 Україна МПК С02F 5/08. Спосіб стабілізаційної обробки розчинів при нанофільтраційному знесоленні / Гомеля М.Д., **Трус І.М.**, Руденко І.П., Нечухрін О.В., Ткачук В.М., Сердюк О.О.; заявл. 07.12.2018; опубл. 25.04.2019, Бюл. № 8.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

44. **Trus I.** Optimization of dose calculation of modified magnetite during sorption purification of water from copper ions to create environmentally friendly technology / I. Trus, M. Gomelya, E. Chuprinov, T. Pylypenko // E3S Web of Conferences – № 280. – 2021. – 10001. (індексується базою даних Scopus)

45. **Trus I.**, Fleysher H., Gomelia M., Tokarchuk V. Utilization of the residues obtained during the process of chemical purification of mine water in the building industry // XXXVI Międzynarodowe Sympozjum – im. Bolesława Krzysztofika – AQUA 2016 (02–03 czerwca 2016 roku). – Plock . – 2016. – P. 97–102.

46. **Trus I.M.**, Fleisher H.Yu., Vorobyova V.I., Starchenko V.V. Eco-friendly method of water treatment residue utilization // The development of technical sciences: problems and solutions (April 27–28, 2018). –2018. – Brno. – P 125–128.

47. **Трус І.М.**, Гомеля М.Д. Методи стабілізаційної обробки низько- та високомінералізованих вод в процесах її баромембранного опріснення // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (22–27 травня 2021 р.). – м. Чернігів. – 2021. – Т.2. – С. 133–135.

48. **Трус І. М.** Використання зворотнього осмосу для знесолення низькомінералізованих вод // Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2021» (29–30 квітня 2021 р.). – м. Харків. – 2021. – С. 147–149.

49. Толстенкова К.М., **Трус І.М.**, Гомеля М. Д. Сучасні методи знекиснення води – переваги та недоліки // Матеріали міжнародного наукового симпозиуму “Тиждень еколога–2021” (18-20 жовтня 2021 р.). – м. Кам’янське. – 2021. – С. 88–90.

50. **Трус І.**, Гомеля М., Воробйова В., Скиба М., Глушко О., Бенатов Д. Оцінка ефективності реагентів для стабілізаційної обробки води // Матеріали

IV Міжнародної науково-технічної конференції «Водопостачання і водовідведення: проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг» (20–22 жовтня 2021 р.). – 2021. – м. Львів. – С. 22.

51. Гомеля, М.Д., **Трус І.М.**, Твердохліб М.М. Застосування модифікованого магнетитом катіоніту КУ-2-8 для деманганзації підземних вод // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (25–26 листопада 2021 р.). – 2021. – м. Київ. – С. 113–116.

52. **Трус І.М.**, Твердохліб М.М., Галиш В.В., Макаренко І.М., Манишева Н.Ю. Вилучення іонів важких металів реагентним методом та утилізація утворених осадів // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (1–2 грудня 2022 р.). – м. Полтава. – С. 287–290.

53. Vorobiova O.I., **Trus I.M.**, Gomelya M.D. Low waste technologies for water softening and decarbonization // Матеріали XV Всеукраїнської наукової конференції «Хімічні Каразінські читання – 2023» (24–26 квітня 2023 р.). – м. Харків. – 2023. – С. 158–160.

54. **Трус І.М.**, Твердохліб М.М., Макаренко І.М., Сіренко Л.В., Тараненко А.С. Оцінка методів іонообмінного очищення води від нітрат-іонів // Збірник тез доповідей XXIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання». – м. Київ. – 2023. – С. 113–116.

55. **Trus I.**, Radovenchyk I., Nosachova J., Hlushko O., Gomelya M., Vozna I. Development of a waste-free technology of mine water desulphatization involving the use of lime and Aluminium coagulants // The 5th International scientific and practical conference «Science, society, education: topical issues and development prospects» (12–14 квітня 2020 р.). – м. Харків. – 2020. – С. 205–211.

Якість та кількість публікацій відповідають “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Трус І.М. “Створення наукових основ ресурсоефективних екологічно-безпечних технологій використання води у промисловості”, що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, є кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно, за своїм науковим рівнем та практичною та теоретичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам п.7 та 9 “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”, що їх пред’являють до докторських дисертацій, та паспорту спеціальності 21.06.01 Екологічна безпека.

РЕКОМЕНДУВАТИ дисертаційну роботу “Створення наукових основ ресурсоефективних екологічно-безпечних технологій використання води у промисловості”, подану Трус Інною Миколаївною на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук до захисту у спеціалізованій раді Д 26.002.05 за спеціальністю 21.06.01 Екологічна безпека.

Головуючий на засіданні
Професор кафедри екології та
технології рослинних полімерів
д.т.н., проф.

 Тетяна ШАБЛІЙ

Заступник завідувача кафедри екології
та технології рослинних полімерів
д.т.н., проф.

 Вячеслав РАДОВЕНЧИК

Рецензенти:

Завідувач кафедри технології
неорганічних речовин, водоочищення
та загальної хімічної технології,
д.т.н., проф.

 Тетяна ДОНЦОВА

Професор кафедри біоенергетики,
біоінформатики та екобіотехнології,
д.т.н., проф.

 Лариса САБЛІЙ

Доцент кафедри екології та технології
рослинних полімерів,
д.т.н., доц.

 Олександр ХОХОТВА