

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Якименко Ірини Костянтинівни

на тему «Удосконалення сорбційних процесів очищення води від сполук заліза та мангану в системах децентралізованого водопостачання»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія

за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія

Актуальність теми дисертації.

Водні ресурси – це основа життя на планеті, які з кожним роком зазнають значного забруднення з боку промисловості та соціуму. Децентралізоване (місцеве) водопостачання (природні підземні води) може забезпечити питною водою окремі будинки або невелику групу будівель. У природних водах і джерелах питного водопостачання вміст сполук заліза коливається у межах від 0,01 до 26,0 мг/дм³, що значно погіршує їх органолептичні властивості, робить її малопридатною для використання в господарсько-питних і технічних цілях, може спричинити серйозні проблеми зі здоров'ям людини.

Міграція сполук мангану в річковій воді відбувається у складі зважених форм, адсорбованих на оксиді заліза та глинистих часточках. Наявність у воді сполук мангану може призвести до різноманітних симптомів в організмі людей, пов'язаних з нейротоксичністю. Відкладення сполук заліза та мангану можуть накопичуватися в обладнанні, що стає економічною проблемою через необхідність використання реагентів для пом'якшення води або заміни обладнання.

Створення функціональних та ефективних матеріалів для використання в якості сорбентів в технологіях очищення питної води від сполук заліза та мангану з можливістю їх швидкої заміни та регенерації є перспективним напрямком водопідготовки.

У дисертаційній роботі Якименко І.К. представлені дослідження щодо створення сорбційного матеріалу на основі кокосового вугілля, як носія, в поєднанні з флокулянтom натрій альгінатом (КАВ-Ан) та досліджено ефективність його застосування для видалення сполук заліза та мангану.

Дисертаційна робота відповідає сучасним науковим тенденціям і спрямована на вирішення сучасних екологічних проблем, спрямованих на розробку ефективних комбінованих сорбційних матеріалів та сорбційного фільтруючого завантаження для очищення води з джерел децентралізованого водопостачання від сполук заліза та мангану. Результати роботи Якименко І.К. мають значний потенціал для практичного застосування у сферах водопідготовки та водоочищення, що підтверджується актом дослідно-

промислового випробування комплексного сорбційного завантаження на основі природних компонентів для очищення води від іонів важких металів на комунальному підприємстві «Черкасиводоканал» (м. Черкаси, Україна).

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

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.

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

Досліджено каталітичний мідь-цинковий матеріалу KDF-55 і KDF-85. Встановлено, що каталітичний мідь-цинковий матеріал 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: коксове 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.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі хімічних технологій та водоочищення Черкаського державного технологічного університету під керівництвом к.х.н., доцента Солодовнік Тетяни Володимирівни.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання 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 коксового активованого вугілля та розробленого комбінованого сорбційного матеріалу на основі КАВ та флокулянту альгінату натрію виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Якименко І.К. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія та напрямку досліджень відповідно до освітньо-наукової програми Хімічні технології та інженерія.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Рациональне природокористування» із Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» № 3534-ІХ від 21 грудня 2023 р.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Якименко Ірини Костянтинівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Виклад матеріалу відзначається логічною послідовністю, чіткістю та доступністю. Стиль мовлення науково обґрунтований, використовуються загальноприйняті хімічні терміни, що відповідають сучасним стандартам у галузі хімічної технології та інженерії. Дисертантка демонструє глибоке розуміння теми дослідження та вміння чітко і обґрунтовано представити результати своєї роботи.

Дисертація складається з вступу, 6 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 135 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено мету та завдання роботи, сформульовано об'єкт і предмет дослідження, описано методи дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Також зазначено зв'язок роботи з науковими програмами і планами, а також інформацію про апробацію та наукові публікації за темою дисертаційного дослідження.

У першому розділі проведено аналіз літературних джерел, наукових досліджень та патентів, пов'язаних зі способами очищення води з використанням найпоширеніших методів: адсорбція, коагуляція та фільтрація. Встановлено, що найбільш популярними та ефективними матеріалами для видалення забрудників, з врахуванням екологічних та економічних аспектів, є активоване вугілля, модифіковані сорбенти та коагулянти. Визначене завдання роботи - удосконалення сорбційних процесів та розробка ефективних технологій для очищення води в умовах віддаленості від стаціонарних станцій водоочищення з метою зменшення вмісту сполук заліза та мангану.

У другому розділі наведено опис об'єктів та методів досліджень, зокрема перелік комерційно-доступних традиційних матеріалів, які досліджувались в дисертаційній роботі та їх основні характеристики. Особлива увага приділена методикам одержання комбінованих матеріалів на основі кокосового вугілля (КАВ) з додаванням коагулянтів і флокулянтів. Розглянуто метод просочування хімічними реагентами кокосового вугілля, який використовувався для створення комбінованих матеріалів з додаванням флокулянтів. У розділі описані методики визначення оптимальної маси, робочого діапазону концентрацій та визначення оптимальних умов адсорбції в статичних та динамічних умовах.

Третій розділ присвячено дослідженню сорбційних властивостей комерційних матеріалів та обґрунтуванню вибору кокосового вугілля в якості основи-носія для комбінованих матеріалів. Були встановлені переваги і недоліки застосування традиційних сорбентів. Встановлено, що кварц і кремній показують низькі значення ступеню вилучення як сполук заліза, так і сполук мanganу, тому їх використання недоречне. Використання мідь-цинкового сплаву у комбінації з іншими сорбентами скорочує тривалість сорбції.

У четвертому розділі наведені результати дослідження освітлюючої здатності та кінетики сорбції комбінованого матеріалу на основі кокосового активованого вугілля з додаванням коагулянтів та флокулянтів. Досліджувались комбіновані матеріали на основі активованого вугілля з додавання коагулянтів алюміній сірчанокислого та алюміній хлориду та флокулянтів – альгінату натрію, хітозану харчового низькомолекулярного і хітозану кислоторозчинного. З метою визначення фізико-хімічних основ процесу сорбції, графо-аналітичним методом побудовано ізотерми адсорбції, які за характером кривизни та випуклості свідчать про мікропористу структуру сорбентів. Практична ефективність сорбції підтверджена теоретичними розрахунками за моделями Ленгмюра та Фрейндліха.

П'ятий розділ присвячений дослідженню поглинальної здатності пошарового завантаження сорбентів КАВ, КАВ-Ан та каталітичного матеріалу KDF-85 в динамічних умовах; визначенню оптимального пошарового розташування в колонці та їх співвідношення. Встановлено оптимальне співвідношення матеріалів KDF-85, КАВ-Ан та КАВ, яке складає 5:2:20 г/дм³ відповідно, для фільтрації осаду Fe(III) після KDF- 85 додано шар кварцового піску з дисперсністю 0,4-0,6 мм висотою шару 2 см. Встановлено, що дане завантаження є ефективним та очищує розчини від сполук заліза та мanganу в межах допустимих концентрацій згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 для питної води з колодязів, каптажів і джерел.

У шостому розділі запропонована принципова технологічна схема доочищення підземних вод. За основу роботи схеми взяті результати

динамічного дослідження сорбційного завантаження. Розрахунки вартості очищеної води, відповідно запропонованої схеми, за витратними матеріалами складає 0,96 грн/дм³.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 13 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus, віднесеного до четвертого квартилю (Q4) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 1 патент України на корисну модель.

Також результати дисертації були апробовані на 7 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій дисертантки знаходиться на високому рівні. Під час написання та опублікування наукових статей, здобувачкою були дотримані всі принципи академічної доброчесності. Особистий внесок здобувача у публікаціях, опублікованих сумісно із співавторами та зарахованими за темою дисертаційної роботи, є вагомим.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Стр. 57. У таблиці 2.2. не вказані одиниці розмірності об'ємів досліджуваних розчинів.
2. На стр. 55 описано рецептуру приготування модельних розчинів №1-4. Потребують пояснення або обґрунтування чому саме такі співвідношення компонентів рецептур обрано для дослідження, чим це зумовлено?
3. На стр. 72 зазначено: «...встановлена оптимальна маса каталітичного матеріалу для очищення модельного розчину від сполук заліза, яка складає 10 г/дм³ для KDF-55 та 2 г/дм³ для KDF-85.» з посиланням на значення в таблиці 3.3. та Рис. 3.3. Але показники Рис. 3.3 та таблиці 3.3 не містять таких даних. Необхідно пояснити на основі яких даних зроблений такий висновок.
4. Визначення концентрацій йонів Cu²⁺, Zn²⁺ (стр. 74, таблиця 3.5; стр. 95, таблиця 5.2; стр. 101, таблиця 5.3.) і йонів Al³⁺ (стр. 80, таблиця 4.2) наводяться декларативно без обґрунтування отриманих значень. Необхідно зазначити яка математична модель (математичний метод) були використані для визначення (розрахунку) концентрацій вказаних йонів?

5. На стр. 82 авторка описує результати дослідження ступеня вилучення сполук заліза, залежно від концентрації модельних розчинів з посиланням на показники, зображені на Рис. 4.5 і 4.6. Але в роботі не вказано яким чином (математично чи емпірично) авторка визначала цей показник.

6. Стр. 92. Потребують пояснення кількісні співвідношення матеріалів KDF:КАВ-Ан:КАВ відповідно: (1) – 5:2:10; (2) – 5:2:20; (3) – 5:4:10; (4) – 10:2:10 у чотирьох колонках, представлених на Рис. 5.1. Якими математичними обрахунками чи лабораторними дослідженнями обґрунтовуються такі співвідношення адсорбційних матеріалів?

7. На Рис. 5.2. стр. 93 в описі етапів проведення експерименту авторкою не вказано, зображення якої саме колонки і з яким саме адсорбційним співвідношенням представлено.

8. Невідповідність нумерації елементів принципової технологічної схеми доочищення децентралізованих вод, зображеної на Рис. 6.1, стр. 104. Потребує пояснення рух очищеної води від піщаного фільтру з каталітичним матеріалом (4 за схемою) до фільтру з сорбуючими матеріалами (5 за схемою).

9. Для визначення економічності розробленої технології доочищення децентралізованих вод недостатньо порохованих витрат (стр. 108). Є необхідність порівняння цих витрат із вже відомими технологіями очищення децентралізованих вод із відомими адсорбентами (змінними картриджами).

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Якименко Ірини Костянтинівни на тему «Удосконалення сорбційних процесів очищення води від сполук заліза та мангану в системах децентралізованого водопостачання» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Якименко Ірина Костянтинівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Рецензент:

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри хімічних технологій
та водоочищення
Черкаського державного
технологічного університету



Мирослава КОВАЛЬ

Підпис к.т.н., доцента Коваль Мирослави Григорівни засвідчую

Учений секретар
Черкаського державного
технологічного університету



Ірина МИРОНЕЦЬ