

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри екології та технології рослинних полімерів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря

Сікорського» **Гомелі Миколи Дмитровича**

на дисертаційну роботу **Соседко Анастасії Геннадіївни**

на тему: **«Комплексне очищення стічних вод промислових виробництв з використанням наносорбентів»**

подану на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань

19 – «Архітектура та будівництво», за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Відгук складено на основі вивчення дисертаційної роботи, опублікованих здобувачем результатів наукових досліджень, а також матеріалів, які підтверджують впровадження результатів роботи.

Актуальність теми дисертації.

Вода є одним з найважливіших та стратегічних ресурсів для життя людини, промисловості та навколишнього середовища. Очищення і утилізація рідких відходів гальванічних виробництв є однією з пріоритетних проблем для покращення стану довкілля. В результаті утворення великих обсягів стічних вод гальванічного виробництва, які є одним з найбільш поширених різновидів промислових рідких відходів, зазначена проблема набула особливої гостроти. Недостатньо очищені стічні води та зберігання відходів водоочищення на територіях підприємств можуть призвести до невідворотного забруднення навколишнього середовища.

Іони важких металів є основними високотоксичними політантами гальванічних виробництв. В гальванотехніці корисно застосовується лише 30-80 % металів, 5-20 % кислот та 2-3 % води. В цілому по видах нанесення гальванопокриттів найбільший об'єм виробництва припадає на лінію цинкування, а саме 40 ÷ 50 %. Кожна гальванічна лінія нанесення покриття (цинкування, нікелювання, міднення, кадмування та ін.) нерозривно пов'язані з процесами травлення сталевих деталей кислотами. Об'єми відпрацьованих розчинів на порядок більші ніж об'єми електролітів захисних покриттів. У зв'язку з цим на виробництвах актуальною проблемою є очищення травильних розчинів, а також промивних вод з метою вилучення з них іонів металів, утилізація самих металів та повернення очищеної води у виробництво.

Одним із найбільш ефективних способів очищення рідких гальванічних відходів з концентрацією іонів важких металів більшою 1 г/дм³ є застосування

феритизаційної технології. Оскільки феритизаційний процес відбувається при температурі вище 75 °С використання його є досить енергозатратним. Як альтернативу традиційному термічному способу феритизації доцільне застосування альтернативних способів активації реакційної суміші, які заощаджуватимуть енергоресурс. До таких способів енергоощадної активації можна віднести обробку реакційної суміші електромагнітними імпульсними розрядами.

Існує також проблема промивних стічних вод від іонів важких металів. Для їх очищення в останні роки широко застосовуються сорбційні методи. Такі методи характеризуються простотою в застосуванні, низькою вартістю та високою продуктивністю. Розробка екологічно чистих та економічно ефективних сорбентів з промислових відходів є сучасною тенденцією досліджень. Проте невирішеним питанням залишається безпечна утилізація таких сорбентів. Вирішення даної проблеми посприяло б створенню безвідходних технологій та процесів замкнутого циклу у виробничих умовах.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Висновки дисертації зроблено на основі наукових результатів, отриманих при проведенні великого об'єму експериментальних досліджень, їх теоретичного аналізу, відповідної математичної обробки даних. Наукові висновки та результати добре узгоджуються з відомими теоретичними уявленнями по суті процесів, що вивчались у роботі. В цілому обґрунтованість приведених результатів не викликає сумнівів.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше запропоновано і науково обґрунтовано застосування осадів феритизації, які містять оксогідроксиди (γ -FeOOH; δ -FeOOH) та оксиди заліза (Fe_3O_4) як сорбентів, зокрема, для вилучення іонів цинку з промивних стічної води при використанні обробки розчину ультразвуком для активації феритизаційного процесу переробки сірчаноокислих травильних розчинів в процесі синтезу сорбентів;

- вперше визначено вплив дії ультразвуку та величини рН на процес сорбційного очищення стічних вод від сполук цинку;

- вперше запропоновано і науково обґрунтовано метод синтезу сорбційного матеріалу модифікацією поверхні вулканічного туфу магнетитом, отриманим при переробці відпрацьованих травильних розчинів.

- удосконалено умови вилучення іонів заліза методом феритизації з травильних розчинів шляхом визначення впливу швидкості аерації розчинів киснем повітря та способів активації реакційної суміші;

- подальшого розвитку набули дослідження з утилізації відпрацьованих магнітних сорбентів в складі будівельних матеріалів зокрема, наповнювача для корозійностійких лакофарбових покриттів для підвищення стійкості матеріалу.

Отже, в дисертаційній роботі поставлені наукові завдання виконані повністю, здобувач повною мірою оволоділа методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Соседко Анастасії Геннадіївни повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Науково-консультаційні послуги з питань забезпечення безпеки та перспектив розвитку технологій водопостачання та водовідведення. Проведення семінарів».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Соседко Анастасії Геннадіївни 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 відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Вся дисертація, кожен розділ мають чітку та логічно завершену структуру.

Дисертацію написано грамотною мовою. Використана в роботі наукова термінологія є загальноновизнаною, стиль викладення результатів теоретичних та експериментальних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує їх доступне сприйняття та застосування.

Зміст дисертаційної роботи, якість ілюстрацій відповідають чинним вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 165 сторінок.

У вступі обґрунтовано вибір теми дослідження, сформульовано мету і завдання, окреслено об'єкт, предмет і методи дослідження, описано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, приведено особистий внесок здобувача та апробацію результатів дослідження.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан очищення стічних вод гальванічних виробництв від сполук важких металів. Розглянуто екологічну небезпеку таких стічних вод, особливості поводження з токсичними відходами промислових підприємств та основні методи їх очищення.

В другому розділі дисертаційної роботи представлено методи та об'єкти дослідження, що використовувалися для розробки та оцінки технологій очищення стічних вод. Наведено підходи до феритизаційної переробки відпрацьованих травильних розчинів із різними способами активації, методику отримання залізовмісного сорбенту, а також методи визначення вмісту іонів важких металів. Окрему увагу приділено математичній обробці експериментальних даних. На основі проведених досліджень сформульовано висновки.

В третьому розділі значна увага приділена розгляду процесу переробки відпрацьованих травильних розчинів із отриманням сорбентів. Проведено дослідження очищення розчинів від іонів заліза феритизаційним методом, зокрема вплив різних способів активації реакційної суміші. Представлено результати структурного аналізу феритизаційних осадів, визначено розмір їхніх частинок. На основі отриманих даних сформульовано висновки щодо ефективності процесу.

Четвертий розділ роботи присвячений результатам досліджень сорбційного очищення промивних стічних вод гальванічних виробництв. Визначено ступінь вилучення іонів цинку та заліза природними, синтезованими й феромагнітними сорбентами, а також вплив механічного перемішування та ультразвукової обробки на ефективність процесу. Проведено структурний аналіз відпрацьованих сорбентів за допомогою рентгенофазового аналізу, скануючої електронної мікроскопії та рентгенофлуоресцентного аналізу. Окремо досліджено властивості сорбенту на основі модифікованого вулканічного туфу. На основі отриманих даних сформульовано висновки щодо ефективності застосованих методів очищення.

П'ятий розділ дисертаційної роботи зосереджений на технічних та економічних аспектах впровадження комплексного очищення стічних вод лінії цинкування. Запропоновано технологію очищення з утилізацією продуктів водоочищення у будівельних та порошкових лакофарбових матеріалах. Розроблено комплексну технологічну схему очищення стічних вод та

проведено її техніко-економічну оцінку. На основі отриманих результатів сформульовано висновки щодо доцільності та ефективності запропонованих рішень.

У висновках сформульовано основні наукові результати роботи.

У додатках представлено результати математичної обробки експериментальних даних, акт впровадження.

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 5 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових фахових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у іноземному виданні.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій здобувача знаходиться на високому рівні. Всі принципи академічної доброчесності були дотримані дисертантом при написанні наукових публікацій. Особистий внесок здобувача до публікацій, опублікованих із співавторами та зарахованих за темою дисертації, є суттєвим.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Автору доцільно було б розглянути альтернативні методи використання залізовмісних осадів, крім їхнього застосування як сорбентів.

2. В роботі не зазначено які об'єми розчинів можна переробити при використанні на виробництві розробленої технології.

3. Які основні технічні виклики або обмеження можуть виникнути при практичному впровадженні вашої технології?

4. В дисертації нажаль не приділено уваги порівняльному аналізу розробленої технологій з іншими комерційно доступними.

5. В роботі обмежені дані про довгострокову стабільність та відновлюваність магнітних сорбентів.

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 Соседко Анастасії Геннадіївни на тему «Комплексне очищення стічних вод промислових виробництв з використанням наносорбентів» 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 науки. 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 Соседко Анастасії Геннадіївни заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 19 – «Архітектура та будівництво», за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри екології та технології
рослинних полімерів Національного
технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
д.т.н., професор



Микола ГОМЕЛЯ

«7» квітня 2025 року

Підпис д. т. н., проф. Гомелі М. Д. засвідчую

Начальник відділу кадрів
Національного технічного
університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»



Лідія АНДРЕЙЧУК