

## ВІДГУК

*офіційного опонента д.т.н., проф. Волошкіної Олени Семенівни*

на дисертаційну роботу

*Засідко Ірина Богданівна*

*«Зменшення техногенного навантаження при очищенні стічних вод та утилізації осаду»,*

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

**Актуальність теми дисертації.** Серед існуючих методів очищення стічних вод від важких металів та зниження техногенного навантаження на водні ресурси перспективним є сорбційний метод з використанням в якості сорбенту природного цеоліту, який має високі адсорбційні та іонообмінні властивості. Дисертант в своїй роботі досліджувала сорбцію стічних вод комунальних споруд від іонів купруму та мангану на природних цеолітах. В роботі визначено адсорбційну активність цеоліту окремо для купруму та мангану залежно від концентрації цих компонентів у розчині. А враховуючи факт накопичення важких металів в осадах стічних вод на комунальних очисних спорудах, що унеможлиблює їх утилізацію, дослідження можливості їх застосування в будівельних матеріалах є перспективним методом утилізації цих осадів, який дозволяє поряд з підвищенням рівня екологічної безпеки розширити сировинну базу для вироблення цегли.

Враховуючи вищенаведене, можна констатувати наступне: дисертаційні дослідження присвячені вирішенню важливої науково-прикладної задачі щодо підвищення рівня екологічної безпеки водних ресурсів шляхом підвищення якості очистки стічних вод комунальних підприємств від іонів важких металів та утилізації осаду, тому актуальність даної роботи сумніву не викликає.

**Зв'язок роботи з науковими програмами та темами.** Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних робіт кафедр Інституту

природничих наук і туризму Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, а саме: РК0120U102284 «Оцінка впливу на довкілля будівництва мікро-ГЕС на р. Білий Потік в межах с. Ділове Рахівського району Закарпатської області», NCN2014/15/B/ST10/03862 Інституту охорони природи Польської академії наук, м. Краків.

Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки в Україні на період до 2030 року з розділу «Існуючі проблеми та сучасний стан довкілля в Україні», Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»

**Обґрунтованість наукових положень дисертаційної роботи, висновків та рекомендацій, порівняно з відомими рішеннями, повнота їх висвітлення в наукових працях.** Наукові положення дисертаційної роботи ґрунтуються на детальному і всебічному аналізі власних досліджень у достатній для цього кількості, їх обробці, технічній оцінці отриманих результатів. Висновки по роботі відповідають поставленій меті та завданням дослідження, вони логічно випливають з реалізації програми досліджень.

Отримані моделі еколого-економічних систем для комунальних споруд та чисельні моделі їх реалізації ґрунтуються на коректному математичному апараті, що обумовлює їх достовірність за наявності прийнятних припущень.

Проведені еспериментальні дослідження на основі визначених методик дозволили встановити закономірності сорбції іонів купруму та мангану природним цеолітом та біосорбентом.

Технічні рішення щодо методів утилізації осадів стічних вод, накопичених на полях фільтрації теоретично та експериментально обґрунтовані на основі фізико-механічних характеристик зразків цегли, отриманої при її виробництві.

Результати роботи широко доповідалися на міжнародних науково-практичних конференціях.

Матеріали роботи у повній мірі висвітлені у 13 наукових роботах. З них 1 стаття що індексуються у наукометричній базі Scopus, 5 - у фахових виданнях України, 5 матеріалів та тез доповідей на наукових конференціях, 1 патент України на корисну модель.

**Наукова новизна, теоретичне та практичне значення одержаних результатів.** Наукова новизна полягає у наступному:

- встановлено експериментальним шляхом оптимальні режимні параметри сорбційного очищення цеолітом стічних вод комунальних підприємств від іонів важких металів – купруму та мангану з врахуванням часу сорбції, впливу рН середовища та температурних показників;
- *вперше* отримано біосорбент на основі осадів стічних вод та проведено аналіз його сорбційної здатності;
- запропонована методика математичного моделювання економіко-екологічних систем, яка дозволила встановити взаємозв'язок динаміки вкладення коштів на приведення природоохоронних заходів та поліпшення екологічної ситуації водних ресурсів після очистки на комунальних очисних спорудах;
- отримав подальший розвиток аналіз адсорбційних властивостей природного цеоліту стосовно важких металів на основі ідентифікації експериментальних досліджень теоретичним моделям, що дозволило визначити питому адсорбційну здатність в діапазоні концентрацій іонів купруму і мангану 0,5 - 10 мг/дм<sup>3</sup>.

В цілому наукова новизна одержаних результатів не викликає сумніву.

Теоретичне значення роботи полягає у створенні інструментарію, придатного для оцінювання взаємозв'язок динаміки вкладення коштів на проведення заходів по захисту водних ресурсів регіону та контролю цього вкладення.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх прямого застосування фахівцями-практиками як на очисних спорудах комунальних підприємствах, так і на підприємствах іншого профілю, стічні

води яких містять іони важких металів. Запропоновані засоби захисту довкілля від скидів стічних вод є розробками, придатними для промислового виробництва.

Наукові та практичні результати роботи впроваджені в навчальний процес та на Івано-Франківському ПАТ «Будівельні матеріали» в частині рецептури керамічної композиції при виготовленні повнотілої рядової цегли.

**Оцінка змісту дисертації та її завершеності.** Матеріали дисертаційної роботи викладені на 187 сторінках, містить 44 рисунки та 35 таблиць по тексту. Список наукових посилань містить 203 найменувань.

Дисертація написана грамотною технічною українською мовою з використанням сучасної професійної лексики. Вона містить достатню для повного розуміння виконаної роботи кількість ілюстративного матеріалу.

Автореферат відповідає змісту дисертації і розкриває основні наукові та практичні результати.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет та основні завдання дослідження. Наведено наукову новизну та практичну значущість роботи.

У першому розділі зроблено аналіз екологічних проблем забруднення стічних вод важкими металами, зокрема в Івано-Франківській області, розглянуті існуючі методи очищення стічних вод від іонів важких металів, їх переваги та недоліки. Зроблений аналіз існуючих методів очищення стічних вод дозволив пошукувачу визначити сорбційні методи очистки стічних вод від іонів важких металів найбільш ефективними та перспективними з економічної точки зору. А, як зазначено, за оглядом експериментальних даних багатьох дослідників, природні сорбенти, такі як цеоліт, мають високу сорбційну здатність та можуть використовуватися в якості сорбентів важких металів.

Дисертант також розгляну в даному розділі екологічні аспекти утилізації осадів стічних вод та їх сучасні методи.

Дані, які наведені в першому розділі роботи підтверджують актуальність науково-прикладної задачі, яку вирішує дисертант в своєму дослідженні.

**У другому розділі** наведено методику експериментальних досліджень, об'єкти та методи досліджень. Результати досліджень за даним розділом націлені на підбір ефективного сорбенту для очищення стічних вод та утилізації осаду стічних вод для зниження техногенного навантаження на водні екосистеми. Дисертантом в даному розділі розглянуто досить детально методику визначення іонів мангану та іонів купруму у розчині, а також методи отримання модифікуючої добавки, біосорбенту та визначення їх характеристик.

Матеріали даного розділу досить детально викладені в друкованих роботах автора.

**У третьому розділі** досліджено закономірності щодо сорбції іонів купруму та мангану природним цеолітом та біосорбентом. Експериментальні дослідження кінетики сорбції іонів купруму та мангану дозволили пошукувачу встановити межі концентрацій та часовий період сорбції цеолітом іонів купруму та мангану, а також вплив рН розчину та температури середовища на ефективність сорбції іонів купруму і мангану цеолітом та антрацитом. В даному розділі роботи підтверджена гіпотеза про можливість використання цеоліту Сокирницького родовища для очищення стічних вод від іонів купруму та встановлена можливість його використання для очищення стічних вод від іонів мангану.

Дисертант в даному розділі приводить визначені в результаті експериментальних досліджень ізотерми адсорбції цеолітом іонів купруму та мангану. Приведені розрахунки для побудови цих ізотерм.

**У четвертому розділі** здійснено математичне моделювання економіко-екологічної системи комунальних підприємств. На основі ідентифікації параметрів сорбційного очищення цеолітом стічних вод комунального підприємства м. Івано-Франківська дисертант дослідженнями підтвердив його ефективність при температурному режимі 20°C, рН для іонів купруму 3,05 та для іонів мангану 2,98. Визначено фракційний склад цеоліту – від 0,125-0,5мм.

На основі відомої моделі «хижак-жертва» автор довів можливість використання такого підходу до моделювання еколого-економічних систем при вкладанні коштів в природоохоронні заходи для комунального підприємства. Запропоновано в розділі метод реалізації даної моделі, ціллю якої було вивчити динаміку вкладання коштів підприємством по контролю заходів щодо екологічної ситуації та, по-можливості, оптимізувати процес мінімізації цих коштів при максимальному ефекті.

В розділі дисертантом наведено обґрунтування економічної доцільності використання біосорбенту, який отримано з осадів стічних вод, які в великій кількості накопичено на мулових площадках КП «Івано-Франківськводокотехпром».

У п'ятому розділі досліджено склад модифікуючої добавки, яка входить в склад керамічної композиції для підвищення пористості, зниження щільності та зменшення теплопровідності цегли повнотілої рядової. Модифікуюча добавка отримана з осадів стічних вод при температурі 400°C. Проведені автором в даному розділі роботи дослідження дозволили запропонувати новий ефективний метод утилізації осаду стічних вод, які у великій кількості накопичуються на мулових площадках комунальних споруд. В розділі отримані покращені якісні характеристики будівельного матеріалу при збереженні його міцності.

Особливої ваги набуває той факт, що автор проводила експериментальні дослідження новостворених будівельних матеріалів на виробничій базі підприємства Івано-Франківське ПАТ «Будівельні матеріали»

**Загальні висновки** по дисертації логічно випливають з викладеного матеріалу й свідчать про реалізацію завдань дослідження й досягнення поставленої мети.

У **додатках** представлено Протоколи дослідження складу стічних вод, осаду стічних вод, розрахунки параметрів лінійних градувальних графіків визначення купруму та мангану, Акт випробування дослідних зразків цегли

повнотілої рядової, яка виготовлена з використання осадів стічних вод, акт впровадження результатів дисертаційного дослідження.

При ознайомленні з текстом дисертації виникли **зауваження та запитання:**

1. В першому пункті наукової новизни роботи автор експериментально підтверджує, а не «вперше встановлює» оптимальні показники очищення цеолітом стічних вод комунальних підприємств від іонів важких металів, зокрема купруму в залежності від показників РН та температури середовища. Цей пункт наукової новизни, на нашу думку, слід було б відредагувати.
2. За значенням якої температури отримано графіки на рис.3.3 та 3.4., на яких представлена адсорбція цеолітом фонів купруму та мангану?
3. В третьому розділі роботи при характеристиці цеолітів за фракційним складом було б варто вказати розміри пор, оскільки вони теж впливають на сорбційні властивості адсорбенту (при внутрішньодифузійному механізмі сорбції).
4. В третьому розділі роботи на стр.74 не дано розшифрування значень у співвідношенні Мфр/М. Хоча в подальшому з тексту роботи ми розуміємо, які значення малися на увазі автором.
5. В розділі 4 (підрозділ4.2.) потребує пояснення, чому автор для моделювання економо-екологічної системи комунального підприємства вибрав саме модель «жихак-жертва». Адже, на нашу думку, рівняння складання матеріального балансу для цих цілей було б більш доцільним.
6. Не зовсім зрозуміло, як дане пропонуване рівняння буде враховувати витрати, які потребує реконструкція технологій очистки?
7. Потребує пояснення, чому дисертант для підтвердження впровадження економічної доцільності очищення стічних вод біосорбентом обирає трьох експертів. Чи достатньо буде цієї кількості експертів для анкетного опитування (стр.112)?

8. У дисертації не наведено екологічної чи економічної ефективності запропонованої технології з очищення стічних вод від іонів купруму і мангану, або порівняльної таблиці з ефективності у порівнянні з іншими сорбентами.
9. На нашу думку, в дисертаційній роботі слід було б привести більше технологіям використання відпрацьованого цеоліту.

Наведені зауваження не стосуються наукової новизни роботи та її практичної значущості і не впливають на позитивну оцінку дисертації.

### ВИСНОВОК

У дисертаційній роботі Засідко І.Б. вирішено актуальну науково-прикладну задачу. щодо поліпшення рівня екологічної безпеки поверхневих водних ресурсів шляхом зменшення техногенного навантаження іонами купруму та мангану, утилізації осаду стічних вод. Представлена робота є завершеним науковим дослідженням у галузі екологічної безпеки, містить нові науково обґрунтовані результати, вона має практичну значущість. Зміст і реалізація результатів досліджень відповідають паспорту і напрямам досліджень за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. За характером, обсягом і результатами виконаних досліджень дисертація відповідає чинним вимогам до кандидатських дисертацій, зокрема пунктам 10, 12, 14 «Порядку присудження наукових ступенів». Виходячи з викладеного, рекомендую присудити Засідко Ірині Богданівні науковий ступінь кандидату технічних наук зі спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент, д.т.н., проф.,  
завідувач кафедри охорони праці та  
навколишнього середовища  
Київського національного університету  
будівництва та архітектури



*О.С. Волошкіна*

О. С. Волошкіна

Підпис  
Відсутнє надійшов до  
стільця № 020.062.05  
Вт. секретар



*Волошкіної О.С. засвідчую*

*[Signature]*