

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Сторощук Уляни Зіновіївни
«Субстрати на основі органовмісних відходів для рекультивації та
ремедіації полігонів твердих побутових відходів», представлену до захисту
на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 –
Екологія

1. Актуальність теми.

Важливою проблемою сучасної цивілізації є утворення відходів, які потрібно збирати, транспортувати, переробляти і знешкоджувати з метою збереження і покращення якості навколишнього середовища і економії природних ресурсів. Несвоєчасне вилучення відходів погіршує санітарний стан населених пунктів, що може призвести до виникнення хвороб та епідемій. Крім того, відходи можуть бути джерелом вторинних ресурсів, що зумовлює необхідність наукового підходу до вибору засобів їх знешкодження і утилізації стосовно до конкретних умов міст України. У світі сьогодні до 80% побутових відходів знешкоджуються способом складування на полігонах, незважаючи на тривалий час (50-100 років) знешкодження, відсутність надійної охорони навколишнього середовища і утилізації цінних компонентів. В Україні також найбільш широко використовується ліквідаційний біолого-механічний спосіб знешкодження (шляхом складування відходів на полігонах), як найбільш простий і дешевий. Відповідаючи на потреби суспільства, що переходить до ринкових методів управління з врахуванням екологічних вимог, потрібно детально вивчати і застосувати новітні методи при вирішенні комплексних задач, пов'язаних з поліпшенням екологічного стану довкілля.

Відновленню біогенних речовин із вторинних ресурсів, таких як стічні води, приділяють все більше уваги в останні роки. Проводиться розробка технологій переробки осаду стічних вод і заходів для підвищення їх стабільності.

Незважаючи на те, що багато досліджень присвячені оцінці ефективності міських очисних споруд, існує небагато досліджень щодо оцінки ефективності каналізаційних споруд. Нагромадження осадів стічних вод сповільнює роботу очисних споруд та сприяє накопиченню відходів. В даний час на очисних спорудах використовується багато процесів очищення стічних вод, включаючи звичайну обробку активного мулу, анаеробно-аноксидно-кисневий, анаеробно-кисневий, секвенуючий реактор періодичної дії, окислювальну каналу, тощо. Ефективність очищення очисних споруд залежить не тільки від процесу, але також і від масштабу очисних споруд. За очисною потужністю очисні споруди можна розділити на малі, середні, великі та надвеликі. Оскільки кількість стічних вод визначається щільністю населення та економічним рівнем, у великих містах є більша кількість стічних вод та твердих побутових відходів, ніж в інших зонах. Тому актуальним рішенням проблеми забруднення довкілля є розробка технологій створення субстратів на основі органовмісних відходів для рекультивації та ремедіації полігонів твердих побутових відходів.

2. Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій. Наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації в дисертаційній роботі є достатніми і належним чином обґрунтованими. Ключова задача, яка аналізується та досліджується в дисертації, полягає в розробленні удосконаленої технології компостування органомісних відходів (на основі типових осадів стічних вод каналізаційних очисних споруд) з одержанням органо-мінеральної суміші; науковому обґрунтуванню оптимальних умов застосування субстрату (органо-мінеральна суміш : сорбенти) для рекультивації та ремедіації полігонів ТПВ, з метою підвищення рівня екологічної безпеки. Положення дисертації ґрунтуються на аналізі великого обсягу сучасних публікацій та на проведених дисертанткою необхідних теоретичних і експериментальних дослідженнях. Усі вимірювання проводили з використанням сьогоденних методик і на сучасному обладнанні, для представлення результатів використовували методи статистичної обробки багаторазових вимірювань. В процесі детального аналізу дисертаційної роботи не виявлено сумнівних висновків та тверджень.

Таким чином, ступінь обґрунтованості, достовірність наукових положень, розроблених автором, висновків та рекомендацій не викликає сумнівів.

3. Наукова новизна одержаних результатів. Сформульовані Сторощук У.З. основні наукові положення та висновки ґрунтуються на використанні адекватних щодо поставлених завдань методів дослідження, які відзначаються науковою новизною та мають практичну спрямованість. Наукові положення сформульовані автором самостійно та відображають особистий внесок дисертанта у розвиток екологічної науки. Представлено оптимальні параметри компостування осадів стічних вод із додаванням природних сорбентів для проведення біологічної рекультивації та ремедіації техногенно порушених земель. Автором отримано ряд нових наукових результатів, серед яких слід виділити наступні:

дисертанткою вперше

- досліджено використання «свіжовідібраних» та «старих» осадів стічних вод як компонентів сировинних сумішей компостів для біологічної рекультивації та ремедіації порушених земель, що дозволило запропонувати оптимальні шляхи утилізації ОСВ;
- експериментально досліджено параметри реалізації процесу аеробного компостування сировинних сумішей що включають компоненти «осад стічних вод : деревна тріска : рециркуляційно активний біокомпост», що дало можливість запропонувати екологічно безпечну технологію утилізації осадів стічних вод і отримати ефективний субстрат для біологічної рекультивації порушених земель;
- встановлено мікробіологічний склад біокомпостів, отриманих із сировинних сумішей на основі ОСВ різного складу, що дало можливість обґрунтовано рекомендувати цей компост для цілей біологічної рекультивації порушених земель;

- проведено біоіндикацію субстрату для вирощування рослин на основі компосту, отриманого із використанням осадів стічних вод та природних сорбентів, що дало можливість запропонувати екобезпечну технологію використання компосту в цілях біологічної рекультивації;
- розроблено математичну модель процесу сорбції поллютантів природними сорбентами, які внесені у склад субстрату для біологічної рекультивації, що дало можливість визначити необхідний час адсорбційного очищення від іонів важких металів в процесах ремедіації.

отримало подальший розвиток:

- дослідження властивостей компосту, отриманого в результаті утилізації осадів стічних вод методом аеробного біокомпостування;
- дослідження біотехнологічних методів утилізації органовмісних відходів для забезпечення екологічної безпеки звалищ ТПВ.

Робота має послідовну та логічну структуру і є комплексним та завершеним науковим дослідженням. Зміст роботи та багатогранність висвітленої проблеми свідчать про високий рівень наукової компетентності автора. Викладене вище свідчить про обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, що викладені у дисертаційній роботі Сторощук У.З.

4. Практична цінність дисертації. Отримані результати можуть бути застосовані для обґрунтування можливості використання сумішей для компостування осадів стічних вод на основі деревної щепи та рециркуляційно-активного компосту як субстрату для проведення рекультивації та ремедіації порушених земель. Результати досліджень Сторощук У.З. можуть бути використані: органами державної та виконавчої влади, місцевого самоврядування та приватними підприємствами, які займаються утилізацією органовмісних відходів та роботою по проведенню рекультивації порушених земель. Робота виконувалась у рамках договору про співдружність із ЛКП «Зелене місто», результати досліджень передані для використання ТзОВ «Компанія «Центр ЛТД»».

Основні положення дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес і використовуються у програмі наступних дисциплін для студентів спеціальності 101-Екологія: «Основи розробки екобезпечних виробництв», «Біомоніторинг навколишнього середовища», «Агроекологія». Методичні та експериментальні розробки можуть бути застосовані для підготовки фахівців-екологів у вищих навчальних закладах України.

5. Повнота викладення результатів роботи в опублікованих працях. За темою дисертації опубліковано 26 друкованих наукових праць. Зокрема, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у науковому періодичному виданні інших держав, що включене до міжнародної наукометричної бази даних (Scopus), 1 стаття в колективній монографії, виданій в Україні, 1 стаття в колективній монографії, виданій в країні Євросоюзу (Польща) та 18 тез доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях та конгресах. Основні наукові положення дисертаційного дослідження повністю

викладені у представлених публікаціях та обговорені на наукових конференціях. Публікації у повній мірі відображають зміст дисертаційної роботи.

6. Щодо завершеності дисертації в цілому, то можна відмітити, що дисертація є завершеною науковою роботою, яка складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 163 сторінках машинописного тексту, ілюстровано 51 рисунками, текст містить 14 таблиць, у бібліографії наведено 170 літературних джерел, дисертація містить 6 додатків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок із науковими програмами, планами, темами. Сформульовані мета та задачі дослідження, наукова новизна, практична цінність отриманих результатів. Визначені об'єкт та предмет дослідження, наведено методи дослідження, особистий вклад здобувача в надрукованих роботах; надається інформація щодо апробації результатів дисертації та їх опублікування.

У **першому розділі** на основі літературних даних розглянуто світові досягнення в утилізації органовмісних відходів, базуючись на концепції сталого розвитку. Особливу увагу приділено переробці осадів стічних вод. Показано здобутки і проблеми у сфері поводження та управління відходами в Україні та світі. Проаналізовано особливості процесу компостування органовмісних відходів. Окреслено задачі дослідження.

У **другому розділі** приведено методологію, основні підходи та об'єкти досліджень, які проводились із використанням системного підходу. Здійснено опис експериментальних установок та методик, які використовувались для досліджень.

У **третьому розділі** представлено дослідження аеробного біокомпостування компостів із певним вмістом осадів стічних вод. Досліджено зміну температури, виділення аміаку, зміну вмісту кисню та вуглекислого газу в процесі компостування. Важливим елементом є мікробіологічне дослідження отриманих субстратів, яке дає уявлення про зміну кількості патологічних мікроорганізмів при компостуванні. Доведено, що обраний склад сумішей для біокомпостування, а також застосовані режими процесу компостування забезпечують значне зниження чисельності бактерій роду *Salmonella* та фітопатогенних бактерій у зразках «свіжовідібраних» і «старих» осадів стічних вод. Встановлено, що технологія компостування осадів стічних вод дозволяє отримати органо-мінеральне добриво високої якості, як кінцевий продукт переробки та знизити рівень екологічної небезпеки територій на яких захоронені ці осади.

Четвертий розділ дисертації присвячений можливостям використання сумішей компостованих осадів стічних вод та природних сорбентів для біологічної рекультиваци. На основі проведених досліджень встановлено, що оптимальним універсальним компонентом для створення ростового субстрату є суміш «свіжовідібраних» і «старих» ОСВ. У вирощених на ньому рослинах не

настільки розвинута наземна частина, проте дуже розгалужена коренева система, яка дозволяє адаптуватися до різних факторів навколишнього середовища та в поєднанні з незначною часткою природних сорбентів, цей субстрат може бути ефективним для проведення рекультивації полігонів ТПВ, що зводить до мінімуму необхідність у використанні для цього родючого шару ґрунту.

У п'ятому розділі представлено математичну модель процесу сорбції поллютантів природними цеолітами, які внесені у склад субстрату для ремедіації порушених земель. Показано, що для проведення адсорбційного очищення від іонів важких металів (на прикладі іонів Cu^{2+} у ґрунтово-водному середовищі) в процесах ремедіації порушених земель максимальна тривалість процесу буде становити 24 год. Ступінь вилучення іонів Cu^{2+} становив 93,5%.

7. Оформлення дисертації в відповідає вимогам ДСТУ 3008-95 "Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення", вимогам ВАК України, висвітленими у Бюлетені ВАК України за №2 2000 року та у Бюлетені ВАК за №9–10 2011 року, Наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 щодо вимог до оформлення дисертацій.

8. Зауваження до дисертаційної роботи

1. У роботі є багато рисунків, що мають не наукове, а ілюстративне значення (рис. 1.1, 1.4, 2.1-2.5, 3.2,) та погану роздільну здатність (рис. 1.5, 2.5).

2. Розділ 3.1. за змістом є оглядом літератури і було доцільно включити його у розділ 1.

3. Виникають питання щодо методики визначення вологості матеріалу, представленої на стор. 71. Зразки слід було висушувати до постійної маси, а не розраховувати як середнє арифметичне вологості двох зразків, що висушували упродовж доби.

4. У розділі 3 результати дослідження представлено у вигляді графіків (рис. 3.5– 3.10), що мають візуально значимі стрибки даних. Проте автором не пояснено причини таких аномальних значень і не приведено статистичну оцінку одержаних результатів і їх достовірність.

5. У розділі 4 важко співставити результати рис. 4.1- рис. 4.11. та табл.4.3. Також варто було вказати методики та результати статистичної оцінки експериментальних даних.

6. У розділі 5 приведено фізичну та математичну моделі адсорбції важких металів цеолітом та результати експериментального дослідження адсорбції купруму. Проте немає результатів порівняння експериментальних та розрахованих за даною моделлю значень.

7. У дисертації зустрічаються граматичні та стилістичні помилки.

9. Висновки

Приведені вище зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків дисертації і не зменшують наукової новизни одержаних результатів. Дисертація Сторощук Уляни Зіновіївни є актуальною, завершеною

науковою працею, що виконана на належному науково-теоретичному рівні з логічно- та доступно викладеним матеріалом.

Таким чином, за об'ємом, змістом, рівнем та оформленням в цілому дисертаційна робота Сторожук Уляни Зіновіївни "Субстрати на основі органовмісних відходів для рекультивації та ремедіації полігонів твердих побутових відходів" виконана відповідно вимог до дисертацій доктора філософії згідно з постановою № 44 "Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії", затвердженою Кабінетом Міністрів України 12 січня 2022 р., а її автор, Сторожук Уляна Зіновіївна, може подавати дисертацію на розгляд разової спеціалізованої вченої ради для присвоєння наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – Екологія.

Рецензент –

доктор технічних наук, професор,
кафедри ЕЗП НУ «Львівська політехніка»

В.В. Сабадаш

Підпис професора Сабадаш В.В. засвідчую,
Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Р.Б. Брилинський