

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента, старшого викладача кафедри екології та природозахисних технологій

Сумського державного університету, Васькіної Ірини Валеріївни

на дисертаційну роботу здобувача ступеня доктора філософії за спеціальністю 183 – Технології захисту навколишнього середовища Чубур Вікторії Сергіївни на тему: «Екологічно безпечна утилізація відходів в енергетичних цілях в технологіях захисту довкілля»

Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Збільшення кількості органічних відходів та забруднення довкілля є однією з великих проблем, з якими стикається сучасне суспільство. Релевантною технологією для поліпшення стану навколишнього середовища є отримання біогазу шляхом анаеробного зброджування органічних відходів, що одночасно вирішує проблеми управління відходами та зниження викидів парникових газів шляхом переходу на відновлювальні джерела енергії через виробництво біогазу. При цьому окрім основного продукту ми також отримуємо дігестату, як побічний продукт, що може використовуватися в якості добрива в сільському господарстві.

Впровадження сучасних та ефективних рішень, таких як технології перетворення відходів на енергію, є важливим для сталого розвитку, мінімізації впливу на навколишнє середовище та виробництва відновлюваної енергії. Крім того, впровадження таких рішень може допомогти знизити залежність від викопних видів палива та покращити екологічну ситуацію в регіонах, де виробництво відходів є високим.

Зв'язок дисертаційної роботи з державними чи галузевими науковими програмами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану наукових досліджень кафедри екології та природозахисних технологій Сумського державного університету в рамках проектів «Оцінка техногенного

навантаження регіону за зміни промислової інфраструктури» (за реєстраційним номером 0121U114478), «Зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище підприємств хімічної, машинобудівної промисловості та теплоенергетики» (за реєстраційним номером 0116U006606), а також в рамках українсько-чеського науково-дослідного проєкту «Біоенергетичні інновації в рециклінгу відходів та раціональному використанні природних ресурсів» на 2021-2022 рр. (за державним номером реєстрації 0121U113753), що відповідає науково-технічним програмам Міністерства освіти і науки України.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень та висновків, сформульованих в дисертації.

В рамках дисертаційної роботи було проведено лабораторні експерименти з анаеробного зброджування, в обсязі достатньому для аналізу та проведення подальших моделювань. Було здійснено моделювання досягнення пікових значень виходу біометану за умов поєднання різних субстратів та фізико-хімічних методів обробки. В лабораторних експериментах використовувалися одночасне застосування фізико-хімічних методів попередньої обробки, таких як кавітація, електроліз, на субстратах з фосфогіпсовою добавкою.

Дисертаційне дослідження Чубур В. С. виконано з високим методичним рівнем та використанням комплексу сучасних методів дослідження. Головні наукові положення та висновки, які сформульовані у дисертації, логічно випливають з одержаних результатів та мають достатнє обґрунтування. Вони відповідають поставленим меті та завданням дослідження.

У дослідженні поєднані лабораторні результати експериментальних досліджень та моделювання на основі отриманих лабораторних результатів. Результати досліджень було проаналізовано з використанням біоінформаційних баз даних, а саме KEGG database та EAWAG-BBD та

різних програмних пакетів, зокрема Excel Microsoft, VOSviewer STATISTICA Automated Neural Networks (SANN).

Наукова новизна дослідження та одержаних результатів.

Вперше у дослідженні було обґрунтовано процес інтенсифікації електроферментації органічних відходів на засадах синергетичних впливів під час сумісної дії фосфогіпсу як мінеральної добавки та електролізу, що дозволяє зв'язувати токсичні компоненти в біогазі та дигестаті. Науково-теоретично обґрунтовано процес синергетичної дії під час інтенсифікації анаеробного зброджування органічних відходів за допомогою фосфогіпсу як мінеральної добавки та ультразвукової обробки із підвищенням виходу біогазу та покращення біодоступності компонентів мінерального живлення за еколого-трофічними ланками анаеробної системи. Експериментально встановлено оптимальну концентрацію фосфогіпсу під час анаеробного зброджування різних типів органічних відходів рослинного та тваринного походження.

Теоретичне та практичне значення результатів дослідження.

У рамках дослідження була розроблена система технологічних рішень, яка забезпечує захист навколишнього середовища в замкнутому циклі генерації зеленої енергії та переробки відходів різного походження на основі еколого-синергетичного підходу. В результаті був отриманий патент на спосіб одержання біопалива та біодобрив з органічних відходів (патент України №149860, 2021).

Результати експериментальних досліджень упроваджені в навчальний та науковий процеси на кафедрі екології та природоохоронних технологій Сумського державного університету, а саме методичний підхід щодо реалізації концепції “зеленої” енергетики в процесах утилізації відходів з отриманням біогазу та біокомпозитів для досягнення стабільного розвитку екосистеми під час викладання дисциплін «Техноекологія», «Біотехнології в промисловості» та «Інноваційні підходи до розроблення технологій захисту довкілля». Було розроблено практичні рекомендації щодо впровадження у

виробництво технології одержання твердофазного продукту ферментації органо-мінерального добрива із анаеробного дигестату в поєднанні з фосфогіпсом (який є відходом хімічного виробництва), проведеними на базі Сумського НДІ «МІНДІП» м. Суми та СП «ТЕХНОПОЛІС.

Апробація результатів дисертації, повнота викладу основних положень, висновків і рекомендацій.

За матеріалами дисертації опубліковано 30 наукових праць, серед яких 7 статей, що індексуються наукометричними базами Scopus та Web of Science; 4 статті у виданнях, що входять до наукових видань, включених до переліку наукових фахових видань України; 17 тез доповідей на Всеукраїнських та Міжнародних науково-практичних конференціях; 1 патент на корисну модель України, 1 розділ в науковому виданні, що індексується в Scopus. Сукупність усіх публікацій відображає викладені в дисертації результати дослідження, що відповідає вимогам присудження ступеня доктора філософії «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.

Завершеність дисертації в цілому.

Дисертаційна робота починається з анотації, списку публікацій за темою дисертації та інформацією про апробацію результатів досліджень, які визначають основні положення даної роботи. В анотації стисло представлені основні результати дослідження із зазначенням наукової новизни і практичного значення.

У вступі визначено актуальність роботи, разом з тим, автором визначено взаємозв'язок роботи з науковими програмами та темами, а також визначено мету та завдання дисертаційної роботи, визначено наукову новизну та зазначено про практичність отриманих результатів.

Розділ 1 «Аналітичний огляд технологічних процесів поводження із відходами різного генезису в енергетичних цілях» складається із підрозділів у яких дисертант висвітлює технології біоенергетичного рециклінгу відходів для зниження техногенного навантаження на довкілля, моделювання взаємозв'язків між кластерами біоенергетики, як комплексного рішення для захисту навколишнього середовища та моделювання кластерів напрямів поводження з фосфогіпсом та визначення альтернативних технологічних рішень для його використання в технологіях переробки органічних відходів. У розділі здійснено аналіз сучасних тенденцій досліджень у сфері біоенергетичних технологій, порівняння стратегій поводження з органічними відходами, методи інтенсифікації анаеробного зброджування органічних відходів, та тенденції поводження з фосфогіпсом з визначенням альтернативних рішень використання.

У розділі 2 «Об'єкт та методи дослідження» автор дає оцінку перспектив використання відходів з органічним компонентом в якості субстрату для анаеробного бродіння та характеристику фосфогіпсу як мінеральної добавки в анаеробному зброджуванні. Наводиться опис використаних лабораторних установок та методів дослідження при виконанні експериментальних досліджень з переліком застосованих приладів. Автор наводить методику нейромережевої реалізації Data Mining анаеробних процесів.

Розділ 3 «Експериментальне дослідження процесів інтенсифікації сумісної обробки відходів в енергетичних цілях» складається із 3 підрозділів. В яких автор описує дані експериментальних досліджень, здійснює моделювання процесу інтенсифікації анаеробного зброджування органічних відходів разом з фосфогіпсом під час електроферментації та ультразвукової обробки, описує вплив сумісної дії та порівнює параметри процесів анаеробного бродіння з фосфогіпсовою добавкою за різних видів фізико-хімічної обробки. Автор наводить аналіз комплексного біопрепарату на основі дігестату із фосфогіпсом порівняно з дігестатом без добавки. Такий

біопрепарат може використовуватися для відновлення родючості ґрунту та біостимулювання розвитку корисної ґрунтової біоти.

У розділі 4 «Науково-практичне обґрунтування сумісної утилізації відходів на засадах еколого-синергетичного підходу» здобувач провела аналіз отриманих результатів експериментального дослідження та моделювання з розробкою науково-практичного обґрунтування інтенсифікації процесів анаеробної трансформації в біоенергетичних технологіях з використанням мінеральних ресурсів фосфогіпсу.

Автор зазначила, що використання фосфогіпсу може бути важливим елементом в оптимізації біоенергетичних технологій переробки відходів під час розроблення методу біохімічної переробки фосфогіпсу разом з органічними відходами для виробництва біопалива.

Сформульовані висновки є логічними та обґрунтованими на основі одержаних результатів, відповідають завданням дослідження. Список використаних джерел з 101 найменування сформовано у порядку згадування в тексті і охоплює 11 сторінок дисертації оформлених за встановленими вимогами. Дисертація загальним обсягом викладена на 154 сторінках комп'ютерного тексту, містить 58 рисунків, 11 таблиць.

Оцінка мови та стилю дисертації. Дані про відсутність текстових запозичень та порушень академічної доброчесності.

Матеріали дисертації викладено українською мовою, послідовно за формально-логічною структурою з дотриманням наукового стилю написання. За результатами перевірки та аналізу матеріалів дисертації не було виявлено ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації (Протокол перевірки роботи на плагіат системою StrikePlagiatism. Sumy State University від 17.03.2023 р.). Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно, і не мають ознак плагіату.

Відповідність фаху.

Дисертаційна робота Чубур В.С. за змістом завдань та методів дослідження, які розв'язують конкретні наукові завдання, отриманими результатами, практичною та теоретичною значимістю відповідає спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища.

Недоліки дисертації що до їх змісту та оформлення.

Загальне враження від дисертаційної роботи Чубур Вікторії Сергіївни позитивне, принципів недоліків, які стосуються структури, змісту, обсягу, оформлення науково-теоретичного та практичного значення дисертації немає, проте є окремі зауваження:

1. У тексті дисертації є окремі орфографічні помилки та стилістичні неточності.
2. У роботі дисертант часто наводить одиниці вимірювання. Доречним було б внести їх у список умовних скорочень з розшифровкою, та використовувати український переклад одиниць вимірювання (с. 73, Таб. 2.9).
3. Розділ 2.1.1. за змістом є складовою літературного огляду і доречно було його віднести до розділу 1.

Вказані недоліки не зменшують науково теоретичного та практичного значення даної дисертаційної роботи, мають рекомендаційне спрямування.

Після ознайомлення з дисертаційною роботою виникли наступні запитання:

1) Чи можуть запропоновані технологічні рішення використовуватися для інших типів відходів ніж ті що були розглянуті в ході лабораторних досліджень?

3) Чи враховувались показники екологічної безпеки (які саме?) під час утилізації фосфогіпсу як мінеральної добавки в процесах рециклінгу органічних відходів в біоенергетичних технологіях?

Загальні висновки до дисертації

Дисертаційна робота **Чубур Вікторії Сергіївни** «Екологічно безпечна утилізація відходів в енергетичних цілях в технологіях захисту довкілля», є закінченою науково-дослідною роботою, яка містить новий підхід до вирішення актуальної проблеми. Достовірність отриманих результатів забезпечена достатнім фактичним матеріалом, отриманим за допомогою сучасних методів дослідження. Всі основні положення дисертації відображені у публікаціях в фахових виданнях, кількість і рейтинг яких відповідає встановленим вимогам.

Дисертаційна робота є завершеним дослідженням, і повністю відповідає вимогам, які пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії згідно вимогам п. 6, 7, 8, 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 № 44 від 12 січня 2022 р., і направлена на отримання нових науково обґрунтованих теоретичних та експериментальних результатів, в розрізі галузі технологій захисту навколишнього середовища.

На основі вищесказаного можна зробити висновок, що **Чубур Вікторія Сергіївна** заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 183 – Технології захисту навколишнього середовища.

Рецензент:

Канд. техн. наук, доцент, старший викладач

кафедри екології та

природозахисних технологій

Сумського державного університету

I. V. Vasykina
I. V. Васькіна

