

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Крилової Галини Василівни**
**«Екобезпечна утилізація побутових пластикових відходів в
технологіях із завершальним біорозкладом»,**
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 101 «Екологія»,
з галузі знань 10 «Природничі науки»

1. Актуальність теми роботи.

Глобальне розповсюдження пластикових відходів викликає серйозне занепокоєння, оскільки хімічна структура більшості пластмас робить їх стійкими до багатьох природних процесів деградації, і в результаті вони повільно розкладаються. Однак ступінь їх переробки залежить від технічних, економічних та логістичних чинників. Пластмаси є обмеженим і цінним ресурсом, тому найкращим результатом після початкового використання, як правило, є переробка в новий продукт. Пластмаси стійкі завдяки своїм властивостям, які знайшли повсюдне застосування в автомобілебудуванні, електроніці, енергетиці, побутових компонентах, фарбах, покриттях і в безлічі медичних галузей.

Одним із способів збереження довкілля від забруднення пластиковими відходами є їх безпечна утилізація - завершення його життєвого циклу, під дією впливу зовнішніх чинників та мікроорганізмів, у вигляді вихідних природних сполук CO_2 і H_2O . Здатні до біодеструкції пластики найшли своє застосування у галузі переробки пластмас. Однак, їх широке впровадження має свої обмеження через нестійкість таких виробів до зовнішніх впливів.

Застосування полімерів як основи функціональної оболонки є доцільним з погляду їх високого дифузійного опору проникненню розчинів із ядра добрива у довкілля. Використовуючи таку властивість полімерів можливо наносити покриття мінімальної товщини, що дає змогу максимально збільшити питому частину елементів живлення у капсульованих добривах. Як вказано вище, полімерні відходи за певних умов піддаються деградації під впливом чинників навколишнього середовища. Надавши полімерній основі капсулоутворювальній суміші здатності до деградації вирішується проблема вторинного забруднення ґрунтів пластиком. Відповідно, можна стверджувати, полімервмісні вироби, до яких можна віднести капсульовано добрива, після використання за призначенням не утворюватимуть відходів. Одночасно із безвідходною утилізацією пластику широке застосування доступних капсульованих добрив суттєво знизить забруднення довкілля надлишковими мінеральними добривами.

Застосування полімерних відходів для виробництва капсульованих добрив як вторинних матеріальних ресурсів дасть змогу зробити такі добрива більш доступними для аграріїв.

Реалізація усіх етапів технології безпечної утилізації цих відходів із завершальним біорозкладом полягає в тому, що спочатку відбувається збирання та сортування пластику з подальшою механічною та термічною обробкою, створення плівкоутворюючої композиції для капсульованих мінеральних добрив, використання капсульованих мінеральних добрив для живлення рослин з подальшим біорозкладом у ґрунтовому середовищі.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення.

У вступі показано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі досліджень, надано відомості про зміст роботи і структуру її побудови, вказано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, апробацію, публікації і особистий внесок автора.

У першому розділі здобувачем проведено аналіз літературних джерел щодо типу та обсягів побутових пластикових відходів, наведені методи поводження із побутовими пластиковими відходами. Проведений аналіз літературних джерел підтверджує актуальність досліджень проблем забруднення довкілля пластиковими відходами. Охарактеризовані цілі та завдання досліджень.

У другому розділі наведена загальна характеристика об'єкту та предмету дослідження, структурно-логістична схема проведення наукових досліджень. Охарактеризовані речовини, які використовувалися у дослідженнях. Розглянута та описана методика та методи, які використовувались для проведення експериментальних досліджень саме: визначення концентрації елементів живлення під час розчинення капсульованих мінеральних добрив кондуктометричним методом, модифікування поліетилентерефталат (ПЕТФ)-відходів, покриття твердих частинок в апараті киплячого шару та дослідження теплообміну, біоіндикація стану ґрунтового середовища, дослідження впливу мінеральних добрив на рН ґрунту, зміни молекулярної маси полімеру віскозиметрією. Проведено експериментальне дослідження щодо впливу проміжних продуктів розкладу матеріалу відпрацьованої полімерної оболонки на стан ґрунтового середовища методом біоіндикації.

У третьому розділі проведені дослідження щодо екологічної безпеки утилізації пластикових відходів у технологіях виробництва капсульованих добрив. Результати досліджень механізму деградації полімерів підтверджують можливість безпечної утилізації полімерних відходів як основи функціональної оболонки у виробництві капсульованих мінеральних добрив. З використанням методу біоіндикації показано досліджено вплив проміжних продуктів розкладу полімерної основи функціональної оболонки – модифікованого ПЕТФ та

полістиролу на стан ґрунтового середовища. Проведені дослідження біодеструкції полімерів наступними способами: за зміною молекулярної маси, візуальним спостереженням, за зміною механічних властивостей, за допомогою інфрачервоної спектроскопії.

У **четвертому розділі** розглянуто екологічну ефективність утилізації пластикових відходів у технологіях виробництва капсульованих добрив. Проведений аналіз життєвого циклу полімерів та мінеральних добрив, та їх вплив на довкілля. Охарактеризовано застосування ПЕТФ відходів у технологіях для отримання капсульованих мінеральних добрив розглядається як один із методів безпечної утилізації цих відходів

У **п'ятому розділі** проведено обґрунтування і практичне застосування результатів дослідження, узагальнено результати експериментальних та теоретичних досліджень багатоетапного поводження із побутовими відходами поліетилентерефталату та полістиролу. Визначені параметри дифузійного вивільнення елементів мінерального добрива через полімерну оболонку. Отримані основні технологічні параметри капсулювання добрив плівкоутворювальними композиціями на основі поліетилентерефталату та полістиролу. Запропонована принципова технологічна схема утилізації пластикових відходів у виробництві капсульованих добрив із завершальним біорозкладом полімеру та отримано Патент України на корисну модель.

Загальні висновки достатньо повно відображають вирішення задач, що були поставлені у роботі, містять основні результати дисертаційного дослідження, які характеризують науково-практичні досягнення дисертанта.

Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 170 сторінках машинописного тексту, 45 рисунків, 22 таблиць, у бібліографії наведено 140 літературних джерела, дисертація містить 4 додатки.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

3. Практичне значення одержаних результатів. Аналіз даних експериментальних досліджень дав змогу розробити та запропонувати для впровадження спосіб утилізації побутових відходів поліетилентерефталату та полістиролу у технологіях виготовлення та застосування капсульованих мінеральних добрив із завершальним біорозкладом полімеру оболонки. На даний спосіб поводження із пластиковими відходами отримано патент України.

Результати досліджень передані Товариству з обмеженою відповідальністю «ВТОРСИРЕКСПОРТ», м.Львів, що підтверджується відповідним актом.

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи використані у програмі лекційного курсу «Промислова екологія», а саме у розділі «Захист

довкілля від забруднення твердими відходами», оскільки отримані результати стосуються поводження із побутовими пластиковими відходами у частині їх безпечної утилізації та програмі лекційного курсу «Ідентифікація, знешкодження та утилізація небезпечних речовин», тема «Повторне використання відходів» та в програмі практичних занять цього курсу для спеціальності 263 «Цивільна безпека» в Національному університеті «Львівська політехніка».

4. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри «Цивільної безпеки» Національного університету «Львівська політехніка» «Переробка та утилізація відходів, ресурсо- та енергозбереження, фізико-математичне моделювання, контроль та захист довкілля від забруднень» і виконувалась згідно із тематикою науково-дослідницької роботи НУ «Львівська політехніка» з проблеми «Дослідження та прогнозування ризиків техногенного та природного характеру в контексті сталого розвитку» 0119U103466.

5. Ступінь новизни основних результатів дисертації

Робота має наукову новизну, яка полягає в розробленні ефективних заходів зниження рівня забруднення довкілля пластиковими відходами.

В роботі отримано нові науково обґрунтовані результати, серед яких вперше:

- теоретично та експериментально доведено можливість застосування побутових пластикових відходів поліетилентерефталату та полістиролу як вторинних матеріальних ресурсів для створення екологічно безпечних капсульованих мінеральних добрив, що дало змогу розробити безпечний метод їх утилізації із завершальним біорозкладом полімеру;

- експериментально досліджено відсутність негативного впливу на ґрунтове середовище проміжних продуктів розкладу полімерної оболонки капсульованих ПЕТФ та ПС мінеральних добрив під дією чинників зовнішнього середовища;

- теоретично та експериментально досліджена гідродинаміка та тепломасообмін процесу капсулювання мінеральних добрив ПЕТФ в установці киплячого шару, що дозволило встановити значення коефіцієнтів, необхідних для розрахунку промислового процесу.

6. Повнота викладення результатів роботи в опублікованих працях

За матеріалами дисертації опубліковано 16 друкованих наукових праць, в тому числі 2 публікації у виданнях, що входять до наукометричних баз даних (Scopus), 3 статті у фахових виданнях із технічних наук, 2 публікації у колективних монографіях, 8 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях та 1 деклараційний патент України на корисну модель.

Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і були схвалені на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях.

7. Структура та обсяг дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 170 сторінках машинописного тексту, ілюстровано 45 рисунками, текст містить 22 таблиці, у бібліографії наведено 140 літературних джерел, дисертація містить 4 додатки.

8. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

За результатами аналізу дисертаційної роботи та публікацій автора порушення академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі відсутні.

9. Питання та зауваження до дисертації.

1. На мій погляд, у літературному огляді мало уваги приділено проблемам застосування капсульованих мінеральних добрив

2. Чому у дисертаційній роботі для досліджень використовували лише побутові пластикові відходи?

3. Чому дослідження кінетики біодеструкції пластику методом зміни молекулярної маси проведені лише із поліетилентерефталатом?

4. Яким чином у дослідженнях капсульованих мінеральних добрив враховували зміну властивостей оболонки у процесі її деструкції?

5. В роботі недостатньо обґрунтований вибір методу капсулювання мінеральних добрив у стані псевдозрідження.

Наведені вище зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків дисертації і не знижують наукової цінності одержаних результатів.

10. Висновки до дисертаційної роботи

Загалом, дисертаційна робота Крилової Галини Василівни на тему «Екобезпечна утилізація побутових пластикових відходів в технологіях із завершальним біорозкладом» є завершеною науковою працею, яка містить нові теоретичні положення і результати експериментальних досліджень, щодо зниження рівня забруднення довкілля пластиковими відходами, утилізацією в технологіях отримання капсульованих мінеральних добрив із завершальним біорозкладом.

В дисертаційному дослідженні розв'язане актуальне науково-практичне завдання: зниження рівня забруднення довкілля пластиковими відходами утилізацією в технологіях отримання капсульованих мінеральних добрив.

Дисертаційна робота на тему «Екобезпечна утилізація побутових пластикових відходів в технологіях із завершальним біорозкладом» відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», постанові Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022р. «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», зі змінами, внесеними згідно Постановою КМ №341 від 21.03.2022р., а її автор Крилова Галина Василівна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія», галузі знань 10 «Природничі науки».

Рецензент

Доктор технічних наук, професор
кафедри екологічної безпеки та
природоохоронної діяльності,
НУ "Львівська політехніка"



В.І. МОКРИЙ

Підпис д.т.н., професора
В.І.Мокрого

«ЗАСВІДЧУЮ»

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Р.Б. БРИЛИНСЬКИЙ