

Голові спеціалізованої
вченої ради Д26.880.01
Державної екологічної академії
післядипломної освіти та управління
д.т.н. Єрмакову В.М.

ВІДГУК

*офіційного опонента доктора технічних наук
професора **Вамболь Віоли Владиславівни**
на дисертаційну роботу*

Маркіної Людмили Миколаївни

**«РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ ЕКОЛОГІЧНО ПРИЙНЯТНОГО
ПІРОЛІЗНОГО ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ»**,

*поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека*

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Проблема поводження з побутовими відходами – це проблема світового рівня. Статистика накопичення побутових та подібних відходів свідчить про те, що тільки в Україні за рік їх збільшується на десятки мільйонів тонн. Рівень переробки та утилізації твердих органічних побутових відходів в Україні не перевищує 20 %, а залишок, близько 80 %, складається на сміттєзвалищах. Для вирішення цієї проблеми використовують такі розповсюдженні термічні методи утилізації – спалювання, газифікація, піроліз. Піроліз здійснюють в герметичному об'ємі за відсутності кисню, що унеможливорює процеси окислення й утворення низки токсичних шкідливих речовин. Саме цим досягається екологічність цього методу. Проте стандартні схеми піролізу мають основний недолік, який зумовлено невідповідністю комплексного забезпечення екологічної безпеки як самого процесу, так і одержаних продуктів. Вирішення такої проблеми потребує поглибленого аналізу кінетики процесів, інтенсифікації процесів термічної деструкції, визначення режимів та параметрів їх проведення. Також до основного недоліку стандартних технологій піролізу можна віднести неможливість підтримання оптимальних температурних режимів, що водночас забезпечують екологічно безпечний процесів і максимальний вихід кінцевих продуктів у широкому діапазоні хімічного й фізичного складу відходів. Як наслідок, маємо низьку енергетичну ефективність. При цьому існують інші складнощі, як досить жорсткі вимоги щодо підготовки твердих побутових відходів, а саме: необхідність сортування відходів з метою виділення баластних фракцій (скла, металів, каміння) та їх попереднього подрібнення; висока вартість обладнання та значні експлуатаційні витрати. Через це технологічний процес утилізації є збитковим.

Таким чином, можна стверджувати, що подана дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-практичної проблеми в галузі

екологічної безпеки – розвитку наукових основ екологічно прийняттого піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів.

Актуальність теми дисертаційного дослідження автором аргументовано висвітлена в дисертаційній роботі та авторефераті.

Зв'язок роботи з державними програмами, планами, темами

Дисертаційне дослідження проводилось у відповідності до Основних засад (стратегії) державної екологічної політики на період до 2020 року, затвердженої Законом України від 21.12.2010 р. № 2818-VI; відповідно до Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8.11.2017 р. № 820; Національного плану управління відходами до 2030 року, схваленого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.02.2019 р. №117-р; Рамкової Директиви №2008/98/ЄС Європейського парламенту та Ради від 19.11.2008 р. «Про відходи та скасування окремих Директив».

Результати дисертаційних досліджень отримано здобувачем як відповідальний виконавець в рамках виконання НДР: «Розроблення новітньої технології переробки органічних відходів методом багатоконтурного піролізу з отриманням альтернативного палива» (ДР № 0109U007601); «Наукові основи енергозберігаючого двостадійного процесу термічної утилізації органічної частини твердих побутових відходів» (ДР № 0111U002310); «Розробка екологічно безпечної технології екопірогенезису для утилізації органічних відходів та низькосортного вугілля з отриманням альтернативних видів пального» (ДР № 0111U009084); «Створення теоретичних основ екологічно безпечної та енергозберігаючої новітньої інноваційної технології безперервного піролізу цілих зношених автомобільних шин під дією статичного навантаження» (ДР № 0115U000303), як виконавець в НДР «Системні дослідження та розробка моделей програмно-цільового розвитку системи теплопостачання України на основі новітніх технологій та процесів енергоперетворення» (ДР № 0112U000349).

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, забезпечено критичним аналізом літературних і патентних джерел; відповідністю методів дослідження поставленим в роботі меті і завданням; коректним застосуванням методу математичного моделювання процесів.

Правдивість одержаних результатів підтверджується системним підходом до комплексного вирішення науково-прикладної проблеми, проведенням необхідної кількості експериментальних досліджень з використанням стандартних методик, метрологічно-атестованим обладнанням і повірених засобів вимірювання; застосуванням при вирішенні задач сучасних способів фізичного і хімічного аналізу та використанням при цьому сучасних уявлень про фізико-хімічні процеси, які протікають при термічній деструкції твердих органічних побутових та промислових відходів. Репрезентативність дослідження забезпечувалась відтворюваністю результатів експериментів, застосуванням методів математичної статистики для обробки результатів, шляхом порівняння теоретичних положень з

результатами експериментальних досліджень.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності.

Мета дисертаційної роботи полягає у розвитку наукових основ екологічно прийняттого піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів шляхом застосування інтенсифікації процесів термічної деструкції для запобігання та зменшення потрапляння шкідливих речовин у довкілля. Об'єктом дослідження є термічні процеси утилізації твердих органічних відходів. Предметом дослідження є закономірності впливу способів та технологічних параметрів піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів на показники забруднення довкілля та екологічність кінцевого продукту утилізації.

Відповідно до мети, об'єкту та предмету дослідження автором поставлені та послідовно вирішені наступні завдання:

– Дослідити стан проблеми поводження з твердими органічними відходами, а також вплив на довкілля техногенно-небезпечних об'єктів їх накопичення, зберігання та переробки.

– Обґрунтувати вибір методів досліджень та умов здійснення деструктивних перетворень, експлуатації обладнання та елементів устаткування для утилізації твердих органічних відходів.

– Змоделювати екологічно безпечні технологічні процеси циркуляції проміжних продуктів піролізу твердих органічних відходів та визначити технологічні параметри процесу циркуляційної деструкції для попередження забруднення довкілля.

– Розробити математичну модель процесів ущільнення органічних відходів в реакторі піролізу та обґрунтувати основні параметри інтенсифікації безперервного процесу для оптимізації конструктивних характеристик та підвищення потужності піролізного обладнання.

– Провести експериментальні дослідження з визначення впливу параметрів циркуляційного піролізного процесу на показники термічної деструкції та екологічність кінцевого продукту утилізації.

– Виконати фізичне моделювання процесу ущільнення відходів в системі безперервної подачі сировини з метою унеможливлення потрапляння шкідливих речовин в навколишнє середовище.

– Розробити схемні рішення екологічно прийняттого піролізного процесу, створити дослідницькі установки, які реалізують безперервний піролізний процес утилізації твердих органічних відходів, отримати технологічні параметри, відпрацювати їх та оцінити безпеку обладнання й екологічність кінцевого продукту утилізації.

– Здійснити комплексну оцінку аварійності запропонованого піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів та впливу його на довкілля для визначення оптимальних форм управління екологічною безпекою при роботі сміттєпереробного комплексу.

– Провести екологічну оцінку впровадження установки піролізу в сферу

комунального господарства та визначити ризики цього впровадження при забезпеченні сталого соціально-економічного розвитку населеного пункту.

– Розробити технічні умови, регламенти роботи піролізного устаткування, рекомендації для проєктування та експлуатації промислових установок утилізації твердих органічних відходів за умов особливостей їх накопичення, зберігання та переробки для населених пунктів України.

Вважаю, що мета, об'єкт, предмет та завдання досліджень дисертаційної роботи відповідають формулі та паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, а саме: п. 1. «розробка оптимальних форм управління екологічною безпекою»; п. 2. «розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки то прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та людину»; п. 3. «удосконалення існуючих, створення нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів...»; п. 4. «вивчення екологічної обстановки навколо ... небезпечних об'єктів, обґрунтування й розробка заходів для поліпшення цієї обстановки»; п. 5. «заходи стабілізації та поліпшення стану довкілля»; п. 6. «Обґрунтування наукових засад безпечного зберігання, технологій переробки, транспортування шкідливих речовин».

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розвитку наукових основ екологічно прийняттого піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів при інтенсифікації процесів термічної деструкції зі зменшенням потрапляння шкідливих речовин у навколишнє середовище та отриманням корисних продуктів.

Основними науково-обґрунтованими результатами є:

Уперше:

– за результатами фізичного і математичного моделювання процесів та умов здійснення деструктивних перетворень циркуляційного піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів встановлено раціональні температурні діапазони процесу в межах від 550 до 560°C та оптимальні температурні діапазони додаткової циркуляційної системи в межах від 120 до 370°C, що дозволило створити обладнання з рівнем промислової переробки суміші органічного сміття понад 80 % та уникнути потрапляння наднормативної кількості шкідливих речовин у довкілля і вилучення земель під депонування;

– запропоновано та науково-обґрунтовано нові принципи до управління екологічною безпекою шляхом застосування інтенсифікації продуктивних й безперервних процесів термічної циркуляційної деструкції твердих органічних відходів в герметичному реакційному об'ємі за умов ущільнення сировини, що виключає потрапляння шкідливих речовин у довкілля, та скорочує час проведення процесу на 29 %;

– розроблено метод управління екологічною безпекою технології циркуляційного піролізу шляхом одночасного регулювання фракційного складу кінцевих паливних продуктів та концентрації шкідливих гетероатомних сполук, сірковмісних компонентів, кисне- та азотовмісних речовин, який на відміну від

аналогів заснований на встановленні та застосуванні принципу варіювання температурним режимом циркуляційної системи, що на відміну від існуючих підходів комплексно забезпечують екологічну безпеку при утилізації органічних відходів та дає можливість знизити техногенне навантаження на довкілля під час функціонування об'єктів поводження з відходами з отриманням товарних продуктів;

– здійснено комплексну оцінку рівнів екологічної небезпеки при утилізації відходів з використанням екологічно прийняттого піролізного процесу, ранжування загроз навколишньому середовищу за сформованими критеріями, розроблено алгоритм функціонування автоматизованої системи управління екологічними ризиками при утилізації відходів, що дозволило мінімізувати та контролювати ризики при використанні промислового обладнання.

Удосконалено наукові підходи до організації управління технологічним процесом піролізу твердих органічних відходів шляхом встановлення параметрів контролю за екологічною та техногенною безпекою, якістю отриманих продуктів, що дозволяє здійснювати моніторинг на кожному етапі процесу утилізації.

Отримали подальший розвиток:

– наукові основи технології утилізації твердих органічних відходів на основі багатоконтурного циркуляційного піролізу та засобів для її реалізації з інтенсифікацією процесів термічної деструкції, що дозволило підвищити рівень екологічної безпеки та енергоефективності;

– наукове обґрунтування організації піролізного процесу з поліпшенням його екологічних показників, що дозволило знизити витрати матеріальних ресурсів, підвищити продуктивність та енергоефективність обладнання для утилізації твердих органічних відходів

Оцінка висновків здобувача щодо значущості його роботи для науки і практики. Одержані дисертантом результати мають важливе значення для науки і практики, оскільки вони сприяють розвитку науково-практичних аспектів управління екологічною безпекою поводження з відходами. Слід відзначити, що наукова значимість роботи фактично полягає у розвитку наукових засад екологічно прийняттого піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів.

Практичне значення отриманих результатів полягає, перш за все, у розробці нових та удосконаленні існуючих установок, обладнання та технологічних процесів що забезпечують екологічно безпечний процесу утилізації твердих органічних відходів .

Розроблено практичні рекомендації з конструювання промислової установки та режиму її експлуатації, технічні умови, паспорт та інструкцію з експлуатації, впроваджені в роботі ТОВ «ТехноАльянсСервіс» на етапі складання технічного завдання та виготовлення промислового зразку піролізної установки продуктивністю 5 т/добу по сировині на ТОВ «Респект Бізнес». Відпрацьовані технологічні режими утилізації органічних відходів для різних видів твердих органічних промислових відходів впроваджено при виготовленні установки безперервної дії для компанії «ERVO EnviTech s.r.o.» (Чеська Республіка).

Результати наукових доробок та пропозицій використані при розробці програми поводження з твердими побутовими відходами в м. Миколаїв. Спосіб, установки та елементи конструкцій захищено 14 патентами на винахід та корисну модель.

Щодо **завершеності дисертації в цілому** слід відзначити, що подана робота є завершеною роботою, яка складається з анотації, переліку умовних скорочень, вступу, 6 розділів, висновків, переліку використаних джерел з 357 найменувань на 37 сторінках та 21 додатку на 51 сторінках. Загальний обсяг дисертації становить 465 сторінок.

У вступі аргументовано висвітлено актуальність теми дисертаційного дослідження, наведена загальна характеристика роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет, завдання наукового дослідження.

Перший розділ присвячено аналізу світової та національної наукової інформації за напрямком поводження з відходами, впливу їх на навколишнє середовище та здоров'я людей, технологій їх утилізації та продуктів переробки. На основі цього аналізу науково обґрунтовано і доведено необхідність розвитку наукових основ екологічно прийняттого піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів для зменшення негативного впливу на довкілля, що враховують особливості та закономірності термічної деструкції зазначених відходів, і, як наслідок, мінімізує потрапляння небезпечних речовин до атмосферного повітря, ґрунтів та поверхневих і підземних вод у наднормативних концентраціях, шкідливих для довкілля та здоров'я людей, забезпечуючи при цьому екологічну безпеку процесу утилізації в цілому.

У другому розділі автор вирішує задачу пошуку оптимальних наукових методів дисертаційних досліджень. Для цього описано методи теоретичного (математичне моделювання, розрахункові методи), практичного дослідження (фізичне моделювання, натурний експеримент на лабораторних установках, апаратне визначення параметрів процесу і характеристик отриманих продуктів), методики проведення експериментів та математичні методи обробки результатів. Досягнення визначеної мети та розв'язання поставлених завдань засновано на комплексному використанні підходів та методів системного аналізу. Серед теоретичних методів використовувались методи аналізу і синтезу для узагальнення науково-технічних літературних джерел, при формулюванні наукової проблеми та виявлення основних напрямків досліджень, формулюванні висновків. Системний підхід і порівняння – під час аналізу основних технологій утилізації відходів, параметрів здійснення процесів (температура, час, тиск, енергетичні витрати) та отримання продуктів, встановлення напрямків інтенсифікації термічної деструкції.

У третьому розділі представлені результати математичного моделювання термічної деструкції органічної сировини шляхом циркуляційного процесу піролізу, яке здійснюється на основі законів збереження маси та енергії з врахуванням рівнянь гідродинамічної структури потоків в обладнанні (реології), із застосуванням загальних принципів термодинаміки. Модель описується рівняннями фазової рівноваги на основі методу Темкіна-Шварцмана з використанням гіпотези теоретичного контуру Багатурова, яка базується на послідовному визначенні

концентрації компонентів, що циркулюють на контурах циркуляційної системи, за матеріальним балансом. При наявності циркуляційної системи та аналізу фізико-хімічних процесів термічної деструкції органічної сировини розроблено загальну принципіальну схему процесу, що демонструє механізм матеріальних потоків речовин, які утворюються. Застосування методів математичного моделювання дало змогу оптимізувати та контролювати температурні режими для мінімізації вмісту шкідливих речовин в кінцевих продуктах термічної деструкції, а на етапі проектування промислового обладнання зменшення технологічних та матеріальних витрати за рахунок раціонального використання енергетичних ресурсів, а також забезпечити екологічну безпеку запропонованого процесу.

Четвертий розділ присвячено розробленому, спроектованому та виготовленому лабораторному та промислому устаткуванню. Експлуатація експериментальних установок дала змогу встановлювати технологічні показники процесу піролізу, який здійснюється в циклічному режимі та безперервному режимі. Представлено результати проведених натурних випробувань з інтенсифікації процесів термічної деструкції та отримання повного комплексу параметрів роботи обладнання, режими отримання товарної продукції та забезпечення екологічної безпеки.

Для експериментального визначення кінетичних характеристик термічного розкладання використано дані диференціального термогравіметричного аналізу (ТГА), при якому реєструвалась зміна маси зразка в залежності від часу. Для розрахунку енергії активації та передекспоненти за рівнянням Арреніуса проведено серію дослідів при різних температурах, що визначаються по краях температурного інтервалу проведення процесу.

Результати експериментальних досліджень було порівняно з проведеним математичними й комп'ютерним моделюванням.

У п'ятому розділі здійснено дослідження даних при проектуванні комплексу та експериментальні дослідження утилізації відходів піролізним процесом, що дало змогу провести комплексну оцінку рівнів екологічної небезпеки. Проведено ранжування загроз докільню за сформованими критеріями, встановлено ймовірності виникнення аварійних ситуацій обладнання та технологічного процесу. Оцінка проведена за процедурою на базі експертного методу з включенням операції з усунення ймовірних некоректних рішень експертів.

Розроблено автоматизовану систему управління екологічними ризиками при здійсненні процесу утилізації твердих органічних відходів, яка включає багатокритеріальну оцінку факторів небезпеки (з врахуванням промислової, пожежної та екологічної небезпеки) для формування оптимальних технічних рішень і заходів, попереджуючих виникнення аварійних ситуацій та оптимізації методів управління ризиками в режимі «ON-LINE».

У шостому розділі наведені напрямки використання результатів досліджень, які засновані на впровадженні піролізного устаткування в промислове виробництво для масової утилізації твердих органічних відходів. Проведені натурні дослідження підтвердили встановлені параметри роботи установки для досліджуваної суміші.

За узагальненням результатів досліджень розроблено конструкторську документацію на лабораторні та дослідно-промисловий зразки піролізного обладнання, технічні умови ТУ У 28.9-36487146-001:2016 – Установки піролізні від 08.12.2016р., регламенти роботи та паспорт устаткування, технічні рекомендації для промислового здійснення утилізації ТОВ методом екологічно прийняттого піролізного процесу з мінімізацією негативного впливу на навколишнє середовище.

Розроблено рекомендації для впровадження схеми екологічно прийняттого піролізного процесу в складі котельних мікрорайону з використанням отриманого альтернативного палива, отриманого при термічній деструкції твердих побутових органічних відходів, відходів автомобільних шин, деревини з лісопаркової зони, опалого листя.

Висновки до розділів та загальні висновки логічно впливають із суті роботи і охоплюють основні її результати, написані послідовно, логічно і зрозуміло, відповідають меті та завданням дисертаційної роботи.

Наведений у публікаціях матеріал достатньо повно відображає основні результати та наукові положення дисертаційної роботи.

Оформлення дисертації відповідає ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» та вимогам Атестаційної колегії МОНу України. Мова і стиль викладання дисертації і автореферату логічно висвітлюють одержані науково-практичні результати, визначені метою досліджень.

Шляхи використання наукових та практичних результатів роботи і ступінь їх реалізації. Результати дисертаційних досліджень було подано до Премії Верховної Ради України найталановитішим молодим ученим в галузі фундаментальних і прикладних досліджень та науково-технічних розробок за роботу: «Комплексне вирішення питань поводження з органічними побутовими відходами на основі енергозберігаючих та екологічно чистих інноваційних технологій» та отримано диплом Лауреата (Постанова Верховної Ради України від 15 січня 2009р. №871-VI). Пропозиції щодо розширення сфери використання результатів дисертаційної роботи рекомендую направити до Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, Міністерства промислової політики України та Міністерства освіти і науки України.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях. За матеріалами дисертації опубліковано 68 наукові праці з них 26 статей у фахових виданнях ДАК МОН України, з яких 4 у журналах і збірниках, які входять до науково-метричних баз Scopus та Web of Science; 6 у журналах і збірниках, які входять до інших наукових видань України; 14 патентів України на винахід та корисну модель; 22 праці апробаційного характеру опубліковано у збірниках матеріалів науково-практичних конференцій.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Необхідно зазначити достатність оприлюднення результатів. Матеріали дисертації доповідались на багатьох конференціях міжнародного та всеукраїнського рівнів.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації. Зміст автореферату повністю відповідає розділам дисертації та її основним

положенням.

Дисертація є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи та автореферату:

1. В дисертації автор застосовує неодноразово аббревіатуру ТОВ у розумінні «тверди органічні відходи» (стор. 39 «...для різних видів ТОВ ...», стор. 44 «До складу ТОВ входить ...», «Теплотворна здатність ТОВ може ...», стор. 46 «...утворюється 9-12 млн. тонн ТОВ ...» тощо), яка не є узвичаєною. До того ж така саме, але вже узвичаєна, аббревіатура застосована для позначення «товариства з обмеженою відповідальністю», тобто ТОВ. Такий підхід ускладнює розуміння написаного й змушує постійно звертатися до переліку скорочень.

2. В дисертації наведено наступну фразу «... в великих містах дуже повільно, але впроваджуються роздільний збір...». На скільки повільно проводиться цей процес? Звідки взяті дані? Чи проводився моніторинг?

3. Автор пропонує застосування інтенсифікації продуктивних й безперервних процесів термічної циркуляційної деструкції твердих органічних відходів в герметичному реакційному об'ємі як способу забезпечення екологічної безпеки процесу утилізації та одержаного продукту, проте в дисертації не достатня увага приділена методам та обладнанню, що використовують для очищення продуктів утилізації. Оскільки саме ці відмінні особливості підкреслюють перевагу запропонованої автором технології, включаючи вартісні показники.

4. В дисертаційній роботі нічого не сказано про утворення діоксинів та фуранів під час проведення технологічного процесу утилізації та шляхи знешкодження або запобігання їх утворенню.

5. З тексту дисертації не зрозумілим є згадка надмірної кількості отриманих корисних продуктів, які утворюються після їх використання на забезпечення безпосередньо технологічного процесу. Що саме під цим має на увазі автор?

6. У дисертаційній роботі подано значну кількість експериментальних даних та розрахункових результатів. Задіяні різні типи вимірювальної та обчислювальної техніки. Питання в тому чи є вся ця техніка сертифікованою та повіреною, оскільки у дисертації це не пояснено?

7. В дисертації автор заявляє та підтверджує відповідними документами впровадження запропонованого процесу утилізації твердих органічних відходів в промисловому масштабі, проте не є зрозумілим який об'єм (у тоннах та відсотковому еквіваленті) від загального об'єму відходів в Україні може бути перероблений із застосуванням впровадженого устаткування за 1 рік, за 5 та 10 років?

8. В дисертаційній роботі автор подає багато наукових положень, теоретично обґрунтованих та експериментально доведених, проте широкі висновки та доводи створюють не досить чітку картину про заявлену екологічність процесу.

9. В дисертаційній роботі та авторефераті по тексту зустрічаються стилістичні недоліки.

Приведені вище зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень і висновків дисертації та не знижують наукової новизни і практичного значення одержаних результатів. Вони не носять принциповий характер і мають приймаватися у якості рекомендацій для подальших наукових досліджень.

Загальний висновок.


Дисертаційна робота Маркіної Л.М. «Розвиток наукових основ екологічно прийняттого піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів» є завершеною науковою працею, що вирішує актуальну науково-прикладну проблему в галузі екологічної безпеки – а саме утилізації твердих органічних відходів способом екологічно прийняттого піролізного процесу. Дисертаційна робота повністю відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека та вимогам п.п. 9, 10.12-14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року, № 567, а її автор Маркіна Людмила Миколаївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент,
професор навчально-наукового відділу безпеки та гігієни праці
Державної установи «Національний науково-дослідний
інститут промислової безпеки та охорони праці»,
доктор технічних наук
(за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека),
професор (кафедри охорони праці
та техногенно-екологічної безпеки)



В. В. Вамболь

*Відгуку оригінального статистичного
матеріалу до скрутки 15.10.2020р.
Вчений секретар Скрутки Д. В. 2020 р.*

Заступник голови  *Т. В. Кошарко*

А. Мамінов

