

ВІДГУК

офіційного опонента – доктора технічних наук, професора
Ганни ТРОХИМЕНКО на дисертаційну роботу Івана ТИМЧУКА
«НАУКОВО – МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ БІОЛОГІЧНОЇ
РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТА РЕМЕДІАЦІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ
ТЕХНОГЕННИХ ОРГАНОВМІСНИХ ВІДХОДІВ», поданої на здобуття
наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 –
екологічна безпека

Актуальність дисертаційної роботи. Проблема розширення кількості техногенно порушених земель в Україні та світі загалом становить істотну загрозу для навколишнього середовища. Залежно від виду антропогенної діяльності можна виділити три основні типи об'єктів, які найбільше потребують відновлення: полігони та звалища ТПВ, кар'єри гірничодобувних підприємств та терикони. Для переважної більшості таких об'єктів необхідним етапом їх відновлення є рекультивація та ремедіація, які потребують значних обсягів використання верхнього родючого шару ґрунту, що є проблематичним як з економічної, так й екологічної точки зору. За умови вилучення 1 га верхнього родючого шару ґрунту потужністю 1,0-1,7 м можна відновити всього 2,5-4,25 га порушених територій.

З іншого боку, в Україні особливо актуальною екологічною проблемою є накопичення особливо великих об'ємів органовмісних відходів, найпоширенішими з яких є осади стічних вод. Осади стічних вод (ОСВ) – це залишкові відходи, що утворюються при очищенні стічних вод на каналізаційних очисних спорудах (КОС). Накопичення великих кількостей ОСВ перешкоджає нормальній роботі КОС та зумовлює забруднення всіх складових навколишнього природного середовища. Зростання об'ємів ОСВ та все суворіше законодавче регулювання питань їх розміщення та захоронення викликають гостру потребу у розробці нових технологій для забезпечення екологічної чистої та економічно ефективною переробки ОСВ. Таким чином, можливість використання осадів стічних вод та інших органовмісних відходів у складі ростового субстрату дасть змогу вирішити одразу дві вищеописані проблеми, зменшить потребу в ґрунті та дозволить утилізувати значну частину органовмісних відходів. Тому дисертаційна робота Тимчука Івана Степановича, яка направлена на розроблення науково-методологічних основ біологічної рекультивації та ремедіації з використанням техногенних органовмісних відходів та природних сорбентів, є актуальною та важливою для підвищення рівня екологічної безпеки територій.

2. Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій. Наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації в дисертаційній роботі є достатніми і належним чином обґрунтованими. Для їх отримання автором проведено необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, використано вітчизняні та іноземні літературні джерела за темою дисертаційних досліджень. Дослідження, які проводились дисертантом, ґрунтуються на даних системного науково обґрунтованого аналізу результатів.

У цілому, сукупність результатів щодо розробки науково-методологічних основ біологічної рекультивації та ремедіації із використанням техногенних органомісних відходів та природних сорбентів, є незаперечною і добре узгоджується із сучасним теоретичним рівнем уявлень про передові методи рекультивації та ремедіації порушених земель.

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

3. Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі Тимчука Івана Степановича розвинуто наукові основи екологічної безпеки. Наукові висновки дисертації ґрунтуються на викладених у розділах 2 – 8 теоретичних, експериментальних та розрахункових даних. Після аналізу матеріалів дисертації можна відмітити новизну таких результатів:

- розроблено науково-теоретичні основи комплексного підходу до створення субстратів для рекультивації порушених ландшафтів, з використанням осадів стічних вод, що утворюються за різних умов та різних технологій очищення каналізаційних стічних вод;
- встановлено оптимальні параметри для створення стабільних за властивостями субстратів на основі компонентів “осади стічних вод – природні сорбенти – ґрунт” методом прямого переміщення, біокомпостування, а також використанням дигестату після анаеробного біорозкладання;
- запропоновано типові рецептури ростових субстратів на основі біокомпостів, необроблених та анаеробно зброджених осадів стічних та природних сорбентів для біологічної рекультивації та ремедіації різних типів техногенно порушених земель.
- визначено оптимальні технологічні параметри для створення гранульованого органо-мінерального добрива тривалої дії на базі курячого посліду та природних сорбентів.

4. Практична цінність дисертації. Отримані в дисертації результати використані органами державної та виконавчої влади, місцевого самоврядування, приватними інвесторами та підприємствами, які займаються гірничодобувною та геологорозвідувальною роботою для проведення біологічної рекультивації порушених земель (териконів, відпрацьованих кар'єрів, полігонів ТПВ). Результати досліджень захищені чотирма патентами України на корисну модель. Результати досліджень передані ТзОВ «Компанія «Центр ЛТД» для використання у заходах з утилізації ОСВ, що підтверджується відповідним актом. Результати встановлення оптимальних параметрів для проведення процесу аеробного біокомпостування за різних рецептур сировини передані ЛКП «Зелене місто», яке є оператором першої в Україні компостувальної станції, а також Грибовицького полігону ТПВ, що підтверджується актом впровадження. Результати дисертаційної роботи передані Департаменту екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації для використання при плануванні оптимальних технологій рекультивації відпрацьованих полігонів ТПВ, що також підтверджується актом. Результати проведеного раціонального балансування складу та підбору відповідних компонентів для створення субстратів з ціллю вирішення завдань рекультивації та ремедіації об'єктів різних типів передано до Лабораторії екології, Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України, що підтверджується актом. Наукові та практичні результати дисертаційної роботи використані у навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка», що підтверджується відповідним актом.

5. Повнота викладення результатів роботи в опублікованих працях.

Результати основних наукових досягнень, здобутих в процесі виконання дисертаційної роботи, опубліковані автором у 121 науковій роботі, у тому числі у 1 монографії, 14 розділах в колективних монографіях, 66 наукових статтях, зокрема у 35 статтях у наукових виданнях, що входять до наукометричної бази даних SCOPUS, 31 стаття у наукових фахових виданнях України, 36 тез доповідей на міжнародних, всеукраїнських конференціях, семінарах та чотирьох патентах на корисну модель.

6. Щодо завершеності дисертації в цілому, то можна відмітити, що дисертація є завершеною науковою роботою, яка складається зі вступу, восьми розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 278 найменувань та 5 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 475 сторінок, основна частина має 292 сторінки, 63 таблиці та 197 рисунків.

У **вступі** обґрунтовується 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 у надрукованих роботах; надається інформація щодо апробації результатів дисертації та їх опублікування.

У **першому розділі** на основі проведеного аналізу літератури приведені найбільш поширені в Україні та у світі методи утилізації ОСВ, включаючи їх захоронення, компостування, спалювання, сушіння, використання у сільському господарстві, анаеробне розщеплення та переробку.

У **другому розділі** дисертаційної роботи наводиться інформація щодо концепції, методології та методів досліджень. Зокрема, розглянуті аспекти балансування складу субстрату в залежності від виду об'єкту рекультивації та ремедіації. Наведені також методики відбору та аналізу проб, методики проведення моніторингу складованих ОСВ, методика проведення біоіндикаційних досліджень, методика виконання аеробного біокомпостування із використанням ОСВ як компоненту сировинної суміші, методика проведення мікробіологічних досліджень, методика дослідження сорбційних властивостей клиноптилоліту та палигорськіту щодо аміаку.

У **третьому розділі** розглядаються результати аналізу об'ємів та фізико-хімічних характеристик накопичених осадів стічних вод на Львівських КОС. Встановлено, що вміст досліджуваних речовин в ОСВ не перевищують гранично-допустимі концентрації. Встановлено, що органічна речовина в осадах певною мірою регулює значення рН середовища. Сорбційні властивості органічної речовини обумовлені здатністю органічних кислот створювати комплексні сполуки з металами, що й визначає прямі кореляційні зв'язки між органічною речовиною мулів та важкими металами.

Четвертий розділ присвячено дослідженню щодо створення рекультиваційного субстрату прямого змішування з використанням осадів стічних вод. Проведені дослідження встановлення механізму та кінетики сорбції токсичних забруднень природними сорбентами для забезпечення ефективної ремедіації дозволило розробити адекватну фізичну та математичну модель процесу сорбції полютантів природними сорбентами, які внесені у склад субстрату для рекультивації та ремедіації.

В п'ятому розділі розглянуті результати досліджень щодо використання ОСВ у складі сировини для виготовлення рекультиваційного компосту. У лабораторних та натурних умовах успішно апробована технологія аеробного компостування сировинних сумішей із ОСВ, харчових відходів та рослинних відходів різних видів.

Шостий розділ присвячено аналізу результатів досліджень перспективності використання для рекультивації дигестату. Елементний склад висушеного дигестату, встановлений із використанням рентгенофлуоресцентного аналізатора EXPERT 3L. Проведені термографічні дослідження дигестату. Досліджено впливу дигестату на проростання рекультиваційних рослин.

Сьомий розділ присвячений розробці рекомендацій щодо проектування технологічних схем обробки та утилізації ОСВ та органовмісних відходів різного генезису із отриманням субстратів для потреб біологічної рекультивації та ремедіації техногенно-порушених земель.

У восьмому розділі розглядаються результати досліджень щодо створення рекультиваційних добрив на основі пташиного посліду та природних сорбентів. Для зменшення рівня викидів небезпечних речовин в атмосферу та зниження ризику негативного впливу пташників на навколишнє середовище, з одного боку, та отримання ефективного добрива з метою рекультивації пролонгованої дії, з іншого.

Загальні висновки, що містять основні результати дисертаційних досліджень, викладені достатньо повно та відображають хід виконання встановлених завдань дисертаційного дослідження.

Робота створює добре враження діловитим та послідовним розв'язанням комплексу питань. Відсутні суттєві перебільшення та недоробки.

7. Оформлення дисертації відповідає вимогам ДСТУ 3008-95 “Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення” та вимогам ВАК України, висвітленими у Бюлетені ВАК України за №2 2000 року та у Бюлетні ВАК за №9–10 2011 року.

8. Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату

1. Враховуючи специфіку використовуваних методів дослідження, зокрема біоіндикації, у розділі 2 доцільно було б приділити більше уваги методам статистичної обробки результатів за незначної кількості повторів експериментів у ідентичних умовах.
2. У таблиці 3.2 Результати санітарно-мікробіологічних досліджень (с. 151) переважна більшість визначених показників відповідає результату "не виявлено". Дві проби, в яких було виявлено відповідні показники забруднення, доцільніше було б обмежитися описом цих результатів в тексті з відповідним аналізом можливих причин.

3. У таблицях 3.1 та 3.2 на с. 150–151 виявлена технічна описка: вказаний ДСТУ 7359:2013 "Молоко. Метод визначення аміаку", натомість мало б бути, напевно, ДСТУ 7369:2013 "Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрювання".
4. Назва першого розділу "Огляд літературних джерел" (стор. 48) є занадто загальною; доцільно було б конкретизувати предмет дисертаційного дослідження у назві першого розділу.
5. Доцільно було звернути більшу увагу у 1 розділі на міжнародні нормативні документи, зокрема директиви ЄС, які регулюють практики поводження з органічними відходами, включаючи ОСВ.
6. Підрозділ 1.6 " Природні сорбенти та їх використання для збереження довкілля " є невеликим за обсягом, доцільно було б додати більше інформації стосовно даного питання
7. У підрозділі 4.1 (с.178–181) та в підрозділі 4.2 (с.181–186) наведено результати приготування сумішей для ростового субстрату "на основі відстояних ОСВ та ґрунту", а також " на основі свіжих ОСВ та ґрунту". Використання нестабілізованих та, відповідно, бактеріологічно небезпечних ОСВ, згідно чинних нормативних документів (зокрема, ДСТУ 7369:2013 та ДСТУ 8727:2017 "Осад стічних вод. Підготування органо-мінеральної суміші з осаду стічних вод"), апріорі не слід розглядати в якості сировини для ростових субстратів будь-яких типів.
8. Для значень довжини стебла райграсу, наведених на рис. 4.33–4.37, доцільно було б вказати окрім середніх значень також дисперсію отриманих результатів, а також провести статистичні тести щодо достовірності отриманих трендів середніх величин
9. На стор. 188 дисертант аналізує процент проростання ячменю звичайного у різних видах субстратів. І зроблено висновок, що додавання до субстрату цеоліту у кількості 7,5 – 10% сприяє процентному вмісту проростків. Проте з графіка на рис. 4.6 цей висновок не слідує. Для ґрунту без додавання ОСВ маємо найвищий процент проростання незалежно від вмісту цеоліту якщо врахувати похибку проведеного експерименту (яку, до речі, зовсім не оцінено) у 3-5%, що є прийнятним для такого роду дослідження. Таке ж зауваження можна зробити щодо пояснення результатів на рис. 4.19 – 4.21. Без оцінки похибки вимірювання зроблені висновки є некоректними.

10. На рис. 6.11 наведено вплив додавання дигестату на процент проростання культурних рослин. Проте відсутність похибки дослідження не дає змоги оцінити коректно отриману залежність. З другого боку, проростання на стерильному середовищі і при додаванні 20% дигестату практично однакове. А коли маємо лише ґрунт – то проростання зменшується. З рис. 6.11 можна зробити, наприклад, висновок, що саме зменшення вмісту ґрунту спричинює краще проростання насінин. Тобто, отримані результати потрібно додатково верифікувати, наприклад, шляхом використання іншого виду ґрунту. Тоді отримана залежність дасть змогу однозначно встановити, що є причиною впливу на проростання насіння.
11. На стор. 276 дисертант використовує термін «механічно зневоднений осад стічних вод». Однак процес зневоднення не описаний ні у методиці, ні у розділі 5. Цей вид ОСВ був отриманий дисертантом? Як було реалізовано процес зневоднення (центрифугування, пресування)?
12. В дисертації є ряд граматичних та стилістичних описок: стор. 56, наведено таблицю 1.2, а у тексті (3 рядок знизу – табл. 2); стор. 72, введено поняття ТПВ (2 рядок знизу), проте аббревіатура ТПВ зустрічається раніше у тексті, наприклад, у табл. 1.4, потім ТПВ вводить ще на стор. 75; стор. 73, аббревіатура ОЖЦ введена на цій сторінці двічі; стор. 84, аміак (NH^3) має бути NH_3 , CH_4 має бути CH_4 .

9. Рекомендації щодо використання одержаних результатів.

Результати дослідження щодо науково-методологічних основ біологічної рекультивациі та ремедіациі із використанням техногенних органовмісних відходів та природних сорбентів, я пропоную передати в Міністерство екології та природних ресурсів України та в Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України з ціллю впровадження, що дозволить забезпечити успішну рекультивацию та ремедіацию порушених ландшафтів.

10. Висновки.

Наведені вище зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків дисертації і не принижують наукової новизни одержаних результатів. Дисертація Івана ТИМЧУКА є завершеною науковою роботою, основні положення якої не викликають заперечень.

Робота демонструє комплексний науково-методологічний підхід до досліджень, здатність автора аналізувати та узагальнювати. Основні положення дисертації вдало відображені в авторефераті.

Таким чином, за об'ємом, змістом, рівнем та оформленням у цілому дисертаційна робота Івана ТИМЧУКА «Науково – методологічні основи біологічної рекультивациі та ремедіації із використанням техногенних органовмісних відходів» виконана на рівні вимог до докторських дисертацій у відповідності до п. 9, 10 “Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. за №567, і направлена на розробку та впровадження науково-методологічних основ біологічної рекультивациі та ремедіації з використанням техногенних органовмісних відходів та природних сорбентів, а її автор, Іван ТИМЧУК, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент:

Завідувачка кафедри екології
та природозахисних технологій
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
доктор технічних наук, професор

Ганна ТРОХИМЕНКО

Підпис Трохименко Г. Г.
засвідчую

Вчений секретар Національного
університету кораблебудування
імені адмірала Макарова



Світлана УТКІНА

«26» 06 2024 року

Ладішів у секретару 29.06.24
 С.С. Архипова