

зВінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

### «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПОВОДЖЕННЯ З ПЕСТИЦИДНОЮ ТАРОЮ»

Виконав: студент групи ЕКО-216  
спеціальності 101 – «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

«10» червня Камешкерцева Т. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор

«10» червня Петрук Р. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри ЕХТЗД

«10» червня Гордієно О.А.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕХТЗД

к.т.н., проф. Іщенко В.А.

(прізвище та ініціали)

«10» червня 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

## ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Вінницький національний технічний університет  
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра Екології, хімії та технологій захисту довкілля  
Рівень вищої освіти І-й (бакалаврський)  
Галузь знань – 10 «Природничі науки»  
Спеціальність – 101 – «Екологія»  
Освітньо-професійна програма – «Екологічна безпека та моніторинг довкілля»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ЕХТЗД  
к.т.н., доцент  
В.А. Іщенко  
(підпис)  
«25» березня 2025 р.

### ЗАВДАННЯ

на бакалаврську кваліфікаційну роботу студентці  
Камешкерцевій Тамарі Олександрівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПОВОДЖЕННЯ З ПЕСТИЦИДНОЮ ТАРОЮ»

**керівник роботи** Петрук Роман Васильович, д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по ВНТУ від «20» березня 2025 року № 97

**2. Термін подання студентом роботи** «10» червня 2025 року

**3. Вихідні дані до роботи**

Порівняння матеріалів пестицидної тари

**4. Зміст текстової частини**

1. Аналіз загроз потрапляння пестицидів у довкілля.
2. Аналіз використання сучасних пестицидних препаратів.
3. Утилізація та вторинне використання пестицидної тари.
4. Обґрунтування інтегрованого управління екологічною безпекою місць зберігання затишків непридатних пестицидів та пестицидної тари.
5. Рекомендації по поводженню пестицидною тарою.

### 5. Перелік ілюстративного матеріалу

1. Дискові сепаратори DS VERTE.
2. Промислова дробарка.
3. Промислова мийка.
4. Промислова центрифуга.
5. Сепаратор.
6. Промислова сушарка.
7. Розбивочний барабан.
8. Аспіратор.
9. Установка для наповнення біг-бегів.

### 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
|        |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання «25» березня 2025 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва та зміст етапу                                                                                                             | Термін виконання |            | Примітки |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------|
|       |                                                                                                                                  | початок          | закінчення |          |
| 1     | Аналіз загроз потрапляння пестицидів у довкілля                                                                                  | 25.03.2025       | 07.04.2025 | Викон    |
| 2     | Аналіз використання сучасних пестицидних препаратів                                                                              | 07.04.2025       | 27.04.2025 | Викон    |
| 3     | Утилізація та вторинне використання пестицидної тари                                                                             | 27.04.2025       | 12.05.2025 | Викон    |
| 4     | Обґрунтування інтегрованого управління екологічною безпекою місць зберігання залишків непридатних пестицидів та пестицидної тари | 12.05.2025       | 19.05.2025 | Викон    |
| 5     | Рекомендації по поводженню пестицидною тарою                                                                                     | 20.05.2025       | 25.05.2025 | Викон    |
| 6     | Аналіз загроз потрапляння пестицидів у довкілля                                                                                  | 26.05.2025       | 05.06.2025 | Викон    |
| 7     | Підготовка презентації та доповіді на захист БКР                                                                                 | 05.06.2025       | 10.06.2025 | Викон    |

Студент

(підпис)

Камешкерцева Т. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Петрук Р. В.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 502.55:628.5:632.95

Шепелєва Т.О. Екологічна безпека поводження з пестицидною тарою. Бакавська кваліфікаційна робота з спеціальності 101 – Екологія, освітня програма – «Екологічна безпека та моніторинг довкілля». Вінниця, ВНТУ, 2025, 92 с.

На укр. Мові. Бібліогр.: 75 назв, 20 рис., 8 табл.

Проведено комплексне дослідження проблеми екологічної безпеки поводження з пестицидною тарою. Проаналізовано обсяги накопичення пестицидів в Україні та у Вінницькій області, охарактеризовано їх вплив на довкілля, стан поводження з пестицидною тарою в Україні та за кордоном, її класифікацію та матеріали виготовлення. Висвітлено проблеми використання сучасних пестицидних препаратів та утворення відходів тари, а також оцінено поточний стан поводження з такими відходами. Проаналізовано існуючі методи утилізації та вторинного використання пестицидної тари, розглянуто технології, промислове обладнання та нормативну базу. Обґрунтовано інтегроване управління екологічною безпекою місць зберігання залишків пестицидів і тари, а також розроблено заходи щодо їх утилізації. Розроблено практичні рекомендації щодо екологічно безпечного поводження з пестицидною тарою.

Метою бакавської кваліфікаційної роботи є обґрунтування екологічної безпеки поводження з пестицидною тарою.

Ключові слова: екологічна безпека, пестицидна тара, пестициди, небезпечні відходи, вторинне використання.

## ABSTRACT

UDC 502.55:628.5:632.95

Shepeleva T.O. Environmental safety of pesticide container management. Master's qualification thesis on the specialty 101 - Ecology, educational program – «Environmental Safety and Environmental Monitoring». Vinnytsia, VNTU, 2025, 92 p.

In Ukrainian. Bibliography: 75 sources, 20 figures, 8 tables.

A comprehensive study of the problem of environmental safety in the management of pesticide containers has been conducted. The accumulation volumes of pesticides in Ukraine and the Vinnytsia region were analyzed, their environmental impact was characterized, and the current management of pesticide containers in Ukraine and abroad was assessed, along with their classification and manufacturing materials. The issues of using modern pesticide products and the formation of container waste were highlighted, and the current state of handling such waste was evaluated. Existing methods of disposal and reuse of pesticide containers were analyzed, including technologies, industrial equipment, and regulatory framework. An integrated management approach for the environmental safety of storage sites for unusable pesticides and containers was substantiated, and measures for their disposal were developed. Practical recommendations for the environmentally safe management of pesticide containers were proposed.

The aim of the bachelor's qualification thesis is to substantiate the environmental safety of pesticide container management.

Keywords: environmental safety, pesticide containers, pesticides, hazardous waste, reuse.

**ВІДГУК**  
**наукового керівника на бакалаврську кваліфікаційну роботу**  
**студентки денної форми навчання групи ЕКО-216 Камешкерцевої**  
**Тамари Олександрівни на тему: «Екологічна безпека поводження з**  
**пестицидною тарою».**

На сьогоднішній день однією з актуальних екологічних проблем в Україні є поводження з використаною пестицидною тарою. Значна частина цієї тари після використання залишається у навколишньому середовищі без належної утилізації або переробки, що створює суттєві ризики для екосистем, а також для здоров'я населення через забруднення ґрунтів, водних ресурсів і повітря.

У процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи Камешкерцева Т.О. здійснила глибокий літературний аналіз наукових джерел, нормативно-правової бази, а також практик поводження з пестицидною тарою в Україні та за кордоном. Обґрунтувала низку організаційно-технічних та нормативних заходів, спрямованих на підвищення ефективності управління відходами пестицидної тари та мінімізацію її негативного впливу на довкілля.

Пояснювальна записка має обґрунтовальний стиль написання. Робота оформлена відповідно до вимог діючих стандартів.

Під час роботи над бакалаврською кваліфікаційною роботою студентка Камешкерцева Т.О. виявила самостійність при вирішенні поставленого завдання, вміння працювати з фаховою літературою, володіє достатніми знаннями з екологічних дисциплін та комп'ютерної техніки.

Робота у цілому виконана на високому рівні і заслуговує оцінку «відмінно».

Керівник роботи,  
д.т.н., професор кафедри ЕХТЗД



Роман ПЕТРУК

## ЗМІСТ

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                   | 4  |
| 1 АНАЛІЗ ЗАГРОЗ ПОТРАПЛЯННЯ ПЕСТИЦИДІВ У ДОВКІЛЛЯ.....                        | 6  |
| 1.1 Обсяги накопичення пестицидів у Україні та Вінниччині .....               | 7  |
| 1.2 Пестициди та їх вплив на навколишнє середовище.....                       | 10 |
| 1.3 Стан поводження з пестицидною тарою в Україні та за кордоном...           | 14 |
| 1.4 Класифікація пестицидної тари .....                                       | 18 |
| 1.5 Матеріали виготовлення пестицидної тари.....                              | 20 |
| 2 АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПЕСТИЦИДНИХ<br>ПРЕПАРАТІВ .....                | 25 |
| 2.1 Проблеми використання пестицидів.....                                     | 25 |
| 2.2 Проблеми утворення відходів пестицидної тари .....                        | 27 |
| 2.3 Аналіз стану поводження з пестицидовмісними компонентами<br>відходів..... | 28 |
| 3 УТИЛІЗАЦІЯ ТА ВТОРИННЕ ВИКОРИСТАННЯ ПЕСТИЦИДНОЇ ТАРИ<br>.....               | 31 |
| 3.1 Методи утилізації пестицидної тари.....                                   | 31 |
| 3.2 Технологія утилізації пестицидної тари .....                              | 36 |
| 3.3 Промислові апарати для утилізації пластикової тари.....                   | 41 |
| 3.4 Стандарти та норми утилізації пестицидної тари.....                       | 52 |

## РЕЦЕНЗІЯ

**на бакалаврську кваліфікаційну роботу студентки денної форми навчання 4 курсу із спеціальності 101 «Екологія» Камешкерцевої Тамари Олександрівни на тему: «Екологічна безпека поводження з пестицидною тарою».**

Проблема поводження з використаною пестицидною тарою є надзвичайно актуальною, з огляду на її поширеність у сільськогосподарському секторі та потенційну небезпеку для навколишнього середовища й здоров'я населення. Рациональна утилізація такої тари потребує системного підходу, включаючи аналіз чинного законодавства, технічних можливостей та екологічних ризиків.

У роботі проаналізовано сучасні підходи до поводження з пестицидною тарою, визначено недоліки у нормативно-правовій базі, а також запропоновано практичні заходи для покращення ситуації в Україні.

Пояснювальна записка оформлена відповідно до вимог стандартів, ілюстративний матеріал відповідає тематиці дослідження та логічно доповнює текст роботи.

Для виконання роботи використано відповідні програмні засоби (Microsoft Word, Excel), що дозволило належним чином систематизувати та представити результати дослідження.

У бакалаврській роботі можна відзначити такий недолік: відсутність розрахунків потенційного екологічного ризику при зберіганні або неправильній утилізації пестицидної тари, що дозволило б кількісно оцінити рівень небезпеки для довкілля та населення.

Бакалаврська кваліфікаційна робота у цілому виконана на високому рівні і заслуговує оцінку «відмінно».

Рецензент



к.т.н., доц. кафедри ЕХТЗД  
Ольга ГОРДІЄНКО

|                                                                                                                                          |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 4 ОБГРУНТУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ЗАЛИШКІВ НЕПРИДАТНИХ ПЕСТИЦИДІВ ТА ПЕСТИЦИДНОЇ ТАРИ ..... | 54                                  |
| 4.1 Методи відновлення забруднених пестицидами ґрунтів .....                                                                             | 54                                  |
| 4.2 Екологічна небезпека непридатних складів та сховищ отрутохімікатів .....                                                             | 58                                  |
| 4.3 Розробка інтегрованих заходів зберігання та утилізації пестицидної тари .....                                                        | 60                                  |
| 5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ПОВОДЖЕННЮ ПЕСТИЦИДНОЮ ТАРОЮ .....                                                                                     | 63                                  |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                                                            | 68                                  |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                                                          | 70                                  |
| ДОДАТОК А Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень .....                                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| ДОДАТОК Б .....                                                                                                                          | 81                                  |
| ДОДАТОК В .....                                                                                                                          | 82                                  |
| ДОДАТОК Г .....                                                                                                                          | 84                                  |
| ДОДАТОК Д .....                                                                                                                          | 89                                  |

## ВСТУП

Кожного року в Україні викидається мільйони тон сміття, більша половина з усього обсягу становлять різні тари та упаковки продукції. Різноманіття матеріалів для пакування, транспортування та зберігання, для різних промислових та побутових цілей включають в себе широкий список матеріалів для їх виробництва, таких як пластик, папір, картон, скло, метал, тканина та інші синтетичні матеріали.

Відповідно до Європейського законодавства (Директива №94/62/ЕС) "за своїми фізичними властивостями та дизайном упаковка має бути придатна для багаторазового використання, а після закінчення терміну служби – для введення її у вторинний обіг".

Але існує ряд упаковок, які складно піддаються утилізації або виведенню у вторинний обіг. Особливо це питання стосується управління порожньою тарою з-під небезпечних хімічних речовин, наприклад таких, як засоби захисту рослин.

Пестициди впливають на навколишнє середовище і екосистеми, призводячи до скорочення біорізноманіття, особливо внаслідок знищення бур'янів і комах, які є важливими елементами харчового ланцюгу. Крім того, пестициди мають негативний вплив на здоров'я людини, як в результаті прямої дії так і опосередковано внаслідок накопичення залишкових кількостей у сільгосппродуктах і питній воді. Пестициди мають різноманітний хімічний склад та відрізняються між собою за впливом на живі організми. Деякі з пестицидів мають надзвичайно високу біологічну активність навіть при низьких концентраціях, що є причиною потенційного негативного впливу на довкілля та організм людини. Ці речовини відносять до стійких органічних забруднювачів (СОЗ), використання яких в усьому світі проводиться відповідно до Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі, відкритої до

підписання з 2001 року. Україна шляхом ратифікації приєдналась до цього міжнародного договору у 2007 році.

Діючи речовини пестицидів можуть мати різні показники розчинності, кумулятивної дії та токсичності. Саме тому, при поводженні з відпрацьованою тарою з під пестицидів необхідно приділяти особливу увагу та впроваджувати нові безпечні та ефективні методи переробки.

Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи – обґрунтування екологічної безпеки поводження з пестицидною тарою.

Для досягнення поставленої мети потрібно було виконати наступні завдання:

1. Проаналізувати загрози потрапляння пестицидів в довкілля.
2. Дослідити використання сучасних пестицидних препаратів.
3. Дослідити методи утилізації та вторинного використання пестицидної тари.
4. Обґрунтувати інтегрованого управління екологічною безпекою місць зберігання залишків непридатних пестицидів та пестицидної тари.
5. Розробити рекомендації поводження з пестицидною тарою.

Об'єктом дослідження є процеси поводження з використаною пестицидною тарою та їх вплив на стан довкілля.

## 1 АНАЛІЗ ЗАГРОЗ ПОТРАПЛЯННЯ ПЕСТИЦИДІВ У ДОВКІЛЛЯ

Пестициди – отруйні речовини, їх сполуки або суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, внаслідок діяльності яких вражаються рослини, тварини, люди і завдається шкода матеріальним цінностям, а також гризунів, бур'янів, деревної, чагарникової рослинності, різних видів риб.

Загроза потраплення пестицидів та постійних органічних забруднювачів (ПВВ) у побутові відходи виникає тоді, коли вони не правильно видаляються та переробляються. Використана та забруднена тара з пестицидами може відправлятися на сміттєзвалища або полігони, де в результаті відбувається забруднення довкілля шляхом міграції шкідливих компонентів.

Побутові відходи є одним з потенційних джерел забруднення пестицидами та ПВВ. Вміст пестицидів у побутових відходах може бути значним, особливо в регіонах з інтенсивним сільським господарством. Це може призвести до забруднення ґрунту та водойм, що може мати негативний вплив на здоров'я місцевого населення та довкілля.

Отже, пестициди та постійні органічні забруднювачі – це небезпечні, але невід'ємні компоненти сільського господарства, можуть проникати в ґрунт, повітря та воду, забруднюючи природні ресурси, що може мати негативний вплив на здоров'я людини та довкілля. Накопичуючись, використання пестицидів може призвести до зниження різноманітності та кількості різних видів, в біологічних системах та водних екосистемах, а також призводити до забруднення водних джерел, що впливає на життя водних організмів, включаючи рибу та інших видів водної фауни [1-5].

### 1.1 Обсяги накопичення пестицидів у Україні та Вінниччині

Роль і значення пестицидів у сучасному агропромисловому виробництві викликає багато дискусій. Адже, незважаючи на наявну критику та намагання обмежити їх використання, агробізнес поки не в змозі відмовитися від них. Можливо, в найближче десятиліття із розвитком нанобіотехнологій цю проблему і вдасться розв'язати, однак нині пестициди є важливою складовою аграрного виробництва.

У вітчизняній аграрній економіці ринок пестицидів є одним із найбільш ємнісних сегментів загального ринку матеріально-технічних ресурсів для АПК, поступаючись за обсягами продажів лише ринку техніки та пально-мастильних матеріалів. У 2020 році, за даними досліджень, усі підприємства України придбали пестицидів (гербіциди, інсектициди, фунгіциди та інші засоби захисту рослин) на суму близько 25,3 млрд грн (рис. 1.1-1.2).

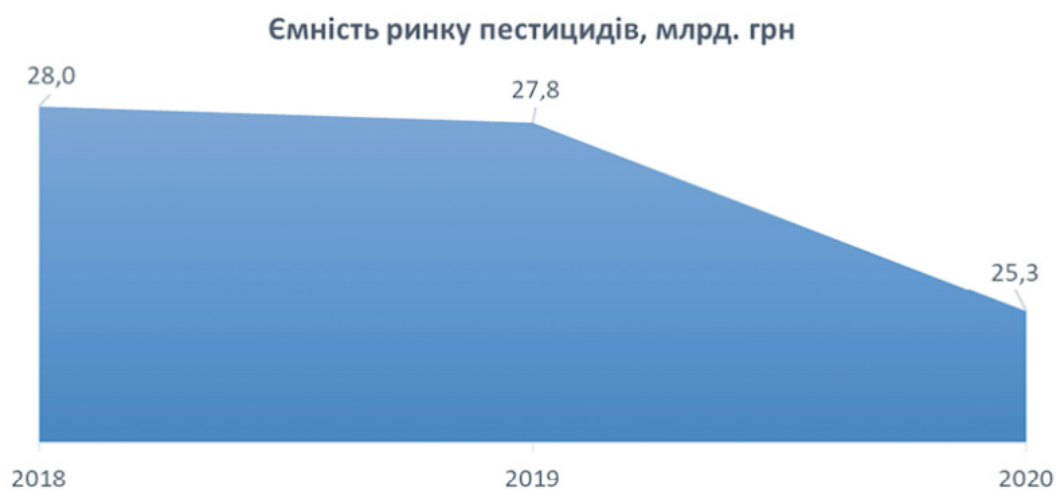


Рисунок 1.1 - Аналіз динаміки зміни ємності ринку пестицидів, які купували підприємства України

На внутрішньому ринку пестицидів понад дві третини обсягів продажів припадає на сегмент гербіцидів та фунгіцидів. Третю позицію займають інсектициди.

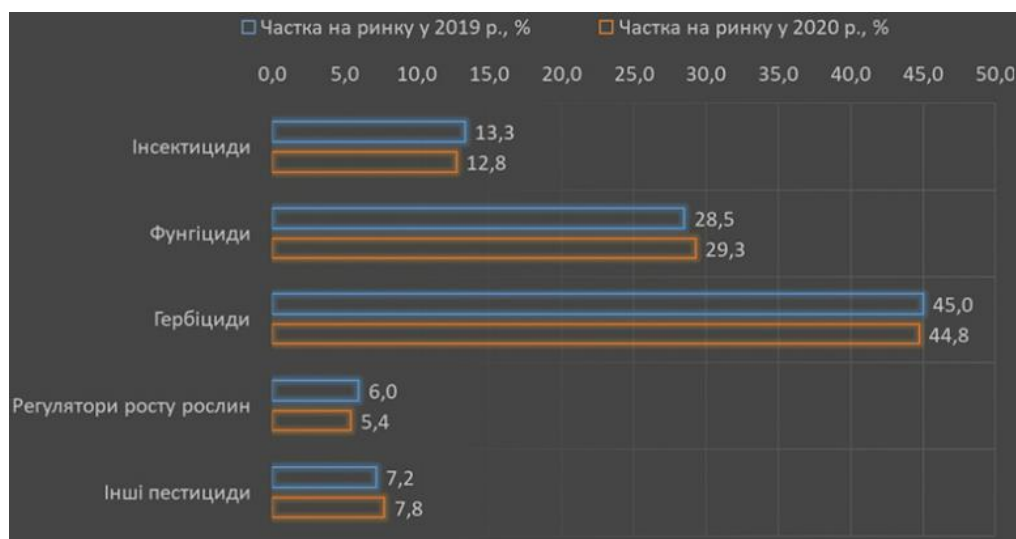


Рисунок 1.2 - Аналіз зміни структури ємності ринку пестицидів, які купували підприємства України у 2019-2020 рр.

За даними досліджень і аналізу інформації Держслужби статистики, загалом по всіх сільськогосподарських культурах найбільшу питому вагу займали пестициди на основі активної речовини ацетохлор. Їх частка досягла 17,6% в структурі усього обсягу застосованих пестицидів у активній речовині (табл. В.1).

Проблема непридатних пестицидів невід’ємно пов’язана, у першу чергу, з проблемою складів отрутохімікатів, де вони зберігалися. Наприклад, у 2006 році таких лише у Вінницькій області було 709. Дані склади у переважній більшості зруйновані часом чи кліматичними впливами, а їх будівельні конструкції частково розібрані жителями сусідніх населених пунктів. Оскільки склади або не мають юридичного власника, або його майже неможливо встановити чи притягнути до певної відповідальності, дана проблема лягає на плечі місцевих

громад. При цьому хімічно заражені будівельні конструкції складів варто утилізувати як відходи 1-4 класів небезпеки.

Якщо здійснити аналіз загроз екологічній безпеці Вінницької області від пестицидів, то за даними комісії з питань поводження з безхозними відходами, станом на 2018 рік на території області вже налічувалося 115 складів, на яких розміщувалося 864,24 тонн ХЗЗР. З них 26 – у задовільному стані та 89 – у незадовільному. Решта із понад 700 складів не бралася до уваги, оскільки, вони майже зруйновані часом, природою та людьми. Хоча навіть і в зруйнованому вигляді вони несуть в собі загрозу, оскільки хімічне забруднення залишається.

Ще однією невирішеною проблемою, що безпосередньо пов'язана з некондиційними пестицидами, які зберігаються з радянських часів, є проблема забруднених ґрунтів поблизу місць зберігання пестицидів. Для пестицидів характерним є концентрування величезних їх кількостей в певних точках простору і одночасно поширення в довкіллі через водоносні горизонти підземних вод та іншими шляхами.

У 2012 році відповідно наявним документам з Джуринського отрутомогильника вивезено 1047,7 тонн непридатних пестицидів за рахунок коштів Державного фонду охорони навколишнього природного середовища. При відкритті бетонних бункерів та траншей виявилось, що отрутохімікати пересипані шаром ґрунту, що значно збільшило загальну масу відходів. Таким чином, фактичні об'єми відходів перевищили розрахункові. На даний час у Джуринському отрутомогильнику орієнтовний залишок ХЗЗР вважається на рівні 2100 тонн.

У 2009 році із складів області за кошти державного фонду ОНПС ще було вивезено на знищення до польського підприємства SARPI DabrovaGornicza близько 500 тонн непридатних ХЗЗР. Загалом, у 2003-2014 роках з території області за рахунок коштів державного та обласного фондів ОНПС, а також

місцевих бюджетів вивезено для знищення 2300, 174 тонн непридатних ХЗЗР. З них 1047,649 тонн з Джуринського отрутомогильника. Після 2014 року залишки пестицидів не вивозилися з області, проте здійснювалися заходи перезатарювання непридатних пестицидів, а також їх інвентаризації.

Досить частим є явище збільшення залишків непридатних пестицидів. Це стається у результаті перезатарювання і повторної інвентаризації. Наприклад, у 2016-17 роках у смт Браїлів було виявлено 34,5 тонн ХЗЗР понад задекларовану кількість (табл. В.2). Як видно з неї, чотири райони, дійсно, можна вважати очищеними від залишків непридатних пестицидів, зокрема, Вінницький, Липовецький, Немирівський та Хмільницький. Однак досить велика кількість районів мають незначні залишки в межах 10-15 тонн пестицидів. Проте є деякі райони, де їх кількість критична, а саме: Теплицький та Тиврівський з 220 та 183 тоннами відповідно. У цю таблицю по Шаргородському району не включено дані Джуринського отрутомогильника з понад 2100 тоннами ХЗЗР.

З даних таблиці можна констатувати факт того, що проблема пестицидів і досі залишається актуальною, а пестициди і досі становлять загрозу довкіллю і життю людей. Проте після проведення перезатарювання ця проблема може бути відтермінована на деякий час.

## 1.2 Пестициди та їх вплив на навколишнє середовище

Препарати для знищення шкідників, бур'янів, ектопаразитів (переносників небезпечних хвороб людей і тварин) називають пестицидами. Не зважаючи на захисну функцію у сільському господарстві вони також несуть загрозу для довкілля, через токсичні властивості.

За своїм походженням пестициди можна поділити на три групи:

перша група – препарати рослинного, грибкового та бактеріального походження;

друга група – неорганічні препарати міді, заліза та інші;

третя група – препарати промислового органічного синтезу (органічні сполуки хлору, фосфору, ртуті та інших металів).

В Україні використовували та використовують пестициди всіх трьох груп. Пестициди першої групи – не чужорідні для довкілля, і техногенне навантаження від них мінімальне. А пестициди другої та третьої груп – це надзвичайно небезпечні отрутохімікати, які повинні використовуватися лише у виключних випадках. Тому до них застосовують ще одну назву – отрутохімікати.

Під час неправильного застосування технологій по використанню пестицидів можуть відбуватися значні зміни в екосистемі. На це впливають властивості даних хімічних препаратів, дії яких не можуть бути однозначними для всіх компонентів довкілля.

Пестициди легко розчиняються у воді, що допомагає їх легко проникати в ґрунти та викликати деградацію мікроорганізмів. Пестициди можуть знищувати амеб інфузорій, черв'яків, кліщів, личинок комах, дрібних ґрунтових тварин. Ці організми можуть впливати негативно на майбутній урожай, але при цьому позитивно впливати на перегнивання рослинних та тваринних решток, які потім відновлюють поживні речовини ґрунтів та зберігають його плодючість.

До того ж, засоби захисту рослин вкрай негативно впливають на здоров'я людей. Негативний вплив реалізується через накопичення шкідливих домішок в харчових продуктах сільськогосподарського промислу [6].

Але, при нормованому використанні та дотриманні технік безпеки використання засобів захисту рослин, урожай не зазнає суттєвої шкоди споживачеві, а навпаки, допоможе зберегти врожайність та підвищити якість продуктів.

Перше правило використання пестицидних препаратів – використовувати їх, тільки при ситуації коли вони вкрай необхідні, наприклад, при збільшенні

кількості шкідників, які можуть повністю знищити врожай. Так, при враженні паростків та коріння картоплі бактеріями фітофторозу, відбувається зниження якості та кількості врожаю зібраних з полів. Або коли врожай зернових культур засмічується насінням бур'янів, знижає якість продукції та унеможливорює використання зерна для нових посівів.

Другим правило використання пестицидів – це суворе регламентування кількості та видового складу внесених пестицидів. Дані регламенти підлягають обов'язковому дотриманню фермерами. В регламентах зазначені види культур та види пестицидів, які є сумісними.

На види пестицидів, які вже були внесені у ґрунт починають впливати різні фактори та процеси, що впливає на ефективність їх дії та продовжують впливати на внесені пестициди з проміжком часу після збирання урожаю.

Такі компоненти ґрунту, як оксиди та іони металів, глини, органіка – виступають каталізаторами перебігу хімічних реакцій. Найбільш активно приймають участь мікроорганізми та вищі рослини, які розкладають залишкові пестициди біологічним шляхом. Час розкладу пестицидів може складати від декількох годин до десятків років, в залежності від основної активної речовини засобу захисту рослин та видів мікроорганізмів, які будуть розкладати сполуку.

Найбільш небезпечними препаратами – є стійкі пестициди сполуки, які можуть розкладатися, накопичуватися та зберігатися в ґрунті роками [7].

З іншої сторони, вплив грибків та патогенних мікроорганізмів може бути не менш згубним для організму людини, а ніж вплив пестицидів. Дослідники звертають увагу на вид мікотоксинів, а саме фумонізину, які продукують гриби

*F. Verticillioides* і *F. Proliferatum*. Ці організми мають гепатотоксичну, нефротоксичну, нейротоксичну та канцерогенну дії. Не менш, небезпечним є розповсюджений на злакових рослинах вид *F. Avenaceum*, він продукує мікотоксинимоніліформін, а також фузарин С.

Мікотоксинимоніліформін виступає інгібітором при синтезі білків та спричиняє недостатність серцевого м'язу. Фузарин С – спричиняє канцерогенний та мутагенний впливи на теплокровних тварин.

Афлатоксини (продукти діяльності грибів *Aspergillus*), вражають такі культури, як пшениця, кукурудза, ячмінь, рис, соя, деякі овочі культури, а також у горох та бобові. Вони мають гепатотропну дію на організм людини, сильно вражаючи печінку, яка найбільш вразлива до інтоксикації. Деякі наукові дослідження підтверджують, що представники наступних фітопатогенних грибів можуть викликати захворювання у людей також - *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Curvularia*, *Colletotrichum*, *Penicillium*, *Phoma*, *Stemphylium*, *Rhizopus*, *Mucor* [6, 7].

Діяльність пестицидові продукти спрямовані на стимулюючий або позитивний ефект та на фітонцидний або ушкоджуючий ефект на рослини. Позитивний ефекти спостерігається за оптимальних умов навколишнього середовища (таких показників, як інтенсивність освітлення, вологість повітря, температура та постування живильних компонентів).

Вид стимуляції розвитку рослин при залученні пестицидів називають хімічною стимуляцією. Хімічна стимуляція при оптимальному дозуванні викликає підвищення врожайності, а при перевищених дозах – пригнічує ріст та розвиток рослин, в особливості при несприятливих умовах вирощування культури. При надмірних дозах спричиняють фітонцидну дію, поширюючись судинами рослини викликають її отруєння. Для деяких видів рослин обмежуються локальною дією, вражаючи тільки листки чи окремі органи. На полях багаторічних насаджень, дія надмірного внесення пестицидів може тривати роками [5].

Вплив пестицидів на рослину залежить від фізико-біологічних, анатомічно-морфологічних особливостей. Так, в залежності від будови епідермісу, щільності

кутикули, опушення та воскового нальоту рослини можуть змінюватися накопичувальні властивості та ступінь впливу пестицидної продукції на організм.

Найбільш вразливими до пестицидів є кавуни та огірки, які мають високі накопичувальні властивості. У порівнянні з ними бобові та злакові культури є більш резистентними до шкідливих властивостей пестицидів.

Для попередження негативного впливу на довкілля засобів захисту рослин необхідно чітко дотримуватися вимог регламенту, а саме щодо строків внесення, дозування, ГДК препаратів в повітрі, водоймах та землі. Також, треба розширювати наукові програми, які будуть спрямовані на вивчення дії пестицидів на рослини, компоненти довкілля та організм людини. Це покращить рівень аграрної продукції та ефективності випрошування цінних рослинних культур в Україні, вдосконалить стійкість рослин та дасть можливість скоротити обсяги внесення пестицидів на полях та попередить масштабне забруднення. На виконавчих та державних рівнях має проводитися регулярний моніторинг стану земель, норм внесення засобів захисту рослин, а також токсикологічний контроль вирощеної сільськогосподарської продукції [8, 9].

### 1.3 Стан поводження з пестицидною тарою в Україні та за кордоном

Забруднена залишками хімічних речовин, пестицидів (агрохімікатів) тощо, відпрацьована тара та пакування підпадають під дію Базельської Конвенції, Законів України «Про відходи», «Про охорону навколишнього природного середовища», та згідно з визначенням Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів» від 13 липня 2000 року № 1120 розділ А, підпадають під «Жовтий перелік відходів», тобто під категорію «небезпечні».

Норми поводження з ними визначені Законами України № 187 та № 222, постановою Кабінету Міністрів «Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з поводження з небезпечними відходами» від 13 липня 2016 року № 446 та іншими нормативно-правовими актами.

Дія визначених норм поширюється на всіх суб'єктів господарювання незалежно від їх організаційно-правової форми та форми власності, які у повному обсязі або частково провадять чи мають намір провадити господарську діяльність з поводження з небезпечними відходами.

В Україні де агропромисловий сектор є ключовою галуззю економіки, обсяги використання пестицидів щороку ростуть. На сільгосп підприємстві утворюються відходи, такі як відпрацьована тара з-під пестицидів (каністри), біг-беги та мішкотара з-під протруєного насіння.

В Україні тара з-під пестицидів класифікується як небезпечні відходи через високу токсичність. Відповідно до повідомлення Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів, утилізація такої продукції має бути ліцензована підприємствами. Протест на практиці багатьох господарств не підтримує правила: тара накопичується на полях, використовується або використовується повторно, що заборонено (рис. 1.3).

Проблема утилізації пестицидної тари виникає через наступні причини:

- Відсутність інфраструктури: в Україні діє обмеження кількості підприємств, які мають ліцензію на використання небезпечних відходів.
- Низька обізнаність: фермери часто не знають про необхідність побутового промивання тари перед утилізацією.
- Недофінансування: утилізація потребує значних витрат, які не покриваються державними програмами.

У країнах ЄС утилізація пестицидної тарії є частиною кругової економіки. Наприклад, у Німеччині та Франції діють системи депозитів: фермери здають

тару в пунктах збору, отримуючи компенсацію. У Швейцарії до 30% засобів захисту рослин - це біологічні, що зменшує обсяг хімічної тари. Тара підлягає обов'язковому потрійному промиванню, після чого переробляється на спеціалізованих заводах.



Рисунок 1.3 – Пестициднатара на стихійних сміттєзвалищах

Порожня тара з-під засобів захисту рослин – це не просто відходи. Це – джерело енергії або сировина для подальшої переробки. Переважна велика упаковка, що використовується на агрохімічному ринку – це пластикові тари, виготовлені з поліетилену високої щільності. Полімер, придатний для повторної переробки Цей та завдяки своїй високій теплотворній здатності є хорошим альтернативним джерелом енергії при спалюванні, наприклад, у процесі виготовлення цементу.

Сьогодні в країнах Європи застосовується потрійне промивання води. Потрійне промивання дозволяє повністю використати вміст контейнера, тобто завдяки проміжку залишків хімікату не осідають на стінках контейнерів, а разом

з водою потрапляють у бак обприскувача, що є економічно вигідним для аграріїв. Як свідчити численні галузеві дослідження, належне очищення тари шляхом шкідливого промивання водою забезпечує знезараження тари до рівня, коли таку тару можна вважати безпечним відходом. Тому тара, яка пройшла потрібне промивання, як правило, є придатною для повторної переробки, але в жодному випадку не для використання в побутових цілях. Та ж тара, яка очистилася не повністю і представляє собою певну небезпеку утилізується методом спалювання і є додатковим джерелом енергії.

На початку 2010 року було прийнято рішення про видачу погоджень на отримання імпорتنих ліцензій на ввезення засобів захисту рослин лише за наявності у компаній-імпортерів укладених договорів зі спеціально уповноваженим підприємством, яке має відповідну ліцензію Міністерства охорони навколишнього природного середовища на використання небезпечних видів упаковки засобів захисту рослин та оплату даних послуг. Компанії-виробники звертають особливу увагу на той факт, що на момент здійснення імпорту ЗЗР на територію України вони апріорі не можуть знати про подальше використання використаної порожньої тари з об'єктивних причин (оскільки продажу засобів захисту рослин створюють через дистриб'юторські мережі). Таким чином, компанії-виробники-імпортери надалі не можуть контролювати рух продукції і не можуть нести повну відповідальність за весь процес збору та використання тари. Крім того, попередня оплата за утилізацію порожньої тари на етапі її ввезення на територію України також виглядає досить ефемерно, після моменту імпорту неможливо навіть перебачити, де буде проданий товар та де і коли застосований. Також, при введенні цієї схеми з авансовою оплатою для ще не наданої послуги створений простір для різного роду зловживань, потім невідомо, який відсоток тари буде зібрано і куди підняти кошти, які не використовуються за призначенням. На даний момент в Україні існує лише один

полігон для утримання тари в Кіровоградській області. Інше важливе питання сам процес збору тари. В нашій країні поки відсутні пункти збору тари і упаковки з-під пестицидів. Для прикладу, у розвинутих країнах Європи рівень навіть для наявності таких пунктів збору тари становить у межах 60-65%.

#### 1.4 Класифікація пестицидної тари

Пестицидна тара є елементом у системі поводження з агрохімікатами, оскільки від її типу, матеріалу та конструкції залежить безпека транспортування, зберігання та утилізації. Класифікація пестицидної тари дозволяє систематизувати підходи до її використання та утилізації, враховуючи екологічні та технічні вимоги.

Пестицидна тара виготовляється з різних матеріалів, які використовують її хімічну стійкість, міцність та можливість переробки. Основні категорії:

- Полімерна тара: найпоширеніший тип пестицидної тари завдяки легкості, міцності та хімічній стійкості. До неї належать каністри, пляшки, флакони та пакети з поліетилену (ПЕ), поліпропілену (ПП) або полівінілхлориду (ПВХ). Наприклад, каністри з ПЕ часто використовуються для рідких пестицидів, таких як гліфосат.

- Металева тара: використовується рідше через високу вартість, але має високу міцність і герметичність. Це бочки, балони або фляги з листової сталі чи алюмінію, часто з внутрішнім покриттям для запобігання корозії.

- Паперова/картонна тара: застосовується для сухих форм пестицидів (гранул, порошків). Це мішки або коробки, які можуть бути ламіновані для захисту від вологи.

- Комбінована тара: наприклад, біг-беги (великі мішки) з поліпропілену з внутрішнім поліетиленовим вкладишем.

За функціями в процесі обігу пестицидна тара поділяється на:

- Транспортна тара: використовується для перевезення та зберігання пестицидів, є самостійною одиницею. Приклади: каністри, бочки, біг-беги. Вона забезпечує захист під час логістики.

- Споживча тара: надходить до кінцевого споживача разом із продуктом, її включена в ціну пестициду. Це пляшки, флакони або пакети для одноразового використання.

- Спеціальна (консервуюча) тара: призначена для зберігання пестицидів протягом тривалого часу, наприклад, герметичні контейнери для небезпечних речовин.

Класифікація тари за кратністю використання:

- Одноразова тара: використовується один раз і підлягає утилізації. Наприклад, пластикові каністри або пакети, які після використання залишаються небезпечними відходами.

- Багаторазова (оборотна) тара: призначена для повторного використання після очищення. В Україні таких прикладів мало, але за кордоном (наприклад, у ЄС) використані металеві бочки або пластикові контейнери, які повертаються виробнику.

Класифікація за типом конструкції:

- Жорстка тара: має фіксовану форму, наприклад, каністри, бочки, фляги. Вони стійкі до механічних пошкоджень.

- М'яка тара: включає мішки, пакети, біг-беги. Така конструкція легша, але менш стійка до розривів.

- Комбінована тара: наприклад, картонні коробки з полімерним вкладишем.

Пестицидна тара класифікується, як небезпечні відходи через залишки хімічних речовин. Згідно з українським законодавством (Постанова КМУ від 27.03.1996 № 354), вона потребує особливого поводження:

- Тара з-під високотоксичних пестицидів (1-2 класи небезпеки): потрібна сувора утилізація через ризик виділення діоксинів при спалюванні.
- Тара з-під менш токсичних речовин (3-4 клас небезпеки): може бути перероблена після шкідливого промивання.

Класифікація пестицидної тари за матеріалом, функціональним призначенням, кратністю використання, конструкцією та ступенем небезпеки дозволяє систематизувати підходи до її виробництва, використання та утилізації. В Україні переважає одноразова полімерна тара, що створює проблему накопичення небезпечних відходів. За кордоном частіше використовуються багаторазова тара та розвинені системи її переробки, що може служити прикладом для вдосконалення практики в Україні.

### 1.5 Матеріали виготовлення пестицидної тари

Пестицидна тара є важливим елементом у системі зберігання, транспортування та використання пестицидів. Вибір матеріалів для її виготовлення залежить від хімічних властивостей пестицидів, вимог безпеки, економічної доцільності та екологічних аспектів. Основними матеріалами, що використовуються для виробництва пестицидної тари, є пластик, скло, метал та комбіновані матеріали. Кожен з них має свої переваги, недоліки та сфери застосування.

Пластик є найпоширенішим матеріалом для виготовлення пестицидної тари завдяки своїй низькій вартості, легкості та стійкості до корозії (рис. 1.4).

Найчастіше використовується поліетилен високої щільності (HDPE), поліпропілен (PP) та поліетилентерефталат (PET).



Рисунок 1.4 – Пластикова пестицидна тара

Переваги:

- Легкість, що полегшує транспортування.
- Висока хімічна стійкість до більшості пестицидів.
- Можливість виготовлення тари різного об'єму (від 0,5 л до 200 л).

Недоліки:

- Складність утилізації через залишкові хімічні речовини.
- Потенційна взаємодія з агресивними хімікатами, що може призвести до деградації матеріалу.

Застосування: каністри, бутлі, флакони для гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів.

Скляна тара використовується для пестицидів, що вимагають високої хімічної інертності. Скло не вступає в реакцію з більшістю хімічних речовин, що робить його ідеальним для зберігання концентратів.

Переваги:

- Повна хімічна інертність.
- Можливість повторного використання після очищення.

Недоліки:

- Крихкість, що ускладнює транспортування.
- Висока вага порівняно з пластиком.

Застосування: лабораторні пестициди, малі об'єми (0,1–5 л).

Металева тара (здебільшого сталь або алюміній) застосовується для великих об'ємів пестицидів або для спеціалізованих хімікатів, що потребують підвищеної міцності.



Рисунок 1.5 – Бочка металева

Переваги:

- Висока міцність і довговічність.
- Стійкість до механічних пошкоджень.

Недоліки:

- Схильність до корозії при контакті з агресивними речовинами.
- Висока вартість порівняно з пластиком.

Застосування: бочки для рідких добрив або пестицидів (50–200 л).

Комбінована тара (наприклад, пластик з металевими елементами або багатошарові полімери) використовується для підвищення міцності та захисту від зовнішніх факторів (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Комбінована тра для високотоксичних пестицидів

Переваги:

- Поєднання переваг кількох матеріалів.
- Захист від ультрафіолетового випромінювання та проникнення газів.

Недоліки:

- Висока вартість виробництва.
- Складність переробки через багатошаровість.

Застосування: спеціалізована тара для високотоксичних пестицидів.

Вибір матеріалу для пестицидної тари має значний вплив на екологічний стан. Пластикові тару, попри свою популярність, становить проблему через низький рівень переробки в Україні (за даними [31], лише 10-15% пластикових

відходів переробляється). Скляна та металева тара є більш екологічними з точки зору повторного використання, але їхня вага підвищує витрати на транспортування, що збільшує викиди CO<sub>2</sub>. Комбіновані матеріали, хоч і ефективні, ускладнюють процес утилізації через багатошаровість.

Таблиця 1.1 - Порівняння матеріалів пестицидної тари

| Матеріал                      | Переваги                                           | Недоліки                                | Тип тари                       | Об'єм (л) |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------|
| Пластик<br>(HDPE, PP,<br>PET) | Легкість, низька<br>ціна, хімічна<br>стійкість     | Складність<br>утилізації,<br>деградація | Каністри,<br>бутлі,<br>флакони | 0,5-200   |
| Скло                          | Хімічна<br>інертність,<br>повторне<br>використання | Крихкість,<br>велика вага               | Бутлі,<br>флакони              | 0,1-5     |
| Метал (сталь,<br>алюміній)    | Міцність,<br>довговічність                         | Корозія,<br>висока ціна                 | Бочки,<br>контейнери           | 50-200    |
| Комбіновані                   | Захист від УФ,<br>міцність                         | Висока ціна,<br>складність<br>переробки | Спеціалізовані<br>контейнери   | 1-50      |

Матеріали для пестицидної тари обираються з урахуванням типу пестициду, умов зберігання та екологічних вимог (табл. 1.1). Пластик залишається домінуючим завдяки економічності, але потребує вдосконалення системи утилізації. Скло та метал є альтернативою для спеціалізованих потреб, тоді як комбіновані матеріали застосовуються для високотоксичних речовин. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку біорозкладних матеріалів та покращення системи збору й переробки тари.

## **2 АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПЕСТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ**

### **2.1 Проблеми використання пестицидів**

Пестицидні препарати є невід'ємною частиною сільськогосподарської технології та використовуються для боротьби зі шкідниками та хворобами рослин. Класифікація сучасних засобів захисту рослин залежить від їх хімічної структури, механізму дії, спектру дії, використання та інших факторів.

Однією з головних груп пестицидів є інсектициди, які призначені для боротьби з комахами, такими як таргетні шкідники, комарі, мухи та інші. До складу цієї групи входять органофосфати, піридиносилані, піретроїди та неонікотиноїди. Наприклад, інсектицид клорпіріфос, що відноситься до органофосфатів, використовується для боротьби з більш ніж 40 різними видами комах.

Іншою групою є фунгіциди, які призначені для боротьби з грибковими захворюваннями рослин. До складу цієї групи входять азольні фунгіциди, бензімідазоли, стробілурины та інші. Наприклад, фунгіцид дітіанон використовується для боротьби з грибком, що спричинює захворювання на садових та городніх культурах.

Третю групу пестицидів складають гербіциди, які призначені для боротьби з бур'янами. До складу цієї групи входять гліфосати, триазіни, бензотіазоли та інші. Наприклад, гербіцид дженерік йодисіль використовується для контролю бур'янів у різних видів культур.

Важливим фактором під час класифікації пестицидів є їх призначення. Пестицидні продукти можуть бути розроблені для захисту рослин, тварин та людей від шкідників, або для боротьби зі шкідливими бактеріями та грибами.

Існує також класифікація пестицидів за їх хімічною структурою, яка включає органічні та неорганічні пестициди.

Неорганічні пестициди включають сульфати, оксиди та соляні сполуки. Одним з найбільш поширених неорганічних пестицидів є сірчистий ангідрид, який використовується для боротьби зі шкідниками в сільському господарстві.

Органічні пестициди, з іншого боку, включають в себе сполуки, що містять вуглець, гідроген та інші хімічні елементи. Ці пестициди можуть бути розроблені на основі натуральних речовин, таких як рослинні екстракти або мікробні препарати, або синтезовані шляхом хімічних реакцій.

Незалежно від класифікації, всі пестициди мають потенційний токсичний вплив на людей та навколишнє середовище. Деякі пестициди можуть накопичуватися в ґрунті та воді, тим самим загрожуючи здоров'ю тварин та людей, а також екосистемі в цілому. Розповсюдження пестицидів у навколишньому середовищі відбувається як фізичним, так і біологічним шляхом. Перший спосіб – розсіювання з допомогою вітру в атмосфері та поширення через водотоки. Другий – перенесення живими організмами по шляху харчування. Із просуванням організмів до вищих ланок харчового ланцюга концентрації шкідливих речовин зростають, нагромаджуючись у внутрішніх органах, переважно в печінці та нирках. Усі без винятку пестициди при ретельному вивченні виявляли або мутагенну, або інші негативні дії на Живу природу і людину. Навіть разові контакти людини з такими пестицидами, як діелдрін, паратіон, призводять до зміни біотоків головного мозку (енцефалограми). А вплив сучасних органофосфатних пестицидів, які швидко розкладаються, загрожує розвитком депресій, роздратування, розладом пам'яті, іншими нейропсихологічними порушеннями.

Тому важливо ретельно контролювати використання пестицидів та забезпечувати безпеку усіх зацікавлених сторін. Класифікація пестицидів

відповідно до головної речовини та найбільш токсичних пестицидів наведені в таблицях Г.1-Г.3.

## 2.2 Проблеми утворення відходів пестицидної тари

Проблема утворення відходів у вигляді тари з-під пестицидів стає все більш актуальною в контексті збереження навколишнього середовища та здоров'я людей. Тара з-під пестицидів містить залишки хімічних речовин, які можуть мати негативний вплив на довкілля та здоров'я людей.

За даними досліджень, здебільшого використовується пластикова тара з-під пестицидів, що є серйозною проблемою з точки зору екології. Пластикова тара може бути вторинно перероблена, проте, при наявності решток пестицидів у внутрішній частині тари, вона стає непридатною для переробки і мусить бути знешкоджена. У такому разі, тара з-під пестицидів стає не тільки проблемою екології, але й проблемою з утилізації.

Крім того, деякі види пестицидів потребують спеціальної тари, що додатково ускладнює проблему утилізації відходів. Наприклад, сірковмісні пестициди зазвичай зберігаються в металевих бочках, які можуть бути знебарвлені і знову використані, проте вони мають обмежений термін використання і також стають непридатними для переробки при наявності залишків пестицидів.

Одним з можливих вирішень проблеми утворення відходів у вигляді тари з-під пестицидів є перехід до біорозкладної тари. Вона може бути виготовлена з натуральних матеріалів, таких як дерево, бамбук, папір, і має властивості розкладатися природним шляхом.

Проте, наразі, виробництво біорозкладної тари з-під пестицидів є досить обмеженим, тому що вона має певні недоліки. Один з них полягає у тому, що біорозкладна тара розкладається досить швидко, що може призвести до

випадання пестицидів, що в ній містилися, на землю, що може призвести до забруднення навколишнього середовища. Крім того, виробництво біорозкладної тари з-під пестицидів дещо дорожче, ніж виробництво звичайної тари.

Іншим рішенням для зменшення проблеми утворення відходів у вигляді тари з-під пестицидів є повторне використання та переробка тари. Це може бути здійснене через відповідні програми переробки та рециклінгу, які можуть бути реалізовані на рівні виробника пестицидів, фермерських господарств, роздрібних продавців та інших гравців в ланцюжку постачання. Це допоможе зменшити відходи та вплив на навколишнє середовище.

Дослідження та статистика показують, що проблема утворення відходів у вигляді тари з-під пестицидів є актуальною та серйозною проблемою, яка потребує негайних заходів щодо її зменшення. Ефективним рішенням даної проблеми могли б стати – реалізація вжитку покращеної біорозкладної тари, а також впровадження програм переробки та рециклінгу. Проте, широке впровадження таких рішень вимагає активного сприяння з боку держави та відповідних регулюючих органів [9-11].

### 2.3 Аналіз стану поводження з пестицидовмісними компонентами відходів

Одна з проблем управління відходами тари з-під пестицидів полягає у тому, що деякі компоненти можуть залишатися в середовищі дуже довго, що може впливати на здоров'я людей та природи.

Наприклад, гербіциди можуть залишатися у ґрунті протягом років та накопичуватися в рослинах, що може призвести до забруднення продуктів харчування. Більшість країн забороняють використання деяких гербіцидів, наприклад, атразину, внаслідок їхньої токсичності та стійкості у середовищі.

Іншою проблемою є те, що відходи тари з-під пестицидів можуть бути небезпечними для здоров'я людей та тварин, навіть на етапі зберігання на

полігонах. Наприклад, у відходах можуть міститися різні хімічні речовини, які можуть бути токсичними для людини. Якщо вони потрапляють в організм через шкіру або органи дихання – це може спричинити інтоксикацію організму, впливаючи на нервову, серцево-судинну системи та слизисті оболонки.

Україна має багато неврегульованих питань використання пестицидів та різних засобів захисту рослин. У країні існують певні нормативні документи, які підпорядковують утилізацію пестицидовмісних відходів, але на практиці агрономи та виробники, далеко не завжди дотримуються вимог, щодо їхнього збору, транспортування та норм внесення.

Один з наглядних прикладів виступає дослідження проведене науковцями Н. Бойко, Н. Муха та О. Григорчук у 2019 році. Вони досліджували стан управління відходами, які містять пестициди в Україні. Вони виявили великі прогалини в нормативно-правовій базі та рекомендували вжити заходів щодо удосконалення бази, зміцнення механізмів державного контролю за управлінням відходами та підвищення екологічної свідомості населення, запропонували шляхи вдосконалення управління цими відходами.

Вивчення стану управління та поводження з пестицидовмісними компонентами відходів є актуальною темою наукових досліджень. Існує декілька статей, які займаються даною проблемою.

На думку дослідників, основна причина поганого управління та поводження з пестицидовмісними відходами полягає в відсутності достатньої регулювальної політики та ефективних механізмів контролю. Також бракує усвідомлення серед споживачів та виробників щодо проблеми утилізації тари з-під пестицидів та їх відповідальності за це.

Зараз у більшості країн світу існують законодавчі акти, що регулюють поводження з відходами, в тому числі й з пестицидами та їх компонентами. Однак, не завжди ці акти є ефективними та відповідають вимогам часу. Так, у

багатьох країнах відсутня система обов'язкової переробки та повторного використання тари з-під пестицидів, що веде до забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами та їх щорічного накопичення.

Одним з можливих рішень проблеми є заміна традиційної тари з-під пестицидів на біорозкладну, яка здатна розкладатися без шкоди для навколишнього середовища. Виробництвом біорозкладної тари з-під пестицидів вже почали займатися в декількох країнах світу.

Отже, забруднення навколишнього середовища токсичними відходами з-під пестицидів є серйозною екологічною проблемою світового масштабу, яку потрібно вирішувати комплексно залучаючи державні ініціативи, приватні інвестиції та кампанії інформування населення [12, 13].

## **3 УТИЛІЗАЦІЯ ТА ВТОРИННЕ ВИКОРИСТАННЯ ПЕСТИЦИДНОЇ ТАРИ**

### **3.1 Методи утилізації пестицидної тари**

Пестициди надходять на сільгосп підприємства у тарі з полімерів, поліетиленів, поліпропіленів тощо. Бажано, щоб утилізація тари від агрохімікатів була виконана одразу після закінчення робіт (для уникнення негативних наслідків для екології). Полімерні ємності з-під гербіцидів містять у своєму складі токсини. Вони викликають тяжкі та хронічні патології у людей та тварин. Залишки хімікатів також негативно впливають на стан здоров'я, викликаючи отруєння. Серед ознак – нудота, блювання, запаморочення, лихоманка, шкірні висипання та свербіж, слабкість та біль у тілі. При тривалому контакті з речовинами та їх попаданні на слизові оболонки можливі опіки, що потребує термінової госпіталізації. Зберігання тари біля підприємства потребує дотримання спеціальних умов. Необхідно виділити приміщення з покриттям із твердих водонепроникних матеріалів. Воно має бути віддалено від інших побутових будівель. Приміщення необхідно оснастити обладнанням, яке дозволяє виключити забруднення навколишнього середовища. Заборонено зберігання тари у безпосередній близькості до харчових продуктів, кормів для тварин.

Управління та поводження з відходами з вмістом пестицидів – є важливим питанням, яке потребує уваги на міжнародному та національному рівнях. Незважаючи на те, що багато країн розробляють та впроваджують законодавчі акти, що регулюють виробництво, транспортування та утилізацію відходів вмістом пестицидів, дане питання залишається актуальним.

Одна з проблем управління відходами тари з-під пестицидів полягає у тому, що деякі компоненти можуть залишатися в середовищі дуже довго, що може здійснювати тривалий вплив на компоненти довкілля природи.

Іншою проблемою є те, що відходи тари з-під пестицидів можуть бути небезпечними для здоров'я людей та тварин при прямому чи опосередкованому контактів. Наприклад, у відходах можуть міститися різні хімічні речовини, які потенційно є токсичними для людини, якщо вони потрапляють в організм через шкіру або органи дихання.

Утилізація та переробка тари та упаковки з під пестицидів та небезпечних матеріалів є важливою складовою екологічного управління відходами, оскільки ці відходи можуть бути небезпечними. Розглянемо різні механізми утилізації тари та упаковки з-під пестицидів.

Ректифікація – полягає у випаровуванні та подальшій конденсації залишкового вмісту пестицидів у тарі, для отримання вторинної сировини. Ректифікація проходить з залученням вакуумної техніки, яка дозволяє знизити температуру відновлення та зменшити вплив на довкілля.

Хімічна переробка, яка включає різні процеси перетворення, такі як гідроліз, окислювання, редукція та газифікація. Ці процеси дозволяють розкладати хімічні з'єднання та отримувати вторинну сировину. Піроліз – це процес термічного розкладу матеріалів відходів за відсутності кисню. Під час піролізу відходи пестицидів і тари можуть перетворюватися на тверді, рідкі або газоподібні палива та хімічні речовини, які можуть бути використані у різноманітних галузях промисловості.

Термічна обробка – включає в себе процеси піролізу та газифікації. Під час піролізу відходи термічно розкладаються при високих температурах без доступу повітря, що дозволяє отримувати вторинну сировину та енергію. Газифікація полягає у термічному розкладі відходів при високій температурі та наявності

газу, що дозволяє використовувати отримані гази для виробництва електроенергії та тепла.

4. Інші методи утилізації та переробки тари з-під пестицидів та небезпечних матеріалів включають їх використання у вторинних матеріалах, які потім можуть бути використані для виробництва різноманітних продуктів. Наприклад, пластикову тару можна переробити на пластикові гранули, які можуть бути використані у виробництві нових пластикових виробів. Такий підхід допомагає зменшити кількість відходів, які надходять на звалища.

В залежності від хімічної структури матеріалу та фізичних властивостей відходів, можуть використовуватися різні комбінації методів. Основні напрямки утилізації та переробки тари з під пестицидів включають фізико-хімічні та біологічні методи

Фізико-хімічні методи включають фільтрування, окислення, флотацію, екстракцію та інші процеси, які дозволяють видалити пестициди з тари. Ці методи є ефективними, але часто вимагають високих технологій та спеціалізованого обладнання.

Фільтрування – є найпростішим і найбільш доступним методом утилізації тари з під пестицидів. Цей метод полягає в просоченні забрудненої тари водою або розчинником, щоб видалити забруднення за допомогою фільтрації. Цей метод досить ефективний для видалення водорозчинних забруднень, таких як залишки пестицидів, але не може видалити нерозчинні речовини.

Окислення – це процес, під час якого забруднення в тарі розкладається за допомогою речовин-окислювачів. Цей процес може бути використаний для видалення органічних забруднень, таких як залишки пестицидів, та деяких неорганічних забруднень. Флотація – це процес відокремлення забруднень від розчину шляхом використання поверхневого натягу рідини. Цей

метод може бути використаний для видалення пестицидів, нафти та інших легких органічних забруднень.

Екстракція – це процес вилучення однієї речовини з іншої за допомогою розчинника. У випадку з утилізацією тари з під пестицидів, може застосовуватися екстракція за допомогою розчинників, що можуть розчиняти пестициди та виводити їх з сміття., тим самим надаючи можливість вторинного використання контейнерів та пакування.

Один із методів екстракції, який може бути застосований для утилізації тари з під пестицидів – це використання рідкої карбонової кислоти (ЛКК) як розчинника. ЛКК може розчинити багато органічних речовин, включаючи пестициди, і вважається біорозкладною речовиною. Процес екстракції полягає у поміщенні тари з під пестицидів у контейнер з рідкою карбоновою кислотою на певний період часу, щоб пестициди розчинилися у розчиннику. Після цього отриманий розчин проходить через фільтр для вилучення залишків твердих частинок. Отриманий розчин можна піддати подальшій обробці, наприклад, видаленню пестицидів за допомогою електролітичного розкладання.

Одним з недоліків екстракції є використання розчинника, який може бути шкідливим для довкілля та здоров'я людини, якщо його неправильно зберігати або видалити [14].

Біологічні методи базуються на використанні мікроорганізмів, які можуть розкладати пестициди на безпечні речовини. Ці методи можуть бути досить ефективними, але часто потребують великих часових затрат та створення спеціальних умов для розвитку та розмноження мікроорганізмів.

Біологічні методи утилізації пакування пестицидів ґрунтуються на використанні живих мікроорганізмів, які здатні біодеградувати пестициди на прості та безпечніскладові. Ці методи є найбільш екологічно чистими та безпечними для довкілля, оскільки мікроорганізми природним шляхом

перетворюють шкідливі речовини на продукти власної життєдіяльності. Основними біологічними методами утилізації є фітодеградація, мікробна деградація та біологічне окислення.

Фітодеградація базується на використанні рослин, які можуть здійснювати фітотрансформацію пестицидів, розкладаючи та знешкоджуючи їх. Для цього використовують рослини, які мають високу активність ензимів, необхідних для біотрансформації пестицидів. Процес фітодеградації може займати від декількох тижнів до кількох місяців та може включати етапи фітотрансформації, фітогідролізу, фітоокислювання. Кінцевими продуктами процесу можуть бути менш токсичні або навіть нешкідливі речовини, які можуть бути поглинуті рослинами, без шкоди для їхнього розвитку та здоров'я. Ці продукти можуть підлягати додатковій обробці або розкладанню біологічними механізмами в ґрунті або природному середовищі.

Мікробна деградація включає в себе використання мікроорганізмів, таких як бактерії та гриби, які здатні розкладати пестициди. Для цього можна використовувати природних та штучно виведених мікроорганізмів. Процес мікробної деградації може займати від кількох тижнів до декількох місяців, залежно від складності структури пестициду та ефективності використання мікроорганізмів.

Окремо, як спосіб утилізації та переробки пестицидовмісного сміття можна виділити термічну обробку. Термічна обробка включає такі методи, як спалювання, піроліз та інші методи обробки за високих температур, які дозволяють видалити пестициди та інші забруднюючі речовини з тари. Ці методи доволі ефективні, але можуть викликати певні проблеми з утворенням побічних відходів та емісією високотоксичних газів.

Один основних методів термічної обробки виділяють – спалювання сміття. Під час цього процесу тара спалюється за високих температур, що дозволяє

розкласти залишкові засоби захисту рослин та інші забруднюючі речовини на золу, яка містить залишки та мінеральні домішки.

Інший метод термічної обробки – це піроліз. Він дозволяє видалити забруднюючі речовини з тари за допомогою високих температур, при відсутності кисню. Під час піролізу тара піддається високим температурам, що дозволяє їй розкладатися на молекули складових частин, які можуть бути подальше використані як вторинні сировинні матеріали.

Обидва методи мають свої переваги та недоліки, але загалом термічна обробка є ефективним та широко вживаним методом переробки та утилізації пакувальних матеріалів з-під пестицидів [15,16].

### 3.2 Технологія утилізації пестицидної тари

Зберігання тари біля підприємства потребує дотримання спеціальних умов. Необхідно виділити приміщення з покриттям із твердих водонепроникних матеріалів. Воно має бути віддалено від інших побутових будівель. Приміщення необхідно оснастити обладнанням, яке дозволяє виключити забруднення навколишнього середовища. Заборонено зберігання тари у безпосередній близькості до харчових продуктів, кормів для тварин.

Допускається знезараження тари розчином каустичної соди (5%). Для цього потрібно розвести 500 г речовини на 10 л води.

Зазначені заходи роблять зберігання тари клопітним і трудомістким, тому простіше та фінансово вигідніше здати її у спеціалізовану організацію на утилізацію. Знешкодження виконується відповідно до гігієнічних, екологічних та санітарних норм. Фахівець працює у хімзахисту. Тара грузиться на автомобіль і перевозиться на хімічний склад на піддонах під пологом. Для інших робіт це авто не використовується.

У загальному вигляді послідовність операцій з переробки відходів пластмас з метою їх повторного використання наведено на рисунку 3.1. Залежно від якості та чистоти відходів така схема може бути реалізована у повному або скороченому об'ємі.

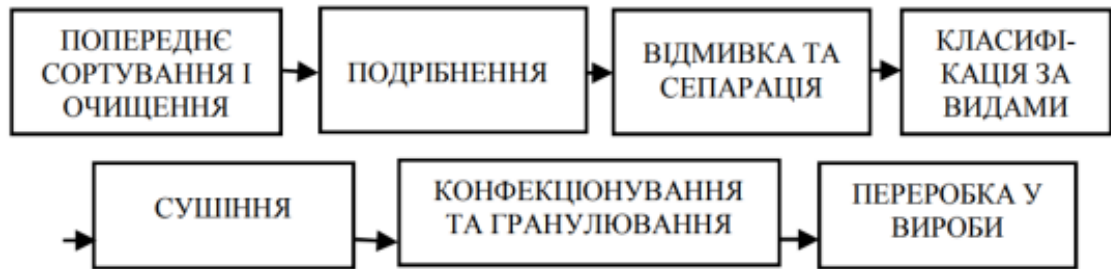


Рисунок 3.1 - Виробнича схема переробки пластикової тари

Схема включає наступні етапи [29]:

1. Попереднє сортування і очищення: Цей етап включає збір відходів пластмас та їх сортування з метою розділення за різними параметрами, такими як вид, марка, колір, форма, ступінь забрудненості та інші фізико-хімічні властивості. Можуть використовуватись різні методи сортування, включаючи грохочення, повітряну сепарацію та інші. Також важливим етапом переробки є ідентифікація пластмас, а саме визначення природи вихідного матеріалу.

До найбільш точного методу ідентифікації належить метод спалювання зразків пластику. Процес проходить наступним чином. Шматок або смужку пластику беруть пінцетом, кліщами або іншим аналогічним інструментом. Зразок повинен бути достатньо малим, щоб можна було легко підносити його до полум'я без небезпеки для безпеки. Якщо використовується порошкоподібний матеріал, його насипають на кінчик ножа або інший зручний інструмент та підносять до полум'я. Під час горіння зразка спостерігають за декількома характеристиками: легкість спалаху, характер плавлення, тривалість горіння, наявність кіптяви,

колір полум'я та запах. До більш точних методів ідентифікації пластмас належать хроматографія мас-спектрометрія (GC-MS) та інфрачервона спектроскопія (FTIR).

Таблиця 3.1 – Особливості горіння полімерів

| Полімер                                | Поведінка при горінні                                                      | Запах при горінні          |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Поліетилен, поліпропілен               | Горить блакитним полум'ям з жовтою верхівкою, мало диму, краплини розплаву | Парафіну, щогорить         |
| Полівінілацетат                        | Горить жовтим з іскрами полум'ям                                           | Оцту                       |
| Полістирол                             | Горить помаранчево-жовтим полум'ям, що світиться, сильно коптить           | Квітковий                  |
| Акрилонітрилбутадієновий пластик (АБС) | Горить помаранчево-жовтим полум'ям, сильно коптить                         | Квітковий, гумистка горить |
| Поліметилметакрилат                    | Горить з потріскуванням синім полум'ям, коптить                            | Квітково-плодовий          |
| Поліамід                               | Горить блакитним полум'ям з білою верхівкою                                | Паленої кістки             |
| Целюлоза                               | Горить жовтим полум'ям, слабо коптить                                      | Паленою паперу             |
| Поліетилентерефталат                   | Горить жовтим полум'                                                       | Солодкуватий               |

Подрібнення або гранулювання: Після сортування пластмасові відходи піддаються процесу подрібнення, де вони розмелюються на менші частинки або дрібний пластиковий пухир. Це може виконуватись за допомогою ріжучих грануляторів, дробарок або інших подрібнювальних установок.

Відмивка та сепарація: Після подрібнення пластмасові частинки піддаються процесу відмивки, де вони очищаються від забруднень, наприклад, пилу, ґрунту або інших домішок. Після відмивки відбувається сепарація, що полягає у відокремленні різних фракцій пластмасових частинок за розміром або щільністю. Це може здійснюватися за допомогою грохотів, сит або центрифуг.

При утилізації пестицидної тари важливо дотримуватися вимог безпеки та захисту навколишнього середовища. Одним із важливих кроків у процесі утилізації пестицидної тари є промивка, яка сприяє видаленню залишків пестицидів і забезпечує безпечну обробку.

Трьохразова промивка означає проведення трьох послідовних циклів промивки, застосовуючи відповідні речовини та процеси. Основні кроки трьохкратної промивки пестицидної тари можуть включати наступні етапи:

Класифікація за викидами: Після сепарації пластмасові частинки можуть бути класифіковані за характером викидів, такими як поліетилен, поліпропілен, полістирол та інші. Цей етап допомагає групувати пластмасові відходи з метою подальшої переробки.

Сушіння: Перед конфекціонуванням та гранулюванням пластмасові частинки піддаються процесу сушіння, де вони видаляють надлишкову вологу, що може впливати на якість кінцевого продукту. Сушіння може проводитись у спеціальних сушильних установках або сушильних барабанах.

Конфекціонування та гранулювання: Після сушіння пластмасові частинки піддаються процесу конфекціонування, де вони переробляються у зручну для подальшого використання форму, наприклад, пластикові гранули або пластикові

брикети. Це дозволяє зручно зберігати та транспортувати пластиковий матеріал. Гранулювання може здійснюватись за допомогою спеціальних грануляторів або екструдерів.

Переробка у виробі: Остаточним етапом є переробка пластикових гранул або брикетів у виробі. Це може включати різноманітні процеси, такі як лиття, пресування, виплавлення або ін'єкційне формування. В результаті отримуються кінцеві вироби з переробленої пластмаси.

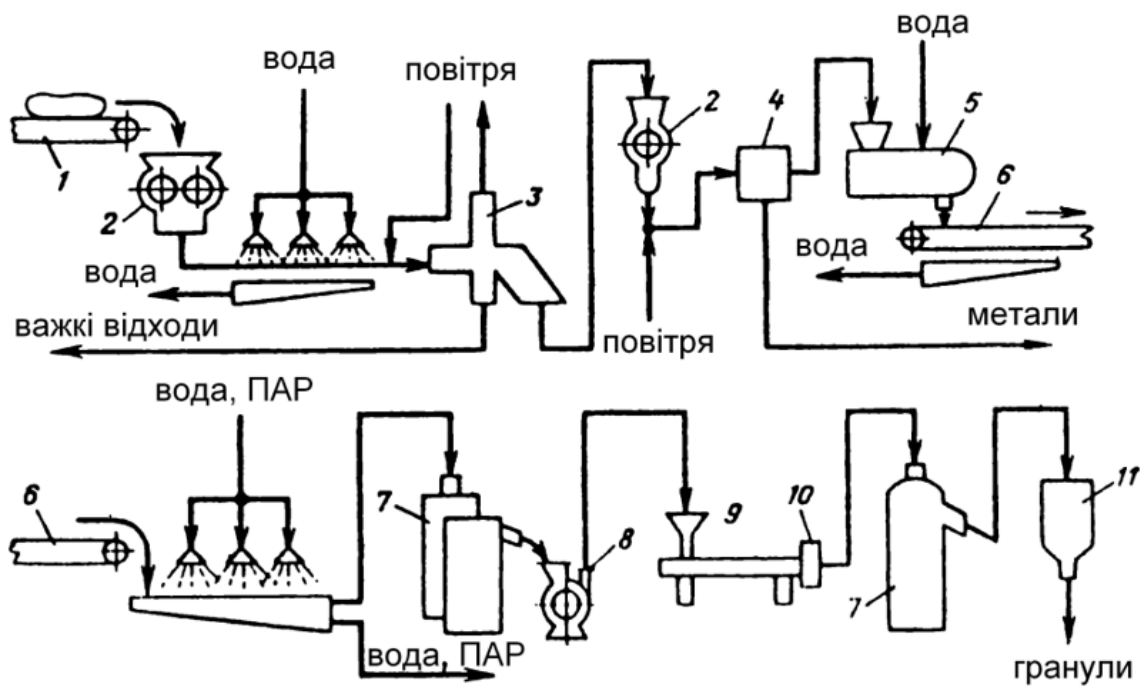


Рисунок 3.2 – Виробнича схема переробки відходів пластмас: 1 – конвеєр; 2 – дробарка; 3 – повітряний класифікатор; 4 – магнітний сепаратор; 5 – промивач; 6 – конвеєр; 7 – центр обіжні сушки; 8 – дробарка; 9 – бункер; 10 – екструдер; 11 – бункер для гранул

Важливо зазначити, що виробнича схема переробки відходів пластмас може різнитись залежно від конкретних технологій та обладнання, що

використовуються в процесі. Описана схема є загальною та може варіюватись в різних виробничих умовах.

### 3.3 Промислові апарати для утилізації пластикової тари

#### 1. Сортивальна лінія.

Дисковий сепаратор DS VERTEX (рис. 3.3) є одним з типів сепараторів, який використовується для фракціонування матеріалів за їх розмірами та властивостями. Цей тип сепаратора здатний ефективно розділяти суміші матеріалів на основі їх густини.

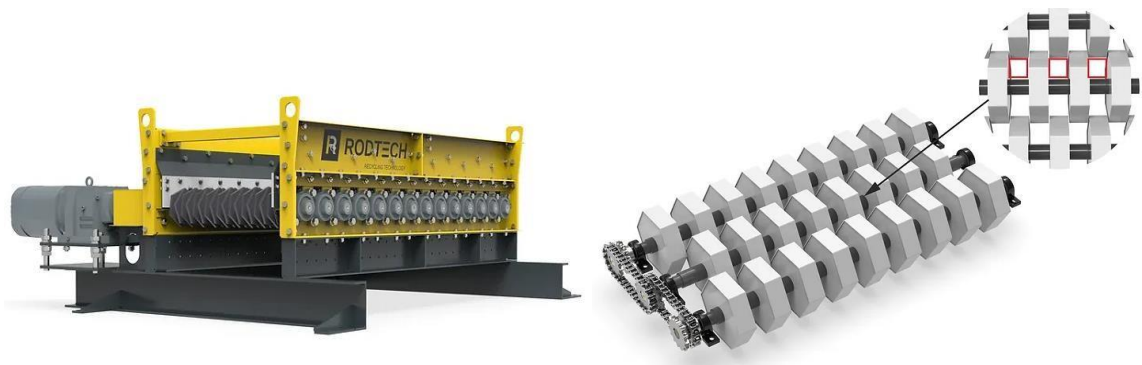


Рисунок 3.3 – Дискові сепаратори DS VERTEX

Основний принцип роботи дискового сепаратора полягає в створенні обертового руху рідини (наприклад, води або розчину), що протікає через систему дисків. У цьому процесі матеріали занурюються у рідину і піддаються дії центробежної сили, яка відштовхує їх від центру руху і розділяє на різні фракції.

DS VERTEX відрізняється своєю конструкцією, яка має спеціальну форму дисків та оптимізовану систему потоку рідини. Це дозволяє досягти високої ефективності розділення і забезпечити точність класифікації матеріалів за розмірами та густинами. Цей тип сепаратора часто використовується в різних

галузях, включаючи переробку вторинної сировини, сортування відходів, вугільну промисловість, рудники, а також виробництво будівельних матеріалів та харчової промисловості [38].

## 2. Дробарки.

Дробарка (рис. 3.4) є основним обладнанням в технологічному процесі переробки полімерів, призначеним для подрібнення полімерних відходів до потрібної фракції.

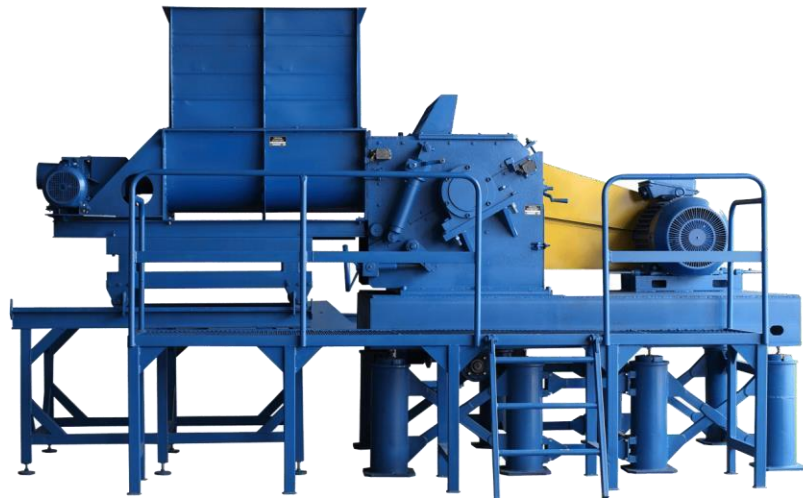


Рисунок 3.4 – Промислова дробарка

Основні характеристики дробарок:

- Дробарки обладнані вставними ситами, які легко замінюються. Це дозволяє швидко змінити розмір фракції, яку потрібно отримати.
- Дробарки мають роторні та статорні ножі, які виготовлені зі спеціально загартованої, високолегованої інструментальної сталі. Це забезпечує тривалу роботу на одному заточенні та високу ефективність подрібнення матеріалу.
- Заміна ножів на дробарці займає небагато часу, зазвичай не більше 2 годин. Це дозволяє швидко поновити продуктивність дробарки після зношення ножів.

- Залежно від поставленого завдання, ми пропонуємо кілька різних конструкцій дробарок. Це можуть бути дробарки з різною потужністю, розміром робочої камери та характеристиками подрібнювання для відповідності специфічним вимогам вашої переробки полімерів [38].

### 3. Мийки та центрифуги.

Промислові мийки (рис. 3.5) є важливою складовою процесу очищення та розділення у різних етапах переробки сировини. Вони використовуються для видалення забруднень, зайвих речовин, масел, жирів, бруду та інших домішок з поверхні оброблюваних матеріалів. Промислові мийки розробляються з урахуванням конкретних вимог технологічного процесу та властивостей різних матеріалів.



Рисунок 3.5 – Промислова мийка

Також важливим етапом є очистка відпрацьованих вод. Очистка води після промивки пестицидної тари має на меті видалення залишків пестицидів та забруднень, щоб забезпечити безпечне повернення води до навколишнього середовища або її використання в інших процесах. Для ефективної очистки води

після промивки пестицидної тари можуть бути використані наступні методи та процеси:

- Фізична очистка включає фільтрацію та седиментацію для видалення твердих часток та осаду з води. Механічні фільтри, такі як різні типи сит, сіток або фільтрувальні пристрої, можуть використовуватися для уловлювання твердих часток.

- Хімічна очистка: використовують різні хімічні реагенти для хімічного взаємодії з пестицидами та іншими забруднюючими речовинами у воді. Наприклад, окислювачі, активоване вугілля, коагулянти або флокулянти можуть бути використані для розщеплення та видалення пестицидів.

- Біологічна очистка: використовують живі організми, такі як бактерії або рослини, для знищення або метаболізму пестицидів у воді. Живі мікроорганізми можуть розкладати пестициди на менш шкідливі сполуки або абсорбувати їх у свої тканини.

Важливо враховувати, що очищена вода після промивки пестицидної тари повинна відповідати вимогам стандартів та нормативних вимог щодо якості води перед її поверненням до навколишнього середовища або використанням в інших процесах [38].

Центрифуги необхідні для відокремлення сировини від залишків води, миючих засобів і механічних частинок та для транспортування просушеної сировини до наступних виробничих станцій переробки. До прикладу статична центрифуга ЦС640.

Статична центрифуга ЦС640 (рис. 3.6) – це обладнання, яке використовує принцип центрифугування для сепарації рідини від твердих частинок або фракціонування суміші речовин за розміром частинок

Принцип роботи статичної центрифуги ЦС640 полягає в створенні великої сили тяжіння, яка відокремлює компоненти залежно від їхньої густини. Основні

елементи статичної центрифуги ЦС640 включають відсік з вхідними і вихідними отворами, внутрішні сепараційні корпуси та конструкцію розподілу рідини.



Рисунок 3.6 – Промислова центрифуга

#### 4. Сепаратори.

Механічний сепаратор (рис. 3.7), представлений у вигляді барабана, є пристроєм, який використовується для розділення матеріалів за їхніми фізичними властивостями, такими як розмір, щільність, форма частинок тощо. Цей тип сепаратора широко використовується у різних галузях, включаючи харчову промисловість, хімічну промисловість, фармацевтику, металургію та інші.

Основною складовою механічного сепаратора, що представляє собою барабан, є сам барабан, який може мати різні конструкції та параметри в залежності від конкретного застосування. Барабан зазвичай має циліндричну форму і обертається навколо своєї осі з допомогою приводу.



Рисунок 3.7 – Сепаратор

У процесі роботи сировина або матеріали подаються в барабан через спеціальний вхідний отвір. Під час обертання барабана, внутрішні сили, такі як центробежна сила та сили тертя, діють на матеріали, що призводить до їх розділення на різні фракції.

Внутрішня частина барабана має спеціально розташовані отвори або перегородки, які дозволяють проходити через себе різні розміри частинок. Під час обертання барабана, менші частинки просочуються через отвори або між перегородками, тоді як більші частинки залишаються всередині барабана і виходять через інший вихідний отвір.

Таким чином, механічний сепаратор на основі барабана дозволяє ефективно розділяти матеріали за їхніми розмірами та фізичними властивостями. Він може використовуватись для видалення домішок, сортування матеріалів за розмірами або розділення сумішей на окремі компоненти. Залежно від вимог процесу, барабани можуть мати різну конфігурацію, розміри отворів або перегородок для досягнення оптимального розділення матеріалів [16].

## 5. Сушарки.

Виробничі сушарки (рис. 3.8) призначені для виконання процесу часткового осушення водяної суміші, яка містить подрібнену сировину. Їх основне завдання полягає в видаленні зайвої вологи, а також водних розчинів, сторонніх механічних включень і деяких інших забруднень [38].



Рисунок 3.8 – Промислова сушарка

## 6. Розбивочні барабани.

Розбивочний барабан (рис. 3.9) є важливим пристроєм у фазі попередньої обробки при переробці полімерів. Цей барабан складається з циліндричної обертОВОЇ на шести роликах конструкції, яка обертається навколо горизонтальної осі. Поверхня барабана виконана у вигляді сітки з отворами діаметром приблизно 50 мм.

Процес роботи розбивочних промислових барабанів полягає у роздробленні спресованої сировини на більш дрібні фрагменти. Спресована сировина

подається на поверхню барабана, який завдяки обертанню починає розбивати її на менші частини. Це допомагає полегшити подальшу обробку сировини та підготувати її до наступних етапів переробки.



Рисунок 3.9 – Розбивочний барабан

Крім того, розбивочний барабан виконує функцію первинного відокремлення механічних включень, таких як корки, каміння, пластикові об'єкти тощо. Під час розбивання сировини ці включення випадають через отвори сітки барабана і збираються в спеціальному сміттєзбірнику або контейнері. Це сприяє подальшій очистці сировини від небажаних домішок та забезпечує якість кінцевого продукту [18].

#### 7. Аспіраційні апарати.

Аспіраційне розділення (рис. 3.10) полягає у розділенні сухої PET- сировини та різноманітних часток паперу, пилу та легких домішків. Виробничий процес розділення включає наступні кроки:

- забір утвореної сировини з попередніх вузлів, а також її транспортування пневмотранспортом до аспіраційної установки;
- повітряна класифікація матеріалів;
- відділення легких домішок у колоні повітряної класифікації та транспортування їх до збірника відходів [38].



Рисунок 3.10 – Аспіратор

#### 8. Установки для наповнення.

Установка для наповнення біг-бегів (рис. 3.11) є важливою частиною лінії переробки поліетилен-терефталату (PET). Вона розташовується в кінці цієї лінії і має на меті щільне наповнення біг-бегів з сировиною, яка була отримана після пройдених усіх етапів переробки.

Процес роботи установки для наповнення біг-бегів полягає у заповненні біг-бегів чистими, сухими поліетилен-терефталатними (PET) пластівцями. Ці пластівці, які є кінцевим продуктом після усіх етапів переробки, повністю готові для вторинного використання. Вони можуть бути використані для виготовлення нових полімерних виробів або інших продуктів.



Рисунок 3.11 – Установка для наповнення біг-бегів

Установка для наповнення біг-бегів має механізми, які дозволяють ефективно та швидко наповнювати біг-беги сировиною. Пластівці збираються в спеціальний контейнер або силос, звідки вони потрапляють до механізму для подачі в біг-беги. Сировина набирається відповідно до необхідного об'єму та ваги, які визначаються виробничими потребами.

Після наповнення біг-бегів, вони можуть бути запаяні або закриті для забезпечення герметичності та захисту сировини від зовнішнього середовища. Це забезпечує збереження якості сировини та забезпечує безпечний та зручний транспорт та зберігання [18].

### 9. Транспортні лінії (шнеки).

Шнеки (рис. 3.12) є механічними пристроями, які використовуються для переміщення та транспортування матеріалів, які мають в'язку або гранулярну консистенцію. Вони складаються з довгого циліндричного вала з нарізаними спіральними лопатями, які називаються шнековими лопатями.

Основним принципом роботи шнеків є обертання вала, що сприяє переміщенню матеріалу вздовж довжини шнека. Під час обертання, шнекові лопаті стискають матеріал і переносять його вздовж своєї осі або вісі шнека.

Шнеки можуть бути похилими або вертикальними залежно від потреб транспортування [38].

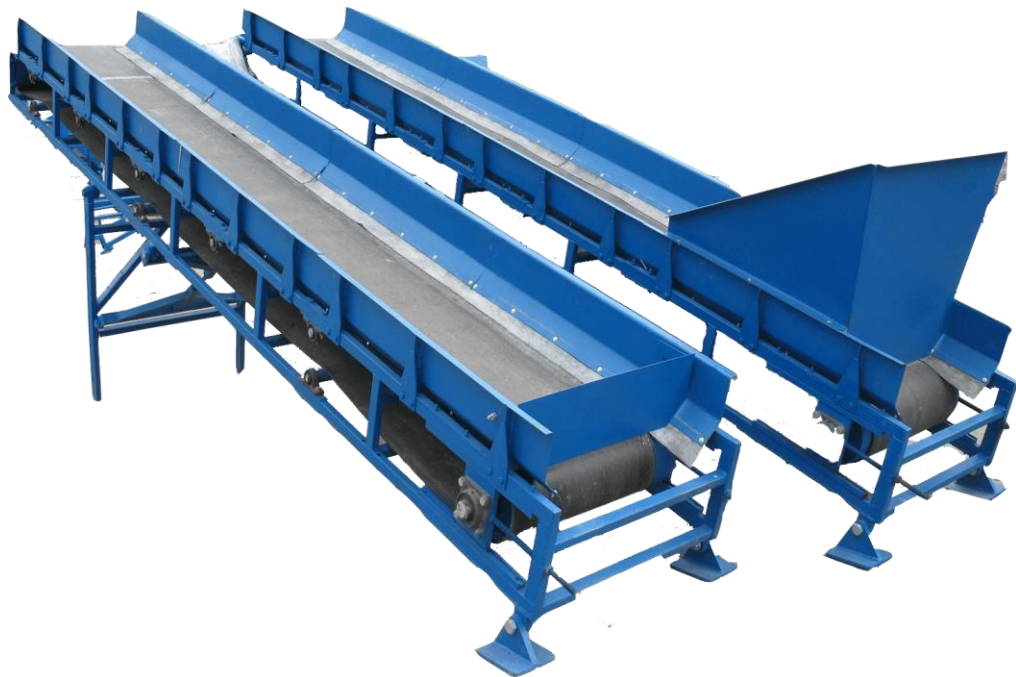


Рисунок 3.12 – Транспортні лінії

Отже, для створення виробничої лінії переробки та утилізації пакування слід враховувати вихідні матеріали, виробничі потужності та бажаний продукт. В залежності від схеми утилізації необхідно встановити різні апарати.

### 3.4 Стандарти та норми утилізації пестицидної тари

Утилізація повинна проводитися на високотехнологічному виробничому комплексі з обробки та знищення (утилізації) відходів 1-4 класу небезпеки, що дозволяє екологічно безпечно знищувати відходи, що не підлягають утилізації та захороненню на полігонах. Цей комплекс повинен відповідати всім екологічним і санітарним нормам України, а також вимогам Директиви Європейського Союзу ЄС 76/2000.

Для проведення утилізації тари від агрохімікатів підприємство повинно мати наступні ліцензії та атестати:

1. Ліцензія Міністерства екології та природних ресурсів України на поводження з небезпечними відходами.
2. Ліцензія Державної служби України з безпеки на транспорті (Укртрансбезпека) на транспортування небезпечних відходів.
3. Ліцензія на право провадження господарської діяльності щодо поводження з наркотичними засобами, психотропними речовинами та прекурсорами.
4. Атестат виробництва підприємства з утилізації та знищення виведеної з обігу неякісної небезпечної продукції.

За порушення правил зберігання та утилізації тари з-під будь-яких хімікатів передбачені штрафні санкції, особливо суворі, якщо такі дії спричинили шкоду здоров'ю людини. В таких випадках може бути накладено покарання, включаючи усунення відповідальних осіб з посад або зупинення діяльності для індивідуальних підприємців. У важких випадках можуть бути призначені виправні роботи та позбавлення волі.

Передача тари на утилізацію здійснюється за договором між відправником (замовником) та підприємством, що здійснює утилізацію.

Після проведення утилізації тари від агрохімікатів замовнику видаються наступні документи:

1. Акт приймання-передачі відходів з датою та кількістю тари від агрохімікатів, переданих на утилізацію.

2. Бухгалтерський акт виконаних робіт/наданих послуг з утилізації тари від агрохімікатів.

3. Додатково до бухгалтерського акту можуть додаватися відповідні документи компанії, такі як ліцензії, сертифікати, свідоцтва, а також податкова накладна, яка реєструється в електронному вигляді для підприємств платників ПДВ.

Невиконання правил зберігання та утилізації тари від хімічних речовин, а також забруднення ґрунту, атмосфери та водного середовища, тягне за собою впровадження штрафних санкцій. Особливо суворі покарання передбачаються у випадку, якщо ці дії спричинили шкоду здоров'ю людей. У таких випадках можливе відсторонення відповідальних осіб від посади, а для індивідуальних підприємців загрожує припинення діяльності. У надзвичайно тяжких ситуаціях можуть бути застосовані виправні роботи або навіть позбавлення волі.

Передача тари на утилізацію здійснюється шляхом укладання договору. Після надання послуг з утилізації тари від агрохімікатів замовнику видаються такі документи: акт приймання-передачі відходів, в якому вказується дата та кількість переданої тари від агрохімікатів для утилізації, а також бухгалтерський акт про виконані роботи або надані послуги з утилізації тари від агрохімікатів.

## **4 ОБГРУНТУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ЗАЛИШКІВ НЕПРИДАТНИХ ПЕСТИЦИДІВ ТА ПЕСТИЦИДНОЇ ТАРИ**

### **4.1 Методи відновлення забруднених пестицидами ґрунтів**

Одна з найсерйозніших екологічних проблем - це занедбані та частково зруйновані склади агрохімікатів, у яких зберігаються залишки непридатних пестицидів та інших небезпечних речовин. Під дією зовнішніх чинників ці сполуки перетворилися на невідомі токсичні суміші. Ґрунти навколо таких об'єктів сильно забруднені просоченими шкідливими речовинами. Найбільше забруднення фіксується в зоні до 500 метрів навколо складів, де тривалий час не проводилися жодні санітарні чи екологічні заходи. Площа таких територій, разом зі складськими приміщеннями, зазвичай становить від 0,5 до 8–10 гектарів. Враховуючи, що на території України існують тисячі подібних об'єктів, можна припустити, що загальна площа забруднених земель перевищує 10 000 гектарів, що становить приблизно 0,02 % від усієї території країни.

Наразі відомо багато інженерно-технологічних методів та шляхів відновлення ґрунтів від різноманітних забруднень. Проте технології очищення землі забрудненої пестицидами з багатократним перевищенням ГДК є недосконалими, вартісними та складними.

Організація робіт з відновлення або знесення конструкцій складів та обладнання. Для того, щоб здійснювати роботи з будівлями та обладнанням, потрібно провести підготовчий етап, під час якого оцінити масштаби та об'єм робіт, розрахувати еколого-економічну доцільність відновлення або знесення складу, передбачити під'їзні шляхи тощо. При цьому, якщо сховище (складські приміщення) відновлювати недоцільно, тоді його необхідно знести з обов'язковим очищенням конструктивних елементів будівлі та ґрунтів під ним

від залишків пестицидів. Очищення територій складів рекомендується провести у декілька етапів:

- демонтаж та вивезення будівельних залишків на подрібнювальні промислові площадки;
- якщо виявлено багатократне перевищення ГДК у ґрунті, то повністю знімається асфальт, бетон, плити, ґрунт;
- розрівнювання території;
- очищення ґрунтового покриву від залишків пестицидів одним із вище перерахованих методів.

Це здійснюється в спеціальних ємкостях заповнених миючими або детоксикуючими засобами, наприклад, вапняні розчини. При цьому для підвищення надійності ізоляції поверхонь і матеріалів забруднених пестицидами варто додатково обробляти, наприклад, сумішшю рідкого скла і гашеного вапна. Відпрацьовані розчини миючих засобів теж очищаються у спеціальному обладнанні, що дає можливість їх нейтралізувати.

Кардинальним способом очищення просяканих пестицидами подрібнених конструкцій можуть бути термічні. Крім того, на місце ґрунту, що вилучається з місця знесеного складу, завозиться гумусовий шар і розрівнюється. Після цього здійснюються роботи з рекультивації та меліорації території з відповідним відновленням природних земельних ресурсів, біогеоценозів, збереження ландшафтного та видового різноманіття і забезпеченням екологічної рівноваги в природі. Відтак, еколого-економічні та соціальні ефекти таких відновлювальних робіт можуть бути такі: відновлення природного середовища, оздоровлення довкілля, створення сприятливих умов проживання населення, зменшення ризиків захворювань та отруєнь, а також підвищення екологічної безпеки регіону (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 - Оцінювання екологічного ризику від забруднення ґрунтів та територій складів

У процесі очищення забруднених ґрунтів від залишків пестицидів застосовуються різні методи, кожен із яких має свої переваги та обмеження.

1. Розкопування з подальшою іммобілізацією або біоремедіацією є одним з найпростіших підходів до очищення. Однак, він є досить затратним і доцільний переважно для невеликих площ, таких як місця технічних аварій.

2. Наккачування води та обробка забруднених розчинів дозволяє швидко знижувати високі концентрації шкідливих речовин. Проте ефективність методу обмежується наявністю у ґрунтових розчинах неводної фази та невизначеністю геологічної структури підземного простору.

3. Ґрунтова парова екстракція має перевагу в мінімальному порушенні структури ґрунту. Процес займає відносно короткий час і не є затратним. Водночас, цей метод застосовується лише для ненасичених зон і неефективний

при забрудненні діоксинами та поліхлорбіфенілами. Крім того, існує ризик викиду токсичних речовин в атмосферу.

4. Інжекція (введення розпиленого повітря або кисню) використовується для прискорення біодеградації пестицидів. Цей метод вирізняється невисокою вартістю, не потребує складного обладнання, однак його ефективність залежить від структури ґрунтів. Повітря може не дифундувати вглиб через наявність численних каналів або твердих зон із низькою проникністю.

5. Нагрівання забрудненої ділянки електричним струмом або радіочастотним полем (теплові методи) може застосовуватись для ґрунтів будь-якого типу. Підвищена температура сприяє біоремедіації протягом тривалого часу. Проте ефективність методу обмежується розміром ділянки, а наявність нафто-продуктів і мастил ускладнює процес очищення.

6. Електрокінетичні методи (електроосмос, електрофорез, електроліз) вирізняються високою ефективністю, дозволяючи видаляти широкий спектр забруднювачів. Водночас їх використання ускладнюється через наявність металевих конструкцій у ґрунті, які можуть створювати ризики електробезпеки. Метод потребує застосування значних струмів, спеціальних мембран, великих інертних електродів, а також достатньо великих площ для ефективного впровадження.

7. Біоремедіація є дієвим способом очищення як ґрунтів, так і підземних вод. Для її реалізації необхідне використання спеціально підібраних мікроорганізмів, які здатні розкладати шкідливі речовини.

8. Заорювання - метод, що застосовується для мікробної деградації залишків нафтопродуктів, вуглеводнів та пестицидів. Його перевагами є простота та ефективність. Проте він вимагає значних площ, тривалого часу та неефективний для сполук, які не піддаються біологічному розкладанню, наприклад, деякі мінеральні добрива.

9. Компостування та біокупа є простими та економічними методами, які діють досить швидко й потребують менших площ порівняно із заорюванням. Їх недоліками є утворення неприємних запахів і зниження ефективності при високому вмісті важких металів, що пригнічують розвиток мікроорганізмів.

10. Фіторе mediaція базується на здатності рослин засвоювати або нейтралізовувати токсичні речовини. Метод зберігає ландшафт у незмінному вигляді, є привабливим з естетичної точки зору, але потребує подальшої утилізації забрудненої біомаси, що створює додаткові труднощі в поводженні з відходами.

#### 4.2 Екологічна небезпека непридатних складів та сховищ отрутохімікатів

Станом на 2010 рік в Україні нараховується більше п'яти тисяч складів пестицидних препаратів та мінеральних добрив, що були побудовані в 60–80-х роках минулого століття. Такі склади розміщені переважно у сільській місцевості. У минулому майже кожен колгосп мав свій власний склад. Хоча нині періодично здійснюється інвентаризація таких приміщень, через брак коштів, а в окремих випадках невизначеність із правом власника на такі приміщення, відновленням і ремонтами тривалий час ніхто не займався. Це призвело до того, що частина таких складів знаходиться у неналежному стані. Через тріщини і дірки в їх стінах до навколишнього середовища потрапляють отруйні речовини. Отже, склади стають джерелом забруднення прилеглих зон [8]. Більшість складів уже звільнена від застарілих, некондиційних і заборонених пестицидів і добрив. Пестициди перевезено на опорні склади. Зараз таких нараховується 119 по Україні, 12 з яких – у Вінницькій області. Але самі будівлі складів залишилися. Частина зруйнована, частина не має дахів і перекриття та потребує знесення. Як

правило, вони все ще мають під'їзні шляхи. Загалом під старі склади зайнято велику площу. Для прикладу, у Вінницькій області складів ПП у 2006 році було 706. Пізніше деяка кількість ПП була зведена на 12 опорних складів з охороною та передані від Мінприроди до Міністерства надзвичайних ситуацій. Решта, ще з середини 1990-х років, не доглядаються. Близько 60 % напівзруйновані, не мають даху та перекриття. Кожен із складів займає територію приблизно від 0,5 до 5 га. Якщо врахувати забруднені землі навколо них, то непридатними можуть бути до 10–12 га родючої землі поблизу кожного складу. Наразі, відомо багато шляхів відновлення землі від різноманітних забруднень: нафта, вугілля, відходи будівництва, ТПВ і т.д. Проте майже не існує методів і технологій очищення землі забрудненої пестицидами з багатократним перевищенням ГДК. Знання відновлення земель від забруднень інших галузей можна використати для проблеми земель забруднених пестицидами.

Очищення та санація земель, зайнятих складами пестицидних препаратів і мінеральних добрив. Розрізняють такі види відновлення земель: тимчасова і постійна рекультивація та рекультивація ландшафтів. Тимчасова передбачає відновлення ділянок, використання яких не заплановане. Як правило, вона обмежується озелененням. Постійна рекультивація передбачає повне відновлення локальних, незначних ділянок землі до попереднього стану. При цьому використовують комплекс заходів, спрямованих на збільшення вмісту гумусу, зменшення токсичних речовин, озеленення, покращення структури ґрунту. Рекультивація ландшафтів направлена на відновлення великих територій до попереднього стану. Відрізняється від постійної рекультивації своїми масштабами та обсягами.

Доцільність проведення різних видів робіт для конструкцій та обладнання також оцінюється на підготовчому етапі. У випадку часткової чи повної руйнації складу, під'їзних шляхів, комунікацій необхідно спершу оцінити еколого-

економічну доцільність відновлення складу. Якщо відновлювати склад недоцільно тоді його необхідно знести з обов'язковим очищенням конструкцій та ґрунтів від залишків пестицидів.

У випадку відновлення складу та його компонентів теж необхідно провести його очищення. Очищення територій складів необхідно проводити в декілька етапів.

1. Демонтаж та вивезення залишків від будівель.
2. Селективне зняття покриття (асфальт, бетон, плити) та ґрунту, у випадку багаторазового перевищення ГДК.
3. Розрівнювання території.
4. Очищення ґрунтового покриву від залишків пестицидів (біологічна рекультивація).

Кінцевою метою проведення очищення сховищ та земель навколо них від пестицидів, рекультивації та ремедіації є сталий розвиток держави. У процесі досягнення цієї мети будуть отримані також екологічні, економічні та соціальні ефекти. Екологічні ефекти: відновлення природних земельних ресурсів, відновлення біогеоценозів, відновлення та збереження ландшафтного та видового різноманіття, забезпечення екологічної рівноваги в природі.

#### 4.3 Розробка інтегрованих заходів зберігання та утилізації пестицидної тари

Порожня тара, у тому числі, з-під пестицидів та пестицидвмісних відходів, це є здебільшого відходи, які можуть бути сировиною для переробки, або джерелом енергії, а після спеціальної обробки (очищення) – і повторно використовуватись. При застосуванні очищення тари подвійним зі спеціальними ПАР або потрійним промиванням водою можна її використовувати заново, але

тільки не для побутових цілей. Однак тара, яка не повністю очистилась, утилізується методом спалювання (пластик, папір, мішковина тощо), а металеві контейнери та бочки можуть поступати на переплавку на відповідні металургійні підприємства. На жаль, у нашій країні майже відсутні пункти збору тари і упаковки з-під пестицидів.

Процедура потрійного промивання тарного пластику доводить, що вміст пестицидів у водно-емульсійних екстрактах після ополіскування бочок і контейнерів складають від 99 % до 100 %. Промивні води можуть бути використані в якості 197 робочого розчину пестициду або для приготування нових порцій концентрату для оброблення сільськогосподарських угідь. Відтак, тара стає безпечною і придатною для подальшої переробки чи використання, уникаючи її спалювання. Є декілька способів мінімізації утворення відходів пестицидів та їх тари:

- зменшити використання пестицидів, за рахунок їх заміни на більш ефективні аналоги та більш ефективного внесення;
- здійснювати трикратну промивку тари або використовувати обладнання для промивки під тиском;
- використовувати великі ємності для пестицидів замість малооб'ємних.

При цьому варто здійснювати більш ретельний контроль за використанням пестицидів та поводженням з тарою [37]. В ЄС користувачі пестицидів зобов'язані мати заключені договори з перевізником, що зареєстрований в Агентстві з навколишнього середовища та ліцензованим підрядником з вивезення відходів (тари). Документація про прийом і передачу пестицидів і відходів зберігається два роки. У відходи потрапляють розчини і матеріали, що використовуються при промиванні і очищенні розприскувачів та резервуарів після закінчення їх роботи. В Україні наразі такі матеріали і розчини не збираються, а тому попадають у довкілля [38, 39]. Європейським законодавством

дозволено невеликі залишкові об'єми неконцентрованих промивних розчинів скидати в ґрунт, але за певних умов:

- ґрунт має поглинати об'єм рідини, що підлягає утилізації, без стікання або залишення калюж;
- призводять до найменшого ризику для дикої природи та водотоків;
- захищені ґрунтові води (не дозволяючи пестициду потрапляти до водних об'єктів);
- представляти найменший ризик для септиків, польових стоків чи каналізаційних систем.

У плані управління поводження з пестицидною тарою варто розробити заходи жорсткого контролю за кількістю куплених і використаних пестицидів агропідприємствами та фірмами, що займаються їх продажом, а також здійснювати контроль у сфері поводження з тарою та упаковкою для небезпечних речовин. Наразі такий контроль майже не працює, оскільки значна частина продаваних пестицидів є контрабандними а тому необлікованими. Зазначена схема свідчить, що в Україні процес рециклінгу і переробки небезпечних речовин, у тому числі і тари та упаковки з-під них, тільки на початковому етапі. Тому для остаточного вирішення проблеми ефективного управління екологічною безпекою порожньої тари з-під пестицидів та інших небезпечних речовин необхідно вжити ряд організаційних та природоохоронних заходів, а також забезпечити їх державну підтримку. Рекомендується інтенсифікувати процес організації системи збору та сортування таких відходів, а також створення відповідних ліцензованих підприємств по переробці не тільки небезпечних відходів, але й тари з-під них. Крім того, необхідно всебічно розробляти власні та використовувати кращі світові технології з переробки та утилізації тари, а також досвід передових країн Європи і світу з ефективного вирішення цих проблем.

## 5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ПОВОДЖЕННЮ ПЕСТИЦИДНОЮ ТАРОЮ

Проблема екологічно безпечного поводження з відходами залишається одним із ключових викликів у сфері природокористування. Незважаючи на те, що в Україні на законодавчому рівні проголошено принцип пріоритетності охорони навколишнього середовища та здоров'я населення, зокрема й у сфері управління відходами, фактична ситуація свідчить про низьку ефективність реалізації цього принципу. Однією з основних причин є недостатньо дієва система екологічного управління, що базується переважно на структурному підході. За такого підходу інформація передається директивно та адресно на трьох рівнях - національному, регіональному та місцевому, - що характерно для адміністративно-командної моделі управління. Ця модель виявилася малоефективною, зокрема у сфері поводження з відходами, де переважає використання жорстких інструментів регулювання, таких як нормативно-граничні показники, стандарти, ліміти, дозволи, ліцензії, заборони, а також система штрафів.

Аналіз діючих інструментів регулювання (адміністративного тиску, управлінських заходів і рішень) свідчить, що більшість із них спрямовані на ліквідацію вже наявних наслідків негативного впливу на довкілля та здоров'я людини, замість запобігання виникненню таких ситуацій, зокрема — запобігання утворенню відходів або зменшенню їх токсичності. Серед основних недоліків адміністративно-командних підходів можна виділити надмірну бюрократизацію, відсутність гнучкості у прийнятті рішень, високі адміністративні витрати, неефективну реалізацію управлінських рішень, а також уповільнення впровадження інновацій.

Для підвищення ефективності системи управління у сфері поводження з відходами необхідно забезпечити збалансоване поєднання структурних та

безструктурних методів управління, орієнтуючись на сучасні екологічні концепції, зокрема концепцію «нульових відходів» (zero waste).

У зв'язку з цим актуальним є реформування системи управління відходами, яке має ґрунтуватися на таких ключових принципах (рис. 5.1):

1. Відповідність концепції сталого розвитку та принципам циркулярної економіки, що передбачають раціональне використання та відновлення ресурсів, мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище, а також прагнення до безвідходного виробництва.
2. Ієрархічний підхід до управління відходами, де першочергову увагу приділено запобіганню їх утворенню, повторному використанню та рециклінгу. Лише за неможливості реалізації цих етапів дозволяється видалення або захоронення відходів у спеціально облаштованих місцях, або їх екологічно безпечне знищення із застосуванням відповідних технологій.
3. Створення інтегрованої інформаційної системи управління, яка забезпечуватиме відкритий доступ до даних про ліцензії, дозволи, забруднювачів та інші важливі відомості, що стосуються сфери поводження з відходами.
4. Забезпечення системного та планомірного підходу, що включає узгодження національних і регіональних стратегій управління відходами на основі єдиної методологічної бази.
5. Впровадження розширеної відповідальності виробника, основною метою якої є максимізація переробки та повторного використання продукції з метою зниження негативного впливу відходів на довкілля. Такий підхід базується на принципі «забруднювач платить».

6. Інтеграція до ринку відходів Європейського Союзу та адаптація до європейської моделі управління відходами із врахуванням українських економічних умов, особливостей ринку та правових реалій.

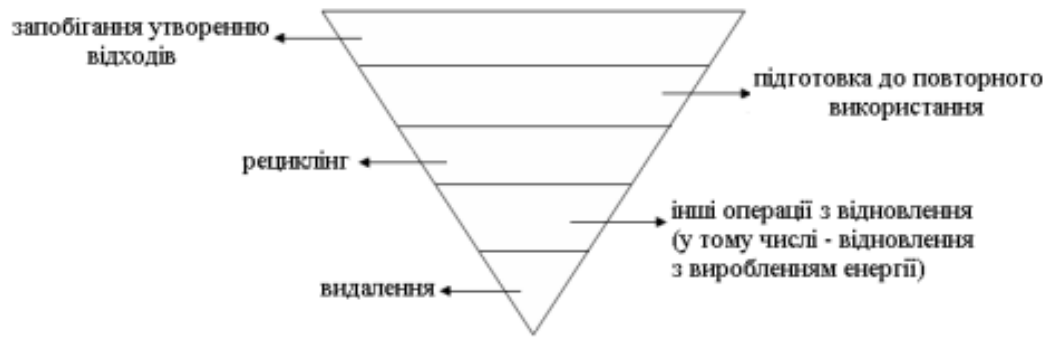


Рисунок 5.1 - Ієрархія управління відходами

Рекомендації щодо впровадження заходів по запобіганню утворення відходів:

Заходи з виробництва чистих відходів:

1. Вживання заходів планування або інших економічних інструментів, що сприяють ефективному використанню ресурсів.

2. Сприяння дослідженням та розвитку в галузі отримання чистіших продуктів та технологій із меншим кількістю відходів, поширення та використання результатів такого дослідження та розвитку.

3. Розробка ефективних та повнозначних показників тиску на довкілля, що асоціюється з виробленням відходів, які націлені на вклад у запобігання утворенню відходів на всіх рівнях, від порівняння продукції на рівні Співтовариства до дій місцевої влади та національних заходів.

Заходи з розробки, вироблення та поширення продуктів з відходів:

1. Поширення еко-дизайну (промислові сектори складають власні плани із запобігання утворенню відходів або цілі, або виправляти продукцію з

систематичною інтеграцією екологічних аспектів у дизайн продукції з метою покращення екологічних характеристик продукту протягом усього його життєвого циклу).

2. Постачання інформації про технології запобігання утворенню відходів з огляду на полегшення впровадження у промисловість найкращих з існуючих технологій.

3. Організація тренінгів компетентних органів стосовно включення вимог із запобігання утворенню відходів в дозволи за ідеєю Директиви та Директивою 96/61/ЄС.

4. Включення заходів із запобігання утворенню відходів в установках, що не підпадають під Директиву 96/61/ЄС де це доцільно.

5. Проведення інформаційних кампаній або фінансова підтримка, прийняття рішень або інша підтримка підприємству. Такі заходи особливо ефективні, коли вони націлені на аудиторію малих та середніх підприємств, а також працюють через бізнес-мережі.

6. Використання добровільних угод, списків споживачів/виробників або галузевих ресурсів для того, щоб відповідні сфери бізнесу.

Заходи по споживанню та використанню продукції з відходів:

1. Економічні інструменти, такі як стимулювання чистих покупок та встановлення обов'язкової оплати споживачами за певний предмет чи елемент пакування, який би в іншому випадку видавався безкоштовно.

2. Проведення інформаційних кампаній та надання інформації, спрямованої на широкий загал або певну групу споживачів.

3. Просування надійних екологічних марок.

4. Угоди з промисловістю, такі як використання групи товарів, такі як ті, що входять до системи Інтегрованих Товарних Політик, або з роздрібними

торговцями за наявності інформації із запобігання утворенню відходів та про можливість зменшити вплив на довкілля.

5. В контексті публічної чи корпоративної закупівлі, інтеграція екологічних критеріїв та критеріїв із запобігання утворенню відходів до вимог для тендерів та контрактів, наприклад з Посібником із екологічних державних закупівель.

6. Поширення повторного використання та відновлення певних викинутих продуктів або їхніх компонентів, особливо шляхом вжиття освітніх, економічних, логістичних чи інших заходів, таких як підтримка або створення адекватних інфраструктур відновлення та повторного використання мереж, особливо у густо населених областях.

Отже, наразі ключовими напрямками у сфері управління відходами в Україні мають стати: всебічне попередження їх утворення, переробка та повторне використання вже накопичених відходів, а також модернізація чинної системи управління і поводження з відходами - передусім небезпечними, отруйними й токсичними для людини та довкілля.

## ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі було досліджено екологічну безпеку поводження з пестицидною тарою.

У першому розділі проаналізовано основні загрози потрапляння пестицидів у довкілля. Розкрито масштаби накопичення пестицидів в Україні та Вінницькій області, охарактеризовано їх негативний вплив на навколишнє середовище. Розглянуто поточний стан поводження з пестицидною тарою як в Україні, так і за кордоном, наведено її класифікацію та основні матеріали виготовлення. Отримані дані дозволяють зробити висновок про значну екологічну небезпеку, яку становлять як самі пестициди, так і тара з-під них, а також про недостатній рівень державного контролю в цій сфері.

У другому розділі проведено аналіз проблем, пов'язаних із використанням сучасних пестицидних препаратів. Встановлено, що незважаючи на зростання ефективності препаратів нового покоління, існує чимало ризиків для навколишнього середовища, зокрема через неправильне поводження з відходами пестицидної тари. Зроблено акцент на необхідності вдосконалення системи збору, зберігання та переробки пестицидовмісних компонентів, що дозволить знизити рівень вторинного забруднення довкілля.

У третьому розділі детально досліджено методи утилізації пестицидної тари, описано технологічні рішення, що застосовуються у вітчизняній та зарубіжній практиці, розглянуто специфіку використання промислових апаратів для переробки пластикової тари. Проведено аналіз чинних стандартів та нормативних вимог. Встановлено, що впровадження сучасних технологій та суворе дотримання екологічних норм є ключовими умовами безпечної утилізації пестицидної тари.

У четвертому розділі обґрунтовано підходи до інтегрованого управління екологічною безпекою місць зберігання залишків непридатних пестицидів та тари. Наведено методи відновлення забруднених ґрунтів, охарактеризовано небезпеку старих складів отрутохімкатів. Розроблено комплекс інтегрованих заходів щодо покращення зберігання та подальшої утилізації пестицидної тари, що дає змогу системно вирішувати проблему на регіональному рівні.

У п'ятому розділі сформульовано практичні рекомендації щодо покращення поводження з пестицидною тарою. Запропоновано низку організаційних, технічних та інформаційних заходів, спрямованих на підвищення рівня екологічної безпеки при роботі з тарою з-під пестицидів. Рекомендації базуються на результатах попередніх досліджень та враховують міжнародний досвід, що дозволяє адаптувати їх для умов України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Petruk R.V., Petruk G.D., Bezvozyuk I.I., Kriklivii R.D.. Technological aspects of environmentally friendly processes of domestic phosphorites reduction Journal «Chemistry&Chemical Technology» Vol.10, No.1 2016. – P.55-62.  
<http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/33204/1/8-55-62.pdf>
2. Петрук Р.В., Петрук В.Г., Березюк А.П. Екологічна безпека складів і сховищ отрутохімікатів і відновлення земель навколо них /Р.В. Петрук, В.Г. Петрук, А.П. Березюк/ Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 3/2013 (80).– С.197 – 202.
3. Агроєкологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: монографія / [В. П. Патики, Н. А. Макаренко, Л. І. Моклячук та ін.]; за ред. В. П. Патики. – К.: Основа, 2005. – 300 с.
4. Кавецький В. М., Крук Л. С., Бублик Л. І. Екотоксична властивість пестицидів як функція фізико-хімічної будови їх молекул // Агроєкологія і біотехнологія. – К., 1998. – Вип. 2. – С. 85–91.
5. Павлюк С. Д. Оцінка екологічного ризику застосування пестицидів у плодових насадженнях // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. – 2014. – Вип. 195(1). – С. 164–168.
6. Гончарук В. В., Сыроешкин А. В., Коваленко В. Ф., Злацкий И. А. Формирование тест-системы и выбор тест-критериев при биотестировании природных вод // Химия и технология воды. – 2016. – Т. 38, № 6. – С. 628–636.
7. Гриценко А. В., Васенко О. Г., Верніченко Г. А. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – Х.: УкрНДІЕП, 2012. – 37 с.

8. Кучеренко Т. В., Головатюк Є. О. Використання біотесту *Allium* сера L. (цибуля звичайна) для оцінювання антропогенного забруднення навколишнього середовища // *Агроекологічний журнал*. – 2008. – № 4. – С. 79–83.

9. Соломенко Л. І. Метаболічний контроль рослинними організмами екологічно небезпечних концентрацій ксенобіотиків (на прикладі фосфорорганічних інсектицидів) // *Науковий вісник Національного аграрного університету*. – 2006. – Вип. 95. – С. 53–59.

10. Соломенко Л. І., Петрова Ю. О. Екологічна оцінка впливу токсичних речовин на агрофітоценози // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. – 2013. – Вип. 183(2). – С. 230–233.

11. Диха О.В., Білик А.П., Петрук Р.В. Випробування оптимального вмісту спеціальної присадки до індустріального мастила/ Диха О.В., Білик А.П., Петрук Р.В/ *Міжнародний науковий журнал «Проблеми трибології»*, № 2, 2013, С.55-58.

12. Безвозюк І. І., Петрук Р. В., Мельник Т. В Аналіз властивостей деяких стійких органічних забруднювачів / Безвозюк І. І., Петрук Р. В., Мельник Т. В / *Наукові праці ВНТУ*, 2014, №3, с 10.

13. Р. В. Петрук, Г. Д. Петрук, П.М. Турчик Дослідження кінетичних аспектів екологічно безпечних процесів відновлення вітчизняних фосфоритів/ Р. В. Петрук, Г. Д. Петрук, П.М. Турчик/ *Вісник ВП*, №3 - 2015. – С.28-34.

14. Курепін В. М. Агрохімічне обслуговування та його вплив на екологічний стан і охорону навколишнього середовища / В. М. Курепін, В. С. Іваненко // *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Миколаїв, 4-6 грудня 2019р.* – Миколаїв: МНАУ, 2019. – С. 92–94.

15. Іванків М. Я., Вовк С. О. Агротехнологічні заходи зниження рівня хлорорганічних пестицидів та їх похідних у ґрунтах // Науково-технічний бюлетень ДНДКІВПКД. – 2014. – Вип. 15, № 1. – С. 164–170.
16. Фурдичко О. І., Моклячук Л. І. Методичні рекомендації з агроекологічного моніторингу територій, забруднених стійкими органічними забруднювачами. – К.: Мінагрополітики, 2010. – 32 с.
17. Моклячук Л. І., Баранов Ю. С., Городинська І. М. та ін. Склади зберігання непридатних та заборонених до використання ХЗЗР – джерело небезпеки для навколишнього середовища // Збірник наукових праць ВНАУ. – Вінниця, 2012. – Вип. 1 (57). – С. 65–69.
18. Мудрий І. В., Лепьошкін І. В., Бобильова О. О. та ін. Екологіко-гігієнічне значення проведення санітарно-епідеміологічного обстеження об'єктів довкілля та виробничих приміщень колишніх складів пестицидів і мінеральних добрив // Довкілля та здоров'я. – 2007. – № 1. – С. 45–47.
19. Моклячук Т. О. Методи оцінки екологічного ризику від забруднення стійкими пестицидами // Збалансоване природокористування. – 2014. – № 2. – С. 135–142.
20. Моклячук Л. І., Городинська І. М., Монарх В. В. та ін. Оцінка екологічних ризиків в зонах впливу складів отрутохімікатів // Збалансоване природокористування. – 2017. – № 3. – С. 145–150.
21. Башкин В. Н. Управление экологическими рисками: монография. – М.: Научный мир, 2005. – 368 с.
22. Rani K., Dhanial G. Bioremediation and biodegradation of pesticide from contaminated soil and water – a novel approach // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2014. – Vol. 3, No. 10. – P. 23–33.
23. Kopetsky V., Phimister J. Ex situ treatment approach used for soil impacted with cyanides // Environmental Science & Engineering Magazine. [Електронний

песуьс]. – Режим доступу: <https://esemag.com/hazmat-remediation/ex-situ-treatment-soil-impacted-cyanides/>

24. Morillo E., Villaverde J. Advanced technologies for the remediation of pesticide-contaminated soils // *Science of the Total Environment*. – 2017. – Vol. 586. – P. 576–597.

25. Балюк С. А. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. / С.А. Балюк, В.В. Медведєв, Л.І. Воротинцева, В.В. Шимель// *Вісник аграрної науки*. серпень 2017. - С. 5.

26. Рациональное використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативно правові аспекти / [колективна монографія]; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера. – Х. 2015. – 432 с.

27. Life cycle assessment of pesticide containers in Brazil". M. V. R. de Oliveira, J. R. Simões-Moreira, L. F. C. de Oliveira. *Journal of Cleaner Production*, Volume 184, 20 March 2018, Pages 315-326. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.108>

28. "Sustainable approaches for management of pesticide containers: A review". Anurag Malik, K. K. Sharma. *Journal of Environmental Management*, Volume 223, 1 December 2018, Pages 218-231.

29. "Assessment of post-consumer pesticide container management in Canada". Rachel J. Emas, Sarah J. Roberts, Céline Ouellet-Plamondon, Richard C. Martin. *Waste Management*, Volume 86, 1 December 2018, Pages 115-126.

30. H. Boulanger, S. Chiron, L. Guichard, P. Levêque, and J. Nérat. Waste Management of Pesticide Containers in France. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, 25(36), 35894-35901.

31. G. González-Morales, J. M. González-Casares, and M. D. Rodríguez- Navas. Pesticide container management in Spain: Current status, public perception, and future needs. *Science of the Total Environment*, 2019. 650(Pt 2), 2283-2290.

32. Застосування рідкої карбонової кислоти як ефективного розчинника для екстракції пестицидів з пластикової тари:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852418304806>.
33. Shah, K., Niazi, N. K., & Khalid, S. Thermal treatment of pesticide-contaminated materials: A review. *Journal of environmental management*, 2019, 238, 95-108.
34. Ghosh, S., & Singh, S. The potential for bioremediation and phytoremediation of pesticide-contaminated soil and water: a review. *Journal of environmental management*, 2018. 217, 429-444.
35. Environmental Health and Engineering, Inc. "Methods of Pesticide Removal from Soil and Water." <https://www.eheinc.com/methods-of-pesticide-removal-from-soil-and-water>
36. Повякель Л.І., Смердова Л.М., Кривенчук В.Є., Писарєв Є.О. Екологіко-токсикологічні фактори при поводженні з відходами тари та упаковки. *Медична гігієна та екологія*, 2018. № 2, С. 17-22.
37. Іваненко В.В., Дорошко О.М., Єрмакова Т.А., та ін.. Оцінка екологіко-токсикологічних ризиків при утилізації відходів упаковки з пестицидами. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування*, 2019. № 2, с 32-38.
38. Швець В.М., Шкарлет С.В., Голубєва М.В., та ін.. Оцінка впливу поводження з тарою з пестицидами на якість ґрунту. *Екологічна генетика та біотехнологія*, 2019. № 2, с 29-36.
39. Бабіченко В.В., Єрмаков О.М., Громова Т.О., та ін.. Вплив різних методів переробки відходів тари на навколишнє середовище. *Екологічна хімія та технології*, 2021. № 1, с 57-64.
40. Shapir N., Mandelbaum T. Atrazine degradation in subsurface soil by indigenous and introduced microorganisms // *J. Agric. Food Chem.* – 1997. – Vol. 45, № 45. – P. 4481–4486.

41. Kulowski K., Zirbes E. L., Thede B. M., Rosazza J. N. Microbial transformations of prosulfuron // *J. Agric. Food Chem.* – 1997. – Vol. 45, № 4. – P. 1479–1485.
42. Mercadier C., Vega D., Bastide J. Iprodione degradation by isolated soil microorganisms // *FEMS Microbiol. Ecol.* – 1997. – Vol. 23, № 3. – P. 207–215.
43. Maloney S. E. Degradation of insecticides and herbicides by fungi // *J. Chem. Technol. Biotechnol.* – 1998. – Vol. 71, № 4. – P. 360–362.
44. Petruk R. V., Petruk G. D., Bezvozyuk I. I., Kriklivii R. D. Technological aspects of environmentally friendly processes of domestic phosphorites reduction // *Chemistry & Chemical Technology.* – 2016. – Vol. 10, No. 1. – P. 55–62. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/33204/1/8-55-62.pdf>.
45. Петрук Р. В., Петрук В. Г., Березюк А. П. Екологічна безпека складів і сховищ отрутохімікатів і відновлення земель навколо них // *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.* – 2013. – Вип. 3(80). – С. 197–202. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/1162>.
46. Диха О. В., Білик А. П., Петрук Р. В. Випробування оптимального вмісту спеціальної присадки до індустріального мастила // *Проблеми трибології.* – 2013. – № 2. – С. 55–58. – Режим доступу: <http://journals.khnu.km.ua/index.php/ProbTrib/article/view/138>.
47. Безвозюк І. І., Петрук Р. В., Мельник Т. В. Аналіз властивостей деяких стійких органічних забруднювачів // *Наукові праці ВНТУ.* – 2014. – № 3. – Режим доступу: <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3747>.
48. Петрук Р. В., Петрук Г. Д., Турчик П. М. Дослідження кінетичних аспектів екологічно безпечних процесів відновлення вітчизняних фосфоритів // *Вісник ВПІ.* – 2015. – № 3. – С. 28–34. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/11885?locale-attribute=uk>.

49. Рамос М. К., Петрук Р. В., Іщенко В. А., Петрук Г. Д. Джерела екологічної небезпеки у провінції Ель-Оро (Еквадор) // Наукові праці ВНТУ. – 2017. – № 1. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/23245>.

50. Petruk R. V., Petruk V. G., Ishchenko V. A., Kvaterniuk S. M. The concept of environmental safety of Vinnytsia region in the waste management sphere // Environmental Problems. – 2015. – № 1. – P. 39–44. – Режим доступу: <http://science.lpnu.ua/ep/all-volumes-and-issues/volume-1-number-1-2016/concept-environmental-safety-vinnytsia-region-waste>.

51. Ishchenko V., Petruk R., Kozak Y. Hazardous household waste management in Vinnytsia region // Environmental Problems. – 2016. – № 1. – P. 27. – Режим доступу: <http://science.lpnu.ua/ep/all-volumes-and-issues/volume-1-number-1-2016/hazardous-household-waste-management-vinnytsia>.

52. Petruk R., Kostyuk V. Ecological Safety of Pesticide Use in Ukraine // Environmental Problems. – 2017. – № 2. – P. 115–120. – Режим доступу: <http://science.lpnu.ua/ep/all-volumes-and-issues/volume-2-number-3-2017/ecological-safety-pesticide-use-ukraine>.

53. Сучасний стан політики поводження з електронними відходами в Україні та Європейському Союзі: кроки до зближення: посібник. – К.: Екологічна громадська організація "Мама-86", 2013. – 172 с.

54. Управління та поводження з відходами. Навчальний посібник. Ч. 1: Технології знезараження непридатних пестицидів / [Петрук В. Г., Ранський А. П., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Безвозюк І. І., Петрук Р. В.]. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 265 с.

55. Ostroumov S. A. Biological Effects of Surfactants. – Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis, 2006. – 279 p.

56. Стратегія поводження з відходами, що містять ртуть. – Програма розвитку ООН в Україні. Трансформація ринку в напрямку енергоефективного освітлення, 2014.

57. Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://data.europa.eu/eli/dir/2002/96/oj>

58. Council Directive 91/157/EEC of 18 March 1991 on batteries and accumulators containing certain dangerous substances [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://data.europa.eu/eli/dir/1991/157/oj>

59. 94/904/EC: Council Decision of 22 December 1994 establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://data.europa.eu/eli/dec/1994/904/oj>

60. Методичні рекомендації щодо безпечного поводження з компонентами (складовими) небезпечних відходів у складі побутових відходів. – Затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 423 від 30.08.2013 р.

61. Ранський А. П., Петрук Р. В. Повний лужний гідроліз некондиційного пестицидного препарату диметоат з отриманням екологічно безпечних продуктів // Вісник НАУ. – 2012. – № 1. – С. 258–265.

62. Екологічні аспекти термічного знешкодження непридатних отрутохімікатів: монографія / Петрук В. Г., Яворська О. Г., Васильківський І. В., Ранський А. П., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Петрук Г. Д., Тхор І. І., Кватернюк С. М.; за ред. д.т.н., проф. Петрука В. Г. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2006. – 254 с.

63. Sengupta R., Thorat K. G., Ravikanth M. Effects of core modification on electronic properties of para-benziporphyrins // *Inorganic Chemistry*. – 2019. – Vol. 58, No. 18. – P. 12069–12082. DOI: 10.1021/acs.inorgchem.9b01374.

64. Петрук Р. В. Комплексний метод переробки фосфорвмісних пестицидів до екологічно безпечних продуктів та рекультивації забруднених ґрунтів: автореф. дис. канд. техн. наук: 21.06.01 / Р. В. Петрук; Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр. – К., 2013. – 18 с.

65. Генік Я. В. Еколого-біологічні основи відновлення ландшафтів, порушених звалищами та полігонами твердих побутових відходів / Я. В. Генік // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2009. – Вип. 19.2. – С. 28–33.

66. Подольчак І. І., Погребенник В. Д. Класифікація упакувань – складова частина інтегрованої системи управління твердими побутовими відходами // *Збірник наук. пр. VI Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю*. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 74.

67. Михалків А. А. Нормативно-правове регулювання утилізації тари / А. А. Михалків // *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу*. – 2012. – № 2 (23). – С. 189–192.

68. Артюшенко А. Ю., Костенко О. П. Проблеми пакування товарів в Україні та шляхи вирішення проблем у цій сфері // *Вісник НТУ «ХП»*. – 2017. – С. 160–165.

69. Гуштан Т. А. Проблеми утилізації відходів пакування (світовий та вітчизняний досвід) / Т. А. Гуштан // *ЛОГОС*. – 2016. – С. 96–101.

70. Подольчак І. І., Погребенник В. Д. Використання світового досвіду утилізації упаковальних відходів в Україні // *Міжнар. наук. симпозіум «Сталий розвиток – стан та перспективи»*, Львів–Славське, 28 лютого – 3 березня 2018 р. – С. 134–137.

71. Директива № 94/62/ЄС Європейського Парламенту і Ради про упаковку і відходи від упаковки від 20 листопада 1994 р. // Офіційний журнал ЄС. – 1994. – № L 365. – С. 10–23.

72. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В. та ін. Технології захисту навколишнього середовища. Частина 3. Сталий менеджмент та ресурсна ефективність: підручник. – Херсон: Олді-плюс, 2019. – 230 с.

73. Петрук В. Г., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Кватернюк С. М. Оптимізація системи інтегрованого управління та поводження з твердими побутовими відходами у Вінницькій області // Екологічна безпека та відновлювані джерела енергії: зб. доп. Міжнар. наук.-техн. конф., 24–25 травня 2017 р. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 78–82.

74. Петрук Р. В., Костюк В. В. Розробка концепції екологічної безпеки у сфері управління та поводження з відходами Вінниччини // Шостий Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, м. Вінниця, 20–22 вересня 2017: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 73.

75. Петрук Р. В., Петрук Г. Д. Проблеми перезатарювання пестицидів // Актуальні питання підготовки майбутнього вчителя хімії: теорія і практика: зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. / за заг. ред. О. А. Блажка. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – С. 150.

## ДОДАТОК А

## ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Екологічна безпека поводження з пестицидною тарою

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота

Підрозділ кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля  
(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі  
системою StrikePlagiarism 10,81 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

✓ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту

У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.

У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

зав. каф. ЕХТЗД Іщенко В.А.

(прізвище, ініціали, посада)

доц. каф. ЕХТЗД Васильківський І.В.

(прізвище, ініціали, посада)

Особа, відповідальна за перевірку

(підпис)

Матусяк М.В.

(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник

Петрук Р.В.

Здобувач

Камешкерцева Т.О.

## ДОДАТОК Б

## ПОРІВНЯННЯ МАТЕРІАЛІВ ПЕСТИЦИДНОЇ ТАРИ

Таблиця Б.1 - Порівняння матеріалів пестицидної тари

| Матеріал                      | Переваги                                           | Недоліки                                | Тип тари                       | Об'єм (л) |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------|
| Пластик<br>(HDPE, PP,<br>PET) | Легкість, низька<br>ціна, хімічна<br>стійкість     | Складність<br>утилізації,<br>деградація | Каністри,<br>бутлі,<br>флакони | 0,5-200   |
| Скло                          | Хімічна<br>інертність,<br>повторне<br>використання | Крихкість,<br>велика вага               | Бутлі,<br>флакони              | 0,1-5     |
| Метал (сталь,<br>алюміній)    | Міцність,<br>довговічність                         | Корозія,<br>висока ціна                 | Бочки,<br>контейнери           | 50-200    |
| Комбіновані                   | Захист від УФ,<br>міцність                         | Висока ціна,<br>складність<br>переробки | Спеціалізовані<br>контейнери   | 1-50      |

## ДОДАТОК В

### АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ТА НАКОПИЧЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ

Таблиця В.1 - Аналіз застосування пестицидів за видами активної речовини під урожай сільськогосподарських культур 2020 року на підприємствах України

| Активна речовина                                                                             | Код активної речовини | Обсяг заст. активн. речовин, кг | Частка у % до усвого обсягу |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Гліфосат                                                                                     | H03 99 99             | 4 326 173,15                    | 17,6                        |
| Гліфосату ізопропіламінова сіль                                                              | H99 14 02             | 1 558 408,50                    | 6,3                         |
| Глопіраоксид                                                                                 | H03 99 99             | 1 456 884,37                    | 5,9                         |
| S-метолахлор                                                                                 | H03 03 04             | 1 347 857,72                    | 5,5                         |
| Гліфосату калійна сіль                                                                       | H99 14 02             | 1 297 131,51                    | 5,3                         |
| Тербутілазин                                                                                 | H02 99 99             | 1 198 983,71                    | 4,9                         |
| Карфендазим                                                                                  | H02 02 01             | 772 000,05                      | 3,1                         |
| Тебуканазол                                                                                  | Φ03 01 01             | 764 635,91                      | 3,1                         |
| Метолахлор                                                                                   | Φ04 01 18             | 644 632,41                      | 2,6                         |
| I-дихлофенокси-оцтовий кислоти 2-етил-гексиловий ефір                                        | H01 01 01             | 554 818,23                      | 2,3                         |
| Хлортолурон                                                                                  | H99 21 01             | 545 060,29                      | 2,2                         |
| Метамітрон                                                                                   | H04 01 01             | 542 974,88                      | 2,2                         |
| Пірафен-метил                                                                                | H02 03 01             | 397 199,74                      | 1,6                         |
| Імадаклоприд                                                                                 | Φ03 01 04             | 367 414,16                      | 1,5                         |
| Хлормеват хлорид                                                                             | ПGR01 01 02           | 341 888,81                      | 1,4                         |
| Акілонфен                                                                                    | H99 08 01             | 303 765,04                      | 1,2                         |
| Азоксистробін                                                                                | Φ96 16 01             | 290 030,75                      | 1,2                         |
| Флупирафол                                                                                   | Φ04 01 10             | 274 570,31                      | 1,1                         |
| Атразин                                                                                      | H02 99 99             | 257 080,27                      | 1,0                         |
| 2-метил-4-хлорфеноксиоцтова кислота                                                          | H01 01 04             | 254 674,28                      | 1,0                         |
| Інші речовини (частка яких становить менше ніж 1% у загальному обсязі заст. активн. речовин) | Φ04 01 16             | 5 904 549,45                    | 24,0                        |
| Всього                                                                                       |                       | 24 621 735,1                    | 100,0                       |

Таблиця В.2 - Дані інвентаризації ХЗР у Вінницькій обл. станом на 01.06.2016 року

| №      | Район               | Загальна кількість, т |
|--------|---------------------|-----------------------|
| 1      | Барський            | 8,900                 |
| 2      | Бершадський         | 4,020                 |
| 3      | Вінницький          | 0,000                 |
| 4      | Гайсинський         | 13,000                |
| 5      | Жмеринський         | 71,170                |
| 6      | Іллінецький         | 27,800                |
| 7      | Калинівський        | 3,084                 |
| 8      | Козятинський        | 87,000                |
| 9      | Крижопільський      | 41,250                |
| 10     | Липовецький         | 0,000                 |
| 11     | Литинський          | 4,045                 |
| 12     | Могилів-Подільський | 44,000                |
| 13     | Мурфапакурівський   | 46,150                |
| 14     | Немирівський        | 0,000                 |
| 15     | Оратівський         | 32,050                |
| 16     | Піщанський          | 3,500                 |
| 17     | Погребищенський     | 17,000                |
| 18     | Тельманівський      | 220,420               |
| 19     | Томашпільський      | 4,200                 |
| 20     | Тростянецький       | 40,000                |
| 21     | Тульчинський        | 2,650                 |
| 22     | Тиврівський         | 183,400               |
| 23     | Хмільницький        | 0,000                 |
| 24     | Чечельницький       | 7,400                 |
| 25     | Шаргородський       | 20,000                |
| 26     | Шаргородський*      | 15,000                |
| 27     | Ямпільський         | 3,800                 |
| Всього |                     | 899,539               |

## ДОДАТОК Г

## КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕСТИЦИДІВ ТА ЇХ ОПИС

Таблиця Г.1 – Класифікація пестицидів відповідно до головної речовини

| Назва                     | Препарати                                                                        | Опис                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Хлорорганічні пестициди   | Гексахлор, гексахлорбензол, поліхлорінен, альдрин, хлордан, діхлоран, діхлоратен | Хлорорганічні пестициди можуть накопичуватися в організмі та мати токсичний вплив на нервову систему, ендокринну систему та імунну систему. Деякі з них також можуть бути канцерогенними.                                              |
| Фосфорорганічні пестициди | Карбофос, метафос, бутіфос, авенін, тіофос, фосфамід, хлорофос                   | Вони використовуються в сільському господарстві, городництві та інших галузях. Фосфорорганічні пестициди можуть мати негативний вплив на нервову систему, дихальні шляхи, шкіру та очі. Можуть бути нейротоксичними та канцерогенними. |
| Ртутьорганічні сполуки    | Гранозан, меркуран, етилмеркурхлорид, етилмеркурфосфат                           | Ртутьорганічні пестициди, такі як фенілмеркурій, можуть мати негативний вплив на нервову систему, нирки та інші органи. Вони можуть накопичуватися в організмах живих організмів та викликати серйозні отруєння.                       |
| Сполуки миш'яку           | Миш'яковий ангідрид, парижська зелень, арсенат натрію та кальцію                 | Миш'якові сполуки, такі як арсенічні пестициди, можуть бути отруйними для людини. Вони можуть мати негативний вплив на нервову систему, шкіру, шлунок та інші органи.                                                                  |
| Ціаніди                   | Ціаниста кислота, ціанід кальцію, ціанплав                                       | Ціаніди є дуже отруйними речовинами і можуть призвести до серйозної загрози для здоров'я людини. Вони використовуються для боротьби з шкідниками, але великі дози ціанідів можуть бути смертельними.                                   |
| Сірка та її сполуки       | Мелена сірка, колоїдна сірка, сірчаний ангідрид                                  | Використовуються як фунгіциди для боротьби з грибковими захворюваннями рослин. Сполуки сірки можуть мати здатність знищувати патогени та захищати рослини.                                                                             |
| Органічні пестициди       | Нікотин, піретрум, анабазин                                                      | Органічні пестициди на піретроїдній основі широко використовуються в сільському господарстві. Вони можуть мати токсичний вплив на нервову систему та викликати алергічні реакції.                                                      |

Таблиця Г.2 – Класифікація пестицидів згідно з головною речовиною  
включає такі групи пестицидів

| Назва                        | Препарати                                       | Опис                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Похідні нітрофенолів         | Дінітрофенол, дінітрофтолуол, нітрофен          | Деякі сполуки нітрофенолів, такі як пентахлорфенол, можуть бути токсичними для нервової системи, нирок та інших органів.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Похідні карбамінової кислоти | Авидекс, аліур, карбіон, карбін                 | Ці сполуки, такі як карбарил або карбендазим, відомі своїми інсектицидними та фунгіцидними властивостями. Вони використовуються для боротьби з шкідниками та захисту рослин в сільському господарстві та садівництві. Похідні карбамінової кислоти можуть впливати на нервову систему шкідників, перешкоджати нормальній функції та процесу розвитку. Це може призводити до паралічу та смерті шкідників. Вони також можуть мати фунгіцидну активність, забезпечуючи рослинам захист від грибкових захворювань. |
| Препарати міді               | Бордоська рідина, бург                          | Сполуки міді, такі як мідний сульфат або мідний оксихлорид, застосовуються для боротьби з хворобами рослин та шкідниками. Вони можуть мати антигрибкову та фунгіцидну активність, допомагаючи у забезпеченні профілактики хвороб. Висока концентрація міді або неправильне використання можуть спричинити фітотоксичність.                                                                                                                                                                                      |
| Сірка та її сполуки          | Мелена сірка, колоїдна сірка, сірчаний ангідрид | Широко використовуються як фунгіциди для боротьби з грибковими захворюваннями рослин. Сполуки сірки можуть мати здатність знищувати патогени та захищати рослини, але великі дози сірки можуть викликати фітотоксичність. Вони мають вплив на нервову систему та організми різноманітні. Однак, правильне використання сполук сірки може бути безпечним та ефективним для захисту рослин.                                                                                                                       |

Таблиця Г.3 – Найбільш небезпечні пестициди

| № | Назва                             | Опис                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Діхлородифенілтри-хлорметан (DDT) | Цей органічний хімічний сполук використовувався як інсектицид та репелент комах у 1940-1960-х роках. Він має довгий період напіврозпаду та може накопичуватися у жирних тканинах тварин і людей, що може призвести до погіршення здоров'я. Крім того, DDT вважається ендокринним дисруптором. |
| 2 | Гексахлороциклогексан (HCH)       | Цей пестицид також використовувався як інсектицид, а також як фунгіцид. Він може впливати на нервову систему тварин та людей, і вважається потенційним канцерогеном та ендокринним дисруптором.                                                                                               |
| 3 | Метилпараоксіфеніл (МРР)          | Цей пестицид використовується для захисту рослин від комах та грибків. Він може впливати на репродуктивну систему та нервову систему людини та тварин, а також вважається потенційним канцерогеном.                                                                                           |
| 4 | Паракват                          | Цей гербіцид вважається небезпечним для людей та тварин через свою токсичність. Він може призвести до серйозних проблем зі здоров'ям, таких як пошкодження нирок та легень.                                                                                                                   |

## **ДОДАТОК Д**

### **ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**

**ПРОМИСЛОВІ АПАРАТИ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ПЛАСТИКОВОЇ ТАРИ**

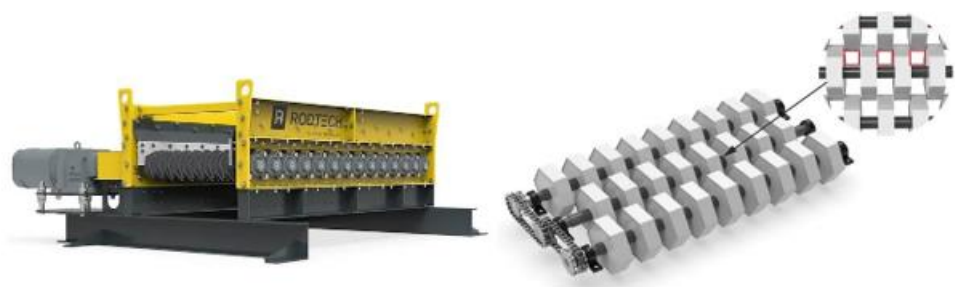


Рисунок Д.1 – Дискові сепаратори DS VERTE

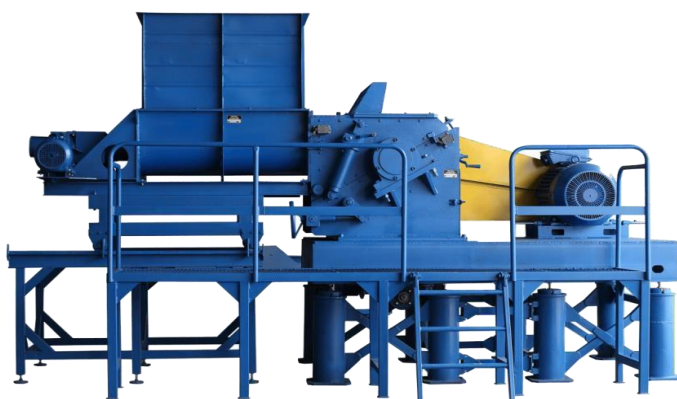


Рисунок Д.2 – Промислова дробарка



Рисунок Д.3 – Промислова мийка



Рисунок Д.4 – Промислова центрифуга



Рисунок Д.5 – Сепаратор



Рисунок Д.6 – Промислова сушарка



Рисунок Д.7 – Розбивочний барабан



Рисунок Д.8 – Аспіратор



Рисунок Д.9 – Установка для наповнення біг-бегів