

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о.зав. кафедри екології, доц.
_____ Вікторія КАЦЕВИЧ
« ____ » _____ 20__ р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»

на тему: «Екологічні проблеми утилізації твердих побутових відходів у
комунальному підприємстві «Чисте місто» м. Жовті Води»

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МГЕ-1-22 спеціальності 101 Екологія
_____ Анастасія СЕМИЛІТ

Керівник: к.б.н., доц. Таміла АНАНЬЄВА

Рецензент: к.б.н., доц. Олег МАРЕНКОВ

Дніпро-2023

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о.зав. кафедри екології, доц.

_____ Вікторія КАЦЕВИЧ

«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу для здобуття освітнього ступеня «Магістр»

здобувачці вищої освіти

Семиліт Анастасії Олександрівні

1. Тема проекту (роботи) «Екологічні проблеми утилізації твердих побутових відходів у комунальному підприємстві «Чисте місто» м. Жовті Води»
керівник роботи: Ананьєва Т. В., к.б.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджена наказом по ДДАЕУ від «10» жовтня 2023 р. № 3057.
2. Термін здачі здобувачем вищої освіти закінченого проекту (роботи): «18» грудня 2023 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) технологічні показники та оцінка впливу на довкілля утилізації твердих побутових відходів на полігоні КП «Чисте місто» м. Жовті Води
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):
Вступ. 1 Огляд літератури; 2 Характеристика природних умов району дослідження; 3 Методи дослідження; 4 Результати власних досліджень; 5 Економічна частина; 6 Охорона праці в галузі; Пропозиції щодо поліпшення діяльності з утилізації ТПВ; Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Рисунків – 8
Таблиць – 12
Використаної літератури – 31
Розділів – 6
Сторінок – 68

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН РОБОТИ

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	11.09.23– 13.09.23	виконано
2.	Огляд літератури за темою дослідження	15.09 – 30.09.2023	виконано
3.	Характеристика природних умов району дослідження	03.10 -12.10.2023	виконано
4.	Методи дослідження	20.10 – 15.11.2023	виконано
5.	Результати власних досліджень	16.11 – 21.11.2023	виконано
6.	Економічна частина	22.11 – 25.11.2023	виконано
7.	Охорона праці	25.11 – 01.12.2023	виконано
8.	Висновки, пропозиції	02.12 – 06.12.2023	виконано
9.	Оформлення роботи	13.12.23– 15.12.23	виконано

Здобувачка вищої освіти

(підпис)

/Семиліт А.О./

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

/Ананьєва Т.В./

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із вступу, 6 розділів, практичних рекомендацій, висновків, та переліку посилань. Повний обсяг роботи – 68 сторінок друкованого тексту, включаючи 8 рисунків та 12 таблиць. Перелік посилань містить 31 найменування.

Мета кваліфікаційної роботи магістра – визначення екологічних проблем, що виникають при утилізації твердих побутових відходів у ході діяльності комунального підприємства «Чисте місто» м. Жовті Води, та надання пропозицій щодо їх вирішення.

Об'єкт дослідження – технологічні процеси утилізації твердих побутових відходів під час експлуатації полігону ТПВ у м. Жовті Води.

Предмет дослідження – кількісні і якісні показники утворення, морфологічного складу ТПВ та впливу на довкілля за тимчасового зберігання відходів на полігоні.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз діяльності комунального підприємства «Чисте місто» з утилізації твердих побутових відходів у м. Жовті Води.
2. Визначити інвентаризаційні показники утворення, кількісного і якісного складу, об'єму відходів за класами небезпеки.
3. Проаналізувати технологічну схему розміщення та захоронення твердих побутових відходів на полігоні ТПВ.
4. Дослідити основні чинники шкідливого впливу на довкілля при експлуатації полігону ТПВ.
5. Визначити технологічні заходи по охороні навколишнього природного середовища в зоні впливу полігону.
6. Надати пропозиції щодо поліпшення діяльності комунального

підприємства «Чисте місто» з утилізації твердих побутових відходів.

Методи дослідження: лабораторні методи, хімічний аналіз, визначення фізичних параметрів відходів, натурні спостереження, метеорологічні вимірювання, моніторингові спостереження, порівняння з нормативами, визначення впливу на навколишнє середовище, статистичний аналіз.

Комунальне підприємство (КП) «Чисте місто» забезпечує вивіз твердих побутових відходів від житлових будинків, організацій і підприємств, їх розміщення та захоронення на полігоні ТПВ. На полігоні застовується технологія складування побутових відходів на картах, розрівнювання і ущільнення від низу до верху методом «насування», що дозволяє зменшити обсяг відходів в 4 рази; ізолювання ущільнених ТПВ відбувається мінеральним ґрунтом або інертними будівельними відходами. Забруднення атмосферного повітря при експлуатації полігону ТПВ обумовлено пилогазоповітряними викидами: інтенсивність пиловиділення при всіх видах проведених робіт складає 8,52 т/рік, викид шкідливих речовин з вихлопними газами – 9,67 т/рік. Для удосконалення діяльності КП «Чисте місто» доцільно забезпечити повний облік сировини і матеріалів, що надходять на підприємство і в результаті використання яких утворюються відходи, постійний контроль стану місць тимчасового зберігання відходів, сортування відходів різного класу небезпеки

Ключові слова: ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ, ПОЛІГОН ЗАХОРОНЕННЯ ТПВ, ПОКАЗНИК ЗАГАЛЬНОГО УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ, ІНТЕНСИВНІСТЬ ПИЛОГАЗОПОВІТРЯНИХ ВИКИДІВ, ПРИРОДООХОРОНІ ЗАХОДИ.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПРОБЛЕМ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ.....	12
1.1 Поняття твердих побутових відходів.....	12
1.2 Класифікація, склад та властивості твердих побутових відходів.....	13
1.3 Переробка твердих побутових відходів.....	16
1.3.1 Компостування.....	17
1.3.2 Спалювання.....	19
1.3.3 Захоронення на полігонах.....	20
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	22
2.1 Фізико-географічне розташування.....	22
2.2 Геологічні умови.....	23
2.3 Гідрогеологічні умови.....	24
2.4 Кліматична характеристика району дослідження.....	25
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	36
4.1 Загальні положення та види робіт, якими займається комунальне підприємство «Чисте місто».....	36
4.1.1 Кількісні показники роботи підприємства.....	39
4.2 Технологія експлуатації полігону твердих побутових відходів у м. Жовті Води.....	42
4.3 Оцінка впливу роботи полігона на довкілля.....	44
4.3.1 Геологічне середовище.....	45
4.3.2 Повітряне середовище.....	45
4.3.3 Водне середовище.....	50
4.4 Заходи по регулюванню викидів при несприятливих метеорологічних умовах.....	52

4.5 Технологічні заходи з охорони навколишнього середовища.....	53
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	56
5.1 Показник питомого утворення відходів.....	56
5.2 Розрахунок питомого показника утворення відходів по КП «Чисте місто».....	57
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ.....	60
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОЛПШЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЧИСТЕ МІСТО» З УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	64
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

ВСТУП

Загальне знання та усвідомлення проблеми утилізації твердих побутових відходів (ТПВ) стає наростаючою темою в контексті сучасної екологічної кризи. Полігони для таких відходів у багатьох країнах стали не тільки символом відсутності ефективних методів їх управління, а й серйозною екологічною загрозою. Необхідність розуміння проблеми та пошуку раціональних рішень стає більш важливою з кожним днем.

Полігони твердих побутових відходів (ТПВ) представляють собою місця утилізації та зберігання відходів від промисловості та споживачів. Зазвичай це великі території, куди вивозять відходи для подальшого захоронення. Однак ця форма утилізації має свої вади: забруднення ґрунтів, атмосфери та підземних вод, а також може викликати шкоду здоров'ю людини та екосистемам у навколишньому середовищі.

Екологічні проблеми, пов'язані з полігонами ТПВ, є серйозними та мають далекосяжні наслідки. Вони включають в себе викиди токсичних речовин у повітря, проникнення цих речовин у ґрунт та водні джерела, а також можливість розповсюдження шкідливих впливів на здоров'я людей та екологічні системи.

Для зменшення негативного впливу полігонів ТПВ на навколишнє середовище необхідно впроваджувати нові технології управління відходами. Це включає в себе переробку відходів, компостування, а також застосування методів вторинного використання та рециклінгу. Крім того, потрібно розробляти стратегії відновлення забруднених територій та посилення контролю за відходами.

Вивчення проблеми полігонів ТПВ вимагає комплексного підходу та співпраці між громадськістю, державними установами, науковими групами та промисловими підприємствами. Спільні зусилля у цьому напрямку можуть

стати важливим кроком у збереженні нашого середовища для майбутніх поколінь.

На сьогоднішній день великим викликом залишається вплив спецмайданчиків для твердих побутових відходів на навколишнє середовище. Спосіб, яким ми утилізуємо відходи виробництва та споживання, виявляється основним, і в Україні до зазначених майданчиків надходить близько 97 % або більше 22 мільйонів тонн твердих побутових відходів. Це спричиняє низку проблем для навколишнього середовища через великі викиди шкідливих речовин у повітря.

На обмеженій території спеціальних майданчиків для твердих побутових відходів виникає значна кількість шкідливих речовин через різноманітні хімічні та біологічні процеси. Це призводить до утворення біогазу, фільтрату та твердої маси, а також вибухових процесів. Фільтрат стає основним джерелом токсинів у водоймах, а шкідливі речовини, що вибігають з біогазу, забруднюють атмосферу, а тверда маса творить спеціальні звалища, що негативно впливають на ґрунт.

Полігони для твердих побутових відходів мають негативний вплив на водні ресурси, особливо на поверхневі та підземні води. Більшість таких полігонів в Україні не відповідають стандартам утримання відходів. Вони фактично перетворюються на звалища без належної інженерної підтримки, що призводить до небезпеки для біосфери та водних об'єктів.

Зараз, через збільшення населення, накопичується величезна кількість твердих побутових відходів, що призводить до забруднення атмосфери, води і ґрунту небезпечними речовинами. Це впливає на різноманіття природи, ґрунтове покриття, екосистеми та призводить до численних негативних наслідків. Раніше, для зберігання таких відходів, використовували спеціально відведені місця, де вони компактно зберігалися після ущільнення та розрівнювання.

Щоб зменшити можливий вплив токсичних речовин на довкілля та здоров'я людей, встановлюються специфічні санітарні вимоги для організації,

експлуатації та після експлуатаційного обслуговування полігону. Полігони можуть приймати будь-які види відходів, не порушуючи санітарних норм та гарантуючи безпеку для здоров'я населення.

З урахуванням швидкого розвитку сучасних технологій та життєвого рівня людей, одним з ключових аспектів стійкого розвитку суспільства є стан навколишнього середовища. Основним шляхом покращення якості довкілля є проведення санітарного очищення населених територій. Ці заходи визначатимуть стан водних джерел, атмосферного повітря та ґрунтів, що в сумі впливає на загальний рівень здоров'я мешканців.

Однією з серйозних глобальних проблем, які виникають через вплив людини на природу, є створення відходів у результаті її діяльності. Цей процес продовжує активно розвиватися через постійне зростання соціально-економічних потреб, що в свою чергу призводить до збільшення кількості і видів сміття. Система управління відходами охоплює кілька етапів, включаючи формування відходів, їхнє облік, збір, транспортування, подальшу утилізацію, розміщення та ліквідацію. Справжнім викликом стає соціальна проблема поводження з відходами в Україні. Тут ми спостерігаємо загострення проблеми зниження якості навколишнього середовища через викиди забруднень у повітря, нелегальне сміттєзвалище та виливання шкідливих речовин у водойми.

На відміну від західних країн, де лише меншість відходів складається на полігонах, в Україні ця цифра становить близько 80 %. Такий спосіб обробки відходів має свої недоліки, зокрема, непридатне розміщення в економічному аспекті для тих, хто виробляє відходи. Багато з полігонів не відповідають нормативам, що стосуються їхньої інфраструктури та розміщення. Наприклад, багато полігонів для твердих побутових відходів розташовані прямо на території населених пунктів.

Через нечіткість та недостатню структурованість законодавства, органи влади не виконують належний контроль у сфері відходів, що призводить до

безкарності тих, хто виробляє відходи. Це, у свою чергу, стимулює зростання нелегальних звалищ.

Мета кваліфікаційної роботи – визначення екологічних проблем, що виникають при утилізації твердих побутових відходів у ході діяльності комунального підприємства «Чисте місто» м. Жовті Води, та надання пропозицій щодо їх вирішення.

Об'єкт дослідження – технологічні процеси утилізації твердих побутових відходів під час експлуатації полігону ТПВ у м. Жовті Води.

Предмет дослідження – кількісні і якісні показники утворення, морфологічного складу ТПВ та впливу на довкілля за тимчасового зберігання відходів на полігоні.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз діяльності комунального підприємства «Чисте місто» з утилізації твердих побутових відходів у м. Жовті Води.
2. Визначити інвентаризаційні показники утворення, кількісного і якісного складу, об'єму відходів за класами небезпеки.
3. Проаналізувати технологічну схему розміщення та захоронення твердих побутових відходів на полігоні ТПВ.
4. Дослідити основні чинники шкідливого впливу на довкілля при експлуатації полігону ТПВ.
5. Визначити технологічні заходи по охороні навколишнього природного середовища в зоні впливу полігону.
6. Надати пропозиції щодо поліпшення діяльності комунального підприємства «Чисте місто» з утилізації твердих побутових відходів.

Методи дослідження: лабораторні методи, хімічний аналіз, визначення фізичних параметрів відходів, натурні спостереження, метеорологічні вимірювання, моніторингові спостереження, порівняння з нормативами, визначення впливу на навколишнє середовище, статистичний аналіз.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПРОБЛЕМ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

1.1 Поняття твердих побутових відходів

Тверді побутові відходи (ТПВ) – це відходи, які виникають в результаті повсякденних побутових та господарських дій населення та включають в себе різні матеріали і об'єкти, які викидаються. Ці відходи характеризуються тим, що вони є твердими (не рідкими або газоподібними) і не розкладаються легко в природних умовах. Основні складові ТПВ включають:

1. Упаковкові матеріали: Це включає в себе папір, картон, пластик, скло та метал, які часто стають відходами після споживання продуктів і товарів.

2. Органічні відходи: Залишки їжі, наприклад, овочі, фрукти, кавова гуща, листя і гілля, які можуть розкладатися.

3. Текстильні відходи: Старий одяг, рушники, білизна та інші текстильні матеріали, які викидаються через зношення або непридатність до подальшого використання.

4. Побутова техніка і електроніка: Старі побутові прилади, такі як холодильники, телевізори, комп'ютери, а також батарейки та лампи, які містять шкідливі речовини і потребують спеціальної утилізації.

5. Будівельні відходи: Включає в себе старі матеріали та обладнання, що залишаються після будівництва чи ремонту, такі як старі меблі, цегла, гіпсокартон і т. д.

Тверді побутові відходи створюють важливу екологічну проблему, оскільки їх неконтрольоване зберігання чи неправильна утилізація може призвести до забруднення навколишнього середовища та загрози для здоров'я людей. Управління ТПВ включає в себе збір, сортування, переробку

та утилізацію, а також заходи для зменшення обсягу генерації відходів через вторинне використання і раціональне використання ресурсів. Такі програми допомагають зменшити негативний вплив ТПВ на навколишнє середовище і зберегти природні ресурси [1].

1.2 Класифікація, склад та властивості твердих побутових відходів

Тверді побутові відходи (ТПВ) можна класифікувати за різними ознаками, включаючи їхній склад, джерело виникнення та властивості. Ось найпоширеніші способи класифікації ТПВ:

1. За джерелом виникнення:

- побутові відходи: виникають в наслідок повсякденних дій людей у побуті, включаючи упаковку, органічні відходи, текстиль, побутову техніку тощо.

- господарські відходи: стосуються відходів, що виникають у господарській діяльності, такі як будівельні відходи, відходи виробництва тощо.

2. За складом:

- органічні відходи: включають залишки їжі, садові відходи, кофейну гущу та інші матеріали, які можуть розкладатися природним чином.

- невідчуттєві відходи (інертні): включають матеріали, які не розкладаються та не піддаються хімічним процесам, такі як гіпс, скло та бетон.

- упаковка: складається з паперу, картону, пластику, металу та скла, які часто використовуються для упаковки товарів.

3. За властивостями:

- шкідливі відходи: містять шкідливі або небезпечні речовини, такі як хімічні відходи, батарейки, фарби, ліки тощо.

- нешкідливі відходи: не містять шкідливих речовин і можуть бути безпечно утилізовані або перероблені.

4. За відомчим підпорядкуванням:

- комунальні відходи: відходи, що збираються та обробляються місцевими владами.

- промислові відходи: відходи, які виникають у виробництві та інших промислових процесах.

5. За формою:

- сухі відходи: мають малу вологість, такі як папір, пластик, метал.

- мокрі відходи: містять велику кількість вологи, такі як органічні відходи.

Класифікація ТПВ допомагає визначити, як їх краще збирати, переробляти та утилізувати. Ця інформація корисна для розробки ефективних стратегій управління відходами, зменшення негативного впливу на довкілля та збереження природних ресурсів [2].

За морфологічним складом тверді побутові відходи містять різні компоненти в наступних відсоткових співвідношеннях:

- Папір: 25–30 %.

- Органічні відходи (харчові відходи): 35–40 %.

- Текстиль: 4–5 %.

- Полімери (пластик): 4–10 %.

- Метали (чорні та кольорові): 4–5 %.

- Скло: 5–7 %.

- Деревина, кістки, каміння та інше: 2–7 %.

Типовою питомою вагою таких відходів є 220-250 кг/м³, вологість коливається в межах 40-60%, зольність становить приблизно 35-40 %, а теплотворна здатність - від 800 до 2400 ккал/кг (рис. 1.1).

Розуміло, що хімічний склад цих відходів різноманітний як за мінеральною, так і органічною складовими. Загалом, на кожного жителя України накопичується приблизно 0,8 м³ такого сміття щорічно.

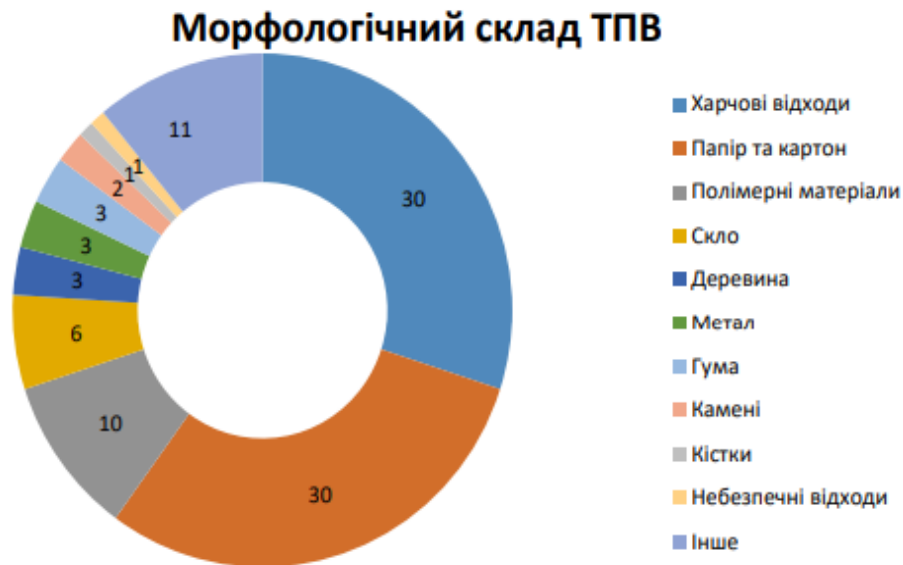


Рисунок 1.1 - Приблизний склад твердих побутових відходів, %

Тверді побутові відходи (ТПВ) містять значну кількість вологих органічних речовин. Під час розкладання цих органічних речовин виникають гнильні процеси, які супроводжуються викидами неприємних запахів та утворенням насиченого забруднення пилу, яке містить велику кількість забруднювачів і мікроорганізмів (від 300 до 15 мільярдів на 1 грам сировини). Під час висушування цих відходів утворюється інтенсивне забруднення повітря, ґрунтів та водойм. Поширеними носіями патогенних мікроорганізмів є мухи, комахи, птахи, безпритульні собаки і коти. Такі мікроорганізми можуть викликати різні захворювання та становити загрозу для здоров'я людей та навколишнього середовища. Збір і обробка ТПВ, а також контроль над забрудненнями, що виникають внаслідок їх обробки, є важливими аспектами екологічного управління та громадського здоров'я [2].

У середовищі твердих побутових відходів (ТПВ) одночасно розвиваються як корисні мікроорганізми (сапрофіти), що сприяють розкладанню відходів, так і патогенні бактерії - мікроорганізми, які можуть викликати різні захворювання. Крім того, у ТПВ можуть бути присутні яйця гельмінтів (паразитичних черв), які є потенційними загрозами для здоров'я людини. При зберіганні ТПВ, певна частина патогенних мікроорганізмів

загине вже протягом кількох днів, тоді як інші види можуть існувати в таких умовах протягом декількох років. Яйця гельмінтів можуть зберігати свою життєздатність протягом багатьох років. Під час утворення пилу або фільтрації вони можуть виділятися за межі сміттєзвалищ і стати джерелами забруднення води та ґрунту. Тому ефективна обробка та утилізація ТПВ, а також дотримання санітарних норм і правил для працівників, які працюють з відходами, є важливими для збереження здоров'я і запобігання забрудненню навколишнього середовища [3].

1.3 Переробка твердих побутових відходів

Переробка твердих побутових відходів – це важливий процес у здійсненні ефективного утилізування відходів та зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище. Переробка може включати в себе різноманітні методи та технології. Сортування відходів є початковим етапом, під час якого різні матеріали (пластик, скло, метал, папір) відокремлюються для подальшої обробки.

Одним з популярних способів переробки є переробка вторинних сировин, де відходи, які пройшли сортування, перетворюються у нові продукти. Наприклад, переробка пластику дозволяє створювати вторинний сировинний матеріал для виробництва нових виробів, що допомагає зменшити споживання природних ресурсів. Папір також може бути перероблений, створюючи вторинний матеріал для виробництва упаковки чи паперу.

Органічні відходи піддаються компостуванню, де вони розкладаються у корисний компост. Цей процес стає корисним для ґрунту як добриво, поліпшуючи його структуру та поживність для рослин [5].

Також, технології виробництва енергії з відходів постійно розвиваються. Спалювання відходів може бути використане для виробництва енергії, а також для створення біогазу через процес біологічного розкладання

органічних речовин. Це дозволяє використовувати відходи як джерело енергії та сприяти зменшенню викидів парникових газів.

Зусилля науковців і підприємств спрямовані на розробку ефективних методів переробки, що сприятимуть збільшенню відсотку використання відходів у сфері вторинної сировини та виробництва енергії, зменшуючи тим самим негативний вплив на довкілля.

Утилізація відходів є одним з основних напрямів в технологіях, спрямованих на збереження ресурсів та дотримання принципів екологічного виробництва. Під утилізацією відходів розуміється комплексна переробка їх з метою отримання промислової або іншої корисної продукції. Утилізація тісно пов'язана з раціональним використанням природних ресурсів.

Успішне вирішення питань утилізації призводить до того, що замість поняття "відходи виробництва" виникає більш правильне поняття - "вторинна сировина", яка має відношення не лише до основного виробництва, але і до систем регенерації, рециклінгу та очищення промислових викидів.

Методи утилізації базуються на фізико-хімічних дослідженнях властивостей та структури відходів, що дозволяють визначити принципову можливість їх використання в тому чи іншому виді виробництва [3].

1.3.1 Компостування

Процес трансформації біомаси, яка міститься в твердих відходах, можна назвати компостуванням у спрощеному вигляді аеробного процесу чи метанізацією у випадку анаеробного процесу. Обидва процеси призводять до утворення продукту, який може використовуватися як органічне добриво чи добавка, при умові відсутності шкідливих речовин.

У процесі виготовлення компосту утворюються газоподібні продукти переробки відходів, іноді з вираженими неприємними запахами, такими як сірководень, ацетальдегід і меркаптани. Метанізація відбувається в закритому просторі, перетворюючи частину органічної речовини в біогаз.

Цей біогаз може використовуватися як джерело тепла і електроенергії або подаватися у газорозподільну мережу, за умови його безшкідливості і відсутності корозії обладнання.

Застосування цих технологій залежить від можливостей використання компосту, що є актуальною проблемою, і від цін на енергоносії. Використання біогазу обмежується наявністю шкідливих домішок, які можуть впливати на його ефективність та створювати отруйні речовини при згоранні. Це призводить до необхідності використання систем очищення, що значно знижує економічну ефективність даної технології.

Також важливо враховувати, що неможливість гарантування відсутності важких металів у твердих відходах призводить до поширення забруднюючих речовин на великій території, створюючи серйозні екологічні загрози при використанні компосту для пересипання полігонів і їх рекультивації.

Компостування відходів є процесом, що ґрунтується на природному біологічному розкладанні органічних речовин мікроорганізмами. В ході цього процесу бактерії, гриби та інші мікроорганізми розкладають органічні речовини в стійку, добре розкладну біомасу, яку можна використовувати як добриво для рослин чи ґрунту. Компост – це відносно стабільний матеріал, багатий на органічні речовини, який можна використовувати для поліпшення структури ґрунту та підвищення родючості ґрунтового шару.

Насамперед, компостування є екологічно чистим методом утилізації органічних відходів, оскільки він сприяє відновленню родючості ґрунту, знижує кількість відходів, які потрапляють на полігони, та впливає на зменшення позитивного вуглекислого газу в атмосфері.

Метанізація, або анаеробне перероблення, також є важливим процесом утилізації органічних відходів. Це анаеробний біологічний процес розкладу біомаси, який відбувається у відсутності кисню та при наявності специфічних бактерій. Внаслідок цього процесу утворюється біогаз, головним складником

якого є метан. Цей біогаз може бути використаний як джерело енергії для опалення чи генерації електроенергії.

Використання та розвиток таких технологій залежать від багатьох факторів, включаючи доступність фінансування, ефективність та безпеку технологій, а також здатність до подальшого застосування отриманих продуктів у виробництві чи сільському господарстві [5].

1.3.2 Спалювання

Вилучення зайвих матеріалів за допомогою звичайного і широко поширеного методу - згорання сміття - визнано найбільш універсальним. Цей метод, хоча й ефективний у використанні матеріалів і економії природних ресурсів, таких як нафта, газ, вугілля і ліс, вимагає значних енергетичних затрат, зокрема наявності тепломереж для сміттєспалювальних підприємств.

Останнім часом різні групи дослідників проводили аналіз впливу спалювання відходів на навколишнє середовище порівняно з іншими методами їх обробки. Для оцінки такого впливу використовуються методи, такі як оцінка життєвого циклу (ОЖЦ) та аналіз ефективності витрат (АЕВ). ОЖЦ зосереджений на екологічних аспектах, тоді як АЕВ фокусується на економічних показниках. Під час аналізу ефективності витрат враховуються фінансові та екологічні витрати, які разом формують соціальні витрати [6].

Недавні дослідження вказують на те, що найменш екологічно та соціально небезпечним способом обробки відходів є їх вивезення на полігон. Це пов'язано з викиданням метану на звалищах, обмеженим вторинним використанням ресурсів і відсутністю контролю за зменшенням впливу на навколишнє середовище та витратами.

Утилізація відходів є вигіднішою з екологічної точки зору, але потребує значних фінансових витрат. Соціальні витрати залежать від методу оцінки впливу на навколишнє середовище. За думкою дослідників, утилізація

легко регенеруємих матеріалів може бути більш рентабельною з соціальної точки зору, ніж їх згортання.

Екологічні та соціальні витрати при анаеробній ферментації і компостуванні менше, ніж при звалищах, але вищі, ніж при згортанні.

Спалювання відходів надає можливість:

- повного дезінфікування побутових відходів;
- використання енергії, яка міститься у відходах;
- заміни природних енергоносіїв (нафти, природного газу, вугілля), сприяючи збереженню природних ресурсів.

Техніка та технологія спалювання твердих побутових відходів постійно удосконалюються. Екологічний вплив від цього процесу мінімізується за належного контролю над згоранням та ефективною очисткою димового газу.

Спалювання ТПВ вимагає високотехнологічного устаткування та контролю, оскільки цей процес супроводжується викидами шкідливих речовин у повітря, таких як діоксини, фурані, оксиди азоту та сірки, які можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини.

Хоча спалювання може бути джерелом енергії та ефективним методом утилізації відходів, важливо враховувати екологічні наслідки та ризики для здоров'я. Контроль за викидами, використанням фільтрів та сучасних технологій зменшення шкідливих речовин є важливими умовами для зменшення негативного впливу спалювання на довкілля [6].

1.3.3 Захоронення на полігонах

Основний спосіб нейтралізації твердих побутових відходів - це їх утримання на спеціальних звалищах. Але 80% таких місць не дотримуються екологічних вимог, не забезпечуючи необхідних заходів для упередження забруднення повітря, ґрунту, підземних вод, дренажу та поверхневого стоку. Ця практика призводить до накопичення відходів і утворення водонасиченої

маси, відомої як фільтрат, що містить важкі метали, нітрати, сульфати, різні сполуки фосфору, канцерогени, анаеробні мікроорганізми тощо.

На звалищах відходи піддаються інтенсивному біохімічному розкладу, створюючи анаеробні умови для біоконверсії органічних речовин і утворення звалищного газу, який містить токсичні речовини, що можуть розповсюджуватися в атмосферу на великі відстані та реагувати з викидами інших промислових об'єктів.

Внаслідок хімічних реакцій і діяльності мікроорганізмів, температура відходів може піднятися до 25–30°C, спричинюючи ненавмисне загоряння і викидання поліароматичних вуглеводнів та діоксинів, які потрапляють в атмосферу [5].

Атмосферні опади дозволяють елементам проникати в ґрунтові і поверхневі води. Невідповідність сучасних полігонів та недостатність комунальних служб породжують несанкціоновані смітники, важко контролюванні із великим впливом на навколишнє середовище. Управління відходами в Україні вважається малоефективним через низький рівень утилізації та відсутність ресурсів для спорудження сучасних звалищ та полігонів.

Недоліки захоронення включають загрозу екології, великі території, які не можна використовувати для інших цілей, та втрату цінних ресурсів.

Полігони відходів вимагають дотримання строгих екологічних стандартів і систем контролю, оскільки з появою дощів або переповнення можуть виникати проблеми з руйнуванням ліній забезпечення води та забрудненням ґрунтів і ґрунтових вод.

Хоча захоронення на полігонах є звичайним методом, воно також може створювати екологічні проблеми через потенційне небезпечне викидання газів, які утворюються під час розкладання відходів, таких як метан та інші токсичні речовини. Крім того, несанкціоновані смітники та недоліки в управлінні полігонами можуть призводити до непередбачуваних екологічних наслідків та загроз для здоров'я громадськості [3].

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Фізико-географічне розташування

Вивіз твердих побутових відходів від житлових будинків, організацій і підприємств у м. Жовті Води забезпечує комунальне підприємство (КП) «Чисте місто». Виробнича діяльність підприємства пов'язана з вивезенням ТПВ на полігон і його експлуатацією. Полігон твердих побутових відходів розташований у південній частині Наддніпрянської височини, в межах басейну річки Жовтої. Абсолютні позначки поверхні рельєфу змінюються від 90 м у низовині заплави річки до 152 м на вододілі.

Територія майданчика полігону розташована на правому схилі долини річки Жовтої, розчленована яружно-балковою мережею деревоподібного типу. Рельєф пологового майданчика з місцевими ухилами до відрогів балки та із загальним ухилом на північний схід у бік річки Жовтої. Абсолютні позначки поверхні землі змінюються від 142,7 до 133 м. Східна частина майданчика розорана та зайнята городами. Рельєф західної частини майданчика порушено відвалами сміття існуючого міського звалища. Абсолютні позначки відвалів досягають 138,0 м.

Річка Жовта протікає за 1 км на схід від полігону. Площа водозбору річки 490 км. Довжина річки 61 км. Заплава річки лучна, рівна, шириною 50-100 м, під час повені затоплюється на глибину 0,5-1,0 м строком на 6-10 днів. Основний обсяг річкового стоку спостерігається в періоди весняної повені і відбувається протягом 40-60 днів. Середній багаторічний річний модуль стоку становить 1,24 л/с/км². Русло звивисте, заросле водною рослинністю. Протягом більшої частини року русло річки пересихає, утворюючи ланцюг роз'єднаних плесів. Верхів'я річки зарегульовано ставками, що суттєво

позначається на її стоку особливо у маловодні роки. Загальна регулююча ємність ставків складає 960 тис. м.

Хімічний склад поверхневих вод річки Жовта характеризується вмістом сульфат-іону в межах 0,31-0,39 г/дм³, мінералізація змінюється від 1,2 до 1,5 г/дм³. Річкові води дуже жорсткі, загальна жорсткість досягає 9,1-11,9 мг-екв/дм³ [7].

2.2 Геологічні умови

У геологічній будові району беруть участь протерозойські метаморфічні породи (PR₁), палеозо-кайнозойська кора вивітрювання (ePz-Kz), нижньочетвертинні піски (N_{1pl}, N_{1s}), перекриті з поверхні відкладеннями четвертинної системи.

Протерозойські породи (PR₁) представлені гнейсами та сланцями. У межах майданчика породи зустрінуті на глибині 55,5 м. За даними геофізики межа монолітної зони проходить на глибині 71 м, вище залягають тріщини породи.

Палеозо-кайнозойська кора вивітрювання (ePz-Kz) складена глинисто-дресвяно-щебеними та піщано-дресвяно-глинистими утвореннями, потужністю 20-25 м, що залягають на кристалічних породах. Перекрито кору вивітрювання неогеновими пісками.

Нижньогенові відкладення (N_{1pl}, N_{1s}) представлені кварцовими пісками дрібно і тонкозернистими, жовтувато-сірими. Поширені піски в межах майданчика повсюдно потужністю до 15,5 м. Залягають на корі вивітрювання кристалічних порід, підстилають верхньонеоген-нижньочетвертинні глини.

Верхньонеоген-нижньочетвертинні відкладення (edN₂-Q₁) представлені червоно-бурими глинами. Повсюдно простежуються на схилах долини річки, виклинюючись у нижніх частинах. У заплаві річки глини відсутні.

Потужність їх у межах майданчика становить 3,4-6,0 м. Глини перекривають нижньонеогенові піски та підстилають лісову товщу суглинків.

Четвертинна система. Породи четвертинної системи широко представлені на території, що розглядається, покриваючи суцільним чохлам більш древні породи. На схилах долини це лісові темно-бурі, палеві, світло-бурі суглинки (vd II-III), а в заплаві річки алювіальні суглинки та супіски (aII-III, aIV).

Потужність лесової товщі становить 3,0–12,0 м, середньо-верхньо-четвертинного алювію – 5,0 м, сучасного – 4,5 м.

Сучасні відкладення представлені чорноземом та насипними техногенними утвореннями. Чорнозем повсюдно покриває схили та долину річки. Потужність його змінюється від 0,3–0,5 м на схилах до 1,4 м у заплаві річки. Техногенні утворення розвинені у західній частині майданчика, потужність їх відвалів становить 0,1–3,5 [8].

2.3 Гідрогеологічні умови

Гідрогеологічні умови визначаються геологічною будовою, геоморфологічні особливості території. В даний час на території проєктованого полігону ТПВ розвинений єдиний водоносний комплекс нижньо-неогенових пісків і метаморфічних порід протерозою. Станом на березень 2023 р. рівень підземних вод на майданчику зафіксовано на глибині 21,75 м.

Напрямок потоку підземних вод північно-східний у бік долини річки Жовтої.

Хімічний склад підземних вод гідрокарбонатно-сульфатно-натрієво-кальцієвий та сульфатно-хлоридно-натрієво-магнієвий, з мінералізацією 0,26–3,0 г/л.

У товщі лісових відкладень (vd II-III) підземні води на території проєктованого полігону ТПВ не зустрінуті. Розвиток підземних вод у лісових суглинках відзначається за межами полігону в долині р. Жовтої [8].

2.4 Кліматична характеристика району дослідження

Клімат району помірно-континентальний, типовий для степової полоси України і характеризується спекотним (іноді посушливим) літом та відносно холодною зимою.

Середня річна температура повітря за багаторічними даними найближчої метеостанції "Комісарівка" становить 8,1°C.

Абсолютний максимум температури повітря становить +38°C, абсолютний мінімум – мінус 34°C.

Кліматичний район за ГОСТ 16350-80 – II, (помірно теплий).

Середньостатистичні дані про розподіл температури повітря протягом року (за метеостанцією "Комісарівка") наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Річні коливання температури

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Рік
Сер.	- 5,3	- 4,4	0,5	8,8	15,4	19	20,8	19,9	14,4	8,1	1,9	-2	8,1
Макс.	13	15	23	29	33	37	38	38	34	28	23	12	38
Мін.	-34	-33	-24	-9	-5	0	3	1	-7	-20	-22	-26	-34

Середня температура найхолоднішого періоду становить –9°C.

Середня максимальна температура повітря найспекотнішого місяця +28,2°C.

Температура повітря найбільш холодної доби забезпеченістю 0,98 і 0,92 дорівнює відповідно –28°C і мінус –26°C, а найбільш холодної п'ятиденки тих же забезпеченостей дорівнює відповідно –25°C і –23°C.

Тривалість періоду із середньою добовою температурою $\leq 0^{\circ}\text{C}$ становить 109 діб, тривалість періоду з позитивними значеннями температур – 256 діб, період із температурою $\leq 8^{\circ}\text{C}$ – 175 діб. Середня температура опалювального періоду становить -1°C .

У зимовий період часто спостерігаються відлиги (до 15 за зиму), коли температура може підвищуватися до $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$, що призводить до повного сходу снігового покриву серед зими [9].

Середньорічна сума опадів за багаторічними даними складає 500 мм, з них 400 мм випадає у вигляді дощу. У літню пору опади носять переважно зливовий характер.

Максимальна кількість опадів теплого періоду за добу може становити 91 мм.

Дані про опади (за багаторічними спостереженнями метеостанції "Комісарівка") наведено у таблицях 2.2–2.4.

Таблиця 2.2 - Найбільша та найменша кількість опадів різної забезпеченості

Місяць	Найбільша кількість, мм			Найменша кількість, мм		
	Забезпеченість, %			Забезпеченість, %		
	10	5	2	80	90	95
1	47	55	65	10	7	5
2	42	54	69	7	4	2
3	39	45	51	12	7	4
4	61	77	100	17	11	8
5	80	96	114	17	11	6
6	112	132	158	28	18	12
7	108	129	156	22	14	8
8	90	108	130	16	9	5
9	57	69	82	11	6	3
10	69	86	108	12	6	3
11	55	65	77	15	10	5
12	58	69	83	12	7	4
Рік	534	570	615	343	310	284

Таблиця 2.3 - Розподіл опадів протягом року

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Рік
мм	39	30	26	36	50	65	55	46	32	38	39	44	500

Таблиця 2.4 - Розподіл опадів за видами протягом року, %

Вид опадів	Місяць												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Тверді	31	30	36	3	-	-	-	-	-	-	8	22	8
Рідкі	39	30	29	81	100	100	100	100	100	95	71	52	80
Змішані	30	40	35	16	-	-	-	-	-	5	21	26	12

Сніговий покрив узимку на території району невисокий і нестійкий і тримається близько двох місяців. Середня висота снігового покриву складає 10–15 см.

У зимовий період на території району переважають південні, південно-східні та північно-східні вітри, навесні - північні, східні та північно-східні, влітку - північні, північно-східні та північно-західні, восени - північні та східні. Загалом за рік переважають вітри північних напрямків.

Дані, що характеризують вітровий режим, наводяться у таблицях 2.5–2.7.

Таблиця 2.5 - Повторюваність вітру та штилів (%) та середня швидкість вітру за напрямками (м/с)

Сезон	Направлення								Штиль
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	
Зима	10	11	10	12	12	8	9	9	9
Весна	12	12	12	9	10	5	6	10	10
Літо	17	12	8	5	5	6	8	14	15
Осінь	12	10	12	9	9	7	7	10	13
Рік	13	11	10	9	9	7	8	11	12
Середня швидкість, м/с	3,8	4,7	4,5	2,9	3,8	2,7	2,5	2,9	

Таблиця 2.6 - Середньомісячна і річна швидкість вітру

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Рік
м/с	3,7	4,4	4,6	4,1	4,0	3,4	3,1	2,9	2,8	3,2	3,8	4,2	3,7

Таблиця 2.7 - Найбільша швидкість вітру (м/с) різної ймовірності

Швидкість вітру, ймовірна один раз за				
1 рік	5 років	10 років	15 років	20 років
20	24	25	25	26

Швидкість вітру, повторюваність якої перевищує 5 % забезпеченість, дорівнює 9 м/с.

Найвища відносна вологість повітря в листопаді-березні низька – з травня по жовтень [10].

Дані про відносну та абсолютну вологість повітря, а також про дефіцит вологості повітря наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Відносна, абсолютна вологість повітря, дефіцит вологості повітря

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Рік
Відносна, %	88	85	83	69	60	62	62	62	66	78	86	88	73
Абсол, мб	4,0	4,1	5,2	7,4	10,2	13,6	15,1	14,0	10,6	8,2	6,6	5,1	8,7
Дефіцит, мб	0,5	0,6	1,2	4,4	8,3	1,4	11,8	11,3	7,1	2,9	1,0	0,5	5,0

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На полігоні ТПВ використовуються різні методи дослідження, спрямовані на оцінку впливу відходів на довкілля та здоров'я людей:

1. Хімічний аналіз. Вимірювання складу та концентрації хімічних сполук у відходах, фільтратах, ґрунті, воді і повітрі поруч з полігоном для виявлення та моніторингу токсичних речовин.

Хімічний аналіз для вимірювання складу та концентрації хімічних сполук у відходах, фільтратах, ґрунті, воді і повітрі поруч з полігоном грає важливу роль у виявленні та моніторингу токсичних речовин. Цей процес включає в себе кілька етапів і використовує різноманітні методи інструментального та лабораторного аналізу. Основні кроки включають:

Збір проб:

- Ґрунт. Збір ґрунтових проб із різних точок поруч з полігоном.
- Вода. Збір водяних проб з різних джерел, таких як річки, ставки, або водойми, які можуть бути вплинуті діяльністю полігону.
- Повітря. Збір проб повітря за допомогою спеціальних пристроїв або фільтрів.

Підготовка проб:

- Екстракція. Вилучення хімічних сполук із проб, щоб підготувати їх для аналізу.
- Концентрація. Зменшення об'єму екстракту для збільшення концентрації хімічних речовин.

Інструментальний аналіз:

- Хроматографія. Використовується для розділення і визначення різних хімічних сполук у зразках.
- Мас-спектрометрія. Визначення мас і структури хімічних сполук.

- Спектрофотометрія. Вимірювання поглиблення світла певної довжини хвилі для визначення концентрації речовин.

Лабораторний аналіз:

- Хімічні реакції. Визначення наявності конкретних хімічних груп або елементів у зразку.

- Титрування. Вимірювання концентрації розчинів за допомогою хімічних реакцій.

Інтерпретація результатів:

- Порівняння з нормативами. Порівняння отриманих результатів із нормативами та стандартами для визначення рівня токсичності.

- Визначення впливу на навколишнє середовище. Оцінка можливих впливів на здоров'я людей та екосистему.

Цей комплексний підхід дозволяє отримати детальну інформацію щодо складу та концентрації хімічних сполук у різних середовищах, допомагаючи виявляти потенційні загрози для здоров'я та навколишнього середовища.

2. Фізико-хімічні властивості. Визначення фізичних параметрів відходів, таких як рН, вологість, температура, текстура, що впливають на їхню стабільність та розкладання.

Фізико-хімічні властивості відходів грають важливу роль у визначенні їхньої стабільності, розкладання та можливого впливу на навколишнє середовище. Основні параметри, які враховуються, включають:

рН (кислотність/лужність). Вимірюється величина рН, яка вказує на кислотність чи лужність середовища. Низький або високий рівень рН може впливати на біологічні та хімічні процеси, такі як розкладання органічних речовин.

Температура. Вимірюється температура відходів. Впливає на швидкість біологічних та хімічних процесів. Збільшення температури може прискорити розкладання органічних речовин.

Вологість. Вимірюється вміст води в відходах. Вологість впливає на біологічний розклад та хімічні реакції. Занадто висока або низька вологість може впливати на стабільність відходів.

Текстура. Оцінюється структура та розташування частинок у відходах. Текстура впливає на провітрюваність, водопроникність та доступність мікроорганізмам для біологічного розкладання.

Кисневий режим. Відображає рівень кисню у відходах. Кисень важливий для біологічного розкладання. Низький кисневий режим може призвести до анаеробних умов і утворення шкідливих речовин, таких як метан.

Електропровідність. Вимірюється здатність відходів проводити електричний струм. Електропровідність пов'язана з вмістом розчинених солей і може слугувати індикатором забруднення.

Ці фізико-хімічні параметри допомагають в оцінці стану відходів, їхньої екологічної придатності та можливого впливу на навколишнє середовище. Аналіз цих властивостей важливий для розробки ефективних стратегій управління відходами та збереження природних ресурсів.

3. Біологічні вимірювання. Використання біологічних тестів, таких як вплив водних організмів на вміст токсинів у воді, щоб визначити рівень забруднення.

Біологічні вимірювання або біотести - це методи, які використовують організми живої природи для визначення рівня забруднення або токсичності довкілля. Ці тести можуть бути використані для виявлення та моніторингу забруднення води, повітря, ґрунту та інших середовищ.

4. Метеорологічні вимірювання. Моніторинг кліматичних параметрів, таких як напрямок вітру, швидкість, опади, для вивчення розповсюдження забруднень в атмосфері.

Метеорологічні вимірювання грають ключову роль у вивченні та розумінні розповсюдження забруднень в атмосфері. Ці вимірювання дозволяють отримувати інформацію про різноманітні кліматичні параметри,

які впливають на розподіл та розведення забруднень. Деякі з ключових метеорологічних параметрів, які важливі для вивчення атмосферного забруднення, включають:

Напрямок та швидкість вітру. Вимірюються для визначення напрямку вітру та його швидкості. Вітер є ключовим фактором у розподілі забруднювачів в атмосфері. Він може впливати на розповсюдження забруднень у конкретному напрямку та на величину їхньої концентрації.

Температура повітря. Вимірюється для визначення температурного режиму атмосфери. Температура впливає на рух повітря та може створювати конвекційні потоки, які впливають на розподіл забруднювачів.

Опади. Вимірювання здійснюються для визначення кількості та типу опадів. Опади можуть видавлювати забруднювачі з атмосфери, очищаючи повітря.

Атмосферний тиск вимірюється для визначення ступеня тиску атмосфери. Зміни в атмосферному тиску можуть впливати на розподіл повітря та рух забруднювачів.

Вологість повітря: Вимірюється для визначення вмісту водяної пари в атмосфері. Вологість може впливати на розчинення та розподіл хімічних речовин в атмосфері.

Радіація. Вимірюється для визначення рівня сонячної або теплової радіації. Радіація визначає тепловий режим атмосфери та може впливати на хімічні процеси.

Ці метеорологічні параметри забезпечують комплексну картину кліматичних умов, які впливають на розподіл та розведення забруднень у повітрі. Моніторинг цих параметрів допомагає належним чином оцінювати вплив забруднювачів на навколишнє середовище та розробляти стратегії зменшення атмосферного забруднення.

5. Геолого-геофізичні методи. Використання методів геофізичного аналізу для визначення структури ґрунту та можливого проникнення забруднень у ґрунтові води.

Геолого-геофізичні методи грають важливу роль у визначенні структури ґрунту, характеристик ґрунтового прошарку та можливого проникнення забруднень у ґрунтові води. Ці методи включають в себе використання різних геофізичних технік для непорушного вивчення властивостей ґрунту та глибини його шарів. Основні геолого-геофізичні методи включають:

Сейсмічний метод. Вимірюється час проходження та розсіювання акустичних хвиль, випромінених джерелом, для визначення структури та властивостей ґрунту. Зміни у швидкості поширення хвиль можуть вказувати на зміни у властивостях ґрунту, таких як наявність забруднень.

Електромагнітний метод. Вимірюється провідність ґрунту для електромагнітного випромінення, що дозволяє визначити характеристики ґрунту на різних глибинах. Зміни в провідності можуть вказувати на наявність забруднень, так як багато забруднювачів може впливати на електричну провідність ґрунту.

Магнітний метод. Вимірюється магнітна схильність ґрунту для визначення його складу та структури. Зміни у магнітній схильності можуть вказувати на наявність металевих забруднювачів у ґрунті.

Гамма-гравітаційний метод. Вимірюється різниця у розсіюванні гамма-випромінювання та силах тяжіння для визначення густини ґрунту та його компонентів. Зміни у густині можуть свідчити про наявність забруднень, так як деякі речовини можуть впливати на густину ґрунту.

Радіовогневий метод. Вимірюється випромінювання, яке виникає внаслідок радіочастотного збудження ґрунту. Зміни у властивостях радіовогневого випромінювання можуть вказувати на наявність забруднень у ґрунті.

Ці методи геолого-геофізичного аналізу дозволяють отримувати інформацію про геологічні та геофізичні характеристики ґрунту та ідентифікувати можливі забруднення. Аналіз отриманих даних може служити важливим інструментом для розуміння потенційних ризиків для

здоров'я та навколишнього середовища та для розроблення стратегій зниження впливу забруднень на ґрунтові води.

6. Моніторинг здоров'я. Аналіз стану здоров'я мешканців у навколишніх районах для встановлення можливих зв'язків між захворюваннями та діяльністю полігону.

Моніторинг здоров'я мешканців у навколишніх районах полігону є важливою складовою для виявлення можливих зв'язків між захворюваннями та діяльністю сміттєзвалища чи іншого полігону. Цей процес включає в себе ретельний аналіз епідеміологічних даних, медичних записів та факторів довкілля. Основні етапи моніторингу здоров'я включають:

Збір епідеміологічних даних: Збір інформації про захворювання серед мешканців в околицях полігону, включаючи хронічні та інші захворювання. Вивчення епідеміологічних характеристик, таких як вік, стать, рівень освіти та інші фактори.

Медичний моніторинг. Проведення систематичних медичних обстежень серед мешканців для виявлення можливих здоров'я зумовлених проблем. Спостереження за поширенням конкретних захворювань, які можуть бути пов'язані з екологічними чинниками.

Оцінка екологічних факторів: Моніторинг рівнів забруднювачів у повітрі, які можуть впливати на здоров'я. Аналіз водних джерел для визначення рівнів забруднень. Визначення структури ґрунту та можливого проникнення забруднень у ґрунтові води.

Статистичний аналіз. Вивчення можливих зв'язків між екологічними факторами та захворюваннями. Виявлення груп осіб з схожими характеристиками здоров'я.

Заходи здоров'я населення: Забезпечення інформацією та освітою для мешканців щодо потенційних ризиків та заходів безпеки. Забезпечення доступу до медичних консультацій для мешканців та рекомендації щодо збереження здоров'я.

Моніторинг здоров'я в околицях полігону є важливим елементом обґрунтованої екологічної політики та може служити основою для прийняття рішень у випадку виявлення можливих ризиків для здоров'я.

Ці методи сприяють не лише контролю за станом довкілля, а й дозволяють оцінити ризики для здоров'я людей, які проживають у межах впливу полігону.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Загальні положення та види робіт, якими займається комунальне підприємство «Чисте місто»

Комунальне підприємство (КП) «Чисте місто» забезпечує вивіз твердих побутових відходів від житлових будинків, організацій і підприємств на полігон ТПВ, а також їх складування на полігоні ТПВ.

КП «Чисте місто» знаходиться в м. Жовті Води, Дніпропетровської області. Полігон ТПВ розташований в північно-східній частині міста.

Виробнича діяльність підприємства пов'язана з вивезенням твердих побутових відходів на полігон і експлуатацією полігону.

Комплекс робіт по експлуатації полігонів твердих побутових відходів включає в себе:

- вивезення твердих побутових відходів на полігон і їх прийом;
- розміщення та захоронення твердих побутових відходів на полігоні.

Технологія складування побутових відходів складається з наступних циклів:

- вивезення побутових відходів автомобільним транспортом на полігон ТПВ;
- розвантаження відходів;
- дезінфекція коліс автотранспорту;
- розподіл та ущільнення відходів на робочій карті;
- перекриття робочої карти шаром ґрунту.

Тверді побутові відходи є одним з видів господарсько-побутових відходів життєдіяльності людини.

Основна частина побутових відходів має розмірність від 350 до 150 мм (80%) загальної маси. Однак в смітті зустрічаються і більші предмети, кількість яких становить 0,5–2 %

Щільність ТПВ впорядкованого житлового фонду в середньому складає 0,2 т / м³, а після процесу ущільнення на полігоні становить – 0,5 т/м³.

ТПВ мають властивість злежуватись, тобто при тривалій нерухомості втрачають сипучість, ущільнюються з виділенням фільтрату, без зовнішнього впливу [14].

Полігон ТПВ експлуатується згідно наступних дозвільних і нормативних документів:

1. Рішення сесії Жовтоводської міської ради про утворення КП “Чисте місто” №895-29/6 від 28.1.2012 року.

2. Рішення виконавчого комітету Жовтоводської міської ради про передачу транспортних засобів на баланс КП “Чисте місто” № 97 від 29.03.2012 року.

3. Проект “Полігон твердих побутових відходів в м. Жовті Води” виконаний УкрНДППромтехнології.

4. Правила експлуатації полігонів побутових відходів, затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 435 від 01.12.2012 року.

5. Технологічна інструкція з експлуатації полігону.

6. Договори, укладені з підприємствами та організаціями на вивіз сміття на полігон.

Територія полігону ділиться на господарську зону і виробничу.

Основні будівлі і споруди господарської зони, забезпечують нормальне функціонування виробничих процесів:

- електропостачання полігону;

- господарсько-питне водопостачання (подача води з мережі міського водопроводу) [11].

Основною спорудою при організації полігону ТПВ є технологічний котлован. Величина ухилу по дну котловану становить 14 %. Ущільнення підстилаючих дно котловану ґрунтів складає 1,65–1,76 г/см³.

Проектом передбачено складування побутових відходів на картах, технологія розрівнювання і ущільнення відходів від низу до верху методом «насування». Ущільнення здійснюється бульдозером з багаторазової проходкою по шару покладеного ТПВ висотою не більше 2 м. Дана технологія дозволяє зменшити обсяг відходів в 4 рази. Після досягнення необхідної висоти ущільнених ТПВ відбувається ізолювання відходів мінеральним ґрунтом або інертними будівельними відходами.

По периметру проектованого полігону ТПВ влаштована нагірна канава для відведення поверхневих вод, глибиною 1,5 м, яка одночасно виконує роль огорожі для полігону ТПВ [12].

В результаті ущільнення побутових відходів і проникнення поверхневих вод виділяється рідина (фільтрат). Фільтрат містить продукти гнильного розпаду органічних речовин сміття. Фільтрат накопичується в нижній зоні складування і відводиться по дренажним трубам в ємність в резервуар – збірник місткістю 100 м³. Фільтрат використовується для зрошення робочого відділення.

Розвантаження сміттевозів на робочій карті здійснюється на шарі твердих побутових відходів, які було попередньо укладено та ізолювано. Для під'їзду сміттевоза до робочих карт передбачена тимчасова дорога з залізобетонних плит. Ґрунт для ізолюючих шарів береться з відвалів надлишкового мінерального ґрунту після утворення котловану [13].

Розкладання відходів супроводжується виділенням продуктів неповного розпаду.

При експлуатації полігону необхідно здійснювати контроль:

1. Дозиметричний контроль привезених на ТПВ відходів.
2. Рівня і щільності відсипання ТПВ.
3. За появою води у свердловинах, з періодичністю 1 раз на місяць.

4. Забрудненням повітря, відбором проб на наступні інгредієнти: оксиди азоту, оксиди сірки, пил, сірководень, оксид вуглецю, акролеїн, сажа, сліди нафтопродуктів.

5. Забрудненням води спостерігається свердловинами (вище полігону і нижче полігону).

6. Забруднення ґрунтів відбором проб на важкі метали і нафтопродукти.

Площа земельного відводу під полігон – 8,3 га.

Площа складування твердих побутових відходів – 4,8 га.

Продуктивність полігону ТПВ в обсязі річного складування – 70, 0 тис. м³. Термін експлуатації полігону – 15 років.

Спеціалізований автотранспорт (сміттевози) забезпечують вивіз твердих побутових відходів на полігон. На підприємстві є 7 сміттевозів, які вміщують від 40 до 60 м³ твердих побутових відходів.

На КП «Чисте місто» експлуатується один бульдозер, один екскаватор, один трактор з причепом та одна вантажна машина.

При виконанні поточного ремонту здійснюються розбірно-складальні, слюсарно-механічні, кузовні, електротехнічні, регулювальні та інші роботи зі зняттям або без зняття агрегатів і вузлів автомобілів [14].

4.1.1 Кількісні показники роботи підприємства

Тверді побутові відходи є одним з видів господарсько-побутових відходів життєдіяльності людини. ТПВ за морфологічним складом поділяються на компоненти. папір, картон, харчові відходи, дерево, метал, текстиль, скло, шкіру, гуму, камені, полімерні матеріали та інші [15]. Морфологічний склад ТПВ за даними ГКАТТІ 042803 і з урахуванням останніх довідкових даних наступний:

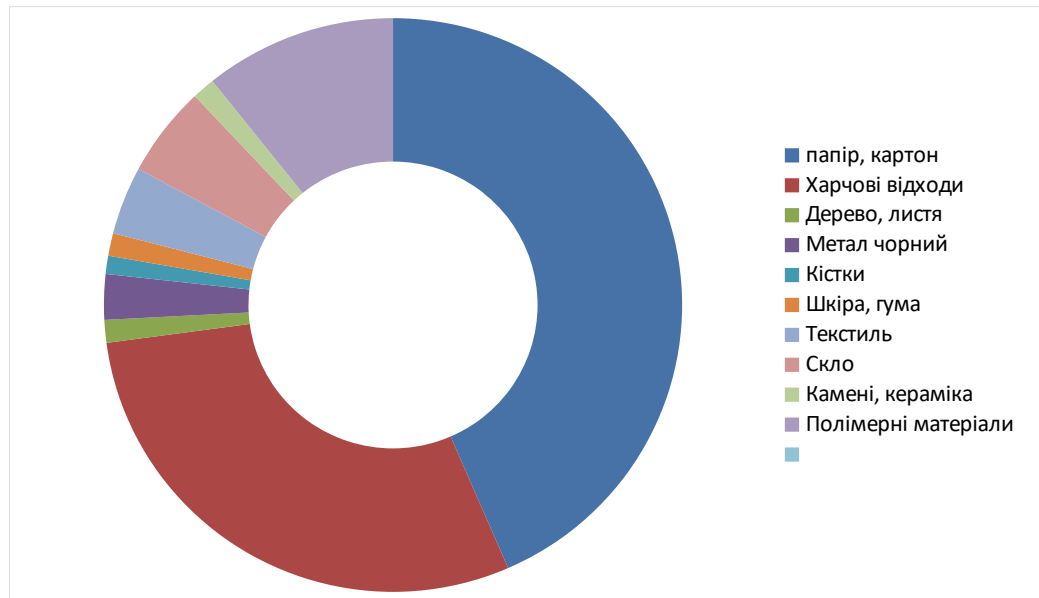


Рисунок 4.1 – Інвентаризаційна характеристика відходів, якими замається КП «Чисте місто»

Основна частина побутових відходів має розмірність від 350 до 150 мм (80 %) загальної маси. Однак в смітті зустрічаються і більші предмети, кількість яких становить 0,5–2 %

ТПВ мають властивість злежуватись, тобто при тривалій нерухомості втрачають сипучість, ущільнюються з виділенням фільтрату, без зовнішнього впливу [16]. Щільність твердих побутових відходів впорядкованого житлового фонду в середньому складає $0,2 \text{ т/м}^3$, а після процесу ущільнення на полігоні становить $0,5 \text{ т/м}^3$.

Об'єм утворення відходів за класами небезпеки може варіюватися в залежності від типу діяльності підприємства та виду виробництва. Класифікація відходів за небезпекою зазвичай поділяється на кілька груп:

1. Небезпечні відходи: Це можуть бути хімічні речовини, пестициди, радіоактивні матеріали або інші токсичні речовини, які можуть завдати шкоди здоров'ю людини та довкіллю. Об'єм цих відходів зазвичай менший, але вони потребують спеціальної обробки та утилізації.

2. Не небезпечні відходи: Утворюються в результаті побутової або виробничої діяльності, проте не містять компонентів, які є токсичними або небезпечними для навколишнього середовища чи здоров'я людини.

3. Відходи, що потребують особливої уваги: Ця категорія може включати в себе відходи, які мають спеціальні вимоги для обробки чи утилізації через їхню потенційну шкідливість, але не досягають рівня небезпеки першої категорії.

Об'єм утворення відходів у кожній з цих категорій може бути різним у різних галузях промисловості чи на підприємствах. Регулярний моніторинг та класифікація відходів за рівнем небезпеки є важливим для правильної обробки та утилізації цих матеріалів, мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини [17].

Загальний об'єм утворення відходів за класами небезпеки по КП «Чисте місто» наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Загальний об'єм утворення відходів за класами небезпеки

Клас небезпеки	1-й клас (М-1)	2-й клас (М-2)	3-й клас (М-3)	4-й клас (М-4)
Об'єм утворених відходів, у.о.	-	0,407	1,400	81,086

Показник загального утворення ($P_{зуб}$):

$$P_{зуб} = 5000 \times M1 + 500 \times M2 + 50 \times M3 + 1 \times M4 = 5000 \times 0 + 500 \times 0,407 + 50 \times 1,400 + 1 \times 81,086 = 203,5 + 70 + 81,086 = 354,586$$

$$P_{зуб} = 354,586$$

Оскільки на підставі "Порядку ведення Реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів" (Постанова КМУ від 31.01.1998 №1360), показник загального утворення відходів не перевищує граничне значення 1000 умовних одиниць на рік, зазначений об'єкт не підлягає включенню до Реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів.

4.2 Технологія експлуатації полігону твердих побутових відходів у м. Жовті Води

Полігон твердих побутових відходів призначений для захоронення побутових відходів, що утворюються у населення і на підприємствах міста.

На полігоні забороняється захороняти спільно з ТПВ трупи тварин, токсичні, вибухонебезпечні та тонкодисперсні промислові відходи (сажа тощо), будівельне сміття.

Проектом передбачається влаштування полігону заглибленого типу на схилі частині балки, з пошаровим заповненням котловану та подальшим викладенням рельєфу до проектних позначок

Проектоване надходження ТПВ на полігон – 70 000 м³ (рис. 4.2). Щільність сміття, що поступає, становить 0,2 т/м³. У процесі укладання сміття, він буде ущільнений до 0,5 т/м³, а через 5–6 років, ущільнення сміття досягне 0,75–0,85 т/м³.



а



б

Рисунок 4.2 - Полігон ТПВ у місті Жовті Води

На проектованому полігоні ТПВ відповідно до п.2.4.6. ДсанПіН 2.2.7.029-99 дозволяється поховання промислових відходів IV класу небезпеки згідно з переліком у додатку 4 ДсанПіН 2.2.7.029-99. На

захоронені промислові відходи повинні бути оформлені екологічні паспорти. перелік промислових відходів, що спрямовуються на полігон ТПВ, повинен бути погоджений з місцевими органами санітарно-епідеміологічної, екологічної та пожежної службами [20].

Одночасно з експлуатацією першої черги полігону виконуються роботи з влаштування котловану на повний розвиток полігону ТПВ.

Прийнято 5-ти денний робочий тиждень (254 робочих днів на рік) та однозмінний графік роботи у світлий час доби [21].

Виробничий цикл функціонування полігону ТПВ наступний:

- до полігону сміттевози прибувають по під'їзній автодорозі та на в'їзді одержують вказівку місця розвантаження;

- по тимчасовій (пересувній) автодорозі сміттевоз під'їжджає до робочої карти та розвантажується;

- після розвантаження, водій сміттевозу до виїзду на автошлях загального користування, повинен виконати обмив коліс автомобіля у ванні, заповненій 3 % водним розчином лізолу;

- вивантажені зі сміттевозів тверді побутові відходи бульдозером розподіляються по відведеній робочій карті складування та ущільнюються;

- складування ТПВ виконується з відсипанням проміжних шарів з раніше знятого суглинку, після чого процес укладання ТПВ повторюється.

На території полігону забороняється відкрите спалювання відходів та збирання вторинної сировини (брухту). Після закриття полігону його територію передбачається використовувати в лісотехнічних цілях шляхом посадки дерев і чагарників з кореневою системою, що неглибоко проникає.

Ухвалений технологічний метод укладання сміття робочими картами обумовлений необхідністю регулярного укриття складованого сміття ізолюючим шаром із суглинку. Площа карти визначається умовою закінчення за добу повного циклу укладання ущільненого шару сміття заввишки 2 м і укриттям його ізолюючим шаром.

До початку засипки сміття на карті встановлюється мірний репер для контролю висоти шару відходів, що відсипається. Щоб уникнути вітрового рознесення сміття, робоча карта огорожується переносною сітчастою огорожею.

Формування робочої карти виконується пошарово укладанням по 0,3–0,4 м з плануванням бульдозером та ущільненням. Коли висота ущільненого шару сміття досягне 2 м, а майданчик, на якому покладено сміття, досягне розмірів 25 x 18 м, що відповідає тижневому об'єму робіт, на робочу карту доставляється автосамоскидом суглинок з кагатів, розташованих на борту котловану і насипається по площі карти, шаром 0,25 м. Потім виконується планування ізоляційного шару бульдозером, ущільнення його причіпною ковзанкою та влаштовується з'їзд із робочої карти [22].

Укладання відходів наступного ярусу починається після того, як на території виділеної ділянки (I черга) закінчено укладання відходів на задану позначку, укладено та ущільнено ізоляційний шар та переміщено під'їзну автошлях.

Пошарове укладання відходів виконується в шість ярусів і доводиться до проектної позначки.

Останній шар відходів, перед закриттям полігону, перекривається зовнішнім ізолюючим шаром із суглинку потужністю 0,95 м. Зовнішній ізолюючий шар пошарово, через 0,2 м, ущільнюється катком, після чого відсипається шар рослинного ґрунту потужності 0,4 м.

При відсипанні та формуванні зовнішнього ізолюючого шару і шару рослинного ґрунту, необхідно виконувати планування укосів до країв [23].

4.3 Оцінка впливу роботи полігону на довкілля

Реалізація рішень щодо влаштування та експлуатації полігону ТПВ пов'язана з впливами, які можуть викликати негативні зміни в навколишньому природному середовищі.

Можливий вплив буде спрямовано на наступні основні компоненти навколишнього природного середовища: геологічне, повітряне, водне.

4.3.1 Геологічне середовище

Геологічне середовище, потенційно схильне до впливу. Представлена товща ґрунтів четвертинного віку, складених лісовими суглинками потужністю від 3 до 12 м, перекритих ґрунтово-рослинним шаром і техногенними ґрунтами потужністю відповідно 0,5-1,0.

Складування відходів проводити пошарово картами на спеціально підготовлене днище котловану, заглиблене у чаші полігону на 6-8 м.

В результаті можливі наступні впливи на геологічне середовище:

- порушення рельєфу місцевості внаслідок земляних робіт при влаштуванні котловану та траншеї;
- порушення поверхневого стоку.

Ці дії не впливають на стан геологічного середовища і не призводять до відчутних змін у ньому.

Негативні процеси в геологічному середовищі можуть призвести до осідання лесових ґрунтів в результаті їх змочування і до нерівномірних деформацій фундаментів споруд, що проектуються. Будівництво в умовах поширення специфічних (просаджувальних) ґрунтів повинно вестися з урахуванням їх властивостей та дотриманням вимог, що пред'являються до них (СНіП 2.02.01-83) [25].

4.3.2 Повітряне середовище

Забруднення атмосферного повітря обумовлено пилогазоповітряними викидами. Джерелами викидів є вантажно-розвантажувальні, планувальні роботи, дизельні та карбюраторні двигуни екскаваторів, бульдозерів та автомобілів, відвали ґрунту. Усі джерела виділення забруднюючих речовин

належать до неорганізованих. Крім того, практично для всіх виробничих пиловиділяючих процесів характерні непостійність за місцем виконання та циклічність, тому джерела викидів є нестационарними.

Результати оцінки пиловиділення за один рік проведення робіт наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Інтенсивність пиловиділення проведених робіт за рік

Технологічні процеси	Інтенсивність пилення	
	г/с	т/рік
1	2	3
1 Влаштування полігону ТПВ		
1.1 Розробка суглинку екскаватором для переміщення його у тимчасовий відвал	0,0198	0,56
1.2 Зняття рослинного ґрунту скрепером для переміщення ґрунту у тимчасовий відвал	0,51	0,28
1.3 Розробка суглинку екскаватором для перевезення на відстань до 10 км.	0,1	0,25
1.4 Перевезення суглинку автотранспортом на відстань до 10 км.	0,00084	0,002
1.5 Вітрове пилення відвалу рослинного ґрунту	0,014	0,23
1.6 Вітрове порошення відвалу суглинку	0,044	0,72
1.7 Вітрове порошення з поверхні котловану	0,038	0,63
2 Експлуатація полігону ТПВ		
2.1 Розробка суглинку з тимчасового відвалу екскаватором для відсіпання ізолюючого шару	0,067	0,49
2.2 Планування та ущільнення ізолюючого шару бульдозером	0,00072	0,005
3 Закриття та рекультивация полігону ТПВ		

Продовження таблиці 4.2

1	2	3
3.1 Розробка ґрунту екскаватором з тимчасових відвалів	0,32	2,8
3.2 Планування та ущільнення покривного шару бульдозером	0,00072	0,057
3.3 Вітрове пилення з поверхні полігону в період рекультивації	0,15	2,5

Полігон твердих побутових відходів сприймається як єдиний об'єкт рівномірно розподілених площею викидів при виїмково-навантажувальних роботах [26].

Кількість пилових викидів залежить від:

- вагової частки пилової фракції в матеріалі;
- частки пилу, що переходить в аерозоль;
- місцевих метеоумов;
- ступеня захищеності об'єкта від зовнішніх умов пилоутворення;
- вологості матеріалу;
- крупності матеріалу;
- висоти пересипання;
- сумарної кількості матеріалу, що переробляється;
- середньої вантажопідйомності одиниці автотранспорту;
- середньої швидкості транспорту;
- стану доріг;
- середньої тривалості однієї ходки та числа ходок;
- швидкості обдування;
- профілю поверхні матеріалу, площі поверхні;
- пиловиділення з одиниці фактичної поверхні матеріалу [5].

Для ведення будівельних робіт експлуатації та закриття полігону твердих побутових відходів запроектовано такі технологічні процеси, пов'язані з роботою будівельних машин та механізмів: розробка та зняття

рослинного ґрунту та суглинку, його навантаження, перевезення та розвантаження; планування та ущільнення ізолюючих шарів при експлуатації та поверхневого шару при рекультивації полігону ТПВ; зволоження ТПВ.

Для виконання вищезгаданих робіт використовуються: скрепер ДЗ-1111, екскаватор 90-4321, бульдозер ДЗ-28, автосамоскид Ford Trucks, поливально-мийна машина ПМ – 130 (рис. 4.3–4.7).



Рисунок 4.3 - Скрепер ДЗ-1111



Рисунок 4.4 - Екскаватор 90-4321



Рисунок 4.5 - Бульдозер ДЗ-28



Рисунок 4.6 - Автосамоскид Ford Trucks



Рисунок 4.7 - Поливально-мийна машина ПМ – 130

Робота транспорту супроводжується виділенням вихлопних газів, які складаються з вуглеводнів, оксидів азоту та вуглецю, сірчистого ангідриду, сажі, бенз(а)пірена та свинцю. Річні витрати пального на виконання цих робіт складає 35,07 т дизельного палива та 3,31 т бензину [27].

Результати розрахунків наведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Викид шкідливих речовин з вихлопними газами при роботі полігону

Назва забруднюючої речовини	Дизельні двигуни, т	Карбюраторні двигуни, т	Всього, т
Оксид вуглецю	3,507	1,986	5,493
Вуглеводні	1,052	0,331	1,383
Діоксид азоту	1,403	0,132	1,535
Сірчистий ангідрид	0,701	$6,6 \cdot 10^{-3}$	0,7076
Сажа	0,544	$1,9 \cdot 10^{-4}$	0,54419
Свинець	-	$9,93 \cdot 10^{-4}$	$9,93 \cdot 10^{-4}$
Бенз(а)пірен	$1,13 \cdot 10^{-5}$	$7,61 \cdot 10^{-7}$	$1,2061 \cdot 10^{-5}$
Всього	7,207	2,458	9,665

4.3.3 Водне середовище

Найближчим поверхневим водотоком до проєктованого полігону ТПВ (1 км на північний схід) є річка Жовта.

Русло річки зарегульовано земляними дамбами, внаслідок чого на ній утворилася низка слабопроточних водойм. Основне живлення річки

відбувається за рахунок талих вод (дві треті річного стоку), дощові та ґрунтові води мають другорядне значення.

Хімічний склад поверхневих вод річки характеризується вмістом сульфат-іону в межах 0,31–0,39 г/дм³, мінералізація змінюється від 1,2 до 1,5 г/дм³.

Рельєф полігону має ухил у бік річки Жовтої.

Влаштування дренажної системи по дну котлована та резервуара-збірника, призначення яких – забезпечувати збір з території полігону фільтрату, що утворюється. Для відведення поверхневого стоку з прилеглої території передбачається влаштування нагірної водовідвідної каналу по периметру полігону.

Це дозволяє мінімізувати вплив полігону на поверхневі води.

Гідрогеологічні умови аналізованого майданчика нині прості і характеризуються розвитком єдиного водоносного комплексу нижньонеогенових пісків та метаморфічних порід протерозою. Станом на березень 2022 року рівень підземних вод зафіксовано на глибині 21,75 м. Потік підземних вод спрямований на північний схід у бік долини річки Жовтої.

Верхня частина розрізу представлена потужною зоною аерації, складеною тесовими суглинками і верхньонеоген-нижньочетвертичними глинами. Потужність її змінюється від 16,0 до 20,0 м. У межах майданчика підземні води в лесових відкладах не зустрінуті, вони розвинені за межами полігону в долині р. Жовтої, де в розрізі відсутні глини, що є відносним водоупором і на території СКЗ (зона підтоплення). Зважаючи на те, що водоносний комплекс ізольований від поверхні потужною зоною аерації, що включає практично водонепроникні червоно-бурі глини, він не буде схильний до впливу полігону ТПВ.

За схемою природних умов (перша) та кількістю споживаної води, майданчик полігону ТПВ відноситься до III типу територій з потенційної підтоплюваності, згідно з таблицями 31–33 "Посібнику з проектування

будівель і споруд" (к СНіП 2.02.01-83). За виконання заходів, що виключають витікання води з водопровідних комунікацій та проникнення вод поверхневого стоку в ґрунтовий розріз, майданчик не підтоплюватиметься [28].

4.4 Заходи по регулюванню викидів при несприятливих метеорологічних умовах

Несприятливі метеорологічні умови (НМУ) – метеорологічні умови, які можуть призвести до збільшення впливу викидів шкідливих речовин в атмосферу понад нормативні значення. До них відносяться: штиль (швидкість вітру менше 0,5 м/с), туман, вітер швидкістю понад 9 м/с. Про можливий наступ НМУ керівників підприємств попереджають місцеві органи Держкомгідромету. На період НМУ необхідно розробити та здійснити комплекс тимчасових заходів щодо зниження викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Заходи розробляються підприємством та погоджуються з місцевими органами санітарного нагляду, гідрометеослужби та затверджуються начальником провадження. Тимчасові заходи щодо зниження викидів поділяються на 3 групи:

- перша група – заходи організаційного характеру, які потребують істотних витрат і які призводять до зниження виробництва;
- друга група – заходи, пов'язані зі створенням додаткових установок та розробкою спеціальних режимів роботи технологічного обладнання;
- третя група – заходи, пов'язані зі зниженням рівня виробництва, до яких відносяться поетапна зупинка агрегатів, що визначають забруднення приземного шару.

Здійснення заходів щодо регулювання викидів при НМУ проводиться починаючи з першої групи.

Перша група заходів передбачає:

- посилення контролю за точним дотриманням технологічного регламенту виробництва;
- розосередження за часом роботи технологічного обладнання із забезпеченням безперервності процесу виробництва;
- обмеження вантажно-розвантажувальних робіт, пов'язаних із значними викидами в атмосферу (неодночасність роботи екскаватора та скрепера);
- обов'язкове застосування пилоподавлення, зволоження;
- зменшення по можливості руху автотранспорту.

Заходи першого режиму забезпечують скорочення концентрації забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери на 15–20 %.

Оскільки викиди забруднюючих речовин в атмосферу не призводять до збільшення приземних концентрацій понад нормативні значення, проведення заходів по другому та третьому режиму не потрібно [29].

4.5 Технологічні заходи з охорони навколишнього середовища

Основною складовою моніторингу навколишнього середовища в районі проектного полігону ТПВ є контроль за рівневим та гідрохімічним режимом підземних вод водоносного комплексу нижньонеогенових пісків та метаморфічних порід протерозою, а також контроль за можливою появою води в лесових відкладах за рахунок аварійних витоків.

Контроль за режимом підземних вод проектується по мережі спостережних свердловин, що складається з шести свердловин у лісових відкладеннях та двох свердловин на водоносний комплекс нижньонеогенових пісків та метаморфічних порід протерозою.

Водоносний обрій у лесових відкладах нині відсутня. За дотримання заходів щодо запобігання порушенню водного балансу в лесовій товщі підтоплення майданчика не відбудеться. Для контролю за цим проектується буріння шести свердловин спостережень глибиною від 4,0 до 11,0 м

загальним метражем 49,0 м. У цих свердловинах передбачені тільки спостереження за появою води, з частотою 1 раз на місяць.

Для контролю за режимом підземних вод водоносного комплексу нижньонеогенових пісків та метаморфічних порід протерозою слід використовувати існуючу спостережну свердловину режимної мережі, що належить гідрогеологічній службі Східного гірничо-збагачувального комбінату та додатково обладнати режимну свердловину глибиною 15 м на північний схід від полігону. У цих свердловинах передбачається проводити вимірювання рівня і відбір проб води.

Вимірювання рівня слід проводити 1 раз на місяць, проби води відбирати влітку та восени - щомісяця та по одній пробі - взимку та навесні. Усього 16 проб протягом року.

Вимоги до відбору проб води визначаються ГОСТ 24481-80 та "Рекомендаціями досліджень гідрохімічного випробування та фізико-хімічних досліджень для оцінки забруднення підземних вод".

Контроль за станом атмосферного повітря, підземних та поверхневих вод здійснюють органи санітарно-епідеміологічна станції за затвердженим графіком.

Для забезпечення нормативного стану довкілля проектом передбачається:

- дотримання технологічного регламенту пристрою полігону та складування ТПВ;
- будову нагірної водовідвідної каналу глибиною 1,5 м з ухілами 5-28 % для відведення поверхневих стоків з території, що лежить;
- влаштування ванни для дезінфікуючого обмиву коліс сміттєвозів 3 % розчином лізолу при виїзді їх на пороги громадського користування;
- огороження робочої карти на період складування ТПВ переносною сітчастою огорожею (щоб уникнути вітрового рознесення сміття);
- забезпечення безстічної експлуатації полігону, яке здійснюється шляхом перекачування відпрацьованого розчину лізолу, фільтрату зі збірки-

резервуару та побутових стоків на поверхню робочих карток з метою додаткового зволоження та подальшого випаровування;

- полив робочої карти в суху пору року за допомогою поливально-мийної машини для зменшення вітрового рознесення сміття та запобігання самозайманню ТПВ;

- дотримання нормативів щодо укладання та експлуатації водонесучих комунікацій та їх своєчасний ремонт;

- недопущення накопичення атмосферних опадів у котлованах, траншеях під час виробництва земляних робіт;

- ущільнення ґрунтів, що підстилають дно котловану та його укоси для забезпечення їх нормативних фільтраційних властивостей;

- постійний контроль за справністю систем живлення двигунів внутрішнього згоряння автомобільного транспорту, будівельних машин [30].

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

На сьогоднішній день, використання полігонів для відходів виробництва та споживання стало важливою та піднімається як актуальна проблема. Україна використовує полігони для приблизно 97% чи близько 22 мільйонів тонн твердих побутових відходів, що призводить до викиду забруднюючих речовин у повітря та створення екологічних проблем. На цих полігонах концентрується значна кількість шкідливих речовин, утворених через різноманітні хімічні, ферментативні та біохімічні процеси. В результаті виникає біогаз, фільтрат, тверда маса та вивільнюється тепло. Фільтрат стає основним джерелом токсичних речовин у воді, а шкідливі речовини, що виділяються з полігону разом з біогазом, забруднюють повітря, тоді як утворена тверда маса створює штучні депо в ґрунті [31].

5.1 Показник питомого утворення відходів

Показник питомого утворення відходів - це величина, яка визначає обсяг відходів, що утворюються на одиницю виробництва або на одиницю виробленої продукції. Його обчислення може бути корисним для оцінки ефективності виробництва та здійснення контролю за відходами.

Цей показник дозволяє порівнювати кількість відходів, що утворюються, в залежності від обсягу виробництва. Може бути корисним при аналізі ефективності виробництва, плануванні стратегій утилізації відходів та впровадженні програм зменшення виробництва відходів на підприємстві [18].

Розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{ппу}} = P_{\text{зув}} / D,$$

де Д – додана вартість (тис. грн.), яка створена на підприємстві надання послуг, в результаті чого утворились відходи, і вона становить 829,25 тис.грн.

$$П_{ппу} = 354,586 / 829,25 = 0,428$$

$$П_{ппу} = 0,428.$$

5.2 Розрахунок питомого показника утворення відходів по КП «Чисте місто»

Питомий показник утворення відходів – об'єм відходів конкретного виду, який утворюється при виробництві одиниці продукції, переробки одиниці сировини, надання одиниці послуги.

Як вже відмічалось раніше основним видом діяльності підприємства є збирання та вивезення твердих побутових відходів від житлових будинків, організацій, підприємств на полігон , а також експлуатація полігона ТПВ [19].

Кількість побутового сміття, яке надходить на полігон ТПВ, згідно проектної документації, за рік складає - 70000 м³ (щільність 0,2 т/м³).

Питома норма утворення відходу розраховується за формулою:

$$ППУ = \frac{НД}{ГП}, \text{ де:}$$

НД- нормативно допустимий об'єм утворення відходів (т)

ГП- готова продукція або витрата сировини матеріалів для виготовлення продукції, ін.

1. $ППУ_{\text{брухт чорних металів}} = 1,448 \text{ т} : 70,0 \text{ тис. м}^3 = 0,0207 \text{ т / тис. м}^3;$
2. $ППУ_{\text{промаслене ганчір'я}} = 0,112 \text{ т} : 70,0 \text{ тис. м}^3 = 0,0016 \text{ т / тис. м}^3;$
3. $ППУ_{\text{відходи масл., пал. та пов. фільтрів}} = 0,477 \text{ т} : 70,0 \text{ т / тис. м}^3 = 0,0068 \text{ т / тис. м}^3;$
4. $ППУ_{\text{відпрацьовані нафтопродукти}} = 0,811 \text{ т} : 70,0 \text{ тис. м}^3 = 0,0116 \text{ т / тис. м}^3;$
5. $ППУ_{\text{побутові відходи}} = 1,792 \text{ т} : 70,0 \text{ тис. м}^3 = 0,0256 \text{ т / тис. м}^3;$
6. $ППУ_{\text{промисловий змїт}} = 2,43 \text{ т} : 70,0 \text{ тис. м}^3 = 0,0347 \text{ т / тис. м}^3;$

7. ППУ_{відпрацьовані акумулятори} = 0,407 т : 70,0тис. м³ = 0,0058т /тис. м³;
8. ППУ_{відходи фрикційних матеріалів} = 0,129 т : 70,0тис. м³ = 0,0018 т /тис. м³;
9. ППУ_{відпрацьовані шини автомобілів} = 1,633т : 70,0тис. м³ = 0,0233т /тис.м³.
10. ППУ_{відходи спецодягу} = 0,024 т : 70,0тис. м³ = 0,00034 т /тис. м³;
11. ППУ_{відходи макулатури} = 0,02 : 70,0тис. м³ = 0,000286т /тис. м³;
12. ППУ_{відпрацьований дезінфікуючий розчин} = 73,5: 70,0тис. м³ = 1,05 т /тис. м³;
13. ППУ_{відходи оргтехніки} = 0,028 т : 70,0тис. м³ = 0,0004 т /тис. м³;
14. ППУ_{відходи спецвзуття} = 0.020 т : 70,0тис. м³ = 0,00024т /тис м³;
15. ППУ_{відходи тари пластикової} = 0,00252 т : 70,0тис. м³ = 0,00004 т/тис. м³;
16. ППУ_{відходи гумові} = 0,059 т : 70,0тис.м³ = 0,00084 т /тис.м³.

В таблиці 5.1 приведено розрахунок нормативних показників утворення відходів на одиницю продукції (питомі норми утворення відходів).

Таблиця 5.1 - Розрахунок нормативних показників утворення відходів на одиницю продукції

Найменування виробництва	Найменування продукції, що відпускається	К-ть продукції, що відпускається, тис.м ³	Найменування відходу	Нормативно допустимий об'єм утворення відходів, т	Питомий показник утворення відходу на одиницю продукції, т/тис.м ³
1	2	3	4	5	6
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Брухт чорних металів	1,448	0,0207
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Промаслене ганчір'я	0,112	0,0016
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Відходи масляних, паливних та повітряних фільтрів	0,477	0,0068
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Відходи нафтопродуктів	0,811	0,0116
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Побутові відходи	1,792	0,0256

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Промисловий змiт	2,43	0,0347
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Вiдпрацьованi акумулятори	0,407	0,0058
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Вiдходи фрикційних матерiалiв	0,129	0,0018
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Вiдпрацьованi шини	1,633	0,0233
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Вiдходи спецодягу	0,024	0,00034
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Вiдходи макулатури	0,02	0,000286
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Вiдпрацьований розчин для дезiнфекцiї колiс автотранспорту	73,5	1,05
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Вiдходи оргтехнiки	0,028	0,0004
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Вiдходи спецвзуття	0,020	0,00024
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Вiдходи пластикової тари	0,00252	0,00004
Збір та складування ТПВ	Захоронені ТПВ	70,0	Гумові вiдходи	0,59	0,00084

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ

Робота на полігоні твердих побутових відходів (ТПВ) вимагає дотримання строгих норм безпеки та охорони праці через потенційні ризики, пов'язані з відходами. Деякі основні аспекти безпеки на такому полігоні включають:

1. Організація робочого простору. Забезпечення чіткої організації робочого місця, розміщення відходів, чітке відділення зон для сортування та зберігання відходів для попередження нещасних випадків.

Організація робочого місця включає встановлення чітких правил та стандартів організації робочого простору для працівників. Це може включати в себе встановлення меж робочих зон, безпечних маршрутів та обмежень для входу на певні території.

Важливо забезпечити правильне розташування відходів для мінімізації ризику нещасних випадків та оптимальної організації робочого процесу. Це може включати в себе створення окремих зон для різних типів відходів та чітке їх узгодження.

Важливо мати ефективні системи сортування та зберігання відходів для запобігання забрудненню, а також для безпечного та ефективного управління матеріалами. Це може включати в себе встановлення контейнерів для різних типів відходів та чітке позначення, що їх вміщують.

Для попередження нещасних випадків важливо встановити процедури та навички безпеки для працівників, які працюють з відходами. Це може включати в собі навчання персоналу щодо правил та процедур безпеки, а також забезпечення захисного спорядження.

Контроль та оцінка впровадження цих заходів дозволяють вчасно виявляти недоліки та вдосконалювати системи організації простору для підвищення ефективності та безпеки роботи [31].

Ці аспекти спільно сприяють створенню безпечного та продуктивного робочого простору на полігоні ТПВ.

2. Одяг та захист. Надання працівникам спеціального захисту – відповідного одягу, рукавиць, масок чи респіраторів для запобігання контакту з токсичними речовинами та забрудненими поверхнями.

Забезпечення працівників спеціальним захистом, як от відповідним одягом, рукавицями, масками чи респіраторами, важливо для їхнього безпеки та здоров'я при роботі на полігоні ТПВ. Ці заходи спрямовані на запобігання контакту з токсичними речовинами та забрудненими поверхнями.

Використання масок або респіраторів допомагає уникнути вдихання токсичних речовин, що можуть бути у повітрі на полігоні. Це забезпечує захист легень та органів дихання від небезпеки.

Спеціальний одяг та рукавиці важливі для запобігання контакту з токсичними речовинами або забрудненими поверхнями, що можуть викликати подразнення шкіри або навіть хімічні опіки.

Захисний одяг та спорядження повинні відповідати вимогам безпеки для впевненості в їхній ефективності та захисних властивостях.

Важливо навчити працівників правильно використовувати захисний одяг та спеціальні засоби, а також пояснити їм важливість цих заходів для їхнього здоров'я та безпеки. Тренінги повинні охоплювати користування, зберігання та обслуговування захисного спорядження.

Ці заходи допомагають забезпечити безпечні умови працівників, що працюють на полігоні з твердими побутовими відходами.

3. Інструктаж та навчання. Проведення регулярних навчань щодо правильної техніки роботи з відходами, користування засобами захисту, а також усвідомлення небезпек, пов'язаних із роботою на полігоні ТПВ.

Проведення систематичних інструктажів та навчання є ключовим аспектом забезпечення безпеки праці на полігоні ТПВ [30].

Навчання правильної техніки сортування, обробки та зберігання відходів з максимальною безпекою для працівника та оточуючого середовища.

Навчання користування та правильного використання різноманітних засобів захисту – від одягу до респіраторів – для зменшення ризику впливу токсичних речовин на органи дихання та шкіру.

Ознайомлення з небезпеками, які пов'язані з роботою на полігоні ТПВ, та навчання методів попередження аварійних ситуацій чи можливих загроз.

Постійне оновлення та навчання працівників щодо нових технологій обробки відходів або нових заходів безпеки на робочому місці.

Регулярні інструктажі та навчання створюють свідомих та підготовлених працівників, які знають правила безпеки та ризику, пов'язані з їхньою роботою.

4. Медичний контроль. Проведення регулярних медичних оглядів для працівників, які працюють на полігоні, для виявлення можливих наслідків контакту зі шкідливими речовинами.

Так, медичний контроль є важливим аспектом охорони здоров'я працівників на полігоні.

Регулярні медичні огляди працівників, які працюють на полігоні, для виявлення можливих відхилень у здоров'ї, що можуть бути пов'язані з контактом з токсичними речовинами або умовами роботи.

Проведення аналізів крові та інших тестів для виявлення можливих слідів токсичних речовин у організмі, а також для раннього виявлення патологій, що можуть бути пов'язані з роботою на полігоні.

Ведення медичних записів для кожного працівника, які містять дані про медичні огляди, результати аналізів та будь-які рекомендації щодо подальшої роботи чи необхідності спеціалізованої медичної допомоги.

Врахування результатів медичного контролю для вдосконалення заходів профілактики та забезпечення безпеки та здоров'я працівників.

5. Екстрені заходи. Розроблення планів дій у надзвичайних ситуаціях та навчання персоналу їх виконанню (наприклад, евакуація при аваріях, заходи у разі виникнення пожежі тощо).

Екстрені заходи – це ключовий аспект безпеки на полігоні ТПВ

Розробка детальних планів евакуації, заходів під час пожежі, аварій чи інших небезпечних ситуацій, які можуть виникнути на полігоні.

Регулярне навчання персоналу правилам евакуації, дій під час пожежі, використання захисного обладнання та інших процедур у надзвичайних ситуаціях.

Регулярне проведення симуляцій надзвичайних ситуацій для практичного тренування персоналу з дотримання процедур безпеки.

Постійне оновлення та перегляд планів дій у надзвичайних ситуаціях з урахуванням вивчених випадків, щоб підвищити ефективність реагування та запобігти можливим небезпекам у майбутньому.

6. Відпочинок та гігієна: Забезпечення можливості для перерв та відпочинку, а також забезпечення доступу до засобів гігієни для працівників.

Організація часу відпочинку та гігієнічні умови є важливими аспектами на полігоні ТПВ для забезпечення здоров'я працівників.

Забезпечення можливості для періодичних перерв для відпочинку, особливо при важких фізичних роботах, що допомагає уникнути втоми та стресу.

Створення зон для відпочинку, обладнаних меблями та зручностями, де працівники можуть відпочити під час перерв або після робочої зміни.

Забезпечення доступу до води, мила, рушників, а також засобів для особистої гігієни та захисту шкіри після контакту з відходами.

Надання робітникам інформації про правильне використання засобів гігієни та їх значення для збереження здоров'я.

Ці заходи допомагають знизити ризики для працівників, що працюють на полігоні ТПВ, та забезпечують безпеку та охорону їхнього здоров'я [30].

ПРОПОЗИЦІЇ
ЩОДО ПОЛПШЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО
ПІДПРИЄМСТВА «ЧИСТЕ МІСТО» З УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ
ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

За результатами проведеної інвентаризації відходів і для удосконалення діяльності КП «Чисте місто» рекомендується виконати наступні заходи:

1. Доопрацювати і впровадити систему повного обліку утворення, складування, накопичення, розміщення та руху відходів на дільницях підприємства в цілому, що забезпечить достовірність заповнення форм статистичної звітності.

2. Розробити технічні карти (інструкції) для забезпечення повного обліку відходів, які утворюються, зберігаються і розміщуються на підприємстві, а також утилізуються.

3. Забезпечити повний бухгалтерський облік сировини і матеріалів, що надходять на підприємство і в результаті використання яких утворюються відходи (залишок на попередній рік, надходження та витрачання в поточному році, залишок на кінець поточного року).

4. Забезпечити постійний контроль стану місць тимчасового зберігання відходів.

5. Не допускати змішування відходів різного класу небезпеки, для чого забезпечити всі підрозділи підприємства достатньою кількістю контейнерів.

ВИСНОВКИ

1. Комунальне підприємство (КП) «Чисте місто» забезпечує вивіз твердих побутових відходів від житлових будинків, організацій і підприємств, їх розміщення та захоронення на полігоні ТПВ.

2. За даними інвентаризації твердих побутових відходів, проведеної у КП «Чисте місто», вони мають наступний морфологічний склад: папір, картон – 34 %; харчові відходи – 23 %; полімерні матеріали – 8,4 %; скло – 4 %; текстиль – 3 %; метал чорний – 2 %; дерево, листя – 1%; шкіра, гума – 1 %; камені, кераміка – 1%; кістки – 0,8 %.

3. Комунальне підприємство «Чисте місто» не підлягає включенню до Реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів, оскільки показник загального утворення відходів за класами небезпеки дорівнює 354,5 та не перевищує граничне значення 1000 умовних одиниць на рік.

4. На полігоні застосовується технологія складування побутових відходів на картах, розрівнювання і ущільнення від низу до верху методом «насування», що дозволяє зменшити обсяг відходів в 4 рази; ізолювання ущільнених ТПВ відбувається мінеральним ґрунтом або інертними будівельними відходами.

5. Забруднення атмосферного повітря при експлуатації полігону ТПВ обумовлено пилогазоповітряними викидами: інтенсивність пиловиділення при всіх видах проведених робіт складає 8,52 т/рік, викид шкідливих речовин з вихлопними газами – 9,67 т/рік.

6. Для удосконалення діяльності КП «Чисте місто» доцільно забезпечити повний облік сировини і матеріалів, що надходять на підприємство і в результаті використання яких утворюються відходи, постійний контроль стану місць тимчасового зберігання відходів, сортування відходів різного класу небезпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зозуля І. І., Ковалишин В. В., Ничай Б. В., Комплексний проект з рекультивації полігону с. Грибовичі, том 1. Львів, 2013.
2. Хронологія подій: Трагедія Грибовицького сміттєзвалища. URL: <https://portal.lviv.ua/news/2016/05/31/tragediya-gribovitskogo-smittyezvalishhahronologiya-podiy>.
3. Про відходи: Закон України від 5 травня 2005 р. № 187/98. Відомості Верховної Ради України. 2005. с.35.
4. Управління та поводження з відходами: навч. посіб. Петрук В. Г. Та ін. Вінниця: ВНТУ, 2015. 100 с.
5. Ільченко І. В., Закалюжний П.Ф. Дослідження оцінки екологічного стану полігону ТПВ: звіт, 2-ге видання, Львів, 2016.
6. Волошин П. К. Оцінка впливу полігону ТПВ на екологічний стан гідросфери. 2014.
7. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навч. посіб. Київ, 2010. 550с.
8. Зозуля І. І., Ковалишин В. В., Ничай Б. В. Комплексний проект з рекультивації полігону, том 5: Львів, 2013.
9. Василечко В. О., Лебединець Л. О. Розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі: навч. посіб, Львів, 2012.
10. Дослідження якості підземних і поверхневих вод та ґрунту на міському сміттєзвалищі "Збиранка". Львів, 2018.
11. Зозуля І. І., Ковалишин В. В., Ничай Б. В., Комплексний проект з рекультивації полігону, том 7: Львів, 2013.
12. Гайдін А.М., Дяків В.О., Погребенник В.Д., Пашук А.В. Хімічний склад фільтрату полігону ТПВ. Збірник наукових праць Волинського нац. ун-ту ім. Лесі Українки, №10. Луцьк, 2017.

13. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України: Наказ Держбудову України від 19.02.2002 № 37. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0403-02/page>.

14. Голець Н.Ю., Мальований М.С., Малик Ю.О. Розрахунок класу небезпеки фільтрату Грибовицького полігону ТПВ. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Львів, 2017.

15. Зозуля І. І., Ковалишин В. В., Ничай Б. В., Комплексний проект з рекультивації полігону. Том 3. Львів, 2013.

16. Методичні рекомендації із збирання, утилізації та знешкодження фільтрату полігонів побутових відходів: Затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 421 від 20.08.2012 р.

17. Кашковский В.І. Стічні води сміттєзвалищ твердих побутових відходів. Співробітництво для вирішення проблеми відходів: Матеріали V міжнар. конф., 2009.

18. Жуков О.І. Методи очищення стічних вод: спр. посіб. 2009. 285 с.

19. Мінчукова М. Є. Сучасні матеріали та технології ізоляції джерел забруднення навколишнього середовища: пр-ва. міжвуз. тематики. зб. тр. СПб. 2015 року.

20. Запольський А.К. Фізико-хімічні основи технології очищення фільтрату: навч. посіб. Київ, 2016.

21. Про захист навколишнього середовища та, зокрема, ґрунтів при використанні осадів стічних вод у сільському господарстві (86/278/ЄЕС).

22. Кашковский В.І., Горбенко В.Н., Синяков Ю.Б., Вальчук Д.Г. Технологія комплексної переробки фільтрату твердих побутових відходів. Збірник наук. ст. Вінниця, 2009. 84 с.

23. Методика розрахунків розмірів відшкодування збитків заподіяних державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин. Відомості Верховної Ради України. 2017.

24. Правила приймання стічних вод до систем централізованих відходів. Відомості Верховної Ради України. 2018. С. 13.
25. Еколого-економічна ефективність URL: [http:// pidruchniki.com/10560412/ekologiya/rozrahunok_ekologokonomicchnoyi_efektivnosti_virobnichih_protseviv_viznachennya_ekologo-ekonomichnoyi_shkodi](http://pidruchniki.com/10560412/ekologiya/rozrahunok_ekologokonomicchnoyi_efektivnosti_virobnichih_protseviv_viznachennya_ekologo-ekonomichnoyi_shkodi).
26. Керб Л.П. Основи охорони праці: навч.-метод. посібн. Київ: КНЕУ, 2016. 215 с.
27. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ, 2000.
28. Крайнюков О. М. Моніторинг довкілля: навч. посібник. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009. 176 с.
29. Екологічна експертиза: навч. посібник / М. І. Федючка, Т. М. Коткова, С.І. Матковська [та ін.]; за заг. ред. М. І. Федючки / 2-ге вид., доп. і перероб. Херсон: Олді-плюс, 2019. 144 с.
30. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни і визначення основних понять.
31. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. С. 51–54.