

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Гірничий факультет
Кафедра природоохоронної діяльності

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віктор КОСТЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2023 р.

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
БАКАЛАВРА**

**на тему: «Удосконалення технологій розміщення та утилізації твердих
побутових відходів в Донецькій області»**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕКО-19

напряму підготовки: 101 Екологія

Владислав РИСОВАНІЙ

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник: доц., к.т.н., доц.каф.ПД Олексій КУТНЯШЕНКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль:

Олексій КУТНЯШЕНКО

(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.*

Студент _____

(підпис)

Луцьк –2023

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Гірничий факультет

Кафедра «Природоохоронна діяльність»

Освітньо-кваліфікаційний рівень - бакалавр

Напрямок підготовки 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри, д.т.н., проф.

Віктор КОСТЕНКО.

____. ____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

на випускню кваліфікаційну роботу бакалавра

Владислава РИСОВАНОГО

1. Тема роботи: «Удосконалення технологій розміщення та утилізації твердих побутових відходів в Донецькій області»

керівник роботи доц., к.т.н., доц.каф.ПД Олексій КУТНЯШЕНКО

затверджені наказом вищого навчального закладу від 08.05.2023 р. №181

2. Строк подання студентом роботи 12.06.2023р

3. Вихідні дані до проекту: відомості про устаткування та технології поводження з твердими побутовими відходами; матеріали переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Аналіз діяльності полігонів твердих побутових відходів та їх вплив на навколишнє середовище; 2. Удосконалення технологій розміщення та утилізації твердих побутових відходів в Донецькій області; 3. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): мультимедійна презентація на форматі А4

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Олексій КУТНЯШЕНКО		
Розділ 2	Олексій КУТНЯШЕНКО		
Розділ 3	Олексій КУТНЯШЕНКО		
Нормоконтроль	Олексій КУТНЯШЕНКО		

7. Дата видачі завдання 08.05.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Найменування видів робіт	Термін виконання	Форма звітності	Відмітка наукового керівника
Розділ 1	15.05.2023	Рукопис	
Розділ 2	29.05.2023	Рукопис	
Розділ 3 Охорона праці	12.06.2023	Рукопис	
Оформлення пояснювальної записки	12.06.2023	Рукопис	
Підготовка презентації	20.06.2023	Рукопис	

Науковий керівник

Олексій КУТНЯШЕНКО

Студент

Владислав РИСОВАНІЙ

АНОТАЦІЯ

Владислав РИСОВАНІЙ, Удосконалення технологій розміщення та утилізації твердих побутових відходів в Донецькій області. Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за напрямом підготовки 101 Екологія. – ДВНЗ ДонНТУ, Луцьк, 2023.

Сторінок: 65, 17 ілюстрацій, 4 таблиці, 36 посилань.

Об'єкт дослідження – полігон твердих побутових відходів.

Предмет дослідження – технології утилізації твердих побутових відходів на полігонах.

Мета роботи – розрахувати доцільність встановлення біогазової установки на території полігону твердих побутових відходів Мирноградської територіальної громади.

Методи досліджень: комплексний метод досліджень, що включає аналіз і узагальнення літературних джерел; аналіз обсягів утворення та накопичення твердих побутових відходів на полігонах; розрахунково-аналітичний метод.

Відповідно до поставленого завдання, в роботі проводяться дослідження негативного впливу твердих побутових відходів на навколишнє середовище з розглядом напрямків використання з метою покращення екологічної ситуації. На основі виконаного аналізу розроблені технології використання біогазових установок на території полігону. Виконано необхідні техніко-економічні розрахунки.

ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ПОЛІГОНИ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, БІОГАЗ, УТИЛІЗАЦІЯ.

ABSTRACT

Vladyslav RYSOVANYI, Improvement of technologies for placement and utilization of solid household waste in Donetsk region. Graduation qualifying work for obtaining a bachelor's degree in the field of study 101 Ecology. - DVNZ DonNTU, Luts'k, 2023.

Pages 65 , 17 pictures, 4 tables, 36 references.

The object of the study is a solid household waste landfill.

The subject of the study is solid household waste utilization technologies at landfills.

The purpose of the work is to calculate the expediency of installing a biogas plant on the territory of the municipal solid waste landfill of the Myrnohrad Territorial Community.

Research methods: a comprehensive research method, including analysis and generalization of literary sources; analysis of volumes of generation and accumulation of solid household waste at landfills; calculation and analytical method.

In accordance with the assigned task, the work conducts studies of the negative impact of solid household waste on the environment with consideration of directions of use in order to improve the ecological situation. On the basis of the performed analysis technologies for using biogas plants on the territory of the landfill have been developed. The necessary technical and economic calculations have been carried out.

HOUSEHOLD SOLID WASTE, LANDFILLS, ENVIRONMENT,
BIOGAS, DISPOSAL.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ПОЛІГОНИ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	10
1.1 Структура утворення та накопичення відходів	10
1.2 Світовий досвід в управлінні твердими побутовими відходами	16
1.3 Аналіз сучасного стану поводження з побутовими відходами в Україні	21
1.4 Вплив твердих побутових відходів на здоров'я людини	25
1.5 Вплив накопичення твердих побутових відходів на навколишнє середовище.....	28
2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗМІЩЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	34
2.1 Екологічна ситуація зі сміттєзвалищами в Донецькій області	34
2.2 Розрахунок орієнтовного обсягу біогазу полігону ТПВ Мирноградської територіальної громади	39
2.3 Розрахунок потенційного устаткування для утилізації біогазу на досліджуваному полігоні	45
2.4 Аналіз техніко-економічної ефективності методу отримання біогазу...	51
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	54
3.1 Аналіз шкідливих факторів виробничого середовища, що діють на організм працівників полігонів твердих побутових відходів.....	54
3.2 Розробка заходів з пожежної профілактики.....	57
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ВСТУП

Кількість твердих побутових відходів з кожним роком росте. Тверді побутові відходи складають у спеціально відведених місцях-полігонах. На території України більш ніж 80 % не відповідають санітарним нормам. Проблема із накопиченням твердих побутових відходів також є актуальною і для Донецької області. Майже 7 тис.га (приблизно 2 % Донецької області) займають офіційні полігони твердих побутових відходів.

Полігони твердих побутових відходів завдають великого негативного впливу на навколишнє середовище. Також полігони є місцем для розвитку патогенних мікроорганізмів, що викликає санітарну небезпеку. Хоч і полігони мають великий негативний вплив на навколишнє середовище, їх потенційно-корисні можливості ще не розкриті повністю. Потенціал біогазу, що може утворюватися на українських полігонах складає майже 300 млн.м³. Однією із головних переваг отримання газу таким методом є його низька собівартість, потреба в незначній площі для встановлення відповідних установок та висока рентабельність.

На даний момент майже 92% сміття, що накопичується на українських полігонах не перероблюється. В той же час країни з розвиненою економікою отримують максимальну користь від утилізації відходів в тій чи іншій сфері.

Термічна обробка відходів, займає лідируючі позиції у світових практиках серед промислової обробки. Найчастіше використовується процес спалювання для утилізації відходів. Одна із переваг такого виду утилізації - це зменшення загального накопичуваного об'єму відходів, знешкодження відходів та перетворення їх у сухий нешкідливий залишок.

Україна має значні напрацювання щодо технологічних процесів майже усіх видів виробництва та видобутку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. Одним із перспективних напрямків є біоенергетика. Доцільність отримання в масштабах України біогазу з органічних відходів зумовлена їх

кількістю та концентрацією як в окремих господарствах, так і в цілих регіонах.

Актуальність дослідження. Проаналізувати стан на полігоні твердих побутових відходів Мирноградської територіальної громади. Розглянути його негативний вплив на навколишнє середовище.

Мета роботи. Проаналізувати вплив досліджуваного полігону на навколишнє середовище. Розглянути можливість встановлення біогазових установок в даному комплексі.

Об'єктом дослідження слугували тверді побутові відходи на полігоні Мирноградської територіальної громади.

Предмет дослідження – аналіз впливу твердих побутових відходів полігону Мирноградської територіальної громади на навколишнє середовище, з подальшим отриманням біогазу.

Методи дослідження - аналіз літературних джерел за тематикою, математична обробка та систематизація статистичних даних, узагальнення науково-теоретичних та експериментальних даних.

Наукова новизна отриманих результатів. Розраховано орієнтований обсяг біогазу, який можна отримати на досліджуваному полігоні. Також, проведені розрахунки щодо потенційного устаткування, яке можна встановити на полігоні для отримання біогазу. Розрахована техніко-економічна ефективність отримання біогазу на полігоні твердих побутових відходів Мирноградської територіальної громади.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дипломної роботи можуть бути використаними для отримання біогазу на полігоні. В свою чергу застосування даного методу зменшить об'єми відходів на даному полігоні, таким чином зменшиться антропогенне навантаження на навколишнє середовище.

Завдання роботи:

1. Проаналізувати стан полігонів твердих побутових відходів в Україні;
2. Проаналізувати методи використання твердих побутових відходів;

3. Провести розрахунок доцільності встановлення біогазової установки на полігоні твердих побутових відходів Мирноградської територіальної громади.

1 ПОЛІГОНИ ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1 Структура утворення та накопичення відходів

Відходи є неминучим побічним продуктом людської діяльності. Економічний розвиток і підвищення рівня життя в Україні до збільшення кількості та складності утворених відходів, тоді як промислова диверсифікація та надання розширених медичних закладів додали значну кількість небезпечних промислових відходів і біомедичних відходів у сферу виробництва. Потік відходів із потенційно серйозними наслідками для навколишнього середовища та здоров'я людей.

Чітке визначення кількості та характеристик відходів, що утворюються, є ключовим компонентом у розробці надійних та економічно ефективних стратегій поводження з твердими відходами. Хоча в деяких більш розвинутих країнах кількісна оцінка та характеристика відходів є основою для управління з твердими побутовими відходами (ТПВ), в інших країнах мало пріоритету приділяється систематичному дослідженню виникнення відходів та їх кількості, характеристик, сезонних коливань та майбутніх тенденцій утворення відходів. Незважаючи на брак вичерпної чи послідовної інформації, на рівні країни можна помітити деякі загальні тенденції та спільні елементи [1]. На рисунку 1.1 зображена мапа з полігонами ТПВ в Україні станом на 2018 рік.



Рисунок 1.1 – Карта з розміщенням ТПВ на території України

Загалом, розвинуті країни створюють набагато більшу кількість відходів на душу населення порівняно з країнами регіону, що розвиваються. Однак за певних обставин управління навіть невеликими кількостями відходів є серйозним викликом. Наприклад, на невеликих островах у південно-тихоокеанському субрегіоні невелика кількість населення та низька економічна діяльність забезпечили утворення відносно невеликих кількостей відходів. Однак багато з цих країн, особливо малі країни, такі як Кірібаті, Тувалу та Маршаллові Острови, стикаються зі значними проблемами поводження з відходами через невеликі площі території та відсутністю варіантів утилізації. ТПВ розділяють на чотири основні категорії відходів: тверді міські відходи, промислові відходи, сільськогосподарські відходи та небезпечні відходи [2].

Тверді міські відходи - утворюються в домогосподарствах, офісах, готелях, магазинах, школах та інших закладах. Основними компонентами є харчові відходи, папір, пластик, ганчір'я, метал і скло, також до сміття часто входить будівельне сміття та невелика кількість небезпечних відходів, таких як електричні лампочки, батареї, автомобільні деталі та викинуті

медикаменти. і хімікати. Показники утворення ТПВ відрізняються від міста до міста та від сезону до сезону та мають сильну кореляцію з рівнем економічного розвитку та активності. Щороку в Україні утворюється приблизно 10-13 млн тонн твердих побутових відходів. Річна кількість відходів на душу населення становить близько 250-300 кг і має тенденцію до зростання [3].

Склад твердих побутових відходів суттєво різниться в Україні, ніж у деяких країнах із середнім і низьким рівнем доходу де утворюються відходи, що містять понад 70 відсотків органічного вмісту з відповідним вмістом вологи, що перевищує 50 відсотків. Відмінності в характеристиці та звітності про типи відходів також відрізняються в деяких муніципальних органах влади, включаючи відходи будівництва та демонтажу та промислові відходи як частину міського потоку відходів. В Україні, за 2020 р. перероблено та утилізовано лише 6,6% побутових відходів, з них 2,5% спалено, а 4,1% побутових відходів потрапило на заготівельні пункти вторсировини і сміттєпереробні заводи. На українських полігонах щорічно безповоротно втрачається 9 млн тонн макулатури, 1,5 млн тонн чорних і кольорових металів, 2 млн тонн полімерних матеріалів, 20 млн. тонн харчових відходів, 0,5 млн. тонн скла [3].

Основна мета у сфері поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) полягає у зменшенні їх загального обсягу, але на даний момент спостерігається їх прогресуюче накопичення. У результаті роботи багатьох промислових підприємств, які в свою чергу використовують недосконалі технології, то на території України накопичується приблизно 30 млрд. тонн промислових відходів, на загальній площі 170 тис.гектарів.

За даними на 2021 рік, щороку в Україні утворюється 1,8 млрд.т промислових відходів. З даних відходів, лише 10% використовується в народному господарстві, для порівняння: 70% використовуються в розвинених країнах [3].

Гірничо-видобувна промисловість є лідером за кількістю утворення промислових відходів. Найбільші промислові полігони для відходів знаходяться в Донецькій, Луганській, Дніпропетровській та Запорізькій областях. Дані полігони представлені відвальними породами видобутку, збагачення та переробки руд чорних та кольорових металів, породами вуглевидобутку та вуглезбагачення, відходами металургійного виробництва. На рисунку 1.2 зображені терикони Донбасу.



Рисунок 1.2 – Терикони Донбасу

Створена карта техногенних відходів – всього близько 1200 об'єктів. Промислові відходи Нікопольського глиноземного заводу, Нікопольського заводу феросплавів, Запорізького титано-магнієвого комбінату, Микитівського ртутного комбінату, Побузького нікелевого заводу Костянтинівського заводу «Укрцинк», ЗАТ Турбівського каолінового заводу, можна віднести до найбільш перспективних промислових техногенних об'єктів [3].

Сільськогосподарські відходи - це відходи, що утворюються в результаті вирощування сільськогосподарських культур або тваринництва в сільськогосподарських підприємствах. Сюди входять, матеріали з вирощування сільськогосподарських культур, такі як біомаса з другої чи

третьої культури, рештки врожаю та відходи збирання врожаю (трави, зерно, коренеплоди). Відходи тваринництва, такі як трава, підстилка або корм, також вважаються відходами сільського господарства. Значна частина гною худоби не вважається сільськогосподарськими відходами.

Доступні різні процедури для утилізації відходів на основі матеріалів або енергії: вони включають, наприклад, компостування, ферментацію, пряме розкидання на полі або ферментацію метану з іншими субстратами на біогазових установках. Потенціал біомаси відходів сільського господарства значною мірою вичерпаний. Більшість відходів потрапляє на компостні чи ферментаційні заводи, а потім може бути перероблено у формі компосту та твердого дагестату для сільськогосподарських потреб [4].

Поводження з небезпечними відходами, збір, обробка та утилізація відходів, які при неправильному поводженні можуть завдати суттєвої шкоди здоров'ю та безпеці людей або довкіллю. Небезпечні відходи можуть мати форму твердих речовин, рідин, шламів або газів, і вони утворюються в основному на хімічному виробництві та інших промислових видах діяльності. Вони можуть завдати шкоди під час неправильного зберігання, транспортування, обробки або утилізації. Неналежне зберігання або видалення небезпечних відходів часто забруднює поверхневі та підземні води, що є шкідливим забрудненням води, а також може бути джерелом небезпечного забруднення землі. Люди, які живуть у будинках, побудованих поблизу старих і занедбаних сміттєзвалищ, можуть перебувати в особливо вразливому становищі. Прагнучи вирішити існуючі проблеми та запобігти майбутній шкоді від небезпечних відходів, уряди ретельно регулюють практику управління небезпечними відходами.

Небезпечні відходи класифікують на основі їхніх біологічних, хімічних і фізичних властивостей. Ці властивості створюють матеріали, які є токсичними, реактивними, легкозаймистими, корозійними, інфекційними або радіоактивними [5].

Токсичні відходи є отруйними, навіть у дуже малих кількостях. Вони можуть мати гострі наслідки, спричиняючи смерть або тяжку хворобу, або вони можуть мати хронічні наслідки, повільно завдаючи непоправної шкоди. Деякі з них є канцерогенними, викликаючи рак після багаторічного впливу. Інші є мутагенними, спричиняючи значні біологічні зміни організмі людей і тварин, які піддалися впливу.

Реакційноздатні відходи хімічно нестабільні і бурхливо реагують з повітрям або водою. Вони утворюють токсичні випаровування. Займисті відходи горять при відносно низьких температурах і можуть викликати пожежу. До корозійних відходів належать сильнодіючі кислотні або лужні речовини. Вони руйнують твердий матеріал і живі тканини при контакті, шляхом хімічної реакції.

До інфекційних відходів належать використані бинти, голки для підшкірних ін'єкцій та інші матеріали з лікарень або біологічних дослідницьких установ.

Радіоактивні відходи випромінюють іонізуючу енергію, яка може пошкодити живі організми. Оскільки деякі радіоактивні матеріали можуть зберігатися в навколишньому середовищі протягом багатьох тисяч років до повного розпаду, контроль над цими відходами викликає серйозне занепокоєння. Однак поводження з радіоактивними матеріалами та їх утилізація не є обов'язком місцевих органів влади. Через масштаб і складність проблеми поводження з радіоактивними відходами, зокрема відходами ядерного поділу, зазвичай розглядається як інженерна задача, окрема від інших форм поводження з небезпечними відходами [5]. На рисунку 1.3 зображено мапа з радіоактивними захороненнями відходів на території України.



Рисунок 1.3 – Карта могиликів радіоактивних відходів

1.2 Світовий досвід в управлінні твердими побутовими відходами

У всьому світі кількість відходів зростає. За оцінками, у 2020 році у світі утворюється 2,24 мільярда тонн твердих відходів, що становить 0,79 кілограма на людину в день. Зі швидким зростанням населення та урбанізацією очікується, що щорічне утворення відходів зросте на 73% від рівня 2020 року до 3,88 мільярда тонн у 2050 році. Порівняно з населенням розвинутих країн, населення країн, що розвиваються, більш сильно страждають від нераціонального поводження з відходами. У країнах з низьким рівнем доходу понад 90% відходів часто викидають на нерегульовані звалища або спалюють відкрито. Ці дії створюють серйозні негативні наслідки для здоров'я та безпеки довкілля. Дані відходи служать живильним середовищем для розповсюдження хвороб та сприяють глобальній зміні клімату через утворення метану.

Правильне поводження з відходами має важливе значення для побудови стійких і зручних для життя міст, але це залишається проблемою для багатьох країн і міст, що розвиваються. Ефективне поводження з відходами є дорогим, часто становить 20%–50% міських бюджетів.

Функціонування цієї важливої муніципальної послуги потребує інтегрованих систем, які є ефективними, стійкими та підтримуються соціально.

Світовий банк фінансує та надає консультації щодо проектів поводження з твердими відходами, використовуючи різноманітний набір продуктів і послуг, включаючи традиційні позики, фінансування та технічні консультації. Проекти управління відходами, що фінансуються Світовим банком, стосуються всього життєвого циклу відходів — від утворення до збирання та транспортування, обробки та видалення.

Цілі, якими Банк керується проектами та інвестиціями у сфері поводження з твердими відходами, включають:

- *Інфраструктура*: Світовий банк надає капітальні інвестиції для будівництва або модернізації об'єктів сортування та обробки сміття, закриття сміттєзвалищ, будівництва чи реконструкції сміттєзвалищ, а також забезпечення баків, сміттєвих баків, вантажівок і перевантажувальних станцій;
- *Юридичні структури та інституції*: Проекти консультують щодо ефективних політичних заходів та координованих інституцій для сектора поводження з побутовими відходами;
- *Фінансова стійкість*: завдяки розробці структур податків і зборів, а також довгостроковому плануванню проекти допомагають урядам покращити стримування витрат на відходи та їх утилізацію;
- *Залучення громадян*: зміна поведінки та участь громадськості є ключовими факторами функціональної системи утилізації відходів. Світовий банк підтримує розробку стимулів і систем інформування, щоб спонукати до скорочення відходів, розділення відходів і повторного використання;
- *Соціальна інтеграція*: відновлення ресурсів у більшості країн, що розвиваються, значною мірою покладається на неофіційних працівників, які збирають, сортують і переробляють 15–20% утворених відходів. Проекти спрямовані на забезпечення засобів до існування сміттєзбирачів за допомогою таких стратегій, як інтеграція в офіційну систему, а також

забезпечення безпечних умов праці, мереж соціального захисту, обмеження дитячої праці та розвитку освіти;

- *Зміна клімату та довкілля:* проекти сприяють екологічно безпечній утилізації відходів. Вони підтримують пом'якшення викидів парникових газів шляхом скорочення втрат харчових продуктів і відходів, відведення органічних відходів і впровадження технологій обробки та утилізації, які вловлюють біогаз і газ із звалищ. Проекти з утилізації відходів також підтримують стійкість, зменшуючи утилізацію відходів у водних шляхах, вирішуючи питання поводження з уламками та захищаючи інфраструктуру від повеней;

- *Охорона здоров'я та безпека.* Робота Світового банку у сфері поводження з міськими відходами покращує здоров'я населення та покращує рівень доходів за рахунок зменшення відкритого спалювання, пом'якшення розповсюдження шкідників і хвороб;

- *Створення знань:* Світовий банк допомагає урядам планувати та вивчати відповідні місцеві рішення за допомогою технічної експертизи, а також даних і аналітики.

Діяльність Світового банку з управління відходами охоплює кілька сфер розвитку, включаючи енергетику, екологічну стійкість, продовольство та сільське господарство, охорону здоров'я та населення, соціальний захист, транспорт, міський розвиток і водопостачання.

З 2000 року Світовий банк виділив понад 4,7 мільярда доларів США на більш ніж 340 програм поводження з твердими відходами в усіх шести регіонах, де бере участь Світовий банк. Нещодавні або готові інфраструктурні кредити та технічна допомога підтримали численні ініціативи, зокрема:

В Індонезії позика в розмірі 100 мільйонів доларів США підтримує національну програму в розмірі 1 мільярда доларів США з реформування методів поводження з відходами для приблизно 70 міст-учасників, що вплине на близько 50 мільйонів людей. Позика підтримує зміцнення місцевої

політики та інституцій, закриття та реабілітацію старих і неофіційних сміттєзвалищ, а також облаштування екологічно чистих сміттєзвалищ, включаючи сучасні санітарні полігони з механізмами збору звалищних газів.

У Китаї програма заохочення, заснована на результатах, стимулювала розділення кухонних відходів. Кредит у розмірі 80 мільйонів доларів США також підтримав будівництво сучасного об'єкта анаеробного зброджування для ферментації та відновлення енергії з органічних відходів, що принесе користь 3 мільйонам людей.

У В'єтнамі інвестиції в управління твердими відходами допомагають місту Кантхо запобігти засміченню каналізаційних каналів, що може призвести до повені.

Подібним чином на Філіппінах інвестиції допомагають Metro Manila зменшити ризики повеней, зводячи до мінімуму тверді відходи, які потрапляють у водні шляхи. Зосереджуючись на покращених системах збору, підходах, орієнтованих на громаду, і надаючи стимули, інвестиції в управління відходами сприяють зменшенню морського сміття, зокрема в Манільській затоці.

В Азербайджані позики Світового банку підтримали реабілітацію основного сміттєзвалища та створення державної компанії з утилізації відходів, збільшивши кількість населення, яке обслуговується формальною системою утилізації твердих відходів, з 53% у 2008 році до 74% у 2012 році. Підтримка також сприяла на подальшу практику сталого поводження з відходами, допомагаючи досягти рівня переробки та повторного використання на 25%.

У Боснії та Герцеговині кредити Світового банку фінансували реабілітацію існуючих сміттєзвалищ, розробку регіональних звалищ, закриття диких звалищ і допоміжне обладнання. Завдяки інвестиціям у інфраструктуру та технічній допомозі з питань поводження з ТПВ, позики допомогли збільшити доступ до офіційної системи управління відходами з 25% до 66% населення.

В Аргентині кредити та гранти на суму 40 мільйонів доларів США допомогли скоротити та належним чином поводитися з харчовими відходами завдяки партнерству з продовольчими банками та роздрібними торговцями, закрити понад 70 сміттєзвалищ та побудувати 11 пунктів утилізації відходів.

На Сінт-Мартені Світовий банк надає грант у розмірі 25 мільйонів доларів США на екстрене управління сміттям, зосереджуючись на управлінні сміттєзвалищами, на додаток до ширшої секторальної підтримки. Постійно надається підтримка для розробки національної стратегії поводження з твердими відходами та інвестиційних планів для подальшого інтегрованого розвитку сектора поводження з твердими відходами.

На Ямайці завдяки фінансуванню, орієнтованому на результати, та інвестиціям у інфраструктуру було покращено участь громади та послуги зі збирання відходів у 18 громадах. Діяльність утилізації відходів також сприяла створенню робочих місць і сприяла програмі запобігання злочинності та її скорочення.

У Марокко серія позик на стратегію розвитку на загальну суму 500 мільйонів доларів покращила залучення громадян і прозорість, зміцнила партнерство з приватним сектором і підзвітність, збільшила збір зборів і підтримала покращення умов праці та соціальну інтеграцію 20 000 працівників неформального сектору.

У Пакистані проект вартістю 5,5 мільйона доларів США підтримав компостний завод у Лахорі для розвитку ринку та продажу кредитів на скорочення викидів відповідно до Кіотського протоколу Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН). Результатом цих заходів стало скорочення викидів еквіваленту вуглекислого газу на 150 000 тонн і збільшення добового обсягу виробництва компосту з 300 до 1000 тонн на добу.

У Буркіна-Фасо Світовий банк підтримав сектор твердих відходів, надавши позики на суму понад 67 мільйонів доларів США з 2005 року, підтримуючи планування сектора поводження з відходами та будівництво

двох полігонів. Столиця Уагдугу зараз збирає в середньому 78% утворених відходів, що значно вище, ніж середній показник у країнах Африки на південь від Сахари (46%).

Таким чином із прикладів що приведені вище, можна побачити, що кожна країна та світовий регіон шукає свої методи для покращення стану навколишнього середовища, шляхом правильним підходом до управління твердими побутовими відходами.

1.3 Аналіз сучасного стану поводження з побутовими відходами в Україні

З усіх відходів, що утворюються та накопичуються на територіях українських полігонів відходи первинного виробництва складають 76%, вторинного виробництва - близько 18%, відходи сільського господарства - близько 2% , тверді побутові відходи - близько 2%. В 2019 році в Україні було вироблено близько 65 млн. куб. м або 13 млн. тонн ТПВ. Тобто, частка ТПВ у загальному обсязі відходів, що утворюються в Україні, здається незначною — 2–3%.

Попри те, що частка ТПВ у структурі відходів дуже мала, вони безпосередньо впливають на стан навколишнього середовища поблизу житлових районів, а перероблені відходи є додатковим джерелом сировини, матеріалів та енергії для національної економіки.

Якісний склад відходів визначає вимоги до систем їх збору та утилізації, а також заходи, які мають застосовуватися в межах поводження з ТПВ. Роль цього показника суттєво впливає на вибір моделі переробки ТПВ.

Джерелами статистичних даних в Україні щодо дослідження структури ТПВ, можуть слугувати невеликі дослідження, які проводилися операторами ТПВ та відповідними асоціаціями в той чи інший час, бо до сьогодні систематичні дослідження структури ТПВ в Україні не здійснювалися.

Результати цих даних різняться між собою. Наприклад, згідно з дослідженнями, проведеними в межах національного проєкту «Чисте місто», найбільша частка у структурі ТПВ припадає на продукти харчування (більше ніж 30% загального обсягу) та відходи упаковки, в основному картон і папір. За даними Шостого національного повідомлення України з питань зміни клімату (рис. 1.4), до структури ТПВ входять харчові відходи — 35–50%, папір і картон — 10–15%, вторинні полімери — 9–13%, скло — 8–10%, метали — 2%, текстиль — 4–6%, будівельні відходи — 5%, деревина — 1% та інші відходи — 10%. Розбіжності в даних, скоріше за все, пов’язані з обмеженим обсягом вибірки. Окрім того, можливо, що частину органічних відходів не було включено до оцінки.

До категорії «Інші відходи» належать небезпечні відходи й великогабаритне сміття, електронні прилади, в яких закінчився строк експлуатації, та інші, менш важливі види відходів.



Рисунок 1.4 – Структура ТПВ в Україні

В Україні переробляється лише 3,7% побутових відходів, насамперед ідеться про відходи упаковки (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Структура переробки ТПВ в Україні

У ЄС рівень переробки в середньому становить 60% (рис. 1.6).

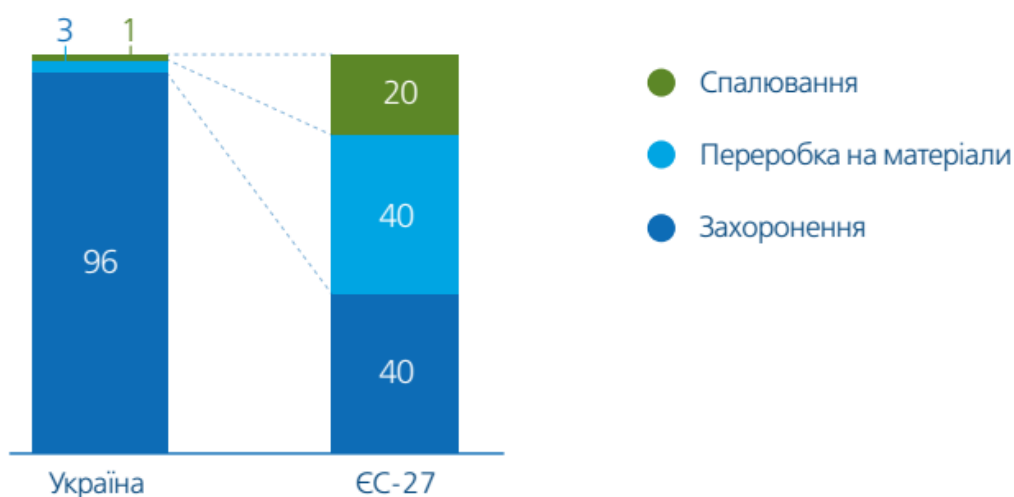


Рисунок 1.6 – Порівняльні характеристики показників переробки ТПВ,
%

На даний момент поводження з ТПВ на території України не задовільне. Більшість відходів, що утворюються на промислових підприємствах залишаються на їх територіях. Переважна кількість місць де зберігаються ТПВ не відповідають умовам екологічної безпеки. Також в Україні стоїть великою проблемою утилізація відходів. Такі рідкі відходи від виробництва продукції спирту, молочної продукції та маслозаводів не утилізуються. Наприклад, спиртові заводи, що знаходяться на території України, не утилізують післяспиртову барду, а вивозять її на спеціальні

бардополя. На рисунку 1.7 зображено відходи від спиртового заводу в м.Тростянець (Вінницька область).



Рисунок 1.7 – Місце накопичення відходів від спиртового заводу
м.Тростянець

Станом на 2021 більш ніж 200 полігонів ТПВ в Україні перевантажені. Внаслідок порушення технології складування відходів відбувається періодичне їх горіння на полігонах ТПВ м. Обухова Київської області, м.Василівка Запорізької області, м.Одеса, на багатьох полігонах в Луганській області та ін. В Закарпатській області поводження з ТПВ є однією з найбільш гострих проблем природоохоронного спрямування. Відсутність ефективної системи збору, видалення та їх переробки особливо в басейнах транскордонних річок Уж, Латориця, Тиса, призводить до забруднення водотоків сусідніх країн - членів Євросоюзу.

В Київській області проблемним питанням є розміщення відходів, які утворюються в м. Києві на полігоні № 5 ВАТ "Київспецтранс" (Обухівський район). Фільтрат, який утворюється при експлуатації полігону, продовжує накопичуватися в озерах-накопичувачах першої та другої черг полігону, його

кількість складає близько 680 тис. тонн. Накопичення фільтрату становить небезпеку для навколишнього природного середовища.

1.4 Вплив твердих побутових відходів на здоров'я людини

До групи ризику від неправильної утилізації твердих побутових відходів входять – населення територій, де немає належного способу утилізації відходів, особливо діти дошкільного віку; робітники з відходів; і працівники на підприємствах, що виробляють токсичний та інфекційний матеріал. Інша група високого ризику включає населення, яке проживає поблизу сміттєзвалища, і тих, чия вода була забруднена або через звалища відходів, або через витік зі звалищ. Незібрані тверді відходи також підвищують ризик травм та інфікування [6].

Зокрема, серйозну загрозу представляють органічні побутові відходи, оскільки вони бродять, створюючи умови, сприятливі для виживання та росту патогенних мікроорганізмів. Безпосереднє поводження з твердими відходами може призвести до різних типів інфекційних і хронічних захворювань, причому найбільш вразливими є працівники, які займаються вивезенням сміття.

Вплив небезпечних відходів може вплинути на здоров'я людини, діти є більш вразливими до цих забруднювачів. Насправді пряме опромінення може призвести до захворювань через вплив хімічних речовин, оскільки викид хімічних відходів у навколишнє середовище призводить до хімічного отруєння. Багато досліджень було проведено в різних частинах світу, щоб встановити зв'язок між впливом відходів на людське здоров'я [7].

Відходи сільського господарства та промисловості також можуть спричинити серйозну загрозу здоров'ю. Окрім цього, спільне видалення небезпечних промислових відходів із міськими відходами може наразити людей на хімічну та радіоактивну небезпеку. Незібрані тверді відходи можуть також перешкоджати стоку дощових вод, що призводить до

утворення стоячих водойм, які стають розсадником хвороб. Відходи, скинуті поблизу джерела води, також спричиняють забруднення водойми або джерела підземних вод. Пряме скидання необроблених відходів у річки, моря й озера призводить до накопичення токсичних речовин у харчовому ланцюгу через рослини та тварин, які ними харчуються [8].

Утилізація лікарняних та інших медичних відходів вимагає особливої уваги, оскільки це може створити серйозну небезпеку для здоров'я. Ці відходи, які утворюються в лікарнях, центрах охорони здоров'я, медичних лабораторіях і дослідницьких центрах, такі як викинуті голки для шприців, бинти, тампони, пластирі та інші типи інфекційних відходів, часто утилізуються разом із звичайними неінфекційними відходами [9].

Неналежне поводження з відходами може привабити гризунів і комах, які можуть бути притулком для шлунково-кишкових паразитів, жовтої лихоманки, глистів, чуми та інших умов для людей, а вплив небезпечних відходів, особливо під час їх спалювання, може спричинити різні інші захворювання, включно з раком. Токсичні відходи можуть забруднювати поверхневі води, ґрунтові води, ґрунт і повітря, що створює додаткові проблеми для людей, інших видів та екосистем.

Обробка та утилізація відходів призводить до значних викидів парникових газів (ПГ), особливо метану, який значною мірою сприяє глобальному потеплінню. Проблеми з охороною здоров'я та безпекою також виникають через неправильне поводження з відходами [10].

Відходи приваблюють переносників комах і гризунів, і вони можуть поширювати такі хвороби, як холера та лихоманка денге. Використання води, забрудненої комунальними відходами, для купання, зрошення харчових продуктів і питної води також може наражати людей на хвороботворні організми та інші забруднення.

Існують прямі ризики для здоров'я тих працівників, які в основному займаються утилізацією цих відходів, і їх необхідно максимально захистити від контакту з відходами. Працівники, які займаються збором відходів, у

країнах, що розвиваються, рідко захищені від прямого контакту та травм, а спільне видалення небезпечних і медичних відходів разом із міськими відходами становить серйозну загрозу для здоров'я. Також на місцях скупчення ТПВ накопичується багато важких металів, які негативно впливають на здоров'я людини. В таблиці 1.1 представлені важкі метали та їх вплив на людський організм [12].

Таблиця 1.1 - Вплив важких металів на здоров'я людини

Важкий метал	Вплив на людський організм
Свинець (Pb)	Пошкодження нервової, кровоносної та видільної систем. Впливає на розвиток головного мозку дітей. Він є канцерогеном і викликає рак легенів.
Кадмій (Cd)	Пошкодження нервової системи, тератогенна дія, накопичується в нирках і печінці.
Ртуть (Hg)	Сильно отруйний і уражує головний мозок.
Хром (Cr)	Гостро отруйний і пошкоджує ДНК. Викликає астматичний бронхіт/алергічні реакції.
Барій (Ba)	Може утворювати вибухонебезпечні гази (водень) у разі змочування. Короточасний вплив викликає м'язову слабкість; ураження серця, печінки та селезінки.
Берилій (Be)	Шкідливий при вдиханні диму та пилу. Викликає рак легенів, бериліоз і шкірні захворювання.
Миш'як (As)	При тривалому впливі гостро отруйний і шкідливий для здоров'я
Літій (Li)	У разі змочування можуть утворюватися вибухонебезпечні гази (водень).
Нікель (Ni)	Може спричиняти алергічні реакції
Сурма (Sb)	Це токсична сполука, яка викликає дерматит, уражаючи

	клітини шкіри та дихальні шляхи, а також впливає на імунну систему
Сульфід цинку	Токсичний при вдиханні
Пил	Ризик для здоров'я при вдиханні пилу

1.5 Вплив накопичення твердих побутових відходів на навколишнє середовище

Велика частина потенційного ризику від звалищ ТПВ є результатом міграції забрудненого фільтрату та звалищного газу, тому не можна ігнорувати вплив на навколишнє середовище багатьох сміттєзвалищ, які існують у всьому світі. Основні викиди (фільтрати та біогаз) значною мірою залежать від біологічних процесів, що в них відбуваються [13].

Якщо ТПВ захоронюються на полігоні без попередньої обробки, у період експлуатації полігону утворюються викиди, які утворюються навіть після його закриття. Ці викиди утворюють в середньому близько 150 (діапазон 70–300) м³ біогазу на 103 кг побутових відходів (у перерахунку на вагу сухої речовини). Вироблений біогаз необхідно зібрати та спалити, або його можна використовувати як джерело енергії. Утворені фільтрати необхідно збирати та очищати. На рисунку 1.5 зображено кількість утворення відходів, які можуть потенційно використовуватися для утворення біогазу на території України на 2018 рік [14].

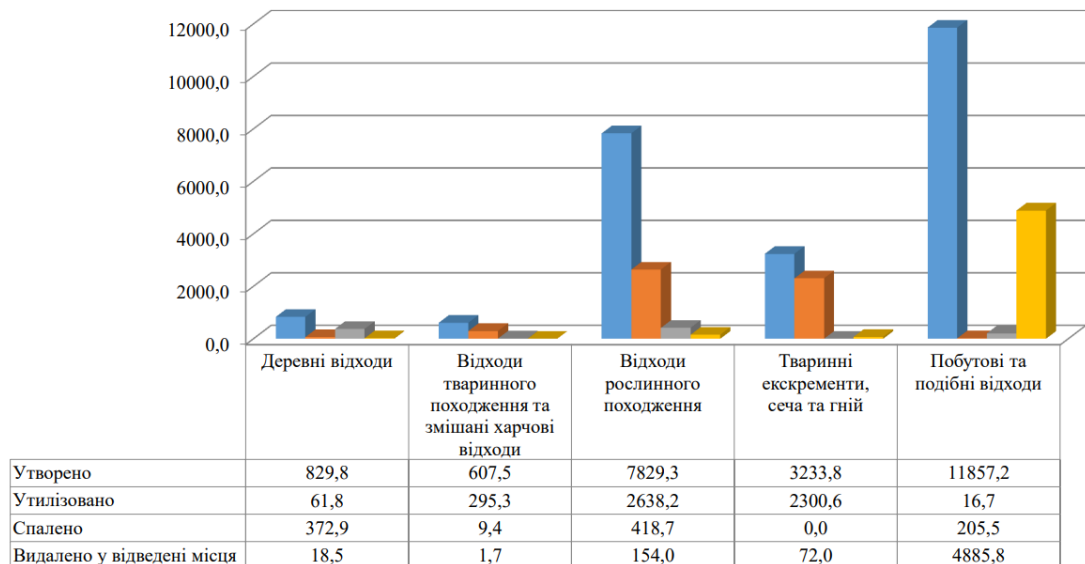


Рисунок 1.8 - Утворення та поводження з різними видами відходів, які можуть використовуватися у якості сировини для біогазу, у 2018 р. в Україні

Одним із продуктів біологічних процесів, що відбуваються на звалищах ТПВ, є біогаз або звалищний газ (ЗГ). Біогаз є продуктом розкладання біологічно розкладаної органічної речовини. Швидкість виробництва біогазу та його склад змінюються протягом терміну служби полігону. Виробництво звалищного газу (рис. 1.9) ґрунтується на комбінованій моделі розкладання бактеріальних відходів і на моделі довготривалої поведінки звалищного газу зі старих сховищ відходів [15].

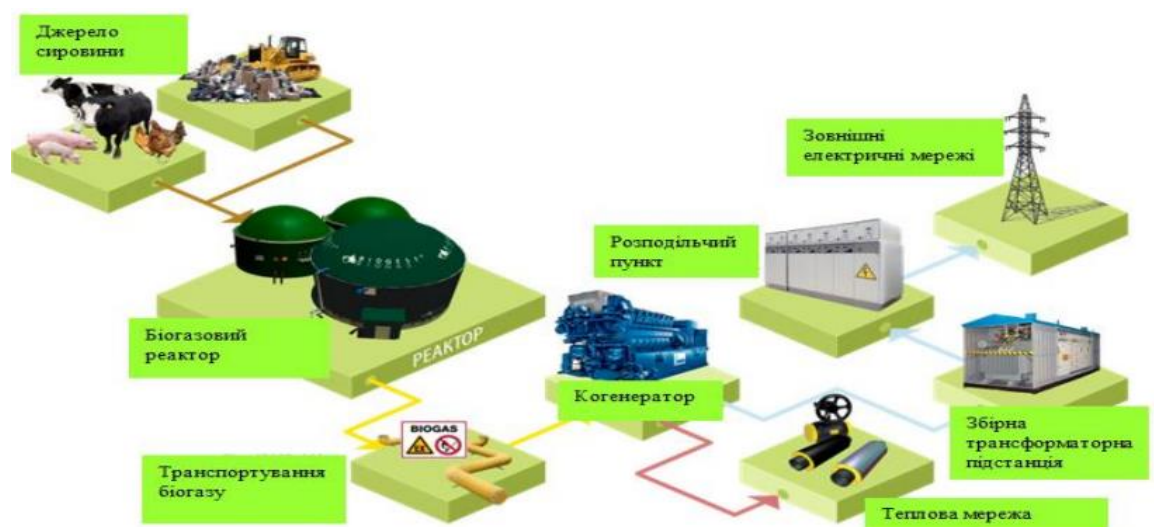


Рисунок 1.9 - Схема роботи біогазової електростанції

Біогаз, отриманий з ТПВ, утворюється при анаеробному розкладанні органічних речовин. ТПВ містять близько 150–250 кг органічного вуглецю на тонну відходів, мікроорганізми в яких перетворюють його в звалищний газ під час анаеробних процесів. Утворений звалищний газ з 40–60% метаном має середню теплотворну здатність $17\,765 \text{ кДж/Н}\cdot\text{м}^3$. При ефективності перетворення енергії 34% вироблена електроенергія становить приблизно $2,5 \text{ кВт}\cdot\text{год/Н}\cdot\text{м}^3$. Враховуючи присутність метану та вуглекислого газу в звалищному газі, загальна кількість парникових газів за період життя полігону може бути оцінена приблизно в $1,37 \text{ E}+09 \text{ кг}$ еквівалента вуглекислого газу [16].

Основними факторами, що впливають на кількість газу, є наступні: склад відходів, вміст вологи, температура, вік полігону тощо. Утворення ЗГ починається через один-два роки після розміщення відходів на полігоні та триває протягом 15–25 років [17].

Основний вплив на формування фільтратів має дощ. Опади проникають крізь відкладені відходи та зв'язуються з розчиненими та нерозчиненими компонентами відходів за допомогою кількох фізичних та хімічних реакцій. У формуванні фільтратів також беруть участь підземні притоки, поверхневий стік і біологічне розкладання. Рідкі фракції у відходах у поєднанні з вологістю ґрунтового покриву також беруть участь у формуванні фільтратів [18]. На рисунку 1.7 зображено витік фільтрату з полігону ТПВ в с. Брище, Волинської області.



Рисунок 1.10 – Витік фільтрату з полігону ТПВ в с.Брище

Волога може бути видалена зі сміттєзвалища шляхом споживання води для утворення біогазу за допомогою водяної пари, що випаровується в біогазі, або за допомогою фільтрату, що видаляється через дренажну систему.

Таким чином, скидання фільтратів тісно пов'язане з опадами, поверхневим стоком і інфільтрацією підземних вод, які вбирають сміттєзвалище. Метод захоронення (водонепроникні покриття, вимоги до ізоляційних шарів, таких як глина (мінеральний когезійний ґрунт), геотекстиль та пластикові матеріали) має вирішальне значення для перевірки кількості води, що досягає верхніх шарів звалища, і отже, для зменшення ризику забруднення. На виробництво фільтратів також сильно впливають кліматичні умови, оскільки вони впливають на надходження опадів на звалище та втрати внаслідок випаровування. Більше того, утворення фільтратів залежить від характеру розміщених відходів, а саме від вмісту води та від ступеня ущільнення верхніх шарів полігону [19].

Технологія, яка зазвичай застосовувалася на звалищах, створених у Європі у 20-му столітті, була технологією очищення фільтрату, заснованою

на системі «розбавлення та розпилення». Сміттєзвалища зазвичай не були належним чином герметизовані, і фільтрат, що вироблявся, просочувався на ширше оточення, де змішувався з підземними водами, в яких вони розсіювалися.

Чимало досліджень довели, що фільтрат зі звалищ є значним джерелом забруднювачів внаслідок вимивання небезпечних речовин. Фільтрати містять чотири основні компоненти: поживні речовини (зокрема азот), леткі органічні сполуки, важкі метали (ВМ) і токсичні органічні сполуки. Азот у формі NH_3 було визначено як одну з пріоритетних речовин, які необхідно виключити для зменшення токсичності фільтрату [20].

На якість фільтратів впливає багато факторів, наприклад, вік полігону, сезонні коливання погоди, загальна кількість опадів, тип відходів та їх склад. Склад фільтратів істотно змінюється в залежності від віку полігону. Існує три типи фільтратів, які визначаються відповідно до віку звалища. Концентрація органічних сполук у фільтратах зменшується зі збільшенням віку полігону, тоді як концентрація NH_3 збільшується [21].

Фільтрати представляють собою складні суміші речовин, включаючи розчинену органічну речовину, неорганічні макрокомпоненти і широкий спектр ксенобіотичних органічних сполук. Велика кількість цих речовин, що містяться в фільтратах звалищ, є небезпечними та токсичними для здоров'я людини та довкілля. Крім того, хімічні речовини можуть біоакумулюватися в організмах і передаватися по харчовому ланцюгу, зрештою досягаючи людей.

Оцінка ризиків від фільтратів звалищ традиційно ґрунтується на оцінці окремих хімічних речовин за допомогою хімічного аналізу. Хоча цей підхід є важливим, він має певні обмеження. По-перше, деякі хімічні забруднювачі можуть міститися в фільтратах, які знаходяться нижче меж виявлення хімічного аналізу, і їх виявлення може бути складним через обмеження аналітичних методів [22].

Пожежі на полігонах ТПВ розповсюджене явище. Пожежі на сміттєзвалищах можуть завдати значної шкоди навколишньому середовищу через викиди токсинів в атмосферу, ґрунт та воду. Фактори ризику залежать від типу відходів, що горять, від географічного розташування звалища та типу пожежі. Загалом ці пожежі відбуваються при низьких температурах і в безкислорних умовах. У таких умовах вуглеводні, хлоровані матеріали та пестициди виробляють різноманітні токсичні гази, які можуть містити діоксини/фурані, багатоядерні ароматичні вуглеводні, тверді частки і важкі метали, а також інші шкідливі сполуки. Дим, який утворюється під час пожежі на звалищі, може містити небезпечні токсичні гази, такі як CO, H₂S, CH₄ тощо, і канцерогенні речовини, такі як діоксини [23].

Дим від пожеж може поставити під загрозу здоров'я людей, особливо серед уразливих груп населення, таких як люди похилого віку, діти, вагітні жінки та люди з наявними хронічними респіраторними захворюваннями [23].

2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗМІЩЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

2.1 Екологічна ситуація зі сміттєзвалищами в Донецькій області

На даний момент приблизно 2% території України займають зареєстровані сміттєзвалища. Це 12 тис.км². Невідомо скільки площі зайнято неофіційними сміттєзвалищами [24].

Проблема зі сміттєзвалищами в Україні існує давно. Приблизно 350 тис.гектарів землі, що потенційно могла бути використанні в сільському господарстві, відведена для полігонів ТПВ. Близько 60 млрд.т відходів зберігається на цих полігонах. За даними, приблизно 12 тис. незаконних сміттєзвалищ виникає на території України щорічно [25].

Близько 6850 контрольованих полігонів налічується в Україні на даний момент. Кількість неофіційних полігонів, набагато більша. Найбільші полігони розташовані, на Київщині, Дніпрі, Одесі, Миколаєві, Харкові, Ужгороді та Тернополі. На рис.2.1 зображена карта України з найбільшими полігонами.



Рисунок 2.1. - Найбільші сміттєзвалища в Україні

Більшість полігонів на території України знаходиться в критичній ситуації. Навіть полігони, що зпроектовані за новими параметрами, можуть створювати небезпеку у вигляді руху ґрунтових мас, через, які фільтрат потрапляє у навколишнє середовища, і забруднює частину гідросферних об'єктів. Інколи, на полігонах трапляються пожежі.

Близько 7% із ТПВ, що накопичуються в Україні, ідуть на повторне використання. Наприклад, в Швеції цей показник сягає майже 100%.

Україна є одним із лідерів, по кількості утворення відходів на одну особу, серед європейських країн. Саме тому питання щодо утилізації ТПВ є актуальним. З кожним роком, кількість ТПВ, що не утилізувалося збільшується. Це також пов'язано з тим, що в Україні розвивається виробництво одноразового посуду, пластикових упаковок і тд [26].

Займатися моніторингом, щодо загального стану полігону ТПВ, згідно закону України, повинна Державна екологічна інспекція. Але, зазвичай даний контроль не виконується. Більшість полігонів ТПВ, вже використали свій експлуатаційний термін. Більшість полігонів була побудована в 1980. За останній період, був побудований лише один полігон, і на даний момент він знаходиться в окупованій зоні (м.Луганськ). Із-за того що більшість полігонів вже пройшли свій експлуатаційний період, то вони становлять небезпеку для навколишнього середовища.

Із-за відсутності контролю зі сторони екологічної інспекції, в Україні все частіше утворюються такі пожежі, як на Хмельницькому чи Вінницькому полігонах.

Територія Донецької області сягає 26517,57 км². Донецька область складається із щільно заселених міських агломераці при цьому має малі незаймані території. Поводження з ТПВ є одним із головних напрямів по розвитку області і по зменшенню антропогенного навантаження на навколишнє середовище [28].

Дане питання є актуальним для Донецької області, так як область має не достатню кількість контейнерів, а деякі мають незадовільний технічний

стан, що значно погіршує якість збору сміття; відсутність систем збору небезпечних компонентів побутових відходів.

Станом до 24.02.2022 року, на території області санітарне очищення здійснювало 130 підприємств, і з них 34 приватних. На рисунку 2.2 зображена схема управління ТПВ в Донецькій області [28].

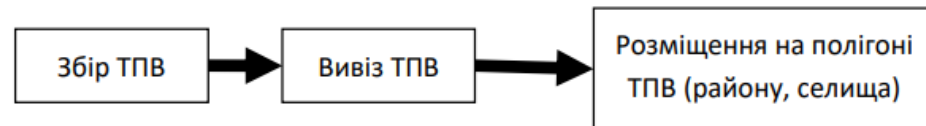


Рисунок 2.2 – Схема управління ТПВ в Донецькій області

В таблиці 2.1 представлені дані, щодо існуючих полігонів в Донецькій області (станом до 24.02.2022 р.).

Таблиця 2.1- Дані про полігони ТПВ в Донецькій області

№ з/п	Назва МВВ	Місцезнаходження	Географічні координати, довгота/широта	Роки Експлуатації (початок - кінець)	Проектна (загальна) площа, га	Використана площа, га / відсоток	Накопичено за весь період експлуатації, тонн	Наявність рекультиваци, так / ні
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Полігон ТПВ м. Авдіївка	Південно-східна частина м. Авдіївка	48° 06' 59" 37° 45' 05"	1992-2003	12,2	10,0 / 82,0	791526	так (проведено 2 етапи рекультиваци)
2	Полігон ТПВ Красноармійського р-ну	За межами населених пунктів смт. Новоокопівське, Мирнолівка	48° 18' 54" 37° 21' 20"	1974-2000	1,5	1,5 / 100,0	дані відсутні	ні
3	Полігон ТПВ на території Іллічівської сільради	Костянтинівський р-н, 1,5 км на схід від с. Ілліча	48° 29' 32" 37° 38' 59"	-2009	4,705	4,705 / 100,0	дані відсутні	так
4	Полігон ТПВ м. Слов'янськ	Північно-східна частина м. Слов'янськ, вул.Цілинна	37.601367 48.888531	1961-2016	10,2602	9,2000/94,0	2 418 000	ні

Із-за відсутності в області сміттєпереробних заводів, більшість ТПВ видаляються на поховання у звалища. Із-за недосконалої системи управління ТПВ, більшість із цих звалищ є стихійними. Велика кількість звалищ на території Донецької області є несанкціонованими. В свою чергу вони створюють екологічні та санітарно-гігієнічні проблеми [28].

Перспективна схема (рис.2.3) поводження з відходами встановлює пріоритетні шляхи реалізації стратегічних завдань, які спрямовані на мінімізацію утворення і максимальну утилізацію відходів, а також забезпечення екологічно безпечного розміщення відходів. Дана схема була запропонована на засіданні Донецької державної обласної адміністрації.

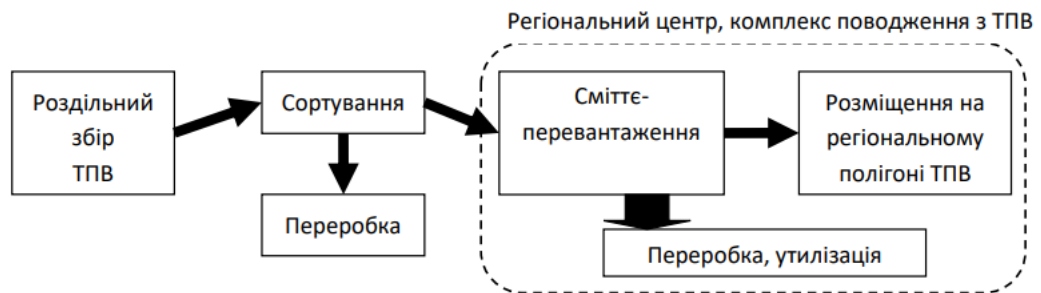


Рисунок 2.3 – Схема поводження з відходами

Станом на 2021 рік на території Донецької області пропонувалося та розглядалося наступні перспективні кроки, щодо утилізації ТПВ:

Будівництво 4 регіональних центрів утилізації відходів:

1. Регіональний центр утилізації відходів північної групи міст з центром у м. Краматорськ (пілотний проект-побудований за бюджетні кошти) приймає відсортоване та ущільнене сміття з наступних населених пунктів (річне надходження ТПВ та відстань до Регіонального центра):

- м. Краматорськ (72000 т);
- м. Слов'янськ, Слов'янський район (40000 т, 30 км);
- Лиманська об'єднана територіальна громада (16000 т, 43 км);
- м. Дружківка (30000 т, 14 км);
- м. Костянтинівка, Костянтинівський район (36000 т, 20 км);
- м. Торецьк, Ясинуватський район, (32000 т, 53 км);
- м. Бахмут, Бахмутський район (56000 т, 52 км) у тому числі:
- м. Часів Яр (3500 т, 47,5 км);
- м. Соледар (2940 т, 60 км);
- м. Сіверськ (3100 т, 58 км);

- м. Світлодарськ (2660 т, 86 км).

2. Регіональний центр утилізації відходів східної групи міст з центром у м. Курахове приймає відсортоване та ущільнене сміття з наступних районів та населених пунктів (річне надходження ТПВ та відстань до Регіонального центра):

- м. Курахове (4000 т);
- Мар'їнський район (20000 т, 12 км).

3. Регіональний центр утилізації відходів західної групи міст з центром у м. Покровськ приймає відсортоване та ущільнене сміття з наступних районів та населених пунктів (річне надходження ТПВ та відстань до Регіонального центра):

- м. Добропілля, Добропільський район (32000 т, 29 км);
- м. Мирноград (21280 т, 21 км);
- м. Покровськ, Покровський район (36320 т, 30 км);
- м. Селидове (5200 т, 19,2 км);
- м. Новогродівка (8000 т, 19,6 км);

4. Регіональний центр утилізації відходів південної групи міст з центром у м. Маріуполь приймає відсортоване сміття:

- м. Маріуполь, Нікольський район.

Будівництво 5 регіональних комплексів поводження з відходами:

- смт. Мангуш, Мангушський район (при залишковому обсязі накопичення 142912 т та при щорічному надходженні сміття в кількості 12000т, термін його експлуатації складе – 11,9 років);

- смт. Ялта (при залишковому обсязі накопичення 200863 т та при щорічному надходженні сміття в 5200 т, термін його експлуатації складе – 38,6 років);

- Олександрівський район: Олександрівський район (12000 т);

- Великоновосілківський район: Великоновосілківський район (20000 т);

- Волноваський район: Волноваський район, м. Волноваха, м. Вугледар (40000 т); смт. Новотроїцьке (8000 т).

Східні, західні та південні регіональні центри та комплекси передбачають залучення інвесторів. Після впровадження перспективного плану по розміщенню ТПВ на Регіональних центрах та комплексах з'явиться можливість закриття та рекультивації існуючих полігонів, термін експлуатації яких вичерпано. Перелік конкретних полігонів ТПВ Донецької області, які підлягають закриттю (рекультивації), буде визначено під час реалізації Програмних заходів щодо впровадження регіональних центрів та комплексів поводження з ТПВ.

2.2 Розрахунок орієнтовного обсягу біогазу полігону ТПВ Мирноградської територіальної громади

Внаслідок розкладання органічного сміття, при певних умовах на полігонах формується біогаз. Цей процес називається метановим бродінням, та відбувається при температурах 10 °C до 50 °C. Коефіцієнт вологості під час цього процесу з 8% піднімається до 90%. Також, відсутність кисню в сміттєзвалищах є однією з умов для протікання цього процесу.

Даний біогаз має свої певні властивості. Він є горючим газом, середня калорійність згорання якого сягає 5530 ккал/м³. Є токсичним при певних концентраціях. Дана властивість зумовлена наявністю сірководня у своєму складі. Даний газ має неприємний та різкий запах. Біогаз з полігону ТПВ має наступний склад: 40-60% - метану; 30-45% діоксиду вуглецю; 5-10% азот, кисень, водень та інші гази. Теплотворна здатність даного газу сягає до 25 МДж/м³. Даний газ відноситься до парникових газів, і являється об'єктом спостереження контролю світової спільноти [29].

Для того, щоб знизити концентрацію потрапляння біогазу з полігону ТПВ у атмосферне повітря, було створено спеціальне положення ДБН В.2.4-2- 2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення 18

проектування» [30]. В фундамент цього положення покладено проведення примусових заходів щодо дегазації полігонів ТПВ, за рахунок відкачування цього газу з масиву зі сміттєзвалищ і подальшою утилізацією даного газу в двигунах генераторах для отримання електричної та теплової енергії. Також загальна концентрація потенційно небезпечних забруднюючих речовин, що могли потрапити в атмосферне повітря, з полігону ТПВ зменшується, при заборі даного газу [31].

Для того, щоб ввести в експлуатацію проєкт для отримання біогазу на полігонах ТПВ, треба провести відповідні розрахунки, щодо можливості отримання біогазу з тіла досліджуваного полігону. В основу цих методик лягає склад та властивості ТПВ, що привозять на полігон, термін експлуатації полігону, схема максимальної висоти складування на полігоні, рН водної витяжки та кліматичні умови.

Згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 6 травня 2020 р. № 540-р «Про затвердження перспективного плану формування територій громад Донецької області» названа Мирноградська міська територіальна громада до складу якої входять: Рівненська сільська рада, Мирноградська міська рада.

Площа об'єднаної територіальної громади: 67.4 км² Чисельність населення громади: 49471. Міське населення: 47460. Сільське населення: 2011. Географічні координати: 48° 17'28" пн.ш. 37° 16'05" сх.д. Часовий пояс – UTC+2, з переходом на літню годину UTC+3.

В господарчому віданні Багатогалузевого об'єднання комунального господарства Мирноградської міської ради (далі – БОКГ) знаходиться полігон твердих побутових відходів (ТПВ). Комунальне підприємство засновано відповідно до рішення Димитровської міської ради від 20.09.1990 № 170 та наказу Донецького обласного управління комунального господарства від 29.09.1990 № 156. Відновлення кордонів земельної ділянки БОКГ для організації місцевого звалища здійснено фахівцями філіалу Донецького інституту по землеустрою УААІ, згідно з рішенням Виконавчого

комітету Донецької обласної ради народних депутатів від 27 листопада 1974 № 613/2 та рішенням сесії Димитровської Ради народних депутатів від 22 листопада 1992. Загальна площа ділянки обчислювальних по координатам складає 4,6 га пасовищних угідь. Полігон твердих побутових відходів експлуатується з 1974 року. Санітарно-захисна зона полігона по відношенню до селітебної зони витримана згідно Держсанправил № 173-96 «Планування та забудова населених пунктів», фактична відстань до межі житлової зони – 3 км [32].

На рисунку 2.4 зображена карта, на якій позначено відстань від найближчого населеного пункту – Мирноград до досліджуваного полігону ТПВ.

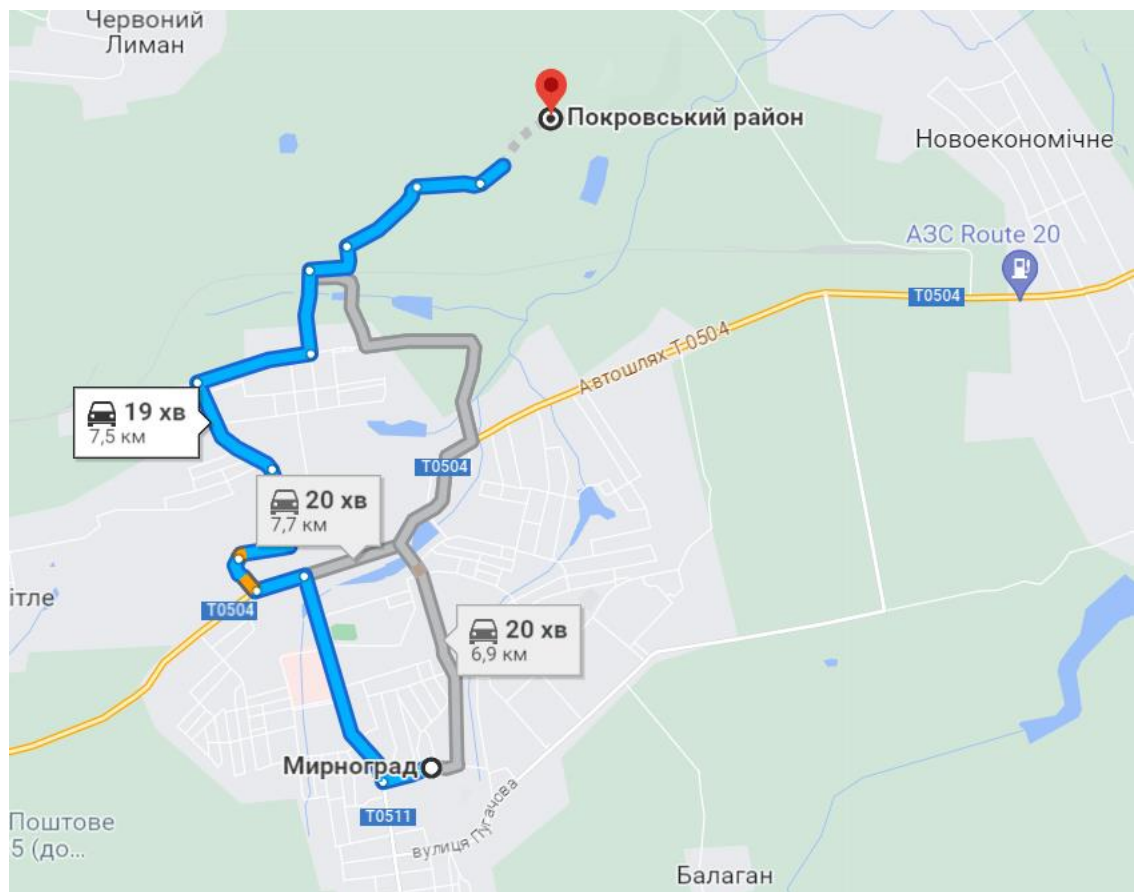


Рисунок 2.4 – Відстань на карті від населеного пункту м.Мирноград до полігону ТПВ

На рисунку 2.5 зображено вид з гугл карти досліджуваного полігону ТПВ.



Рисунок 2.5 – Полігон ТПВ Мирноградської територіальної громади

Базові вихідні дані, які були використанні, для розрахунку, представлені в табл.2.2 [32].

Таблиця 2.2 – Вихідні дані

Початок завезення ТПВ	1974 р
Завезено в 2020 р.	32 180 тис.т
Нагромаджена кількість ТПВ (дані на 2020 рік)	290 900 тис.т
Середня глибина полігону	40 м
Очікуваний термін рекультивації полігону	-

Розрахунок кількості біогазу, яку потенційно можна отримати на даному полігоні проводиться за формулою 2.1

$$V_{p.б} = P_{ТПВ} \times K_{л.о} \times (1-Z) \times K_p \quad (2.1)$$

де $V_{p.б}$ - розрахункова кількість біогазу, m^3 ;

$P_{ТПВ}$ - загальна маса ТПВ, які складаються на полігоні, кг;

$K_{л.о}$ - вміст органіки, що легко розкладається, в 1 т відходів ($K_{л.о} = 0,4-0,7$);

Z - зольність органічної речовини ($Z = 0,2-0,3$);

K_p - максимально можливий ступінь анаеробного розкладання органічної речовини зарозрахунковий період ($K_p = 0,4-0,5$).

$$V_{p.б} = 290\,900\,000 \times 0,5 \times (1-0,5) \times 0,45 = 32\,726\,250\, m^3$$

З урахуванням непередбачених обставин питомий об'єм біогазу, що можна зібрати з 1 т твердих побутових відходів за весь період експлуатації системи збирання біогазу, визначається за формулою (2.2):

$$V'_{p.б} = V_{p.б} \times K_c \times K \quad (2.2)$$

де $V'_{p.б}$ - об'єм біогазу, що можна зібрати з 1 т ТПВ, m^3 ;

K_c - коефіцієнт ефективності системи збору біогазу ($K_c = 0,5$);

K - коефіцієнт поправки на непередбачені обставини ($K = 0,65-0,70$).

При цьому слід прийняти до уваги такі величини:

- вагова кількість біогазу, одержуваного при анаеробному розкладанні, 1 г біогазу з 1 г розкладеної беззольної речовини ТПВ;
- об'ємна маса біогазу - $1\, kg/m^3$;
- теплотворна здатність біогазу $5000\, kcal/m^3$ ($\sim 21\, MJ/m^3$).

Таким чином вводимо додатковий коефіцієнт β в розмірності $0,806 \times 10^{-5}$.

$$V'_{p.б} = 32\,726,25 \times 0,5 \times 0,7 \times 0,806 \times 10^{-5}$$

$$V'_{p.б} = 114,54\, з\, 1\, т.ТПВ\, m^3$$

Даний розрахунок, дає нам змогу проаналізувати потенційну кількість біогазу, що можна отримати при анаеробному розкладанні однієї тони ТПВ. Але даний розрахунок не враховує такі параметри, як період зберігання ТПВ в тілі полігону, і тому в формулі 2.3 представлений розрахунок біогазу, що можна отримати потенційно, відповідно до періоду зберігання ТПВ на полігоні [33]:

$$Q = L_0 \times R \times (e^{-k \times c} - e^{-k \times t}) \quad (2.3)$$

де Q - кількість метану, що утворюється протягом року, $\text{м}^3/\text{рік}$;

L_0 - потенціал утворення метану, $\text{м}^3/\text{т}$ ТПВ

R - середня кількість ТПВ, що вивозяться на полігон, $\text{т}/\text{рік}$;

k - постійна величина утворення метану, $1/\text{рік}$;

c - час з моменту закриття полігону, років;

t - час з моменту відкриття полігону, років.

$$Q = 114,54 \times 32180 \times (e^{-(1/62) \times 0} - e^{-(1/62) \times 46}),$$

$$Q = 31\,024\,853 \text{ м}^3/\text{рік} = 31\,024\,853/365/24 = 3\,541 \text{ м}^3/\text{год}$$

За розрахунком згідно з формулою (2.3) кількість біометану, що утворюється у комплексі раціонального використання та зберігання побутових відходів полігону Мирноградської громади складає приблизно 3 541 $\text{м}^3/\text{год}$.

Після проведення розрахунків у даному підрозділі, в основу яких взяті дані комплексу полігону Мирноградської територіальної громади була встановлена потужність необхідного генеруючого обладнання для отримання біогазу з даного полігону.

Після проведених розрахунків, на даному полігоні, рекомендовано застосовувати спеціальний комплекс для утилізації біогазу потужністю від 2000 кВт до 2400 кВт. При виконанні модульних генеративних блоків, отримується можливість нарощувати продуктивність видобутого біогазу. В

подальшому дані модульні блоки можливо демонтувати та встановити на іншому полігоні ТПВ.

2.3 Розрахунок потенційного устаткування для утилізації біогазу на досліджуваному полігоні

На Мирноградському полігоні ТПВ, після розрахунку потенційно можливого отримання біогазу, рекомендується встановити когенераційну установку. Завдяки цій установці виникає можливість використати біогаз з подальшим отриманням електроенергії та тепла [34].

Дана установка має високий ККД для перетворення енергії. Під час роботи даної установки використовується тепло, яке потенційно витрачається при роботі теплоелектростанцій. Також іде менше використання енергії на виробництва електрики і тепла, що в свою чергу зменшує кількість утворення промислових відходів.

Найбільшу ефективність мають установки, що працюють на газових двигунах. Дані установки вважаються більш екологічно чистими , так як менше використовують органічне паливо. Зазвичай дані двигуни використовуються для роботи генераторних установок, які призначені для виробництва електрики та тепла.

На рис.2.6 зображена дана установка. Для палива газопоршневих двигунів, які передають механічну енергію на електрогенератори конгенераційних установок, планується використовувати зібраний біогаз з Мирноградського полігону ТПВ.



Рисунок 2.6 - Когенераційна установка в контейнерному виконанні

Було визначено, що найбільш ефективною є установка з чотирьох КГУ загальною потужністю, яких складає 2МВт ($4 \cdot 500$ кВт). При цьому потужність двигунів КГУ, які працюють на біогазі і на метані однакові.

Схема енергосистем комплексу раціонального використання та зберігання побутових відходів Мирноградської громади, передбачає використання двох підстанцій. Підстанція 1 повинна працювати на процесі отримання електроенергії з мережі, яка призначена для живлення всіх енергоустановок, що знаходяться на полігоні. Підстанція 2 (Рис.2.7) з проектною потужністю 2 МВт, буде працювати над передачею електроенергії, що генерується КГУ в електромережу.



Рисунок 2.7 – Підстанція №2

Отриману теплоту, яку потенційно можливо використовувати від КГУ, можна використовувати або для опалення виробничих потужностей полігону ТПВ або для відведення гарячого водопостачання. За допомогою спеціальних охолоджувачів, планується розсіювати надлишок теплової енергії в літній період.

Є ймовірність виникнення пожеж, при пошкодженні герметичності технологічних систем КГУ. Нижче прораховано доцільність використання даної установки з метою визначення зони ураження.

Показниками вибухонебезпечності даних установок є наступні критерії:

- (Е) – загальний енергетичний потенціал установки. Даний показник зображує суму енергій, що отримується у наслідок розширення (адіабатична фаза), повного згорання новоутворених та наявних рідин парів, за рахунок внутрішньої та зовнішньої енергії при аварійному розкритті обладнання, кДж.

- Загальна маса горючих парів вибухонебезпечної парогазової хмари (m) приведена до єдиної питомої енергії згорання, кг;

- Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпеки (Q_v) технологічного блоку.

Розрахунки:

Маса метану, що міститься в корпусі та технічних збірниках газу в когенераційній установці за даними технічних характеристик [35]:

- $V(\text{газу}) = 2 \text{ м}^3$;
- $1 \text{ м}^3(\text{газу}) = 2 \text{ кг}$;
- $G_{\text{теоретичне}}(\text{газу}) = 2 \text{ кг}$;
- $G_{\text{практичне}}(\text{газу}) = 2 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ кг}$.

Знаходимо загальний енергетичний потенціал вибухонебезпеки (E) когенераційної установки:

$$E = \Sigma G \cdot q \quad (2.4)$$

де: G – маса метану в корпусі та технічних збірниках газу, q_i – питома теплота згорання газу, кДж/кг ;

$$q = 49800 \text{ (кДж)}$$

$$E = 1,8 \cdot 49800$$

$$E = 89640 \text{ (кДж/кг)}$$

Знаходимо загальну масу горючих газів вибухонебезпечної парогазової хмари (m), приведеної до єдиної питомої енергії згорання, яка дорівнює 46000 кДж/кг :

$$m = E / 4.6 \cdot 10^4 \text{ (кг)} \quad (2.5)$$

$$m = 89640 / 46000;$$

$$m = 1,9 \text{ (кг)}$$

Знаходимо відносний енергетичний потенціал вибухонебезпеки (Q_v) когенераційної установки за формулою:

$$Q_v = (1 / 16,534) \cdot \sqrt[3]{E} \quad (2.6)$$

$$Q_v = (1 / 16,534) \cdot \sqrt[3]{89640}$$

$$Q_v = 2,7$$

Величина Q_v – відносний енергетичний потенціал, та маси метану (m) можна зробити висновок, що дана установка буде відноситися до III класу вибухонебезпеки.

Далі йде розрахунок потенційного еквіваленту тротилового вибуху на даній установці. Дана величина (W_t) визначається наступною формулою (2.7):

$$W_t = \frac{0,4q'}{0,9q_T} * z * m \quad (2.7)$$

де: W_T - тротиловий еквівалент, кг; 0,9 - частка енергії вибуху тринітротолуолу (ТНТ), що витрачається на формування ударної хвилі; 0,4 - частка енергії вибуху парогазового середовища, що витрачається безпосередньо на формування ударної хвилі; q' - питома теплота згорання парогазового середовища, кДж/кг; q_T - питома енергія вибуху ТНТ, кДж/кг. Для розрахунку тротилових еквівалентів приймається теплота детонації тротилу, що дорівнює 4520 кДж/кг. z - частка приведеної маси пари, що бере участь у вибуху, m – приведена маса ПГС, кг (з розрахунку енергетичного потенціалу):

$$W_t = \frac{0,4 * 89640}{0,9 * 4520} * 0,1 * 1,711$$

$$W_t = 1,52 \text{ кг}$$

Радіуси зон руйнування визначаємо за формулою:

$$R = K \cdot R_0$$

де: при $m < 5000$ кг

$$R_0 = \frac{\sqrt[3]{W_t}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{W_t}\right)^2\right]^{1/6}} \quad (2.8)$$

$$R_0 = \frac{\sqrt[3]{1,52}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{1,52}\right)^2\right]^{1/6}}$$

$$R_0 = 0,08 \text{ м}$$

Тоді:

- 1) радіус зони повного руйнування будівель і смертельної небезпеки для людей:

$$R_1 = K_1 \cdot R_0 = 3,8 \cdot 0,08 = 0,32 \text{ м}$$

– радіус зони з надлишковим тиском в передбачуваному епіцентрі вибуху $\Delta P \geq 100 \text{ кПа}$;

- 2) радіус зони сильних руйнувань будівельних конструкцій, обвалення цегляних стін і смертельної небезпеки для людей:

$$R_2 = K_2 \cdot R_0 = 5,6 \cdot 0,08 = 0,448 \text{ м}$$

- радіус зони, за межами якої надлишковий тиск на фронті передбачуваної ударної хвилі $100 \text{ кПа} < \Delta P < 70 \text{ кПа}$;

- 3) радіус зони середніх руйнувань будівельних конструкцій і смертельної небезпеки для людей на відкритій місцевості:

$$R_3 = K_3 \cdot R_0 = 9,6 \cdot 0,09 = 0,864 \text{ м}$$

- радіус зони, за межами якої надлишковий тиск на фронті передбачуваної ударної хвилі $70 \text{ кПа} < \Delta P < 28 \text{ кПа}$;

- 4) радіус зони слабких руйнувань (руйнування віконних проїмів, легкоскидних кровель) і тяжкого травмування людей на відкритій місцевості:

$$R_4 = K_4 \cdot R_0 = 28 \cdot 0,09 = 2,52 \text{ м}$$

- радіус зони, за межами якої надлишковий тиск на фронті передбачуваної ударної хвилі $28 \text{ кПа} < \Delta P < 14 \text{ кПа}$;

- 5) радіус зони часткового руйнування застелення, безпечної для людей на відкритій місцевості:

$$R_5 = K_5 \cdot R_0 = 56 \cdot 0,09 = 5,04 \text{ м}$$

- радіус зони, за межами якої надлишковий тиск на фронті передбачуваної ударної хвилі $14 \text{ кПа} < \Delta P < 2 \text{ кПа}$.

За даними розрахунків видно, що радіуси зон руйнування будуть настільки малими, що в зону ураження потраплятиме лише обладнання самої установки. Таким чином, можна зробити висновок, що дана модель установки є досить безпечною в плані вибухо- та пожежонебезпеки.

2.4 Аналіз техніко-економічної ефективності методу отримання біогазу

Отриману електроенергію з полігону ТПВ Мирноградської громади, планується реалізовувати за «зеленим» тарифом 590 коп./кВт/год. (згідно з Законами України: «Про електроенергетику» від 16.10.1997 № 575/97-ВР зі змінами та доповненнями, «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» від 4 червня 2015 року № 514-УШ), Постанови НКРЕКУ від 29.12.2017 № 1617 «Про встановлення «зелених» тарифів на електричну енергію для суб'єктів господарювання та надбавки до «зелених» тарифів за дотримання рівня використання обладнання українського виробництва», а теплову енергію в перспективі доцільно використати для місцевих потреб, наприклад в технологічному процесі сортування відходів, високотемпературне знищення небезпечних відходів, для опалення господарських будівель полігону ТПВ.

Результати попереднього розрахунку ефективності встановлення КГУ з утилізацією звалищного газу з полігону ТПВ Мирноградської громади наведені у таблиці 2.3 з використанням даних, що наведені у технічному паспорті обладнання яке використовуватиметься та основних характеристик роботи біогазової установки. При цьому був використаний курс обміну НБУ за 25.05.2023 (1 долар США = 36,93 грн.).

При розрахунку кількості електроенергії, що вироблена за рік – розраховувався добуток 90% рекомендованої встановленої потужності КГУ (2000 кВт) до кількості відпрацьованих годин в році) :

$$1800 \times 24 \times 365 = 15\,768\,000 \text{ кВт год/рік}$$

Вартість виробленої за "зеленим" тарифом електроенергії за рік обчислюється добутком кількісного значення "зеленого" тарифу (5,90 грн./кВт/год) та кількості електроенергії, що вироблена за рік (15 768 000 кВт год/рік):

$$5,90 \times 15\,768\,000 = 93\,031\,200 \text{ грн./рік}$$

Величина сумарних капітальних витрат складається з капітальних витрат на устаткування та капітальних витрат на будівництво і становить:
 $65\,110\,380 + 80\,390\,020 = 145\,500\,400 \text{ грн.}$

Таким чином, простий термін окупності буде розрахований відношенням сумарних капітальних витрат до вартості виробленої за "зеленим" тарифом електроенергії за рік:

$$145\,500\,400 \div 93\,031\,200 = 1,6 \text{ року.}$$

Таблиця 2.3 Результати попереднього розрахунку ефективності встановлення електроенергетичної установки з утилізацією звалищного газу полігону ТПВ

Найменування величин	Значення	Розмірність
Вихідні дані		
Інтенсивність збору біогазу	4 800	м ³ /год
Рекомендована встановлена потужність КГУ	2 000	кВт
Експлуатаційні витрати на рік		
Капітальні витрати на устаткування КГУ	65 110 380	грн.
Капітальні витрати на будівництво та додаткові матеріали	80 390 020	грн.
Техніко-економічні показники ефективності провадження заходу		
Кількість електроенергії виробленої за рік	15 768	МВт год/рік

Вартість виробленої за «зеленим» тарифом електроенергії за рік	930 312 00	грн/рік
Сумарні капітальні витрати	145 500 400	Грн
Простий термін окупності	1,6	Років

У розрахунках не враховувалися екологічні платежі (за забруднення навколишнього середовища відходами), інвестиційні витрати на створення тепличного господарства та потенційні доходи від його функціонування. Вироблення електроенергії з утилізацією теплоти дозволяє поліпшити економічні показники проєкту в порівнянні з виробництвом тільки електроенергії.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз шкідливих факторів виробничого середовища, що діють на організм працівників полігонів твердих побутових відходів

Відповідно до закону, до роботи на полігоні ТПВ допускаються повнолітні особи, які напередодні пройшли медичний огляд і не мають протипоказань за станом здоров'я та пройшли первинний інструктаж з охорони праці.

Раз на три роки всі працівники повинні проходити навчання і перевірку знань з охорони праці. Нічні роботи на полігоні дозволяється проводити лише за наказом. На підприємстві повинна бути назначена особа, яка повинна контролювати дані вимоги [36].

Основні професії на полігонах ТПВ наступні: приймальник, планувальник та бульдозерист. До задач приймальника відносять контроль прибуття транспортних засобів з відходами та наявності відповідної документації. До задач планувальника відносять організацію роботи механізмів і розвантаження транспортних засобів. Задачі бульдозеристів - це розрівнювати та ущільняти відходи на майданчику.

При контакті працівників полігонів з ТПВ, персонал піддається впливу небезпечних хімічних та фізичних факторів. До хімічних факторів належать: вплив формальдегідів, вуглецю оксиду, фенолів, сірководнів та ін. До фізичних факторів відносять шуми та вібрації.

Відповідно до цих негативних факторів персонал зобов'язаний в певні терміни проходити відповідні медичні огляди. Дані медогляди повинні відбуватися за рахунок підприємств.

На кожній експлуатаційній ділянці полігона ТПВ повинна бути в наявності аптечка із певним запасом медичних медикаментів, для надання першої медичної допомоги у разі виникнення аварійних ситуацій [36].

Для того щоб забезпечити відповідні умови праці для працівників полігону ТПВ територія, де проводяться роботи повинна мати гарне освітлення та тверде покриття. Для руху транспорту на території полігону повинні бути прокладенні відповідні маршрути.

При розвантаженні сміттєвозів повинна дотримуватися чітка інструкція відповідно до робочих карт полігонів. В зоні роботи бульдозерів находитися людей та проведення інших робіт заборонено [36].

При активній фазі роботи полігону ТПВ існують велика кількість шкідливих факторів, таких як [36]:

1) процес складування ТПВ супроводжується виділенням неприємних запахів, що в свою чергу може викликати головний біль та запаморочення;

2) під час розпаду продуктів ТПВ в атмосферне повітря потрапляють небезпечні гази, такі як метан, вуглекислий газ, ароматичні вуглеводні та сірководень, що в свою чергу крім негативного впливу на людину можуть спричинити самозаймання полігону;

3) існує небезпека ураження працівників електричним струмом із-за провадження системи збору та утилізації біогазу з насосної станції;

4) із-за підвищення рівня шуму від роботи автотранспорту та насосної станції збільшується кількість професійних захворювань; також це впливає на продуктивність праці;

5) існує ризик отримати травми від роботи сміттєвозів та бульдозерів;

6) скупчення мух, птахів та гризунів на полігонах ТПВ може призвести до розповсюдження інфекцій;

7) на території складування ТПВ має місце розвиток хвороботворних мікроорганізмів, які здатні викликати тяжкі захворювання.

Для того щоб зменшити та попередити дію шкідливих факторів на працівників полігону ТПВ повинні застосовуватися наступні заходи [36]:

1) за спекотної сухої погоди необхідно проводити полив ділянок ущільнення відходів водою з розрахунком 10л/м² ТПВ;

2) персонал полігону повинен забезпечуватися спеціальним захисним одягом, для зменшення отримання негативного впливу від сміття;

3) територія, де проходять активні робочі процеси, повинна мати достатнє освітлення. Достатньою освітленістю вважають, щоб інтенсивність була не менша за 5 лк. У разі виникнення надзвичайних ситуацій підприємство повинне мати герметичні переносні світильники;

4) також на полігонах повинна бути впроваджена система збору та утилізації біогазу;

5) при проведенні розвантажувальних робіт, слід дотримуватися наступних правил:

- автотранспорт, що розвантажуються повинен бути загальмованим;
- відстань між автотранспортом повинна бути не менша ніж 2 метри;
- площа, де проводить роботи бульдозер повинна мати ізолюючий шар;
- відстань між укосом та місцем розвантаження автотранспорту повинна бути не менш ніж 10 метрів;
- освітлення на майданчиках в нічний час повинне бути не менше 2 лк.

При роботі бульдозера слід дотримуватися наступних правил:

- забороняється висовувати ножа за край укосу при переміщенні бульдозеру;
- відстань між гусеницею та краєм насипу повинна бути більше двох метрів;
- на вихлопну трубу бульдозера слід встановлювати іскрогасник, щоб попередити потенційне займання відходів, від горіння палива;
- наявність вогнегаснику в бульдозері.

6) Для дотримання санітарних норм, необхідно проводити обробку сміттєвозів. Для цього на території полігону повинні бути наявні спеціальні приміщення з водопроводом та трапом для спуску стічних вод. При виїзді з території полігону повинна бути встановлена контрольно-дезинфікуюча зона. Дана територія повинна включати залізобетонний резервуар де відбувається

дезинфекція коліс автотранспорту. Дані резервуари повинні заповнюватися тирсою і дезінфікуючою речовиною.

7) дезінфекційні та деразитаційні роботи, повинні виконувати спеціальні станції, які попередньо заключають договір з адміністрацією полігону. Застосовувати отруйні речовини для знищення птахів заборонено. Для цієї проблеми рекомендується використовувати спеціальні шумовідлякуючі прилади;

8) для уникнення електротравм, пов'язаних із роботою електроприладів, слід дотримуватися правил електричної безпеки. Також працівники повинні мати на собі спецодяг;

9) у приміщеннях, в яких розташовані джерела шуму(насос,електродвигуни) повинні бути використані звукоізолюючі кожухи,які повністю закривають шумні агрегати з метою зниження рівня шуму.

3.2 Розробка заходів з пожежної профілактики

До профілактичних заходів щодо пожежної небезпеки слід віднести те, що співробітники полігону повинні робити огляд карт, де відбуваються активні дії та організовувати чергування по території полігону [36].

Відповідальні за пожежну безпеку особи зобов'язані розробити «Інструкцію про заходи пожежної безпеки». Ця інструкція повинна включати в себе:

- порядок протипожежних заходів;
- обов'язки та дії працівників у разі виникнення пожежі;
- засоби оповіщення пожежної охорони та керівництва;
- застосування засобів пожежогасіння та взаємодії з підрозділами пожежної охорони.

Первинні засоби пожежогасіння повинні бути розміщені на відповідних стендах. Згідно правил один стенд повинен знаходитися на 5000 м² площі.

Кожний комплект засобів пожежогасіння повинний включати в себе:

- вогнегасники — 3 шт.;
- гаки — 3 шт.;
- лопати — 2 шт.;
- ломи — 2 шт.;
- сокири — 2 шт.;
- ящик об'ємом 0,5 м³ з піском — 1 шт.;
- покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу — 2 х 2 м.

Щороку відповідні організації повинні проводити перевірку придатності пінного вогнегасника. Також працівники полігону повинні проходити відповідні інструктажі.

Всі транспортні засоби, які працюють на об'єкті, в обов'язковому порядку повинні бути обладнані порошковим чи вуглекислотним вогнегасником.

На території полігону де зберігається автотранспорт суворо заборонено залишати автомобілі з увімкненим запаленням, заправляти техніку паливом, заряджати акумулятори на машинах.

На території полігону повинні встановлюватися дренажні свердловини для запобігання займанню та вибуху біогазу.

Розпалення вогнищ на території полігону під великовантажними контейнерами з метою їх розігріву (в зимовий період), паління та розпалювання вогнища на території полігону заборонене. Паління дозволяється виключно у спеціально відведених місцях, які повинні бути обладнані засобами пожежогасіння і розташовані від робочих карт та місць відстою техніки на відстані не менше 15 м.

Зварювальні роботи у діючих цехах дозволяється виконувати тільки з дозволу особи, яка відповідальна за пожежну безпеку і виключно при наявності наряду-дозволу на виконання тимчасових вогневих робіт [36].

ВИСНОВКИ

На даний момент існує велика проблема із накопиченням твердих побутових відходів на території України. Донецька область, як область, яка має великий промисловий потенціал та великі міські агломерації, є одним із лідерів по утворенню полігонів твердих промислових відходів. Для зменшення кількості відходів на території області, під час написання роботи були розглянуті методи утилізації та правильного поводження з відходами. Для покращення ситуації з відходами в Донецькій області рекомендується збільшити кількість полігонів, оснащати регіональні центри необхідним обладнанням та технічними засобами для збору та транспортування відходів та будівництво перевантажувальних станцій з елементами сортування в регіональних центрах.

Під час написання дипломної роботи було розглянуто види та класифікацію твердих побутових відходів, їх вплив на навколишнє середовище та методи поводження з ними в Україні.

Були проаналізовані методи використання твердих побутових відходів. Була розглянута структура утворення та накопичення відходів. Було розглянуто розміщення полігонів ТПВ на території України. Було вивчено, що ТПВ розділяють на чотири основні категорії відходів: тверді міські відходи, промислові відходи, сільськогосподарські відходи та небезпечні відходи. Під час написання роботи було проаналізовано сучасний стан поводження з побутовими відходами в Україні. Був вивчений вплив твердих побутових відходів на здоров'я людини та навколишнє середовище.

Був проведений розрахунок доцільності встановлення біогазової установки на полігоні твердих побутових відходів Мирноградської територіальної громади. На досліджуваному полігоні твердих побутових відходів можна гарантовано реалізувати проект з будівництва комплексу по збору та утилізації звалищного газу з сумарною встановленою потужністю від 2000 кВт. Модульне виконання генераторних блоків дозволяє нарощувати

вироблену потужність пропорційно кількості і потужності одиничних блоків. Після розрахунків від потенційної небезпеки, що може виникнути у наслідок аварії на даному комплексі, можна зробити висновки, що постраждає тільки обладнання самої установки. Дана модель є безпечною у випадках вибухо чи пожежної небезпеки. При підрахунку економічної ефективності даної роботи, було встановлено, що дана установка може окупитися через 1,6 року. При цьому може покращити економічні показники регіону, за рахунок вироблення теплової та електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mohee, R.; Mauthoor, S.; Bundhoo, M.A.Z.; Somaroo, G.; Soobhany, N.; Gunasee, S. Current status of solid waste management in small island developing states: A review. *Waste Manag.* 2015, 43, 539–549;
2. Pain, A.; Hansen, K. *Rural Development*; Routledge: London, UK, 2019;
3. Рибалова О.В. Поводження з відходами. Харків 2016;
4. Fang, Y.-P.; Zhu, R.; Zhang, C.-J.; Rasul, G.; Neupane, N. Cascading adaptation of rural livelihood to changing environment: Conceptual framework and experiment from the Koshi River basin. *Adv. Clim. Chang. Res.* 2020, 11, 141–157;
5. Mihai, F.-C. One Global Map but Different Worlds: Worldwide Survey of Human Access to Basic Utilities. *Hum. Ecol.* 2017, 45, 425–429;
6. Lamond, J., Bhattacharya, N. and Bloch, R. The role of solid waste management as a response to urban flood risk in developing countries, a case study analysis. 2012;
7. Jha A, Lamond J, Bloch R, et al. *Five Feet High and Rising: Cities and Flooding in the 21st Century*: The World Bank. 2011;
8. Kadam P. Bhalerao S. Sample size calculation. *Int J Ayurveda Res.* 2010 (1):55-7;
9. Kimani, G. Njoroge & UNEP. *Environmental Pollution and Impact to Public Health: Implication of the Dandora Municipal Dumping site in Nairobi, Kenya.* 2007;
10. *Climate change 2007. AR4 synthesis report: Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: Cambridge University Press;
11. Daniel H and Perinaz BT. *WHAT A WASTE: A Global Review of Solid Waste Management.* Urban Development Series, World Bank. 2012;

12. Chaves LC, de Campos LM, Filipini R, de Abreu LC, Valenti VE, Azzalis LA, et al.. Potentially hazardous waste produced at home. *International archives of medicine*, 2013 6(1):27;
13. Кривенко С. В. Проблеми вдосконалення системи управління сферою поводження з твердими побутовими відходами: регіональний аспект. *Управління розвитком*, 2015. № 2. С. 12–19;
14. Сайт державної служби статистики в Україні. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>;
15. Велькін Б. О., Мажаренко К.П. Проблеми утилізації відходів на регіональному рівні. Матеріали Міжнародного форуму «Актуальні проблеми та перспективи розвитку національного господарства в умовах глобальної нестабільності», 28-29 листопада 2018 р. Кременчук, 2018. С. 271–273;
16. Матвеев Ю., Гелетука Г. Біогазова станція. Український досвід. *Зелена енергетика*. 2004. № 1. С. 4-6;
17. Хажмурадов М.А. Установка та технологія по утилізації біогазу. *Наука та інновації*. 2006. № 4. С. 19;
18. Da Costa, F.M.; Daflon, S.D.A.; Bila, D.M.; da Fonseca, F.V.; Campos, J.C. Evaluation of the biodegradability and toxicity of landfill leachates after pretreatment using advanced oxidative processes. *Waste Manag.* 2018, 76, 606–613;
19. Regadío, M.; Ruiz, A.I.; de Soto, I.S.; Rastrero, M.R.; Sánchez, N.; Gismera, M.J.; Sevilla, M.T.; da Silva, P.; Procopio, J.R.; Cuevas, J. Pollution profiles and physicochemical parameters in old uncontrolled landfills. *Waste Manag.* 2012, 32, 482–497;
20. Rezapour, S.; Samadi, A.; Kalavrouziotis, I.K.; Ghaemian, N. Impact of the uncontrolled leakage of leachate from a municipal solid waste landfill on soil in a cultivated-calcareous environment. *Waste Manag.* 2018, 82, 51–61;
21. Moody, C.M.; Townsend, T.G. A comparison of landfill leachates based on waste composition. *Waste Manag.* 2017, 63, 267–274;

22. Paskuliakova, A.; McGowan, T.; Tonry, S.; Touzet, N. Microalgal bioremediation of nitrogenous compounds in landfill leachate—The importance of micronutrient balance in the treatment of leachates of variable composition. *Algal Res.* 2018, 32, 162–171;
23. Yao, P. Perspectives on technology for landfill leachate treatment. *Arab. J. Chem.* 2017, 10, S2567–S2574;
24. Масікевич Ю. Г. Теорія систем в екології / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 330 с;
25. Попович В. В. Особливості використання транспортних засобів під час транспортування, сортування, утилізації та фітомеліорації твердих побутових відходів / В. В. Попович / Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.10. – С. 90-96;
26. Петрук В. Г. Управління та поводження з відходами. Технології знезараження непридатних пестицидів / [Петрук В.Г., Ранський А.П., Петрук Р.В та ін.] – Вінниця: ФОП Рогальська, Ч.1, 2012. – 265 с;
27. Попович В. В. Полігони твердих побутових відходів у вироблених кар'єрах, ярах, траншеях і особливості їх фітомеліорації. / В. В. Попович // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.11. – С. 119-128;
28. Програма поводження з відходами Донецької області на 2016-2020 роки (Нова редакція). м. Краматорськ 2017 р.-[Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://dn.gov.ua/storage/app/sites/1/publicinfo/LegalAct/885-17.pdf>;
29. Біогаз із осадів стічних вод муніципальних каналізаційних очисних споруд в Україні. Перспективи виробництва/ Мальований М.С. та ін. Хімічна промисловість України. 2015. № 6(13). С. 34-39;
30. ДБН В.2.4.-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів, Основні положення проектування»;

31. Система утилізації біогазу та тепла з масиву полігону твердих побутових відходів / Гвоздевич О. В., Стефаник Ю. В., Гронський Я. Й., Горбаль Б. М. // Деклараційний патент України №58244 А МПК 7 Е21С 41/00 F23G 5/34. – Опубл. 15.07.2003 р. Бюл. Пром. Власн. – 2003, №7;

32. Програма поводження з твердими побутовими відходами Мирноградської міської територіальної громади на 2021-2025 роки у новій редакції. м. Мирноград.2020.-[Електроні ресурс].-Режим доступу: <https://myrnohrad-rada.gov.ua/storage/24/2340/5ff749f6d50e6787316635.pdf>;

33. United States Environmental Protection Agency. – [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <http://www.epa.gov>;

34. Malovanyy M., Sereda A., Sliusar V. Ways to Minimize Environmental Hazards From Pollution of the Environment in the Zone of Influence of the Hrybovychi Landfill. Environmental problems. 2017. V 2, N 2.P. 65-70;

35. Технічні характеристики когенераційної установки / [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://madek.ua/content_files/products/-_cogeneration/Gas/PG620B1.pdf

36. Лебедєв М.М., Сергієнко М.І. Полігони твердих побутових відходів. Санітарне очищення населених пунктів: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ, 2014. С. 37-40, 45.