

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема: Розрахунок технології дегазації полігону твердих побутових відходів

Завідувач кафедри Пляцук Л.Д. _____
(підпис)

Керівник роботи Васькіна І.В. _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Консультант
з охорони праці Васькін Р.А. _____
(підпис)

Виконавець
студент групи ТС-71-8 Гопкало Д.В. _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Суми 2021

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природоохоронних технологій
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Гопкалу Дмитру Валентиновичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Група ТС-71-8

1. Тема випускної роботи - Розрахунок технології дегазації полігону твердих побутових відходів
2. Вихідні дані
 - літературні дані щодо складу, сутності та застосування звалищного газу;
 - інформація з наукових джерел по можливій шкоді звалищного газу НС;
 - необхідна література по технологіям збору та утилізації звалищного газу;
 - технологічна характеристика існуючих технологій;
 - інформація та числові показники з державних звітів.
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:
 - Презентація по темі бакалаврської роботи.

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Опрацювання літературних джерел	X	X				
2	Вивчення можливої шкоди НС		X				
3	Вивчення технологічних аспектів екстракції			X			
4	Розрахунок системи на прикладі м. Суми				X		
5	Надання характеристики Сумського полігону			X			
6	Виконання завдань з охорони праці					X	
7	Оформлення дипломної роботи						X

Дата видачі завдання _____ 2021 р.

Керівник _____
(підпис)

_____ (посада, прізвище)

Реферат

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.

Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 40 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 59 стор., у тому числі 6 таблиць, 7 рисунків, список використаних джерел 5 сторінок.

Мета роботи - дослідити існуючі технології збору полігонного біогазу за для зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі завдання:

- вивчити особливості утворення звалищного газу;
- дослідити склад та вплив звалищного газу на навколишнє середовище;
- дослідити існуючі технології збору та утилізації звалищного газу.

Об'єкт дослідження – біогаз що утворюється в товщі полігонів ТПВ – звалищний газ.

Предмет дослідження – технології збору та утилізації звалищного газу.

У кваліфікаційній роботі надано технології для збору звалищного газу полігонів. Було проаналізовано вплив полігонів ТПВ на навколишнє середовище. Досліджено склад звалищного газу та запропоновано дві системи збору біогазу. Було вивчено та розраховано показники впливу полігонів та позитивні ефекти від використання технологічних конструкцій зазначеного типу.

Ключові слова: БІОГАЗ, ЗВАЛИЩНИЙ ГАЗ, ПОЛІГОН ТПВ, ДЕГАЗАЦІЯ ПОЛІГОНУ ТПВ, ТЕХНОЛОГІЇ ЗБОРУ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ЗВАЛИЩНОГО ГАЗУ, ЕМІСІЯ.

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	5
Розділ 1 Аналіз впливу полігонів ТПВ на довкілля	7
1.1 Вплив полігонів ТПВ на атмосферне повітря.....	7
1.2 Вплив полігонів ТПВ на ґрунти та гідросферу.....	12
1.3 Статистичний аналіз накопичення ТПВ в Україні та Сумській області	14
1.4 Законодавче регулювання поводження з ТПВ в Україні	20
Розділ 2 Характеристика Сумського полігону ТПВ.....	23
Розділ 3 Технології збору звалищного газу	36
3.1 Пасивні системи відводу звалищного газу	36
3.2 Активні системи збору звалищного газу.....	37
3.3 Утилізація звалищного газу	40
3.4 Розрахунок технології дегазації полігону ТПВ на прикладі Сумського полігону ТПВ.....	40
Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	47
Висновки.....	52
Перелік джерел посилання	55

Підп. и дата		Підп. и дата		Взаим.инв.		Инв.№дубл.		Инв.№подл.	
ТС 18510266									
	<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
	<i>Розроб.</i>	<i>Гопкало</i>				Розрахунок технології дегазації полігону твердих побутових відходів	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
	<i>Перев.</i>	<i>Васькіна</i>						4	59
	<i>Н.Конт</i>	<i>Васькін</i>					СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС-71-8		
	<i>Затв.</i>	<i>Пляцук</i>							

ВСТУП

В процесі своєї життєдіяльності людина утворює велику кількість відходів. Зі збільшенням доступних товарів на ринку збільшується попит на існуюче різноманіття, тому важливою у сфері охорони навколишнього середовища постає завдання пов'язане з регулюванням та поводженням з відходами [18].

В Україні та деяких інших державах найбільш поширеною є практика захоронення відходів на полігонах твердих побутових відходів (ТПВ), сміттєзвалищах тощо. Таким чином необхідно мінімізувати усі явища які здійснюють негативний вплив на природне середовище.

В даній роботі головним чином розглядаються методи боротьби з виходом звалищного газу в атмосферу шляхом його витягу з тіла полігону системою дегазації полігонів ТПВ.

Актуальність теми. Звалищний газ містить у своєму складі парникові, а також токсичні газі з іншими домішками які здатні чинити негативний ефект і призводити до погіршення стану повітря навколо об'єкту, що впливає на екологічний стан планети в цілому.

При неможливості певних країн швидко відмовитись від захоронення відходів зменшення впливу місць їх скупчення є пріоритетним завданням у сфері поводження з ТПВ.

Емісія біогазу який утворюється шляхом біологічної деструкції органічної частини відходів (60–80 % від усіх викидів) несе низку неприємностей в процесі експлуатації сміттєзвалищ [34].

Окрім ймовірного зараження прилеглих територій шкідливими речовинами, дане явище прискорює парниковий ефект та гірше, воно створює потенційну небезпеку вибуху та пожежі що в свою чергу посилює усі негативні чинники.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТC 18510266	Арк.
						5
Из Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

При чітко контрольованому зборі цього ресурсу ми не лише приносимо користь екології планети, але й отримуємо певну вигоду. В цілому, кількість прогнозуемого виходу ЗГ залежить від багатьох факторів, та при постійному його зборі, енергії вистачає не лише на локальні потреби полігону, але й на збагачення надлишку з метою використання в мережі загального призначення.

При неможливості використання усього об'єму біогазу що отримується системою дегазації його спалюють у факельних установках щоб не допустити забруднення атмосферного повітря, теплоенергетичний та електроенергетичний потенціал при цьому ніяк не використовується.

Дана робота присвячена аналізу можливих методів і технологій збору звалищного газу, вибір найкращого в кожному конкретному випадку та його реалізація.

Мета роботи: дослідити існуючі технології збору полігонного біогазу за для зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Завдання дослідження: проаналізувати особливості утворення звалищного газу, дослідити способи дегазації полігонів ТПВ, визначити існуючі технології та визначитись з принципом вибору найкращих в залежності від типу об'єкту, розібратись зі способами утилізації отримуваного ресурсу.

Об'єкт дослідження – біогаз що утворюється в товщі полігонів ТПВ – звалищний газ.

Предмет дослідження – технології збору та утилізації звалищного газу.

Методи дослідження: літературний пошук, теоретичний аналіз літературних даних, статистична обробка інформації, системний аналіз, математичне моделювання.

Апробація результатів роботи.

Гопкало Д.В., Васькіна І.В. Технології збору полігонного біогазу. VI міжнародний молодіжний конгрес «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 2021 р.)

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТС 18510266	Арк. 6
Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	Из Лист № докум. Підп. Дата	

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОЛІГОНІВ ТПВ НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Вплив полігонів ТПВ на атмосферне повітря

Вплив полігонів ТПВ на довкілля є безперечним, тому необхідним у їх використанні та поводженні є розробка нових підходів експлуатації та максимальному використанні їх енергетичного потенціалу.

Полігони ТПВ є інженерними спеціалізованими спорудами, які призначені для захоронення твердих побутових відходів (ТПВ) – ДБН В.24–2–2005 "Полігони ТПВ. Основні положення проектування" [26].

Їх основна функція – забезпечення санітарно–епідемічного благополуччя населення в прилежних територіях, екологічної безпеки навколишнього середовища та запобігання прояву негативних наслідків і явищ на геологічному рівні.

Потужність полігона, а також його розміри визначаються потребами регіону: кількість населення, кількість ТПВ що викидаються, розрахунковими термінами експлуатації полігону, потребою у захороненні відходів з урахуванням санітарних норм та екологічних вимог, а також річною нормою захоронення відходів.

Не підлягають захороненню відходи які можуть бути використані у якості вторинної сировини (при умові що є можливість для реалізації утилізації останніх), та відходи що мають у своєму вмісті отруйні та токсичні речовини, чи речовини які можуть нести потенційну шкоду інфраструктурі об'єкту. Як правило захоронюються лише ті ТПВ що не підлягають утилізації.

На стадії проектування мають бути передбачені: економічність, надійність, використання територій повинно бути мінімально можливим з перспективою повернення відчужуваних територій в господарський побут, експлуатаційна вигода від функціонування.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

7

Площа полігона встановлюється шляхом ділення проектної місткості об'єкту (м³) на середню висоту захоронень у метрах, беручи до уваги ущільнення покладів з часом. При цьому враховується кількість населення, та строк експлуатації полігону що не повинен бути менше 15–20 років.

Таблиця 1.1 – Рекомендовані площі полігонів згідно з розрахунками ДБН В.2.4–2–2005

Середня чисельність населення, що обслуговується, тис. чол.	Середня висота складування ТПВ, м					
	12	20	25	35	45	60
50	6.5	4.5–5.5	–	–	–	–
100	12.5	8.5	6.5–7.5	–	–	–
250	31.0	21.0	16.0	11.5–13.5	–	–
500	61.0	41.0	31.0	23.0	16.5–20	–
750	91.0	61.0	46.0	34.0	26.0	–
1000	121.0	81.0	61.0	45.0	35.0	27.0–32.0

Конструкція полігона ТПВ має кілька основних елементів: під'їзна дорога, господарська зона, ділянка покладів ТПВ, інженерні споруди та комунікації.

Основною є ділянка складування ТПВ яка займає до 85–95 % усієї площі полігона, захоронення на ділянці йде чергами (на одну чергу приймання відходів припадає 3–5 років експлуатації). Складування ТПВ у перших двох–трьох чергах ведеться у 2–3 яруси (один ярус – 2–2.5 м).

Вся територія полігона повинна бути захищеною від затоплень з розташованих вище ділянок. З метою запобігання стоків талих та зливових вод й фільтрату будується комплекс гідротехнічних споруд. Інші 5–15% площі припадають на господарську зону, зелені насадження, обвалування, та інженерні комунікації.

Инв.№подл. Подп. и дата Взаим.инв. Инв.№дубл. Подп. и дата

Дощові і талі води спрямовують у контрольнорегулюючий ставок, а після проведення контролю якості води її використовують на інші потреби, в залежності від чистоти води. Забруднені йдуть на очисні споруди полігонів ТПВ або до загальної каналізаційної магістралі, чисті використовують для виробничих потреб.

Полігон ТПВ – це біореактор. В ньому одночасно відбуваються фізичні, хімічні та біологічні процеси [11].

До хімічних процесів відносяться фотохімічні та окислювальновідновні реакції, а також окиснення сполук, деполімеризація, гідроліз, які залежать від величини P_h , вмісту кисню в тілі полігону та окисновідновного потенціалу фракцій ТПВ.

До фізичних – стискання шарів, ущільнення, подрібнення часток, іонний обмін, адсорбція та інші. Ущільнення та подрібнення ТПВ сприяють поглиненню води та прискоренню розкладання відходів [2].

Переважну роль серед усіх процесів відіграють біохімічні. В процесі зберігання ТПВ в товщі відходів безперервно відбувається (метанове бродіння) – біотермічний анаеробний процес розпаду органічної складової відходів.

В результаті функціонування такого об'єкту виділяється біогаз, джерелом якого є органічний субстрат який складає приблизно 60–80 % від усієї маси ТПВ. До нього відносяться харчові та садовопаркові відходи, макулатура, інші відходи з вмістом целюлози. В залежності від термінів функціонування об'єкту змінюється кількість та якість біогазу.

Протікання процесів та їх швидкість залежать від складу ТПВ (хімічного, морфологічного), кліматичногеографічних умов, а також від віку полігону. Як результат в тілі полігону виділяється звалищний газ (ЗГ) у склад якого входять як макро так і мікро домішки: метан (40–55 %), діоксид вуглецю (30–45 %), азот (18–30 %), кисень 1 %, водень 0,5 %, аміак (0.1–0.2 %), сірководень (0,2–0,8 %), та ароматичні вуглеводні: бензол, циклогексан та ін. (до 1%). Теплоенергетичний потенціал біогазу коливається від 18 до 25 Мдж/м³ [34].

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Изва.№	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТС 18510266	Арк.
						9

При утворенні ЗГ також важливим фактором виступає вологість. За даними останніх робіт у цьому напрямі виявлено що додавання деяких біополімерів здатне утворювати плівку для утримання вологи, що в свою чергу прискорить розмноження мікробних колоній і пришвидшить процеси метаногенезу [14].

Видобування та утилізація ЗГ є економічно доцільною при виході метану 3–5 м³/тонни відходів за рік (за даними А. Пахнюк, Ю. Матвеев).

Звалищний газ з його вмістом метану використовують як паливний ресурс для енергетичних установок (промислові печі, стаціонарні двигуни–генератори, котлоагрегати, тощо), або для заправки газових балонів [1]. Згідно з ДБН–В.24–2–2005 "Полігони ТПВ. Основні положення проектування" пріоритетним використанням ЗГ в енергетичних цілях є використання генераторних установок для задовільнення перш за все потреб полігону. При неможливості доцільного використання усього об'єму біогазу, його необхідно спалювати для запобігання витоків в атмосферу. Існують данні про шкоду довкіллю незважаючи на те видобувають біогаз чи ні [16]. Часто в процесі експлуатації полігонів систему відводу ЗГ встановлюють лише після консервації коли це є економічно доцільним. Хоча як було зазначено газ в даних умовах утворюється безперервно, що й спричиняє велику шкоду довкіллю [19].

Вільне та постійне надходження біогазу в атмосферу з його специфічним складом та властивостями спричиняє ряд негативних наслідків на локальному та глобальному масштабах. Існує небезпека накопичення ЗГ у розташованих поблизу будівлях що формує собою вибухонебезпечні та пожежонебезпечні умови їх існування [4].

Великий відсоток ЗГ в замкнутому приміщенні несе певну небезпеку з точки зору токсикології. Відомі випадки отруень ЗГ при технічному обслуговуванні інженерно–комунікаційних комплексів, деяких зі смертельними наслідками, а деякі закордонні дослідження показують що шляхом утилізації

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Изва.№	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
--------	------	----------	-------	------

ТС 18510266

Арк.

10

можна значно скоротити викиди в атмосферу порівняно з іншими методами [33].

Таким же чином насичення ґрунтових покривів навколо полігонів викликає асфіксію кореневої системи рослин, чим пояснюється поганий ріст рослин в прилежних територіях, чи в'янення існуючих.

Беручи до уваги склад паливного ресурсу можна передбачити розповсюдження токсичних сполук у великих кількостях, які до того ж дурно пахнуть.

Склад біогазу як кількісний так і якісний залежить від багатьох умов, геологічних та кліматичних, умов складання ТПВ, місця локалізації полігону, морфологічного та хімічного складу ТПВ, а також їх щільності у товщі захоронень, вологості відходів і т.д.

На початку процесу утворення (приблизно один рік) розкладання відходів відбувається шляхом окиснення останніх, протікає переважно у верхніх шарах. Для цього використовується кисень із атмосфери та порожнин у товщі ТПВ.

По мірі ущільнення відходів, природного чи механічного та ізоляції шару ТПВ ґрунтом починаються анаеробні процеси кінцевим продуктом яких є біогаз. Утворюється він шляхом біотермічного анаеробного розкладу органічної складової відходів мікрофлорою. Звалищний газ що виділяється у товщі, через порожнини та шари ізолюючих насипів потрапляє в атмосферу.

Якщо розпорядок захоронення ТПВ не змінюється, анаеробна стадія балансується, а процес утворення стає постійним – кількість та склад газу набувають однакових характеристик (за умови що морфологічна структура відходів не змінюється).

Існує п'ять основних фаз розкладання органічної складової ТПВ: перша – аеробне розкладання; друга – бродіння (анаеробна фаза, без виходу метану); третя фаза – анаеробна деструкція (вихід метану непостійний); четверта – анаеробна деструкція (вихід метану постійний); п'ята фаза – припинення анаеробних процесів.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

11

Перші дві фази починаючи з моменту укладання ТПВ діють 20–40 днів, з моменту початку третьої фази проходить до 700 днів. Четверта фаза залежить від кліматі місцевості і може коливатися від 10 років (на півдні) до 50 (на півночі), при постійних умовах [34].

За четвертої фази (анаеробна деструкція субстрату з постійною кількістю метану) генерується приблизно 80 % загального об'єму ЗГ. Інші 20 % припадають на першу, другу, третю та п'яту фази, за яких біогаз в основному утворюється у верхніх шарах при доступі кисню і з низьким вмістом метану.

1.2 Вплив полігонів ТПВ на ґрунти та гідросферу

Полігони ТПВ як місця великого скупчення відходів з досить варіативними складом та морфологією несуть і іншу небезпеку довкіллю – забруднення ґрунтів та поверхневих вод. З дощовою водою шкідливі речовини із відходів, а також ті що утворюються в результаті проходження біологічних процесів (фільтрат) вимиваються в ґрунт. Особливу небезпеку несуть токсичні речовини в його складі (хлориди, сільфати, солі натрію, калію, кальцію, тощо) [30].

Фільтрат утворюється незалежно від пори року (теплої чи холодної). В теплу пору року його збільшенню сприяють дощі, в холодну – танення снігу. Танення снігу на полігонах відбувається постійно завдяки екзотермічним реакціям в тілі полігону [5].

Встановлено, що вміст органічних та неорганічних забруднювачів та інших домішок у фільтраті залежить від кліматично–географічних умов, складу ТПВ, способу експлуатації полігону, інтенсивності біологічних процесів та проникності шару відходів [28].

Повна характеристика та склад за даними літературних джерел є наступними: мг/л БПК – 1500–4800, ХСК – 1500– 51 тис., сульфати – 650–2900, залізо – 200–1700, хлориди – 650–2900.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТС 18510266	Арк.
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата		12

Проходячи через товщу відходів фільтрат збагачується токсичними речовинами (органічними та неорганічними сполуками, важкими металами та ін.) [10].

Більша частина хімічних елементів (головним чином неорганічні) не затримуються в місці розташування полігону ТПВ. Потрапляючи в поверхневі води вони разносяться на великі ділянки та значно погіршують якість водозабору. Проникаючи в ґрунт ця рідина приводить не тільки до забруднення шкідливими сполуками, а й яйцями гельмінтів та іншими патогенними мікроорганізмами [15].

На звалищах обладнаних системою дренажу стоків обсяги скидів знижуються, а після процесу фільтрації їх скидають у поверхневі води [28].

На об'єктах з недотриманням правил охорони навколишнього середовища (не обладнаних системою відводу й очищення фільтрата та протифільтраційним екраном), останній вільно стікає в ґрунтові поверхневі води.

При виникненні надзвичайних ситуацій (пожежі, зсуви мас ТПВ, повіні, тощо), усі негативні прояви лише посилюються. Оперативна ліквідація наслідків таких подій не зменшує вплив на навколишнє середовище – при гасінні пожеж в місцях захоронень ТПВ вимивання та стікання фільтрату в ґрунти лише підсилюється., а при повіні такі наслідки стають колосальними.

Тому одним з важливих чинників є розробка плану дії при надзвичайних подіях, а також комплекс заходів для їх попередження. Для цього необхідно сортувати сміття за хімічним складом, температурою займання, їх станом тощо. Більш легкозаймисті речовини потрібно зберігати в місцях з підвищеною вологістю, без великих коливань температур та без прямого потрапляння УФ– випромінення [24].

Найважливішим у запобіганні вищезазначених ситуацій є чітке регламентоване обладнання сміттєзвалищ. За даними ДБН полігони ТПВ потребують ряду захисних заходів. Серед них формування гідроізоляційної основи та системи дренажу стоків.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

13

1.3 Статистичний аналіз накопичення ТПВ в Україні та Сумській області

За даними опублікованими на сайті міністерства розвитку громад та територій України щороку ми утворюємо приблизно 500 мільйонів тонн відходів. Серед них відходи первинного (76 %) та вторинного (18 %) виробництв, а також сільськогосподарські відходи (2 %), та відходи ТПВ (2 %).

По оцінкам Євростату на 2012 рік у 27 країнах ЄС середній показник відходів на душу населення становив 4.9 тонн, тоді як на 2013 рік в Україні він сягнув 9.9 тонн. Слід зазначити що в Україні 94% обсягів відходів припадають на промислові викиди [8].

Згідно з інформацією опублікованою Міністерством регіонального розвитку на 2019 рік (без урахування АР Крим та м. Севастополь) в країні утворилось близько 53 млн. м3 побутових відходів. Понад 10 млн. тонн яких захоронюються на 6 тис. полігонів та сміттєзвалищ площею в 9 тис. гектарів, з чого видно що на даному етапі ситуація не має тенденції до змін.

Із наведеної інформації видно що частка ТПВ серед інших видів відходів не є досить великою, проте злагоджене функціонування системи поводження з ТПВ має великі позитивні наслідки і позбавляє людство багатьох проблем, в тому числі засмічення біля житлових комплексів та втрата цінних для утилізації ресурсів з метою повторного використання.

Ріст викидів ТПВ на душу населення зазнавав змін протягом останніх десятиліть. Так у 2000 році почався приріст споживання високовідходних виробів. З 2000 року набирає обертів споживання нехарчових товарів, що лише викликало збільшення викидів з використання товарів упаковки.

Залежно від складу та морфології відходів належить формувати правильну стратегію з їх поводженням. Їх безпечність та правильне сортування надають необхідні вимоги для правильної утилізації з метою отримання користі [25].

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

14

Досі в Україні не проводились організовані дослідження характеристик ТПВ, а джерелом статистичної інформації виступають незначні дослідження операторів ТПВ та відповідальними регіональними асоціаціями, чиї результати досить сильно відрізняються одне від одного.

Згідно з даними Шостого національного повідомлення України з питань зміни клімату, структура ТПВ є наступною: харчові відходи (35–50 %), картон/папір (10–15 %), вторинні полімери (9–13 %), скло (8–10 %), текстильні вироби (4–6 %), відходи будівельного виробництва (5 %), 2 % металів, 1 % деревини та 10 % інших видів ТПВ (небезпечні викиди, електронні прилади, великогабаритне сміття, тощо).

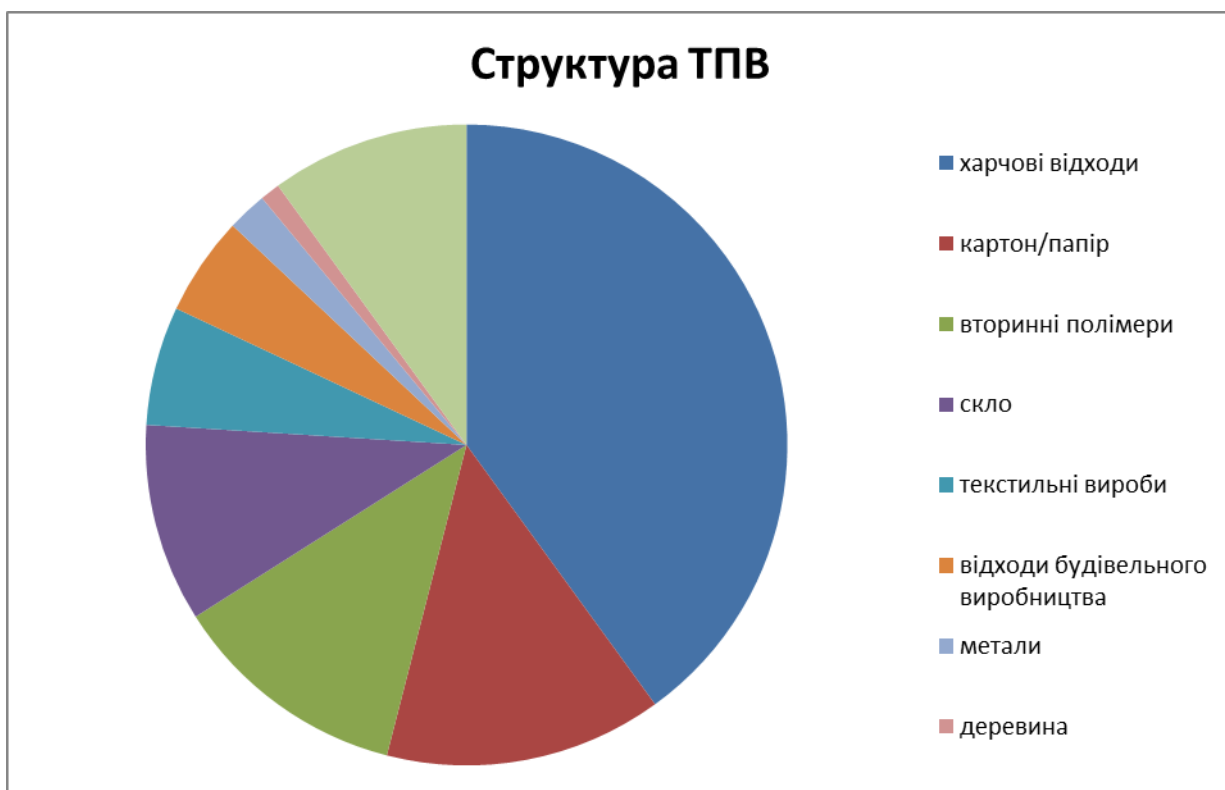


Рисунок 1.1 –Характеристика ТПВ в Україні

В Європі частки розподіляються дещо по іншому: 24–30 % харчових відходів, картон/папір 22–31 %, пластику 6–13 %, скло 8–10 % та інші відходи складають 24–32 %.

Инва.№подл.	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

1.3.1 Відходи в Сумській області

За даними опублікованими Міністерством розвитку громад та територій України в 2018 році середньорічна норма сміття на одну людину що вивозиться складало 2.27 м³ – для упорядкованих жилих будинків і 1.92 м³ для жителів приватних секторів. Дані розраховані виходячи з показників населення та проживанню по районах.

На 2019 рік характеристика сумського полігону ТПВ у тоннах дорівнювала 179378.065 тон ТПВ і загалом 794166.029 в метрах кубічних. При фіксованих обсягах захоронень поточного періоду 794166 м³ та 179378.04 т. відповідно.

Морфологічний склад відходів ТПВ Сумської області є досить різноманітним за своїм складом. Серед основних визначених на 2019 рік є: макулатура – (папір та картон); пластмаса; полімерна плівка; ПЕТ пляшки (без кришок); чорні метали; кольорові метали; текстиль; скло.

Головним чином усі відходи поділяють на класи.

- тверді побутові відходи: харчові відходи, тара, кімнатні та дворівні викиди, макулатура, пакувальні матеріали, дерево, метал;

- великогабаритні відходи: старі, непотрібні меблі, телевізори, холодильники, спиляні дерева, гілки та інші;

- будівельні відходи: матеріали що знайшли використання в будівельній справі (асфальт, пісок, ґрунт, рештки та залишки конструкцій).

Існує багато інших груп та класів які не визначаються як "Комунальні міські змішані відходи", і виділяються окремо по певним причинам чи параметрам [31].

Нижче наведена загальна класифікація відходів які утворюються в місті Суми та населених пунктах міської ОТГ:

Инва.№подл.	Подп. и дата
Взаим.инв.	Подп. и дата
Инва.№дубл.	Подп. и дата

Изва.Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ТС 18510266

Арк.

17

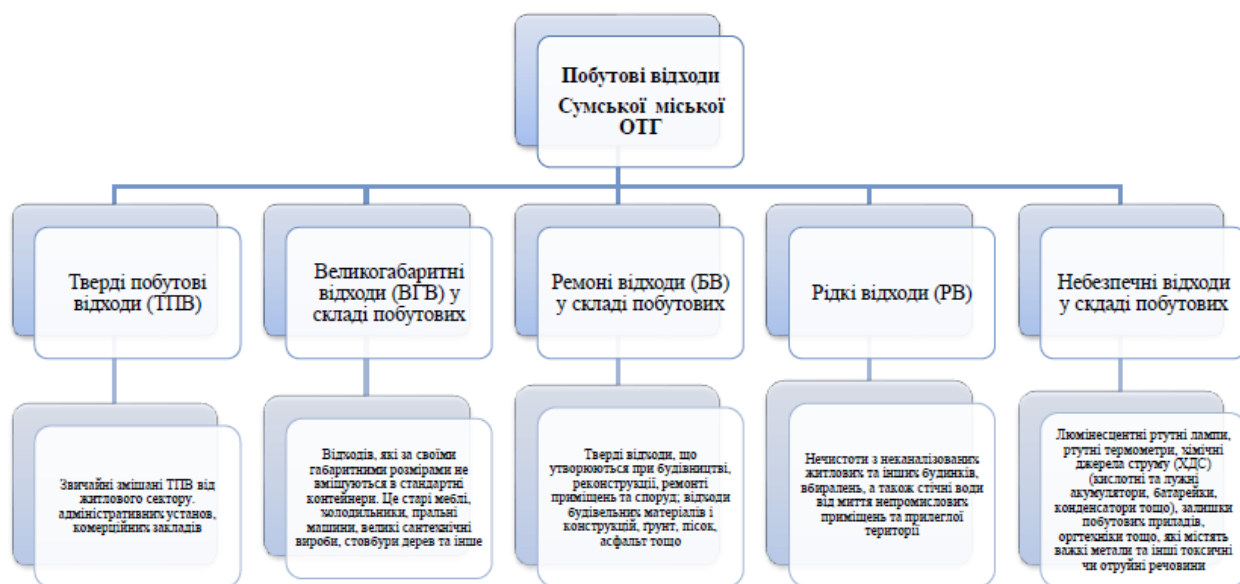


Рисунок 1.2 – Загальна класифікація відходів міста Суми та НС міської ОТГ

З опублікованих звітів також отримано інформацію що до кількості викидів у місті по роках.

Таблиця 1.2 – Звітність щорічної маси викидів міста Суми [22].

Період	Обсяг захоронень ТПВ		
	тонн	тонн на людину за рік	кг на людину за добу
2011 р.	75523,89	0.280	0.767
2012 р.	81714,44	0.303	0.830
2015 р.	79470,70	0.295	0.807
2017 р.	68733,17	0.255	0.698
2019 р.	67754,41	0.251	0.688
В т. ч. за 2015 р.			
Січень	4858,62	0.212	0.581
Лютий	4545,72	0.220	0.602

Инв.№подл. Подп. и дата Взаим.инв. Инв.№дубл. Подп. и дата

Продовження таблиці 1.2

Березень	5909,98	0.258	0.707
Квітень	5234,31	0.236	0.647
Травень	6489,35	0.283	0.776
Червень	5510,37	0.249	0.681
Липень	5734,43	0.250	0.686
Серпень	6006,97	0.262	0.719
Вересень	6006,89	0.271	0.743
Жовтень	6197,97	0.271	0.741
Листопад	5664,26	0.256	0.700
Грудень	5595,54	0.244	0.669

За зазначеною таблицею нижче наведено графік що до зміни кількості утворення ТПВ по роках.

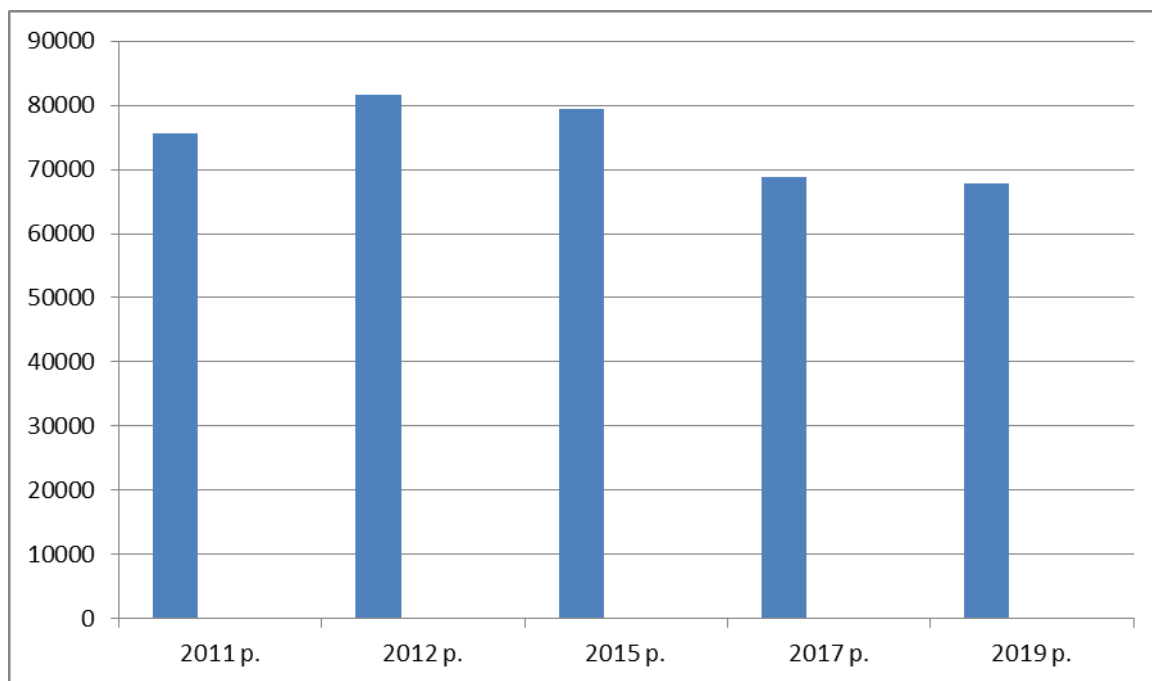


Рисунок 1.3 – Зміна обсягів утворення ТПВ по роках

Інв. № подл. Подп. и дата Взаим. инв. Инв. № дубл. Подп. и дата

Из Лист	№ докум.	Підп.	Дата	

ТС 18510266

Арк.

19

1.4 Законодавче регулювання поводження з ТПВ в Україні

Головними визначальними документами у сфері поводження з ТПВ є закони України "Про відходи" і "Про охорону навколишнього природного середовища" [37]. Згідно зі змінами та доповненнями законодавчих актів стратегічними пріоритетами України в галузі поводження з ТПВ є:

- розробка заходів та технологій націлених на: переробку відходів, очищення та зменшення обсягів викидів загалом;
- економічне стимулювання компаній для впровадження вказаних заходів;
- переробка відходів які можна утилізувати;
- регулювання норм відповідальності для тих хто забруднює навколишнє середовище;
- впровадження екологічного податку.

Основними напрямки здійснення політики поводження з ТПВ за Законом України "Про відходи" є:

- повне збирання, видалення та знешкодження відходів при дотриманні зазначених правил екологічної безпеки;
- комплексне та доцільне використання первинних ресурсів;
- зменшення викидів та їх небезпечності до мінімального;
- сприяти утилізації відходів;
- розробка технологій для безпечного вивезення та захоронення відходів що не відповідають критеріям утилізації.

У період з 2011 по 2020 рік здійснення політики у сфері поводження з ТПВ та охороні навколишнього середовища не були головними пріоритетами. Проте було регламентовано деякі пункти впливу на навколишнє середовище:

- до 2020 року планувалось підвищити показники переробки ТПВ в 1.5 рази при невеликій різниці (від минулих 3–8 % до 12 %) при бажаному для ЄС показнику у 50 %;

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Ивв.№дубл.	Подп. и дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Ивв.№дубл.	Подп. и дата
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

20

– до 2015 року планувалось організувати чітку систему видалення відходів у містах з кількістю населення від 250 000 осіб, незважаючи на те що на даний момент жоден з пунктів не можна назвати виконаним.

З 16 вересня 2014 року між Україною та ЄС було затверджено угоду визначаючу співробітництво у сфері охорони навколишнього середовища, що задало курс на правильне поводження з ТПВ. Сама угода також передбачала поступовий рух українського законодавства до Європейських показників.

Важливим у сфері використання енергетичного потенціалу полігонів ТПВ стало внесення змін в Законі України "Про електроенергетику". Згідно зі змінами в законі, тарифи на електроенергетику отриману з утилізації ТПВ помножувались в 2.3 рази (ціна такої енергії помножувалась на пільговий коефіцієнт). Очікувалось закриття відпрацьованих полігонів для видобування цінного ресурсу.

Ряд законів було спрямовано на зобов'язання компаній–виробників продукції товару упаковки на здійснення контролю та обліку матеріалів пакування, а також надавати усю необхідну інформацію з даного приводу підрозділам Міністерства екології та природних ресурсів.

Виробники наведених товарів повинні самостійно вживати заходи повернення відходів їх продукції на утилізацію підприємству "Укресресурси".

Зібрані кошти належить витратити на:

- обладнання підприємств по утилізації відходів усіма необхідними механізмами;
- утилізацію певних видів відходів як вторинну сировину;
- збір, пакування та утилізація матеріалів пакування;
- здійснення економічного стимулювання компаній шляхом часткового відшкодування ціни на закупівлю необхідного обладнання у сфері охорони навколишнього середовища;
- спорудження пунктів збору вторинної сировини;
- розробка проектів інвестування у регіонах;

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	-------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инва.№дубл.	Подп. и дата
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

21

– дизайн інформаційно–аналітичної системи даних поводження з відходами як із сировиною вторинної переробки.

Нажаль на даному етапі через деякі перешкоди в економічному та політичному плані певні заходи та їх впровадження в більшості регіонів не імплементуються так швидко як цього потребує екологічна ситуація у світі. Через війну на території України для економіки держави пріоритетним постає військове забезпечення.

Таким чином впровадження заходів спрямованих на охорону навколишнього середовища покладено на регіональні центри та на їх добросесність та їх зацікавленість у виконанні зазначеного закону України.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

22

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА СУМСЬКОГО ПОЛІГОНУ ТПВ

Місто Суми як і інші міста має потребу у збиранні та вивезенні сміття що утворилося в процесі життєдіяльності та функціонування суспільства. Як правило любі види відходів підлягають одному з наступних способів поводження: захоронення, утилізація, деструкція.

Домінуючим на Україні лишається саме захоронення останніх, що викликає масу проблем та складнощів однією з яких є виключення з господарського побуту великих земельних площ.

Сумський міський полігон по збору та захороненню ТПВ знаходиться на території села Великий Бобрик Краснопільського району на північному заході від села Братське і на 3.5 км на південному заході від села Кам'яне, обслуговується комунальним підприємством «Сумжилкомсервіс» Сумської міської ради.

Згідно з рішенням виконавчого комітету СМР від 1 жовтня 2008 року №479 «Про визначення підприємства по захороненню твердих побутових та негабаритних відходів на полігоні для складування твердих побутових та негабаритних відходів». На сьогодні «Сумжилкомсервіс» є єдиним постачальником послуг по захороненню ТПВ та негабаритних відходів у місті Суми з 2008 року.

Полігон займає площу 5.74 га (57400 м²) з проектною потужністю у 10.0 га.

Санітарно–захисна зона МВВ – 500 м.

Нижче сформовано перелік усіх підприємств та організацій пов'язаних з забором та вивозом сміття і роботою сміттєзвалища міста:

а) Полігон ТПВ – Краснопільський район, Верхньосироватська сільська рада;

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	-------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инва.№дубл.	Подп. и дата
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

23

б) КП «Сумижилкомсервіс» – відповідальний за експлуатацію, утримання та обслуговування полігона та надання послуг з прийому і захоронення ТПВ, знаходиться за адресою м. Суми, вул. Р. Атаманюка, 49А;

в) ТОВ «СЕРВІСРЕСУРС» збирання відходів які не становлять загрози, м. Суми, вул.. Березовий гай, 3;

г) ТОВ «А–МУССОН» збирання відходів які не становлять загрози, м. Суми, вул.. Леваневського, 10/1;

д) Притулок для тварин знаходиться за адресою м. Суми, вул. Римського Корсакова 1;

е) Тимчасовий майданчик для розташування рослинних відходів м. Суми, вул. М. Лукаша, 75.

Об'єкти поводження з ТПВ по чергах

Перша черга на 2019–2023 рік:

а) Полігон ТПВ – Краснопільський район, Верхньосироватська сільська рада;

б) КП «Сумижилкомсервіс» – відповідальний за експлуатацію, утримання та обслуговування полігона та надання послуг з прийому і захоронення ТПВ, знаходиться за адресою м. Суми, вул. Р. Атаманюка, 49А;

в) ТОВ «СЕРВІСРЕСУРС» збирання відходів які не становлять загрози, м. Суми, вул.. Березовий гай, 3;

г) ТОВ «А–МУССОН» збирання відходів які не становлять загрози, м. Суми, вул.. Леваневського, 10/1;

д) Каналізаційна насосна станція №3, №9, на території міських очисних споруд;

е) Ділянка сортування ТПВ м. Суми;

є) Об'єкт подрібнення та відокремлення ремонтних та будівельних відходів, рослинних відходів (складування, утилізації), м. Суми, вул. М. Лукаша, 75;

ж) Місце складування вуличного змету;

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

24

з) Притулок для тварин знаходиться за адресою м. Суми, вул. Римського Корсакова 1.

Друга черга 2024–2033 роки:

а) Полігон ТПВ – Краснопільський район, Верхньосироватська сільська рада;

б) Ділянка сортування ТПВ, м. Суми;

в) Каналізаційна насосна станція №3, №9, на території міських очисних споруд;

г) Об'єкт подрібнення та відокремлення ремонтних та будівельних відходів, рослинних відходів (складування, утилізації), м. Суми, вул. М. Лукаша, 75;

д) Притулок для тварин знаходиться за адресою м. Суми, вул. Римського Корсакова 1.

е) Місце складування вуличного змету.

Для виконання необхідних маніпуляцій та операцій по захороненню відходів полігон забезпечений комплектом потрібних машин та механізмів.

З урахуванням специфіки підприємства та його можливого негативного впливу на навколишнє середовище працівники об'єкту впроваджують усі потрібні заходи по захисту атмосферного повітря, підземних вод та ґрунтів.

Контролем якості виконання необхідних заходів щороку займаються працівники Державної установи «Центральна лабораторія МОЗ України» шляхом відбирання лабораторних проб на ділянках.

Згідно з Актом №383/04 по результатам проведених перевірок Інспекція виявила 8 порушень за експлуатації полігону приписаних природоохоронним законодавством, на підставі чого було складено 6 протоколів на суму 2040.0 грн та видано припис на ліквідацію встановлених порушень.

27.12.2017 «Сумижилкомсервіс» отримав ліцензію на захоронення ТПВ, яка підтверджує що даний полігон відповідає необхідним вимогам і стандартам.

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	Из Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТС 18510266	Арк. 25
------------	--------------	------------	------------	--------------	---------	----------	-------	------	-------------	------------

На 01.05.2019 обсяги отриманих ТПВ для захоронення від початку експлуатації полігону склали 874 930,77 т (не ущільнені) [31].

За для забезпечення безперервної та чіткої роботи підприємства у 2017 році було впроваджено заходів що до вирішення питання експлуатації та побудови нових черг полігону. Таким чином 17.05.2019 року з Верхньосироватською сільською радою було укладено договір про оренду нових площ під полігон ТПВ, орендована ділянка склала 7,4468 га.

Цього ж року було задокументовано проектний кошторис на будівництво 3 черги захоронень ТПВ та проведено оцінку існуючого впливу на довкілля.

Будівництво планувалось на період з 2020 по 2021 рік, на жаль сьогодні даних що до стадії процесу немає.

Існує шість показників шкідливості за якими полігони зобов'язані гарантувати охорону НС: органолептичному (за допомогою органів чуття людини), загально-санітарному, фітоаккумуляційному, міграційно-повітряному, міграційно-водному, санітарно-токсикологічному. Необхідним є забезпечення полігоном екологічної безпеки прилеглих територій та НС цілком, попередження розвитку неприйнятних геологічних явищ і процесів, а також гарантія санітарного та епідемічного благополуччя населення.

На полігони ТПВ приймають відходи з громадських будівель, установ та комплексів, житлових будинків, підприємств громадського харчування, торговельних підприємств та садове, вуличне сміття, відходи будівництва і інші (за наявності належного обґрунтування). Промислові відходи третього та четвертого класів небезпеки приймаються при узгодженні з екологічною та санітарно-епідеміологічної службами та державним органом техногенної та пожежної безпеки [31].

На полігон не приймають відходи які можуть бути використані у якості вторинної сировини, за умови що можливість для їх утилізації існує. Окрім відходів що можуть бути утилізовані не підлягають захороненню отруйні та токсичні речовини, чи речовини які попередньо розглядаються агресивними до

Инов.№подл. Подп. и дата Взаим.инв. Инв.№дубл. Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

26

споруд об'єкту: енергозберігаючі або люмінесцентні лампи, луги, кислоти тощо.

Сумський полігон твердих побутових відходів має власну інфраструктуру яку складають інженерні споруди та комунікації, а також тимчасові будівлі.

Крім того існують додаткові споруди, що повинні бути передбачені, до них відносяться споруди для поводження з фільтратом (збір, зберігання та очищення), ділянки для зберігання окремих видів матеріалів (інертні матеріали) для ізоляції шарів, територія відведена під господарську зону, місця необхідні при експлуатації сміттевозів та спецтехніки (миття, стоянки, дезінфекції), ділянки радіаційного і вагового контролю.



Рисунок 2.1 – Сумський полігон ТПВ – (знімок з супутника)

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

27

Планами на використання першої черги (котловану) полігону на 2023 рік – зменшити кількість відходів на захоронення на 38,8 % шляхом відсортування тих що підлягають утилізації.

На період експлуатації котловану 2 планом передбачено надалі скорочувати кількість відходів для досягнення показнику у 38,8% шляхом використання ділянок сортування з подальшим переробленням вторинної сировини.

Станом на 2020 рік поводження з відходами в Сумській області є однією з найбільших проблем екологічного характеру [27].

На 01.01.2020 по всій області було накопичено 35794558,401 тонн відходів класів небезпеки I – IV. По обсягам відходи наведених класів небезпеки в Сумській області становлять 0,2 % масштабів ТПВ по Україні.

Конкретні показники наведено в таблиці

Таблиця 2.1 – Кількісна характеристика відходів I – IV класів небезпеки

№	Показники	Кількість	Од. виміру
1	Повна кількість відходів	35794558,401	т
2	I – III клас небезпеки	2345138,956	т
3	IV клас	33449419,445	т

Основна частина відходів області утворюється існуючими підприємствами різних видів промисловості (паливно–енергетичної, хімічної, будівельної, машинобудівної, а також комунально–побутового обслуговування та агро–підприємства).

По даним «Департаменту захисту довкілля та енергетики» 95% утворено ПАТ «Сумхімпром» – 2282,887 тис. тонн залізного купоросу (III клас небезпеки), 16219,774 тис. тонн фосфогіпсу (IV клас) та шлам з різноманітних водоочисних заходів (IV клас) – 14733,924 тис. тонн.

Инв.№подл. Подп. и дата
 Взаим.инв. Инв.№дубл. Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

28

Не зважаючи на те що певні питання по можливості переробки залізного купоросу не вирішені, він використовується в виробництві певної продукції: жовтий залізо окисний пігмент, коагулянти для водо очистки та інші.

Лідером з виробництва гальваношламів Сумської області є «Сумське машинобудівне науково виробниче об'єднання». Там є склади для зберігання відходів.

У зазначеному році там зберігалось близько 1,113 тис. тонн гальваношламів.

Існують підприємства які спроможні утилізувати гальваношлами, проте кількість та швидкість їх утворення значно переважають можливості їх переробки.

Згідно зі статтею 17 Закону України «Про відходи» підприємці зобов'язані зменшувати викиди шляхом максимальної їх переробки чи передаючи їх підприємствам яким певні види відходів можуть статись у нагоді.

Таблиця 2.2 – Показники поводження з відходами I – IV класів небезпеки в 2019 році

	I–III кл. небезп.	IV кл. небезп.	Усього
Утворено відходів, т	139644,579	724196,469	863841,048
Утилізовано, перероблено, т	87059,920	69909,718	156969,638
Спалено	5,032	22466,757	22471,789
Видалено у спец. Відведені місця	52016,629	459534,497	511551,126

Загалом за вказаний рік переробилося на 4 % менше відходів ніж у 2018 – 156,96 тис. тонн відходів.

На сьогодні і досі лишається важлива проблема поводження з твердими побутовими відходами, приріст обсягів яких є незупинним.

Инв.№подл. Подп. и дата Взаим.инв. Инв.№дубл. Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.
29

По даним отриманим з Департаменту житлово–комунального господарства та енергоефективності Сумської обласної державної адміністрації за звітній рік було утворено 794,451 тис. М³ ТПВ по області при цьому 180,858 тис. т, було розвезено по 165 полігонах повною площею 224,64 га.

Перевантажених сміттєзвалищ в області 14 площею 26,62 га і ще 22 одиниці загальною площею 40,31 га взагалі не відповідають нормам.

Існує також потреба у нових полігонах що становить 7 нових одиниць площею 42,4 га.

На перше січня 2020 року загалом в області послугами що до вивезення ТПВ забезпечувалось 83 % населення, найкращі показники з вивезення ТПВ в м. Суми (100 % відходів), найгірші в Лебединському районі – 12 % відходів, що вивозяться.

Недовершена система поводження з ТПВ в приватному секторі і сільській місцевості породжує нові несанкціоновані звалища, та за рік було знайдено та ліквідовано 21,256 га на яких розташувалось 1134 сміттєзвалища [27].

Часто проблеми виникають через неспроможність та небажання органів місцевого самоврядування впливати на ситуацію у повній мірі та займатись упередженням створення таких звалищ. Через це на місцях смітників що нещодавно ліквідувались виникають нові, в досить короткий час.

Більшою мірою це пов'язано з небажанням органів місцевого самоврядування виконувати законодавство України в повній мірі. Причин є досить багато: небажання виділяти достатнє фінансування що до поводження з твердими побутовими відходами, не встановлення обґрунтованих тарифів для організації контролю вивезення ТПВ, а також захороненням і зберіганням, тощо.

Окрім питання вивезення та утворення несанкціонованих сміттєзвалищ і тому забруднення довкілля в цілому, є і інші.

Останнім часом привертається увага до поняття ресурсного потенціалу ТПВ. Головним в цьому плані виступає сортування сміття, на яке місцева

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	TC 18510266	Арк. 30
Изва.№	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

влада, на жаль, часто не звертає належної уваги. Таким чином уповільнюється процес залучення сучасних методів та технологій у сфері поводження з відходами.

В Сумській області в цілому роздільне сортування ТПВ охопило близько 28 % населення – м. Суми (найбільше) – 79 % [27].

Відходи які сортуються найчастіше це ПЕТ–пляшки, скло та папір.

У 2019 році коштами міських бюджетів розробилися та були затверджені 22 плани санітарного очищення населених пунктів, 5 з яких – в Сумському районі.

В Сумській області на 2016–2020 роки було затверджено комплексний план поводження з відходами, основною ціллю якого було покращити ситуацію в цілому. На період після 2020 – виконання базових заходів на підтримання очищення населених пунктів, залучення інвесторів та впровадження нових технологій.

Основною метою реалізації плану було збереження НС, відновлення екосистем, та здійснення ефективних дій пов'язаних з політикою здійснення природоохоронних заходів, виконано було 70 % плану, 16 заходів з 23, і витрачено 4827,819 тис. грн. – (79 %) з повного бюджету в 6126,0 тис. грн.

Було збільшено кількість об'єктів природно заповідного фонду на 16 одиниць та їх сумарна площа 1562,1 га. В цілому план передбачав багато пунктів, деякі з яких було виконано.

Особливою в поводженні є клас небезпечних відходів до яких входять пестициди та агрохімікати. При неправильному зберіганні небезпечних забруднювачів існує можливість забруднення ґрунтів та поверхневих вод та негативного впливу на життя та здоров'я населення.

В 2019 році органами районного самоуправління було проведено перелік заборонених для застосування пестицидів та тари для їх зберігання, кількісна оцінка виявила 563,529 тонн забруднювачів при 64 пунктах їх утримання, 26 з яких знаходяться у неналежному стані. Проблема також становить факт що при

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

31

виконанні певних дій по їх переливання чи утилізації порушується багато норм, що лише пригнічує стан даної галузі.

Зважаючи на існуючі негативні прояви, в 2019 році для Сумського та Лебединського районів було затверджено виділення коштів у вартості 675840 грн на проведення заходів з їх усунення, хоча через відмову сільських рад надавати фінансування роботи проведені не були.

В Сумській області силами Державної екологічної інспекції було проведено перевірок у кількості 509. З яких 333 перевірки – промислові відходи, 134 – побутові відходи, агрохімікати та пестициди – 40 перевірок і 2 перевірки поводження з хімічними речовинами. В результаті 708 осіб притягнуто до відповідальності з виплатами штрафів на суму 189,096 грн [27].

При усіх описаних умовах негативний вплив на навколишнє середовище є безперечним. Тому необхідно розробити методи його зменшення до мінімальних показників.

Політика м. Суми в цьому питанні розглядає наступні способи вирішення по основних видах впливу:

- атмосферне повітря;
- ґрунти та ґрунтові води;
- можливий вплив на водні об'єкти;
- ТПВ як вид забруднення.

Поводження з побутовими відходами є пріоритетним. За для мінімізації проявів негативного впливу розроблено наступні правила:

- а) скоротити кількість відходів що захоронюються за рахунок більш продуктивного сортування та подальшої утилізації;
- б) покращення стану роздільного збирання і перевезення відходів;
- в) реконструкція полігону з передбаченою системою утилізації ЗГ.

Такі рішення в свою чергу покращать стан впливу на екологію і забезпечать:

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

32

- а) покращення стану мікроклімату жилих територій та клімату в цілому;
- б) уповільнять погіршення стану атмосферного повітря шляхом скорочення викидів парникових газів.

Зменшення викидів парникових газів (СН4 зі сміттєзвалищ) є важливим чинником що може бути реалізований через роздільне збирання відходів, їх утилізації та збору ЗГ з вже існуючих об'єктів утримання ТПВ. Окрім СН4 з вивільненням продуктів процесу розкладання органічного субстрату виділяються діоксини, меркаптани, фурани, сірководень, полі-ароматичні вуглеводні, сполуки азоту та інші.

Повний список чинників негативного впливу від експлуатації полігонів ТПВ може бути досить великим. Усі вони базуються на принципі праці полігону та необхідності використання певної техніки, процесів, тощо.

Використання спецтехніки призводить до забруднення атмосферного повітря так як і парникові гази з надр покладів ТПВ.

Полігони повинні проходити регулярні перевірки, і сумський полігон не виділяється. На Сумському полігоні ТПВ систематично здійснюють моніторинг стану ґрунту, ґрунтових вод, атмосферного повітря, за допомогою кваліфікованих та атестованих лабораторій.

Надалі проблема накопичення ТПВ через захоронення відходів в місті Суми буде лише погіршуватись адже усі пропозиції та спроби вирішення питання відносяться лише до мінімізації негативних ефектів. Хоча певні рішення є необхідними (налагодження системи роздільного збирання та вивезення відходів для їх подальшої переробки).

При тому що відмова або максимальне зменшення відходів що захороняються є найважливішим заходом. Не зважаючи на певні недоліки такої стратегії вона підходить даному регіону, тому надалі слід здійснювати усі можливі заходи та реалізувати перспективну програму по збору звалищного газу з Сумського полігону ТПВ.

Инва.№подл.	
Подп. и дата	
Взаим.инв.	
Инв.№дубл.	
Подп. и дата	

Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
----	------	----------	-------	------

ТС 18510266

Арк.

33

При впровадженні переробки слід орієнтуватись на країни ЄС. Так у Норвегії майже половина усіх відходів переробляється, а інша частина спалюється [3].

Як вже було проаналізовано в регіоні є усі необхідні розпорядження та плани здійснення, але бракує бажання та фінансування, а також правової підтримки в даній сфері.

Законодавство та його детальність приймає важливу участь у всіх сферах життєдіяльності людини. Завдяки правильним регламентам, вплив у сфері захисту довкілля міг би відбуватись досить чітко та у повній мірі.

Починаючи з 2019 року Сумська обласна рада проводила послідовну і конструктивну роботу у сфері захисту довкілля відносно ТПВ, було прийнято 207 рішень в межах 7 сесій.

Поставлена чітка мета зі стабілізації та поліпшення стану довкілля, поводження з відходами та ліквідація екологічних ризиків та загроз, взято курс на доцільне використання та відтворення природних ресурсів.

Правильно поставлена мета підкріплена чинним законодавством набагато швидше приводить до позитивного результату.

За управління природоохоронною діяльністю в Сумській області відповідальна обласна державна адміністрація – орган що діє на підставі Закону України «Про місцеві державні адміністрації».

Протягом 2019 року даний орган прийняв 24 розпорядження.

У 2019 році Державною екологічною інспекцією було проінспектовано 111 органів місцевого самоуправління по результатам яких встановлено що усі необхідні заходи досить часто не виконуються.

В більшості населених пунктів взагалі не виконується робота з освідомленням населення про правила поводження з відходами, та нехтуються основні приписи зі здійснення моніторингу стану сміттєзвалищ.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

34

Правила поводження з небезпечними відходами (тара з ліків, батарейки, розчинників фарб тощо) нехтуються. Хоча в м. Суми і існує система збору, вивезення та поводження з небезпечними відходами.

З огляду на ситуацію в цілому можна зазначити що через впровадження роздільного збирання та сортування відходів у місті кількість відходів що захоронюється має тенденцію скорочуватись. Це скорочення є дуже повільним та низьким, але з початком впровадження таких підходів існує можливість покращення існуючого стану.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТС 18510266	Арк.
						35
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЇ ЗБОРУ ЗВАЛИЩНОГО ГАЗУ

Екстракція

В процесі анаеробного розкладання органічної частини відходів на сміттєзвалищах (яка часто знаходиться на відмітці в >50 %) утворюється біогаз [12].

Його видобування в процесі експлуатації місць скупчення відходів є необхідним. З цією метою розроблена велика кількість технологій та процесів [7,16].

Видобування ЗГ може бути проведено з використанням активної чи пасивної системи відкачування.

Типова система збору (активна чи пасивна) передбачає комплекс газовідвідних свердловин розповсюджених по всій території полігону ТПВ [13]. Необхідність у кількості свердловин та відстані між ними в залежності від конкретного полігону різняться. Факторами впливу є густина відходів, об'єм, площа покладів, глибина [21].

В процесі експлуатації свердловини змінюють маршрут міграції газу в покладах, на бажаний.

Більшість систем по збору ЗГ мають резервні ресурси, таким чином процес стає більш надійним з меншою вірогідністю виникнення збоїв.

3.1 Пасивні системи відводу звалищного газу

Для відводу газу в атмосферу чи систему забору з подальшою утилізацією в пасивних системах відводу використовують принцип перепаду тиску та концентрації газу в тілі полігону. Пасивну систему можна використовувати як після консервації полігону так і в ході активної його експлуатації.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	-------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инва.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

36

В цьому випадку використовують систему з пластикових перфорованих труб які монтуються у тіло полігону вертикально на глибину 50–90 % глибини відходів, а при наявності ґрунтових вод – на їх поверхні.

Таким чином в шарах захоронень утворюються канали для створення бажаної міграції газів з подальшим їх вилученням. Часто такі свердловини установлюють після закриття полігону.

Для створення каналів для міграції іноді монтують горизонтальні канали на рівні нижче ґрунту. Такий підход використовують для полігонів з проблемами міграції газів та для глибоких котлованів. Існують свердловини для відведення ЗГ безпосередньо в атмосферу (хоча його потрібно спалювати навіть без існуючої необхідності), а також свердловини для продукту на подальшу утилізацію [22].

В цілому КПД такої системи залежить від різних факторів, але є й один винятковий, важливий конкретно для даного випадку – фактор утримання газу в тілі полігону. Кількість газу що видобувається при цьому можна чітко контролювати. А за допомогою гарно спроектованих вузлів працівники можуть відстежувати усі необхідні показники в роботі обладнання.

Такі системи гарні тим що за їх допомогою можна знизити емісію до мінімуму, хоча це й потребує певних зусиль та коштів. Створюючи канали для бажаної міграції шляхом консервації газу в об'ємі ТПВ очікується що газ сам піде по прокладених каналах та свердловинах де його збирають і утилізують. Але при небажаних умовах чи помилках розрахунків в результаті можна не отримати бажаного ефекту.

3.2 Активні системи збору звалищного газу

Гарно спроектовані активні системи є найбільш ефективними в цьому плані. Активні системи досить схожі на пасивні, вони також сконструйовані з використанням системи вертикальних та горизонтальних свердловин. Різниця

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

Изва	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

37

полягає в тому що у свердловин цього типу встановлюються клапани та штуцери для регулювання тиску подачі та відбору проб. Відбір проб є досить доречним і надає інформацію про такі фактори як швидкість газоутворення, тиск, а також склад речовини.

В активних системах використовуються нагнітачі тиску для відводу газу із шарів ТПВ, а також труби для з'єднання свердловин з насосами, вакуумними нагнітачами тощо. ЗГ відкачується шляхом створення зони розрідження у свердловинах, таким чином рух газу і його вектор повністю прогнозовані.

Свердловина вихід газу за одиницю часу якої не буде перевищувати об'єми утворення ЗГ у надрах матиме стабільність функціонування, хоча швидкість збору часто залежить від кількості обертів компресора за одиницю часу.

Часто відстань між свердловинами становить 50–60 м. При оптимальній кількості таких свердловин збирається до 80 % усього утворює мого об'єму, за умови що поклади відходів ущільнені [6].

Інженерне устаткування для процесу збору має певні процеси. Спочатку у свердловину опускають перфоровану трубу зі сталі чи пластмаси з монтованим фланцевим вузлом в місці виходу на поверхню. Після цього в трубу засипають пористі матеріали (наприклад гравій) до висоти 3–4 метри до поверхні. Наступним кроком створюється ізоляція для мінімізації підсосів кисню з атмосфери [20]. На останньому етапі встановлюють оголовок свердловини, часто він має вигляд металевого циліндру з регулюючими клапанами що до дебету свердловини, контролю якості газу та патрубком для з'єднання з газопроводом.

Досить часто при неможливості доцільного використання природного ресурсу (наприклад при великій відстані до споживача) використовують метод факельного спалювання у спеціальних газових пальниках. Таким чином виконується попередження виходу парникових газів в атмосферу [9].

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

38

В цілому для екстракції ЗГ використовують наступну схему: комплекс вертикальних свердловин з'єднують лініями газопроводу в яких компресором утворюється розрідження для відкачування газу. Установки для збору та утилізації монтуються дещо далі від тіла полігону на спеціально заготовлених площах.

Систему можуть встановлювати як в процесі функціонування полігону вибірково, так і після консервації полігону по всій його території. Необхідно враховувати що для видобування ЗГ економічно доцільними є лише тіла потужністю від 10м.

Багато щоб шар був законсервованим (рекультивованим, покрити шаром ґрунту 30–40 см) [29].

Діаметр свердловин коливається в межах 200–600 мм. Глибина може сягати кілька десятків метрів, в залежності від конкретного звалища. Температура газу в товщі відходів може сягати 40–50 °С з вмістом вологи 5–7 %.

Частою проблемою при відкачуванні становиться неконтрольоване утворення конденсату через різке падіння тиску в системі. На кожні 100м³ за 1 годину конденсується 1м³ вологи. Такі умови перешкоджають злагодженому процесу, тому необхідною є боротьба з наведеним явищем [23].

При проектуванні систем на перших етапах проводяться необхідні гідравлічні розрахунки для вибору найкращого трубного діаметру, також вибирається оптимальний матеріал (сталь, пластик). Критеріями для вибору матеріалу служать корозійна стійкість, міцність та можливість використання в місцях можливих просадок. Для пластикових труб характерні корозійна стійкість та пластичність, для сталевих – міцність.

Враховуючі часті просадки на полігонах ТПВ та агресивний вплив фільтрату, кращим вибором частіше є пластикові труби з поліетилену низького тиску (ПНТ). При використанні сталевих трубопроводів необхідно забезпечити їх ізоляцію.

Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-----------	--------------	------------	------------	--------------

Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТС 18510266	Арк. 39
Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	Из Лист № докум. Підп. Дата	

Для боротьби з конденсатом використовують системи його відводу, а також необхідні уклони труб. Для відводу конденсату використовують стальний резервуар спаяний з трубопроводом та гідро–затвірник.

3.3 Утилізація звалищного газу

Для утилізації в світі використовують наступні способи:

а) факельне спалювання. При використанні цього методу енергетичний потенціал газу не використовується, він служить лише необхідною мірою запобігання потрапляння ЗГ в атмосферу, та розповсюдженню неприємних запахів тощо;

б) утилізація для отримання теплової енергії;

в) використання для газових двигунів з метою отримати теплову та електричну енергію;

г) використання як паливо для газових турбін – електрична та тепла енергія;

д) збагачення вмісту метану до 94–95 % з метою використання в системах загального призначення.

Спосіб утилізації залежить від кожного конкретного випадку і не може бути універсальним [22].

3.4 Розрахунок технології дегазації полігону ТПВ на прикладі Сумського полігону ТПВ

Таблиця 3.1 – Вихідні данні

Кількість населення	259121	тис. чол..
Площа об'єкту	57400	м ²
Загальна маса ТПВ	874931	т

Розрахунок площі об'єкту

$$F = \frac{(\sqrt{N} + 0.01N)T}{15} \quad (3.1)$$

$$\frac{(\sqrt{N} + 0.01N) \cdot 20}{15} = 57400 \text{ м}^2$$

де N – середня чисельність населення, що буде обслуговуватися, тис. чол;

T – термін експлуатації полігону, років

По даним Міністерства розвитку громад та територій України, фактична площа зазначеного полігону становить 57400 м².

При проведенні розрахунку з реальною кількістю населення міста видно що реальна площа перевищує розрахункову у декілька разів.

$$\frac{(\sqrt{259121} + 0.01 \cdot 259121) \cdot 20}{15} = 4133.6 \text{ м}^2$$

Де N сягає 259121 тис. чол.

Відповідно до методики наданої в ДБН В.2.4–2–2005, вихід біогазу, який буде виділятися при розкладі 1тон твердих побутових відходів, має такий розрахунок:

$$V_{р.б} = R_{тпв} \cdot \text{Кл.о} \cdot (1 - Z) \cdot K_{р} \quad (3.2)$$

$$874931 * 0,4 * (1 - 0,2) * 0,4 = 111991 \text{ м}^3$$

де V_{р.б} – кількість біогазу з 1 тон. ТПВ, м³;

R_{тпв} – загальна кількість відходів ТПВ, тон;

Кл.о – вміст органічних сполук в 1 тон. відходів (0,4);

Инва.№подд.	
Подп. и дата	
Взаим.инв.	
Инв.№дубл.	
Подп. и дата	

Изва	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510266

Z – зольність органічної речовини (0,2);

Kp. – ступінь анаеробного розкладання органічної речовини (0,4).

Максимальний питомий об'єм біогазу складе:

$$V'_{p.б} = V_{p.б} \cdot K_c \cdot K \quad (3.3)$$
$$111991 * 0,5 * 0,65 = 36397 \text{ м}^3$$

де $V'_{p.б}$ – об'єм біогазу, що може бути зібраним з 1 тон ТПВ, м^3

K_c – коефіцієнт ефективності системи збору біогазу (0,5);

K – коефіцієнт поправки на непередбачувані обставини (0,65).

При отриманих значеннях по компонентній викид забруднюючих речовин в складі біогазу від поверхні карти полігону складе:

Таблиця 3.2 – Співвідношення часток речовин у складі ЗГ

Речовина	%	т/рік	г/с
Метан	50%	18,2	0,6
Діоксид вуглецю	40%	14,6	0,5
Сірководень	1%	0,4	0,01
Етилмеркаптан	0,005%	0,002	0,00006
Метилмеркаптан	0,005%	0,002	0,00006
Інші	8%	2,9	0,09

Виходячи з даних ми можемо розглянути можливий вихід біометану з теплотворною здатністю в 46300 МДж/т в розмірі 18,2 т/рік, виходячи з цього розрахуємо енергетичний потенціал, який ми отримаємо від полігону ТПВ:

$$18,2 * 46300 = 842660 \text{ Мдж}$$

$$842660 \text{ Мдж} = 234072 \text{ кВт}$$

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

42

По даних Суми «Теплоенерго» за 2018 рік містом було спожито 108 млн. кВт.

Розрахуємо відсоток потужності полігону від загального енергоспоживання міста:

$$234072 \div 108000000 = 0.216 \%$$

Згідно з основними положеннями ДБН розрахований проект системи дегазації полігону включатиме наступні елементи:

- а) облаштовані свердловини;
- б) пункти збору звалищного газу та система труб від свердловин;
- в) газопроводні системи (проміжні і магістральні);
- г) компресорна установка для створення штучного розрідження;
- д) обладнання для підготовки газу до утилізації (видалення надлишку вологи та чужорідних елементів);
- е) газгольдер;
- є) факельна установка для спалювання надлишку.

Схема свердловини представлена на рис. 3.1, аркуш 43 і має намір продемонструвати загальний вигляд того яким чином працюють системи відводу звалищного газу з товщі тіла полігону.

Головним чином свердловини поділяють на 2 типи, для пасивних систем збору ЗГ та активних. В активних окрім головного патрубку для під'єднання повздовжніх труб з метою перегону газу до газгольдерів передбачаються додаткові патрубки для відбору проб з метою визначення тиску, можливих домішок та забруднювачів, вологості, тощо. В разі перевищення певних показників газ в подальшому очищують і подають на станції утилізації.

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

43

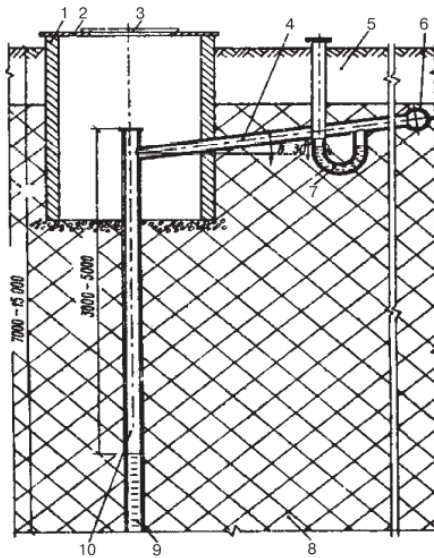


Рисунок 3.1, аркуш 43 – Вигляд свердловини у розрізі:

1 – залізобетонна основа колодязю; 2 – люк; 3 – кришка люка; 4 – відвідна труба; 5 – насип для ізоляції; 6 – збірна труба; 7 – вузол для відводу надлишку води; 8 – тіло полігону; 9 – фільтр; 10 – фільтруюча колона.

Схема облаштування полігону показана на рис. 3.2.

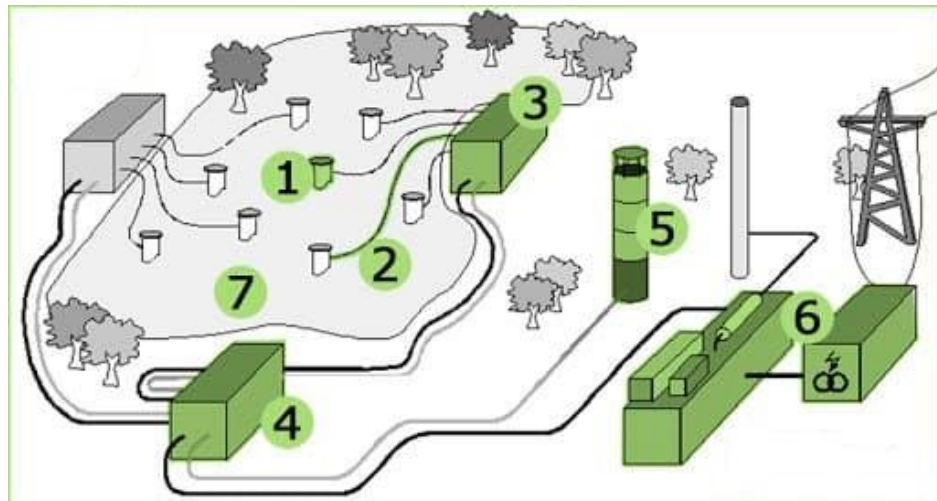


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд системи дегазації полігону:

1 – свердловини, 2 – газозбірні трубопроводи, 3 – пункти збору ЗГ,
4 – дегазаційна установка, 5 – факельна установка, 6 – модульна трансформаторна станція та теплоелектростанція, 7 – шахта для відводу конденсату.

Инв.№подл.	Подп. и дата
Взаим.инв.	Подп. и дата
Инв.№дубл.	Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
----	------	----------	-------	------

ТС 18510266

Арк.

44

Газозбірні трубопроводи слугують каналами для з'єднання колодязів з газозбірною станцією шляхом застосування фланцевих з'єднань. Сам трубопровід передбачається виконувати рухомим враховуючи можливі просідання шарів ТПВ.

Газ проходячи по трубопроводах від свердловин потрапляє в газозбірні пункти де перевіряються такі показники як тиск та склад.

Газокомпресорна станція слугує спеціальним обладнанням для штучного створення низького тиску з метою відкачати газ, а факельна установка та теплоенергостанція запобігають його потраплянню до атмосферного повітря, з тією різницею, що факел лише спалює газ без отримання певних енергетичних переваг.

Розглянувши загальну схему можна спроектувати власну за розрахунками для Сумського полігону. З кроком свердловин в 30–40 метрів (за ДБН) розташування свердловин буде розміщуватись за наступною схемою:



Рисунок 3.3 – Схема розміщення свердловин для Сумського полігону ТПВ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.
45

Відомо що збір ЗГ може проводитись як за використання полігону так і після. Для полігону міста Суми рекомендованим є встановлення системи дегазація на вже законсервовані котли так як об'єкт функціонує достатньо давно і це буде більш доцільним. З розрахунку площ необхідно 18 колодязів.

Так свердловини будуть буритись до основи з діаметром 2–3 см.

Рекомендується використовувати полімерні перфоровані труби через їх високу стійкість до агресивного корозійного середовища.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

46

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Пожежна та вибухова безпека при роботі на полігоні ТПВ.

Головним регламентуючим документом з питань організації охорони праці є Закон України «Про охорону праці». Він передбачає питання зі збереження здоров'я та життя працівників та їх працездатності [38].

Працевлаштування та робота на полігонах ТПВ несе певну загрозу життю та здоров'ю людини. Таким чином існує перелік регламентованих питань з охорони праці.

Робота на полігонах твердих побутових відходів вночі дозволяється виключно керівництвом полігону. До роботи допускаються чоловіки і жінки з 18 років які пройшли медичний огляд з підтвердженням їх відповідності та придатності до роботи в подібних умовах.

Робочі кадри полігону повинні проходити інструктажі, навчання на підвищення кваліфікації, тести з розуміння охорони праці, тощо.

Кожний нещасний випадок на підприємстві та випадки з порушенням норм охорони праці підлягають ретельному розслідуванню і виявленню дійсних причин подій з винуватими хто їх заподіяв.

Робітники які мають справи з небезпечними або нехарактерними явищами для організму людини повинні бути одягнені у спеціальні захисні костюми, взуття та мати необхідні засоби індивідуального захисту видані керівництвом. У цей перелік входить робота у неприйнятних шкідливих умовах, робота за поганої погоди, робота з небезпечними речовинами тощо, згідно з Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

47

При прийомі на роботу працівників керівництво полігону бере на себе фінансування проведення медичного огляду (попереднього при прийомі та періодичного під час роботи), щеплень персоналу.

На кожній окремій ділянці полігону повинна бути встановлена аптечка з перев'язочними матеріалами та медикаментами, на виникнення нещасних ситуацій, травм чи ушкоджень, яку періодично поповнюють.

Роботи в колодязях на території полігонів ТПВ мають потенційну вибухову небезпечність. До них допускаються команди по 3 людини з попередньою перевіркою кисневого складу для мінімізації ризиків вибуху та задухи. Проблему становить неможливість людей дізнатися про існуючу небезпеку пов'язану з присутністю небезпечних газів в середовищі шляхом використання органів чуття. Для цього використовують газоаналізатори.

Хоча сам метан не є отруйним дихаючи цим газом (без інших домішок у складі звалищного газу) його молекули забирають місце кисню в молекулах гемоглобіну і людина починає задихатися, можливі смертельні наслідки. Таким чином навіть не здогадуючись можна потрапити у приміщення з недостатнім вмістом кисню та померти від асфіксії.

Звалищний газ без відокремлення певних його компонентів можна легко впізнати за неприємним запахом. Окрім метану там містяться і інші отруйні домішки що можуть призвести до важких наслідків, а за концентрації 5–15% в суміші з повітрям становить загрозу пов'язану з виникненням вибуху [33].

Сірководень навіть при своєму низькому вмісті має досить токсичну дію на організм людини. Він досить швидко поглинається організмом і призводить до нудоти, блювоти та запаморочення. Має тенденцію до накопичення внизу через щільність вище за кисень.

Окрім вдихання існуючих газів у складі кисню є небезпека вдихання продуктів неповного згорання відходів з полігону, серед яких альдегіди, метанол, поліароматичні вуглеводні, карбонові кислоти, формальдегід, амінокислоти та інші.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

48

З метою запобігання нещасним випадкам в надзвичайних ситуаціях існують норми які повинні здійснюватись відповідно до Закону України «Про охорону праці».

Одним з найнебезпечніших чинників при експлуатації полігонів ТПВ є звалищний газ. Постійно утворюючись він становить стійку небезпеку утворення надзвичайних ситуацій в роботі полігону.

Маючи в своєму складі метан ЗГ здатен до загорання та вибухів за певних умов.

Згідно з наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України №435, від 01.12.2010 про затвердження «Правил експлуатації полігонів побутових відходів» в зв'язку з підвищеним ризиком пожежної небезпеки конкретного виду підприємств, першочерговим є затвердження керівництвом полігонів інструкції про заходи пожежної безпеки.

Дане затвердження повинно встановлювати порядок забезпечення пожежної безпеки, особливості та специфіку дій персоналу, регламентувати порядок оповіщення людей, а також повідомлення пожежної охорони, евакуацію людей із зони враження, тварин, цінностей, використання засобів для гасіння пожежі, взаємодію сегментів та підрозділів.

Діючою головою полігону повинні бути обрані відповідальні посадові особи з приводу пожежної небезпеки і осіб що до пожежної безпеки окремих одиниць інфраструктури: споруд, будівель, приміщень, ділянок, обладнання та устаткування, нагляд і відповідальність за засобами протипожежної небезпеки.

Для розміщення первинних засобів протипожежної безпеки в господарській зоні полігонів встановлюють спеціальні стенди для утримання немеханізованого інвентарю (один щит на кожні 5000 м²).

На відкритих площинах в місцях зберігання авто-техніки для потреб полігону заборонено заряджати акумулятори, лишати автотранспорт із увімкненим запаленням та заправляти авто техніку безпосередньо в місцях її зберігання.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

49

Категорично заборонено паління на території ТПВ а також розпалювання вогнищ та дії пов'язані з підвищеним ризиком пожежної небезпеки.

Через високі ризики пожежної небезпеки кожен працівник при прийомі на роботу повинен пройти інструктажі з пожежної небезпеки. Серед них є вступні, первинні, повторні заплановані та цільові. Таким чином ризики виникнення надзвичайних ситуацій мінімізуються.

Проте існує протипожежний мінімум – спеціальне навчання кандидатів на роботу до того як вони почнуть самостійне виконання своїх обов'язків, після навчання кожен робітник регулярно проходить оцінювання зі знань відповідних нормативно–правових актів.

Усі хто з певних причин не пройшов курс до работ не допускаються.

Використовувати пожежний інвентар, обладнання, засоби гасіння з цілей для яких вони не призначені забороняється.

Авто–техніка яка експлуатується на полігонах ТПВ має бути оснащеним відповідно до Правил пожежної безпеки України.

Найкращим методом що до запобігання пожежній та вибуховій небезпеці подібних об'єктів є вилучення з їх товщі звалищного газу. Таким чином мінімізуються ризики пов'язані з утворенням метану.

З цією метою на полігоні монтуються свердловини з металевих чи полімерних перфорованих труб діаметром від 200 мм. По мірі збільшення висоти накладів ТПВ трубу слід подовжувати так щоб частина над рівнем відходів та насипів у випадках рекультивації становила >1.5 м.

Верхня частина труби повинна бути добре видимою, для цього її розмальовують в яскраво оранжевий колір, що застерігає від випадкового руйнування свердловин транспортною технікою.

При горінні ТПВ в атмосферу потрапляють ще дві досить отруйні речовини які у розвинених країнах потрапляють у ГДК при значеннях 0.02 нг/м³ у США та 0.024 нг/м³ у Нідерландах – хлоровані дибензодіоксини та дибензофурану в концентрації 14 нг/м³ [36].

Инва.№подл. Подп. и дата Взаим.инв. Инв.№дубл. Подп. и дата

Изва.№подл. Подп. и дата Взаим.инв. Инв.№дубл. Подп. и дата

ТС 18510266

Арк.

50

Із інших вимог по Україні спрямованих на боротьбу з появою пожеж згадується зволоження відходів у теплу пору року (пожежонебезпечні періоди коли небезпека самозаймання полігонів найвища). В такий спосіб не лише запобігають появі пожеж, але зменшується пилоутворення і сприяють надійному ущільненню відходів у разі його зниження. Витрата води на даний захід визначається як 10 л на 1 м³.

Витрата води при пожежогасінні розрахована як 10 л/с.

Таким чином для пожежогасіння передбачаються 2 резервуари чи водойми з об'ємом води від 50 м³ кожний.

Встановлено що існує певна залежність між потенційним виникненням пожеж та щільністю відходів на полігонах. При більшій щільності небезпека виникнення пожежі нижча. Таким чином використання техніки для ущільнення ТПВ є одним з найважливіших заходів в протистоянні небезпечним ситуаціям.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

Изва	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510266	Арк.
						51

ВИСНОВКИ

В зв'язку зі зростом обсягів товарів, а також їх доступністю за кілька останніх десятиліть приріст ТПВ що захоронюються став пріоритетним питанням у сфері поводження з відходами.

Своїм існуванням полігони ТПВ та різні види сміттєзвалищ завдають великої шкоди навколишньому середовищу. Протягом експлуатації наведених об'єктів окрім вилучення із господарського побуту великих земельних площ, вони також створюють різноманітні небезпечні ситуації пов'язані з їх використанням.

З огляду на проблему в цілому необхідно зазначити що для певних країн на даному етапі є неможливим чи досить складним процес відмови від практики захоронення. Станом на 2021 рік роздільне збирання відходів в Україні, а також їх утилізація є досить рідкими та погано організованими заходами. Тому єдиним дієвим способом мінімізації негативного впливу постає технічне обладнання об'єктів з метою їх раціонального використання.

При доцільному використанні ресурсів полігону окрім екологічних вигод ми отримуємо увесь його енергетичний потенціал електричний чи тепловий, що при широкому використанні первинних ресурсів є стрибком в енергетичній промисловості.

Біогаз як основний ресурс необхідно уловлювати та використовувати як альтернативне джерело енергії. Згідно з проведеним аналізом опублікованих робіт таким чином можна отримати достатньо енергії не лише на локальні потреби самого полігону, а й надлишок що за можливістю використовують на підприємствах чи у глобальних газових мережах.

Технології збирання звалищного газу і досі є предметом вивчення, але попри їх існуючу недосконалість шляхом використання системи дегазації можна уловлювати до 95 % емісії біогазу.

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Изва.№	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

52

Системи дегазації полігонів проектується шляхом досконального вивчення та розуміння кожного конкретного випадку. Враховуються такі дані як приблизна структура та склад відходів, зміна вологості відходів, клімат, кількість ТПВ за рік, кількість органіки у товщі покладів, вік полігону, тощо.

При чіткому огляді на проблему слід зазначити що при використанні таких систем їх ціна досить швидко відшкодовується, а позитивний ефект складно переоцінити. Збирати звалищний газ можна роками.

Ущільнені відходи дають більше ресурсу, тож при правильному підході надлишок газу можна збагачувати метаном та подавати в звичайні газові мережі.

Використання обладнання по дегазації полігонів є необхідним навіть при неможливості використовувати надлишок ЗГ, так як цього потребують норми екологічного права. З застосуванням факельних установок для спалювання навіть без використання енергетичного потенціалу ресурсу здійснюється запобігання забрудненню атмосферного повітря метаном та іншими токсичними і парниковими газами.

В даній роботі на прикладі звичайного полігону ТПВ в Україні було пораховано що кількість звалищного газу що може бути зібрано з однієї тонни ТПВ при можливих негараздах систем дегазації чи непередбачуваних ситуаціях складе 36397 м³, при досить невеликій площі порівняно з іншими.

На об'єктах подібного типу завжди існує ризик пожежної та вибухової небезпеки. Самозапалювання не є великою рідкістю для сміттєзвалищ з таким різноманіттям горючих речовин.

Впровадження заходів безпеки постає важливим пунктом експлуатації місць скупчення відходів. Весь персонал повинен чітко розуміти свої обов'язки та знати дії при виникненні надзвичайних ситуацій, а в разі їх виникнення діяти чітко та злагоджено.

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТС 18510266	Арк. 53
Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТС 18510266	Арк. 53
Ивв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТС 18510266	Арк. 53

Тож в результаті даної дипломної роботи було набуто необхідних знань та навичок пов'язаних з моделюванням прогнозованих викидів парникових газів в атмосферу.

- а) було розраховано кількість викидів полігону;
- б) оцінено та пораховано частки змістовних газів існуючої емісії;
- в) пораховано необхідну кількість колодязів для збору ЗГ;
- г) розраховано габаритні показники на прикладі Сумського полігону ТПВ;
- д) підраховано необхідну кількість персоналу для об'єкту;
- е) проведено оцінку перспективності використання обладнання;
- є) розраховано очікувану частку енергії полігону в залежності від повного обсягу енергії що виробляється в м. Суми.

По завершенню роботи висновок один – впровадження ефективних систем по збору звалищного газу на сформованих полігонах ТПВ є необхідним.

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата

					ТС 18510266	Арк.
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		54

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Ayodele T.R, Alao M.A., Ogunjuyigbe A.S. Effect of collection efficiency and oxidation factor on greenhouse gas emission and life cycle cost of landfill distributed energy generation. Sustainable Cities and Society, 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101821>
2. Bareither C., Benson C.H., Edsl B.T. Compression Behavior of Municipal Solid Waste: Immediate Compression. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2012. 1047–1062p. URL: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.0000672](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0000672)
3. Birgitte K. Municipal waste management in Norway. European Environment Agency, 2013. 17p. URL: https://www.eea.europa.eu/publications#c7=en&c11=5&c14=&c12=&b_start=0
4. Duan Z., Scheutz C., Kjeldsen P. Trace gas emissions from municipal solid waste landfills: A review. Waste Management, 2021. 39–62p. URL: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.09.015>
5. Ecotoxicology and Environmental Safety. : Factors influencing groundwater contamination near municipal solid waste landfill sites in the Qinghai–Tibetan plateau. / Zeng D. and other, 2021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.111913>
6. G. Alex Stege. User's Manual Ukraine Landfill Gas Model. SCS Engineers Reston, 2009. 34p. URL: https://www.globalmethane.org/documents/models/pdfs/UsersManual_UkraineLFGModel.pdf
7. George Victor Brigagão, José Luizde Medeiros, Ofélia de Queiroz F. Araújo, Hrvoje Mikulčić, Neven Duić. A zero–emission sustainable landfill–gas–to–wire oxyfuel process: Bioenergy with carbon capture and sequestration. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110686>

Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Ив.№дубл.	Подп. и дата
-----------	--------------	------------	-----------	--------------

8. Greenhouse gas emissions from waste disposal. Eurostat statistics explained : website. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Greenhouse_gas_emissions_from_waste_disposal&direction=prev&oldid=133203

9. Guidance on Landfill Gas Flaring. Environment Agency, 2002. 56p. URL: <https://www.sepa.org.uk/media/28988/guidance-on-landfill-gas-flaring.pdf>

10. Hans-Günter Ramke. Collection of Surface Runoff and Drainage of Landfill Top Cover Systems. Solid Waste Landfilling, 2018. 373–416p. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407721-8.00019-X>

11. Ivan F.S.Santos, Regina M.Barros, Geraldo L. Tiago Filho. Biogas Production From Solid Waste Landfill. Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials №2, 2020. 11–19p. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.10585-5>

12. Kashyap R.K. Opportunities & Challenges in Capturing Landfill Gas from an Active and Un-scientificly Managed Land Fill Site – A Case Study. Procedia Environmental Sciences. Volume 35, 2016, 348–367p. URL: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.015>

13. Landfill Gas Control Measures. Agency for Toxic Substances and Disease Registry : website. URL: <https://www.atsdr.cdc.gov/hac/landfill/html/ch5.html>

14. Larsona S.L., Martin W.A., Şengörçd S.S., Wadea R., Altamimi F. Amendment for increased methane production rate in municipal solid waste landfill gas collection systems. Science of The Total Environment, 2021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145574>

15. Makarenko N., Budak O. Waste management in Ukraine: Municipal solid waste landfills and their impact on rural areas. Annals of Agrarian Science, Volume 15, 2017, 80–87p. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.02.009>

Инва.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инва.№дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	------------	-------------	--------------

Изва.№	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
--------	------	----------	-------	------

TC 18510266

Арк.

56

16. Matsufuji Y., Hanashima M., Nagano S., Tanaka A. Generation of greenhouse effect gases from different landfill types. Engineering Geology, 1993. 181–187p. URL: [https://doi.org/10.1016/0013-7952\(93\)90087-S](https://doi.org/10.1016/0013-7952(93)90087-S)

17. Muchangos L.M., Tokai A. Greenhouse gas emission analysis of upgrading from an open dump to a semi-aerobic landfill in Mozambique – the case of Hulene dumpsite. Scientific African, 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00638>

18. National Overview: Facts and Figures on Materials, Wastes and Recycling. United States Environmental Protection Agency : website. URL: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials#:~:text=Over%20time%2C%20recycling%20and%20composting,to%2032.1%20percent%20in%202018>

19. Oonk H. Efficiency of landfill gas collection for methane emission reduction. Greenhouse Gas Measurement and Management, 2012. 129–145p. URL: <https://doi.org/10.1080/20430779.2012.730798>

20. Qi-Teng Zheng, R. Kerry Rowe, Shi-Jin Feng. Design of horizontal landfill gas collection wells in non-homogeneous landfills. Waste Management, 2019. 102–112p. URL: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.017>

21. Qi-Teng Zheng, R. Kerry Rowe, Shi-Jin Feng. Design of vertical landfill gas collection wells considering non-homogeneity with depth. Waste Management, 2018. 26 – 36p. URL: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.012>

22. Rettenberger G. Utilization of Landfill Gas and Safety Measures. Solid Waste Landfilling, 2018. 463–476p. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407721-8.00023-1>

23. Robert J. Grillo. Energy Recycling – Landfill Waste Heat Generation and Recovery. Waste Streams (S Hossain, Section Editor), 2014. 150–156p. URL: <https://doi.org/10.1007/s40518-014-0017-2>

Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Ив.№дубл.	Подп. и дата
-----------	--------------	------------	-----------	--------------

Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Ив.№дубл.	Подп. и дата	TC 18510266	Арк. 57
Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Ив.№дубл.	Подп. и дата		

24. Shadi Moqbel. Characterizing Spontaneous Fires In Landfills. STARS, 2019 p. URL: <https://stars.library.ucf.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=4855&context=etd>

25. Zhang C., Xu T., Feng H., Chen S. Greenhouse Gas Emissions from Landfills: A Review and Bibliometric Analysis. Sustainability, 2019. 15p. URL: <https://doi.org/10.3390/su11082282>

26. ДБН В.2.4–2–2005. Полігони твердих побутових відходів основні положення проектування. Державні будівельні норми України. Київ : Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2005. 36с.

27. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2019 році. Сумська обласна державна адміністрація. Департамент захисту довкілля та енергетики. Суми, 2020. 202с.

28. Дослідження впливу полігонів ТПВ на навколишнє середовище. Науково – дослідна робота. 2011. 26 с. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/25370/1/poligony_TPV_Kalashnyk.pdf

29. Клімов Г.М. Нетрадиційні і відновлювальні джерела енергії для отримання тепла в системах теплопостачання. Нижній Новгород : Методичні вказівки, 2012. 52с. URL: <https://bibl.nngasu.ru/electronicresources/uch-metod/energetika/851231.pdf>

30. Колосков В.Ю. Вдосконалення критерію оцінювання екологічного стану території, прилеглої до місця зберігання відходів / В. Ю. Колосков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Зб. наук. праць. Серія «Механіко–технологічні системи та комплекси». – Х.: НТУ «ХПІ». – 2017. – №33(1255). – С. 126–131.

31. Кравченко О.В., Сатін І.В., Шевченко Л.В., Панченко О.С. Послуги з внесення змін до схеми санітарної очистки міста Суми. Науково технічний звіт. Київ, 2019. 331с. URL: https://smr.gov.ua/images/misto/Gorodyanyny/Inform_mat/zhkg/Shema_sanitarnoi_ocistki_mista/SSO_m.Sumi.pdf

Ив.№подл. Подп. и дата Взаим.инв. Инв.№дубл. Подп. и дата

Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	Ив.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата
Из	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	TC 18510266										Арк.				
															58				

32. Лазненко Д. О. Параметри утворення побутових відходів URL: <https://despro.org.ua/news/detail.php?ID=2166>

33. Лемешев М.С., Майданюк Д.А. Вимоги безпеки під час роботи з установкою для отримання біогазу. УДК 334.72, 2006. 3с.

34. Петровський І.Г. Реконструкція та технічне переоснащення полігону твердих побутових відходів №5 у с. Підгірці, Обухівського району Київської області. Рекультивация ділянки №1 : звіт з оцінки впливу на довкілля. Кременчук, 2019. 181 с. URL: <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/4269/reports/847fcf978426128b341d139e8ab3763e.pdf>

35. Пинаев В.Е. Проблемы загрязнения окружающей среды твердыми отходами. Вестн. Моск. ун-та. Эко-номика, 2003. 92–106с.

36. Попович В.В. Пожежна небезпека стихійних сміттєзвалищ та полігонів ТПВ. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД УДК 628.729:19, 2012. 140–147с. URL: https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/files/popovych_21.pdf

37. Про відходи : Закон України від 05.03.1998 № 187/98 ВР URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>

38. Про затвердження Правил експлуатації полігонів побутових відходів. Наказ, Правила від 01.12.2010 № 435 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1307-10#Text>

39. СумиЖилКомСервіс. Комунальне підприємство Сумської міської ради : веб сайт. URL: <http://gks.sumy.ua/>

40. Тверді побутові відходи в Україні: ПОТЕНЦІАЛ РОЗВИТКУ. / Андрієнко Ю та ін. Київ, 2018. 114с. URL : https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/REGION__EXT_Content/IFC_External_Corporate_Site/Europe+and+Central+Asia

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взаим.инв.	Инв.№дубл.	Подп. и дата	Из Лист	№ докум.	Підп.	Дата	TC 18510266	Арк.
										59

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

60

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

61

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв.	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Из	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТС 18510266

Арк.

62