

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З
ВІДХОДАМИ**

Частина третя

Полігони твердих побутових відходів

Навчальний посібник

**Вінниця
ВНТУ
2013**

УДК 628.472.3
У 67

Автори:
Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р.В.

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник ВНТУ для студентів, які навчаються за напрямами підготовки «Екологія». (протокол № від квітня 2013 р.)

Рецензенти:
А. П. Ранський, доктор хімічних наук, професор
Д. І. Крикливий, доктор технічних наук, професор
В. Г. Кур'ята, доктор біологічних наук, професор

У 67 **Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 139 с.**

В посібнику проаналізовано фактичний стан організації управління та поводження з твердими побутовими відходами. Проаналізовані сучасні системи збирання, транспортування, розташування та технології утилізації і повторного використання твердих побутових відходів на полігонах. Сформульовані науково-обґрунтовані рекомендації щодо проектування основних елементів полігону і інженерно-технічних заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу твердих побутових відходів на навколишнє середовище.

Навчальний посібник розрахований на студентів екологічних спеціальностей та теплоенергетичних спеціальностей, спеціалістів житлово-комунального господарства, інженерів-теплоенергетиків працюючих в комунальній сфері, фахівців управління охорони навколишнього природного середовища, екологічної інспекції та спеціалістів науково-дослідних організацій.

УДК 628.472.3
У 67

ISBN

© В. Петрук, І. Васильківський, В. Іщенко, Р. Петрук 2013

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОБ'ЄМИ НАКОПИЧЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.	7
1.1 Обсяг утворених твердих побутових відходів.....	8
1.2 Характеристика побутових відходів.....	9
1.3 Побутові відходи - як паливо.....	12
1.4 Про звалища побутового сміття.....	14
2 СПОСОБИ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	21
2.1 Складування на звалищах (полігонах).....	21
2.2 Комплексне сортування.....	23
2.2.1 Сортування побутового сміття в місці його збору.....	25
2.2.2 Механізоване сортування побутового сміття на спеціальних підприємствах.....	28
3 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПОЛІГОНІВ ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ І ПОХОВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	31
3.1 Загальні положення.....	31
3.2 Вибір ділянки під полігон та вишукувальні роботи.....	34
3.3 Розрахунок місткості полігона.....	35
3.4. Проектування основних елементів полігона і інженерно-технічних заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу відходів на навколишнє середовище.....	36
3.4.1. Компонування основних споруд полігона.....	36
3.4.2. Проектування ділянки складування.....	38
3.4.3 Господарська зона і інженерні споруди.....	41
3.4.4 Проектування внутрішнього дренажу для збирання та відведення фільтрату. очистка та знешкодження фільтрату.....	42
3.4.5 Заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу біогазу на навколишнє середовище.....	51
4 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОЛІГОНІВ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНІТОРІНГУ В ЗОНІ ЗАХОРОНЕННЯ ВІДХОДІВ.....	54
4.1 Експлуатація полігонів.....	54
4.2 Моніторинг природного середовища на об'єктах утилізації відходів.....	56
4.3 Складування ТПВ на полігоні.....	59
4.4 Розкладання ТПВ на полігонах захоронення.....	64
4.5 Збір, очищення та знешкодження фільтрату.....	69
4.5.1 Збір фільтрату.....	73
4.5.2 Очищення фільтрату.....	74
4.6 Видобуток і утилізація біогазу.....	76
4.7 Визначення обсягу біогазу на полігонах ТПВ.....	83

4.8 Рекультивація полігону.....	91
5 ПРОМИСЛОВІ ТЕХНОЛОГІЇ САНІТАРНОЇ ОЧИСТКИ МІСТ І НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ.....	94
5.1 Склад і властивості відходів, що враховуються при виборі промислової технології переробки ТПВ.....	99
5.2 Особливості поховання відходів на смітниках і полігонах.....	103
6 ЗАКРИТТЯ ПОЛІГОНА, РЕКУЛЬТИВАЦІЯ І ПЕРЕДАЧА ДІЛЯНКИ ПІД ПОДАЛЬШЕ ВИКОРИСТАННЯ.....	112
6.1 Способи зменшення негативного впливу звалищ і полігонів ТПВ.....	121
6.2 План заходів після закриття полігону.....	125
ЛІТЕРАТУРА.....	127
Глосарій.....	130

*Люди підвладні законам Природи навіть тоді,
коли намагаються боротися проти них...*

Й. Гете

ВСТУП

Сучасні полігони твердих побутових відходів (ТПВ) представляють собою інженерні спеціалізовані споруди, де здійснюється організоване контрольоване складування твердих побутових відходів з дотриманням технічних та санітарних норм, забезпечується зниження негативного впливу відходів на атмосферне повітря, ґрунт, водний басейн до нормативного рівня. Однак, більш ніж 80% полігонів ТПВ, що експлуатуються сьогодні в Україні не відповідають санітарним нормам, тобто фактично є звалищами.

Звалища ТПВ є значним джерелом забруднення і негативний впливу на навколишнє середовище. Відходи, що там розміщені, зазнають складних фізико-хімічних та біохімічних змін під впливом атмосферних явищ, специфічних умов, що формуються у товщі відходів, а також в результаті взаємодії між собою. Це призводить до утворення різних сполук, в тому числі токсичних, які, мігруючи до навколишнього середовища, негативно впливають на його компоненти.

Звалища ТПВ несуть також значну санітарну небезпеку, тому що є сприятливим середовищем для розвитку паразитичної фауни, патогенної мікрофлори (черевний тиф, дизентерія, туберкульоз та ін.), служать місцем розмноження переносників інфекційних захворювань, гризунів та мух.

Зараження підземних та поверхневих вод, ґрунту продуктами вилуговування, виділення неприємного запаху, розпорошення відходів вітром, безконтрольне утворення метану, яке спричиняє самовільне самозаймання полігонів, та неестетичний вигляд є лише частиною екологічних проблем, якими опікуються екологи, природоохоронці та викликають серйозну стурбованість місцевого населення. У зв'язку з великою кількістю причин (основними з яких є нестача вільних земельних ділянок під нові полігони, відсутність коштів на їх будівництво, або впровадження прогресивних технологій поводження з відходами) звалища ТПВ продовжують експлуатуватися. Тому необхідним стає впровадження на полігонах ТПВ природоохоронних заходів, які дозволять знизити їх навантаження на довкілля.

В навчальному посібнику розглянуті сучасні системи збирання, транспортування, переробки, утилізації і повторного використання твердих побутових відходів на полігонах, сформульовані науково-обґрунтовані рекомендації щодо проектування основних елементів полігону і інженерно-технічних заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу твердих побутових відходів на навколишнє середовище.

Навчальний посібник розрахований на студентів екологічних спеціальностей та теплоенергетичних спеціальностей, спеціалістів житлово-

комунального господарства, інженерів-теплоенергетиків працюючих в комунальній сфері, фахівців управління охорони навколишнього природного середовища, екологічної інспекції та спеціалістів науково-дослідних організацій.

Наведені у навчальному посібнику фактичні, таблиці, рисунки та формули дають можливість майбутнім фахівцям добре організувати свою діяльність із урахуванням розуміння і логічного осмислення технологічних основ промислової переробки ТПВ в Україні. При написанні навчального посібника авторами були враховані побажання студентів ВНТУ при вивченні дисципліни «Управління та поводження з відходами».

Автори будуть вдячні за висловлені критичні зауваження і рекомендації, з метою подальшого розвитку техніко-технологічних основ сучасних методів переробки відходів споживання і поглибленого вивчення технологічних аспектів розв'язку актуальної проблеми утилізації муніципальних відходів, для всіх регіонів України.

Автори висловлюють особливу подяку за рецензування рукопису і критичні зауваження по покращенню навчального посібника доктору технічних наук, професору кафедри хімії Д. І. Крикливому і доктору біологічних наук, професору, завідувачу кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського та доктору хімічних наук, професору А. П. Ранському завідувачу кафедри хімії та безпеки життєдіяльності Вінницького національного технічного університету.

Матеріали навчального посібника підготовлені авторами відповідно розділам: В.Г. Петрук (вступ, розд. 1, 2), І.В.Васильківський (розд. 3, 4), В.А.Іщенко (розд. 5, глосарій), Р.В.Петрук (розд. 6).

1 ОБ'ЄМИ НАКОПИЧЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Одними з найбільш злободенних і невирішених проблем для більшості міст України є знешкодження твердих побутових відходів (ТПВ) і ліквідація міських звалищ - вельми значних джерел забруднення навколишнього середовища (повітряного, наземного і підземного).

Хоча міські звалища побутового сміття розташовуються, як правило, на околиці міст або за межами міста, багато фахівців, відповідальних за забезпечення нормальних екологічних умов, не усвідомлюють ту небезпеку, яку ці відходи представляють.

Чомусь вважається, що це проблема не першорядної важливості, а тому вирішення її шляхом будівництва спеціальних підприємств по знешкодженню побутових відходів відкладається на невизначений час.

Дослідження, проведені в багатьох країнах світу, показали, що побутове сміття, зібране в місті і відправлене на звалища, негативно впливає на те саме місто через птахів, тварин, повітряні потоки. Іншими словами, звалища побутового сміття не поліпшують екологічну обстановку в місті, а тому проблему їх ліквідації необхідно вирішувати повсюдно і невідкладно, бо вона має стійку тенденцію до постійного розширення свого впливу на екологічні умови в населеній місцевості.

В Україні, як ні в якій іншій більшій за кількістю населення країні світу, необхідні термінові практичні заходи для вирішення проблеми побутових відходів. Переробляється лише 2,5% всіх зібраних відходів. Щорічно відводяться значні території землі для організації додаткових смітників, в той час як існуючі переповнені понад межі. За підрахунками фахівців, до теперішнього часу на звалищах накопичено понад 65 млрд. т побутових відходів. Це - величезна потенційна екологічна небезпека для міст. Однак через велику кількість різних думок в кожному регіоні про шляхи вирішення проблеми, часом не обґрунтованих ні теоретично, ні наявним практичним досвідом як вітчизняним, там і закордонним, проблема знешкодження побутового сміття та ліквідації звалищ до теперішнього часу ніде не вирішена [1-3].

У той же час тверді побутові відходи - це паливо. Зараз, коли світові запаси викопних палив близькі до виснаження, а витрати енергії в промисловості, міських та сільських господарствах нестримно зростають, першочерговим завданням стає як виявлення різних нетрадиційних та поновлюваних паливних ресурсів, так і забезпечення ефективного їх використання. Тому застосування різних горючих відходів як палива, в тому числі зі значно погіршеною якістю, дозволить не тільки замінити, де це можливо, викопне паливо, а й отримати суттєву його економію. При цьому не можна забувати, що застосування в якості палива низькосортних відходів, в тому числі побутового сміття, висуває кілька найважливіших завдань,

але головне з яких - захист навколишнього середовища від забруднення. Тому промислове використання твердих побутових відходів має здійснюватися при обов'язковому виконанні двох найважливіших умов:

- технологічний процес повинен бути обов'язково безвідходним, бо якщо вторинні відходи (метал, шлак, зола, бите скло, будівельне сміття, опади стічних або обмивальних вод тощо) будуть знову вивозитися на смітник або на золошлаковідвали, то джерела забруднення навколишнього середовища збережуться ;

- при технологічному процесі утилізації відходів кінцева продукція повинна бути нешкідливою і придатною для використання.

В Україні проблемою побутових відходів почали займатися з середини 70-х років двадцятого століття. Однак у той час не підозрювали, що зарубіжний досвід поводження з відходами не зможе надати нам в повній мірі допомогу у виборі правильного шляху вирішення цієї проблеми для російських міст. Тому допускали численні помилкові судження та технічні рішення. Зокрема, побудовані по закордонних технологіях сміттєспалювальні і сміттєпереробні заводи в ряді міст, що не враховують особливості російського побутового сміття, не є прикладом для застосування. Багато негативних сторін здійснених зарубіжних технологій послужили приводом для подальших дискусій, які тривають і нині. Однак ці обговорення, які проводяться в містах України на різних конкурсах і нарадах, як правило, не призводять до практичного здійснення прийнятих на них рішень, так як багато з них відображають лише підсумок непрофесійних спорів, а ніяк не наукових знань з цієї специфічної проблеми.

Разом з тим, накопичений в Україні за останні роки досвід роботи існуючих зміттезнешкоджуючих підприємств, а також виконані наукові дослідження характеристик і особливостей російського сміття, що своєрідно виявляється при відомих і пропонованих способах його знешкодження, дозволили визначити ставлення до кожного з них, враховуючи техніко-економічну доцільність застосування до місцевості, екологічну безпеку і практичну надійність.

Допомогти фахівцям в кожному місті визначити оптимальний і необхідний спосіб знешкодження побутових відходів є метою цієї книги. І якщо вона в цьому відношенні допоможе їм хоча б незначною мірою, автор буде вважати своє завдання виконаним.

1.1 Обсяг утворених твердих побутових відходів

В даний час кожен житель України викидає щорічно в середньому 250-270 кг твердих побутових відходів або близько 0,7 кг на добу. У міру зростання добробуту населення і споживання продуктів і товарів кількість побутового сміття буде збільшуватися. Так, до 2010 року очікується зро-

стання кількості викидається сміття в наших містах до 285-290 кг на рік або 0,8 кг на добу.

Для порівняння слід зазначити, що кожен житель Швеції викидає в рік 450 кг сміття, Великобританії - 500 кг, Німеччини - 325 кг, Данії - 510 кг, Австралії - 720 кг, Південно-Африканської республіки - 500 кг.

Від міста з мільйонним населенням в даний час надходить на міські звалища протягом року приблизно 260 тис. т ТПВ. Якщо взяти середню висоту складування сміття, рівну 10 м, то при насипній вазі його в 0,2 т/м³ щорічно необхідна територія під звалища для такого міста складе 13,5 га.

Такі ж труднощі відчувають й інші міста, у яких також немає вільних територій під звалища, а околиці є зеленою зоною. Накопичення побутового сміття відбувається в непередбачених місцях, що ще більше погіршує екологічну обстановку [3-5].

1.2 Характеристика побутових відходів

Що ж являють собою тверді побутові відходи?

Склад їх досить різноманітний, а тому непередбачуваний. Ми викидаємо в сміттєпровід абсолютно все, що для нас не представляє цінності.

Приблизний морфологічний склад ТПВ у відсотках для різних кліматичних зон наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Морфологічний склад ТПВ

Компонент	Склад ТПВ, %, по кліматичних зонах		
	Середня	Південна	Північна
Папір, картон	33-35,6	27-30,9	29-33
Харчові відходи	30-38	40-46	28-36
Дерево	1,5-3,0	1-2	3,6-5,6
Метал чорний	4-6	4-5,2	4-6
Метал кольоровий	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,3
Текстиль	4-7	4-7	5-7
Кістки	0,5-2	1-2	2-4
Скло	5-8	3-6	6-10
Шкіра, гума	1,6-1,8	1-2	1,2-2
Каміння, будівельний матеріал	1-3	1-2	1-2
Пластмаса	1,7-2	1,5-1,8	1,1-1,8
Полімери	2,1-2,5	2,3-2,6	2-3
Інші	2,1-4,1	2,1-4,1	2,1-4,1

Необхідно вказати, що в основному зміна складу ТПВ по сезонам року відбувається через збільшення вмісту харчових відходів з 20-25%

навесні до 40-55% восени. Це пов'язано зі збільшенням споживання населенням овочів і фруктів. Досвід показує, що все більше збільшується в складі ТПВ кількість паперу, полімерних матеріалів. У той же час у зв'язку з організацією в містах централізованого теплопостачання істотно скоротилося в складі ТПВ зміст вугілля та шлаку. Крім того, постійно змінюється зміст склотари.

Все це вказує на те, що морфологічний склад ТПВ не є постійним для міст країни. Тому для конкретного міста він повинен визначатися періодично спеціалізованою організацією.

Враховуючи, що у складі побутових відходів є багатокомпонентні системи, в табл. 1.2 наведено приблизний морфологічний склад ТПВ за групами компонентів, що мають однорідні елементи.

Більш докладно варто зупинитися на важких металах, зазначених у табл. 1.2. Вони дуже різноманітні. У їх складі свинець, кадмій, хром, ртуть, стронцій, нікель, кобальт, мідь, олово, барій, молібден, ванадій, цинк та багато інших. Більшість важких металів досить небезпечні для здоров'я людини і навколишнього середовища [3, 4].

Таблиця 1.2 – Морфологічний склад ТПВ

№ п/п	Найменування групи компонентів	Частина від загальної маси ТПВ, %	Приблизний склад
1.	Харчові відходи	38	Харчові рештки, кістки
2.	Сірко-, фторо- і хлорвмісні речовини, важкі вуглеводні	5,5	Полімери, пластмаса, целофан, гума, шкіра та її замітники, текстиль, промаслене гарчир'я, залишки змащувальних матеріалів
3.	Тверді домішки	15,0	Пил, будівельний матеріал, скло
4.	Метали	9,5	Чорний і кольоровий, важкі метали, консервні банки, металеві вироби
5.	Органічна частина	32	Деревинні відходи (тирса, кора, стружка, вироби з дерева), обгортковий матеріал (папір, целулоїд), картон і вироби з нього

Хімічний склад твердих побутових відходів у відсотках від робочої маси представлений в табл. 1.3.

З фізичних властивостей ТПВ слід відзначити їх щільність, яка становить 0,18-0,2 (середня 0,19) т/м³, і теплоту згоряння $Q_{\text{н}}^p = 850 \div 1800$

ккал/кг. Досить широкий діапазон зміни теплоти згорання викликаний змінним значенням вологості побутових відходів за сезонами року: взимку та ранньої весни величина вологості менше, і вона змінюється незначно в порівнянні з осінню, влітку і кінцем весни, коли вологість висока і різко змінна.

Враховуючи наявність вологих і липких компонентів, побутові відходи мають схильність до сводоутворення, налипання на металеві та інші деталі і конструкції. Разом з тим, вони абразивні через наявність в них битого скла, будівельного матеріалу, металу.

Тверді побутові відходи володіють злежуваністю. При зберіганні вони ущільнюються і втрачають сипучість через свою вологу. Вони агресивні по впливу на метал та будівельні конструкції. Їх відстійна волога також агресивна і має здатність викликати хімічну корозію [5-8].

Таблиця 2.3 – Хімічний склад твердих побутових відходів.

Показник	Кліматична зона		
	середня	південна	північна
Зольність	28-44	20-44	21-35
Азот	0,9-1,9	1,2-2,7	1,2-1,6
Кальцій	2-3	4-5,7	2,1-4,8
Вуглець	30-35	28-39	28-30
Фосфор	0,5-0,8	0,5-0,8	0,4-0,5
Калій	0,5-1	0,5-1,1	0,4-0,5
Сірка	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,3
Реакція середовища, рН	5,0-6,5	5,0-6,5	5,0-6,5
Вологість, %	40-50	40-70	48-60

Склад відстійної води, взятої з нижньої частини приймального бункера чинного сміттєспалювального заводу, наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Склад відстійної води

Показники	Одиниця виміру	Величина
рН		6,8
БСК 5	мгО ₂ /дм ³	66,1
ХСК	мгО ₂ /дм ³	1194,0
Завислі речовини	мг/дм ³	910,0
Кадмій	мг/дм ³	0,02
Ртуть	мг/дм ³	0,008
Свинець	мг/дм ³	0,43
Жири і масла	мг/дм ³	5,13
Ефіроекстраговані речовини	мг/дм ³	52,0

1.3 Побутові відходи - як паливо

При дослідженні побутових відходів з метою їх знешкодження термічними методами визначено, що по своїх теплотехнічних характеристиках вони є нетрадиційним і поновлюваним паливом. Воно може бути порівняно з бурими вугіллям. Однак, незважаючи на те, що побутові відходи відрізняються високою вологістю і значною зольністю, що визначає їх як низькосортне паливо, що вимагає застосування принципово нової теорії горіння, воно здатне забезпечувати досить значну економію викопних палив.

У таблиці 1.5 наведена порівняльна характеристика теплотехнічних властивостей побутового сміття та бурого вугілля.

Головна відмінність цих палив полягає в тому, що буре вугілля має досить однорідний склад, а побутові відходи - механічна суміш різних за складом і властивостями різнорідних компонентів, кожному з яких властиві конкретні теплотехнічні особливості. Тому до побутового сміття не може бути повністю застосована теорія горіння викопного твердого палива. З іншого боку, оскільки спалюванню підлягає все сміття без поділу його на окремі компоненти, теорія його горіння повинна бути однією для всіх його компонентів. Іншими словами, вона повинна бути універсальною, здатною забезпечити повноту згорання при обов'язковому максимальному запобіганні утворення шкідливих речовин [29].

Таблиця 1.5 – Порівняльна характеристика теплотехнічних властивостей побутового сміття

Найменування	Робоча маса							Вихід летучих в процентах на горючу масу (в середньому)	Нижча теплота згорання Q_n^p , МДж/кг (в середньому)
	Склад, %								
	C ^p	H ^p	O ^p	N ^p	S ^p	A ^p	W ^p		
Тверді побутові відходи	18,5	2,6	12,7	0,7	0,2	21,2	44,1	55,1	5,78
Буре вугілля (донецький басейн)	29,1	2,2	8,7	0,6	2,9	23,5	33,0	45,0	10,5

У таблиці 1.6 наведені основні теплотехнічні характеристики кожної групи однорідних компонентів.

З наведених в таблицях 1.5 і 1.6 даних можна зробити кілька основних висновків:

а) незважаючи на досить широке розмаїття компонентів, що знаходяться в складі твердих побутових відходів, їх теплотехнічні характери-

стики (величини горючих складових, вихід летких речовин, теплота згоряння) не мають істотних відмінностей від викопного твердого палива;

б) за величиною виходу летких речовин можна стверджувати, що побутове сміття як паливо більш реакційний, ніж будь-який вид твердого палива;

в) за кількістю сірки побутові відходи при згорянні виділяють менше шкідливих окислів ніж буре вугілля;

г) теплота згоряння Q_n^p , яка повинна забезпечувати стійкість процесу згоряння палива, для побутових відходів мала і коливається в середньому від 3,8 до 8,7 МДж/кг в залежності від зміни вологості W^p ; тому стабілізація процесу їх горіння повинна підтримуватися за допомогою спільного спалювання з ними додаткового (викопного) палива (газу або мазуту) [24-30].

Таблиця 1.6 – Теплотехнічні характеристики компонентів ТПВ

Компоненти ТПВ	Робоча маса							Вихід летучих в процентах на горючу масу	Q_n^p , МДж/кг
	C ^p	H ^p	O ^p	N ^p	S ^p	A ^p	W ^p		
Папір	27,7	3,7	28,3	0,16	0,14	15	25	79	9,48
Харчові відходи	12,6	1,8	8	0,95	0,15	4,5	72	65,2	3,42
Текстиль	39,4	4,9	23,2	3,4	1,1	8	20	84,0	15,7
Деревина	40,5	4,8	33,8	0,1	–	0,8	20	67,9	14,4
Шкіра, гума	65	5	12,6	0,2	0,6	11,6	5	49,0	25,78
Пластмаса	55,1	7,6	17,5	0,9	0,3	10,6	8	89,0	24,35
Відсів	13,9	1,9	14,1	–	0,1	50	20	54,0	4,6
Зола, шлак	25,2	0,45	0,7	–	0,45	63,2	10	2,7	–
Полімери	47	5,3	27,7	0,1	0,2	11,7	8	60,2	18,2
Скло, каміння, метал	-	-	-	-	-	100	-	-	-

В результаті спалювання побутового сміття в якості палива в топкових пристроях спеціальних сміттєспалювальних котлоагрегатів виробляється насичений або перегрітий пар тиском (14-24) кг/см². Це тепло може бути використано для передачі зовнішнім споживачам та на власні потреби. Однак, більш доцільним виявляється варіант передачі виробленого тепла в парові турбіни для вироблення електроенергії. Пара з відповідних відборів турбін може бути також використана для власних потреб і зовнішніх споживачів.

Для міста з чисельністю населення в один мільйон чоловік річна кількість зібраних побутових відходів (260 тис. т) може забезпечити вироблення 1741,6·10⁶ Гкал тепла або 392,4·10 кВт·год електроенергії. Така

кількість енергії можна було б отримати, витративши для цього 60 тис. т умовного палива.

Отже, побутові відходи - це один з надійних джерел палива, які можуть забезпечити суттєву економію викопного палива в кожному місті.

Спалювання побутового сміття здійснюється в різних топкових пристроях сміттєспалювальних котлів: з валковими колосниковою решіткою, з похило-перештовхуючими колосниковими решітками, в киплячому шарі.

1.4 Про звалища побутового сміття

Дослідження та постійні спостереження показали, що в основному міські звалища знаходяться в примітивному стані. Як правило, механізація робіт на них майже відсутня. Через те, що побутові відходи на звалищах не пересипаються землею, вони постійно самозаймаються, димлять, через що атмосфера, що оточує місто, насичується продуктами неповного згоряння, які є дуже шкідливими речовинами. Крім того, побутове сміття від гниття розкладається, виділяючи велику кількість шкідливих і отруйних речовин. Так, за дослідженнями «Галузевого об'єднання по виробництву парових котлів, резервуарів і трубопроводів (РОВР)», проведеним в рамках роботи німецько-радянської групи «Енергія» при ДКНТ СРСР (відділ перспективних джерел енергії ПЕК), у складі газів виділяються при гнитті, містяться:

- полівінілхлорид - до 48 мг/м³;
- дихлорметан - до 106 мг/м³;
- діхлоранфлюорметан - до 35 мг/м³;
- толуол - до 236 мг/м³;
- етилбензол - до 20 мг/м³;
- ксилол - до 20 мг/м³;
- циклогексан - до 43 мг/м³;
- сірководневі речовини - до 633 мг/м³.

та інші шкідливі компоненти (їх налічується до 20) з концентрацією від 3 до 14 мг/м³. Крім того, під час процесу гниття і розкладання ТПВ в товщі сміття утворюється велика кількість метану СН₄, який не тільки надходить в навколишнє середовище і як шкідлива речовина забруднює її, а й створює вибухо- і пожежонебезпечну обстановку для розташованих поблизу населених пунктів.

Наявність в побутових відходах важких металів, що володіють високою токсичністю, представляє особливо велику небезпеку для навколишнього середовища. Так, згідно із зазначеними вище дослідженням РБВК, в одному кілограмі побутового сміття містяться:

- миш'як - до 6 мг,
- свинець - до 3000 мг,
- кадмій - до 50 мг,

- хром - до 2810 мг,
- мідь - до 1000 мг,
- марганець - до 200 мг,
- нікель - до 189 мг,
- ртуть - до 15 мг,
- цинк - 4000 мг.

Отже, в одному кілограмі побутового сміття може міститися від 285 до 11260 мг різних важких металів, які на звалищах під впливом вологи сміття і опадів потрапляють у ґрунт, а також (при неминучому вилуговуванні) просочуються в ґрунтові води.

Чим же небезпечні важкі метали?

Більшість їх здатні викликати токсичні явища (наприклад, отруєння ртуттю - хвороба Мінамото). Є цілий ряд токсикозів, викликаних солями цинку, кадмію, хрому. Крім того, солі важких металів надають мутагенну вплив на організм людини. Виявляється воно двояко. З одного боку, порушує хромосомний апарат в нестатевих соматичних клітинах, що в підсумку може викликати злякисне захворювання. З іншого боку, якщо їх вплив виявляється на зародкові шляхи, то це може призвести до виникнення стійких спадкових мутацій, що викликає у дітей при народженні різні форми хвороб і розумову неповноцінність.

Звалища є вельми істотним джерелом утворення хвороботворних мікроорганізмів. За допомогою численних постійних мешканців звалищ (птахів, тварин, комах) вони разносяться в населені пункти, околиці міст, створюючи небезпеку появи епідемій хвороб і зараження населення.

Необхідно вказати ще одну особливість. Враховуючи, що звалище приваблює численних птахів, при появі шуму моторів літаків величезні зграї птахів злітають вгору, створюючи небезпеку наближається літакам. Такі випадки досить часто відбуваються особливо коли звалища розташовані відносно недалеко від аеродромів.

Дослідження зарубіжних і російських вчених показали, що ґрунт, який служив основою під звалища побутових відходів, залишається зараженим після ліквідації звалища на протязі тривалого часу (приблизно в 2-2,5 рази більше того часу, коли вона перебувала під звалищем).

Цілком очевидно, що звалища побутових відходів - це значне джерело забруднення навколишнього середовища і зараження ґрунту, водойм, населення навколишньої місцевості і прилеглих міст на величезних територіях. Тому назріла нагальна необхідність привернути увагу громадськості міст, друку, радіо, телебачення, на ту небезпеку, яку створюють міські звалища побутового сміття. Населення міст та їх областей повинні знати, якої шкоди їм завдають звалища, тим більше, що їх вплив на людину триває і після викиду відходів в сміттєпровід і відвезення на звалище.

Тільки підприємство, на якому буде проводитися повне знешкодження і утилізація побутових відходів, може виключити небезпеку забруднення навколишнього середовища від згубного впливу звалищ і можливість виникнення різних хвороб.

В даний час в ряді міст спостерігається тенденція не тільки до розширення існуючих звалищ побутового сміття, а й до відкриття нових, що вважається самим «дешевим» заходом для «знищення» побутових відходів.

Накопичення ТПВ у Вінницькій області та всіх регіонах України (таблиця 1.7-1.10) в цілому характеризується тим, що в найбільш густо населених і промислово розвинутих регіонах з високим відсотком міського населення обсяги відходів, що накопичуються, значно вищі, ніж у сільськогосподарських. При цьому переважна кількість зазначених відходів приходить на великі міста.

Проведені дослідження показали, що це небезпечна помилка. На звалищах сміття не знищується. Ті, хто не бачить проблеми міських звалищ, хто вважає їх організацію найбільш простим і дешевим способом ліквідації побутових відходів, сприяє погіршенню екологічної обстановки, і ні в якому разі оздоровлення умов для нормальної життєдіяльності людини.

Нажаль, проблемі знешкодження побутових відходів до теперішнього часу приділялось вкрай недостатньо уваги, а тим більше зараз, коли на перше місце висувається відсутність грошових коштів. Наша країна за рішенням цієї проблеми відстала на десятиліття від таких країн, як Німеччина, Японія, Франція, США, Італія та ін. Таке положення має бути в найкоротший час змінено.

Тверді побутові відходи – це відходи, які утворюються в процесі життя і діяльності людини і накопичуються у житлових будинках, закладах соціально-культурного побуту, громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших закладах (це харчові відходи, предмети домашнього вжитку, сміття, опале листя, відходи від прибирання та поточного ремонту квартир, макулатура, скло, метал, пластмаси, полімерні матеріали тощо) і не мають подальшого використання за місцем їх утворення (“Правила надання послуг із збирання та вивезення твердих і рідких побутових відходів”, затверджені наказом Держбуду України № 54 від 21.03.2000 р. та зареєстровані в Міністерстві України 31 липня 2000 р. за № 457/4678). Таким чином, термін ТПВ є рівнозначним загальноповсюдному терміну “тверді муніципальні відходи”.

Українське визначення відходів не тільки відрізняється від визначення “відходів” у європейському розумінні, але також не відповідає Базельському визначенню відходів. Рекомендується, щоб українське визначення відповідало європейському визначенню. Приведення цього визначення у відповідність з визначенням відходів, що міститься у Базельській конвенції, вимагає уточнення того, що таке поняття як “видалення” (як йо-

го роз'яснює Базельська дефініція) вживалося не тільки у технічному сенсі, а також включало в себе поняття підлеглості речовини чи об'єкта утилізації. Вживання більш широкого визначення терміну “позбуватися”, як це наведено у Рамковій директиві ЄС при дефініції відходів, здається більш преференційним [9-20].

Таблиця 1.7 – Обсяги утворення ТПВ в Україні

Назва регіону (області)	Фактичне накопичення ТПВ		Нормативне утворення ТПВ, тис. т.
	м ³ /рік на людину	т/рік на людину	
АР Крим	1,46	0,314**	746,284
Вінницька	1,07	0,241*	749,566
Волинська	1,22	0,275*	433,918
Дніпропетровська	0,91	0,205*	1062,71
Донецька	0,88	0,198*	1324,21
Житомирська	1,04	0,234*	542,274
Закарпатська	1,25	0,281*	571,374
Запорізька	0,91	0,205*	623,148
Івано-Франківська	1,25	0,281*	616,064
Київська	1,04	0,234*	701,992
Кіровоградська	1,17	0,263*	425,318
Луганська	0,88	0,198*	731,924
Львівська	1,25	0,281*	993,412
Миколаївська	1,51	0,34*	448,334
Одеська	1,51	0,34*	879,656
Полтавська	1,12	0,252*	620,146
Ровенська	1,22	0,275*	493,616
Сумська	1,12	0,252*	467,24
Тернопільська	1,07	0,241*	497,488
Харківська	1,12	0,252*	912,078
Херсонська	1,51	0,34*	441,45
Хмельницька	1,07	0,241*	581,8
Черкаська	1,17	0,263*	557,458
Чернігівська	1,04	0,234*	475,026
Чернівецька	1,25	0,281*	408,234
Всього по Україні			17029,8

* - щільність ТПВ 0,225 т/м³.

** - щільність ТПВ 0,215 т/м³.

Таблиця 1.8 – Кількість відходів по містах Вінницької області

місто Вінниця	
Кількість відходів, які утворюються за рік:	
комунально-побутові відходи:	
неущільнене (з врахуванням приватного сектору) відходи складуються на полігоні і не спалюються	400 тис. куб.м. (88,8 тис. тонн)
на одного мешканця припадає:	
в упорядкованих будинках (газ, вода, каналізація)	1,12 м.куб.
в неупорядкованих будинках	1,28 м.куб.
неущільнені ТПВ	222 кг – 1м.куб.
ущільнені ТПВ	444 кг – 1м куб.
місто Ладижин (об'єм ТПВ, який вивозиться)	
в рік	11,0 тис.м ³
за добу	30 м ³
в перерахунку на 1 людину	1,1 м ³
місто Жмеринка (об'єм ТПВ, який вивозиться) ПП. "БраВІС" 2005р.	
в рік	24315,5 т
за добу	58,4 т
в перерахунку на 1 людину	1,05 м ³
місто Хмільник (об'єм ТПВ, який вивозиться)	
в рік	27,7 тис.м ³
за добу	76 м ³
в перерахунку на 1 людину	0,99 м ³
місто Могилів-Подільський (об'єм ТПВ, який вивозиться)	
КП «Шляховик»	
в рік	18 тис. м ³
за добу	58 м ³
в перерахунку на 1 людину	1,41 м ³
ТОВ «Кіровський житловий масив»	
в рік	2190 м ³
за добу	6 м ³
в перерахунку на 1 людину	1,05 м ³
МКП "Житловокомунгосп"	
в рік	10992 м ³
за добу	30 м ³
в перерахунку на 1 людину	1,09 м ³ за рік
місто Козятин (об'єм ТПВ, який вивозиться)	
в рік	27,3 тис.м ³
за добу	0,11 тис.м ³
в перерахунку на 1 людину	1,1м ³
місто Немирів (об'єм ТПВ, який вивозиться)	
в рік	8282/2485 м ³ /т
за добу	33/10 м ³ /т
в перерахунку на 1 людину	1/0,3 м ³ /т

Українське законодавство про відходи: "будь-які речовини, матеріали та товари, що генеруються протягом людської діяльності і які не

мають подальшого використання на місці їх генерації чи виявлення, і власник яких позбавляється їх за допомогою подальшого використання чи видалення”. **Базельська Конвенція:** “речовини чи об’єкти, які видаляються, що призначені для видалення, чи які треба видалити”. **Рамкова Директива ЄС:** “будь-які речовини чи об’єкти... від яких власник позбавляється чи намагається позбутися, чи повинен позбавитися”.

У 1995 році був розроблений Керівний технічний матеріал КТМ 204 України 012-95 “Рекомендовані норми накопичення твердих побутових відходів для населених пунктів України”, відповідно якому загальні норми накопичення ТПВ в населених пунктах диференціюються в залежності від кількості населення [19-26].

Таблиця 1.9 – Об’єми накопичення ТПВ у Вінницькій області (нежитлові приміщення)

Об’єкти ТПВ	Розрахункова одиниця	середньодобова		середньорічна		Густина, кг/м ³
		кг	дм ³	кг	м ³	
Лікарні	одне ліжко	0,64	2,16	235	0,79	300
Поліклініки	один візит	0,01	0,05			200
Готелі	одне місце	0,25	18	90	0,43	210
Гуртожитки	-	0,25	18	90	0,43	210
Санаторії	-	0,69	2,47	250	0,9	270
Дитячі садки	-	0,33	1,08	79	0,26	300
Школи	один учень	0,08	0,38	20		210
Профучилища	-	0,42	1,66	100	0,4	250
ВНЗ і технікуми	-		0,46	24	0,11	220
Театри і кіно	одне місце	0,06	0,28	20		200
Заклади	один робітник	0,27	1,18	70	0,3	230
Ресторани	одна страва	0,09	0,27			300
Кафе, їдальні	-	0,05	0,17			300
Проммаги	1 м ² . торг. площі	0,16	0,8	50	0,25	200
Продмаги	-	0,32	1,42	100	0,44	230
Базари	-	0,09	0,22	33	0,8	400
Склади	м ² площі	0,09	0,22	33	0,8	400
Вокзали	-	0,36	1,37	130	0,05	260

Для будинків з гарним добробутом та сміттепроводом норма накопичення ТПВ на 15% вища, ніж для таких же будинків без сміттепроводу.

Таблиця 1.10 – Об’єми накопичення ТПВ у Вінницькій області (житлові

приміщення)

Об'єкти утворення відходів	Норма накопичення ТПВ на одного мешканця				Густина кг/м ³
	Середньодобова		Середньорічна		
	кг	дм ³	кг	дм ³	
Будинки з гарним добробутом без відбору харчових відходів	0,49-0,51	2,12-2,19	190-195	770-820	230-250
Будинки з поганим добробутом без відбору харчових відходів	0,93	2,57	340	940	360
Будинки приватного сектору з присадибними ділянками	1,5	3,29	550	1200	460

Питання для самоперевірки

1. Від яких факторів залежать об'єми утворення твердих побутових відходів?
2. Дати характеристику морфологічному складу ТПВ для різних кліматичних зон.
3. Дати характеристику хімічному складу твердих побутових відходів.
4. Дати характеристику теплотехнічних властивостей ТПВ.
5. Дати характеристику об'ємів утворення ТПВ в Україні та Вінницькій області.

2 СПОСОБИ СОРТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Метою всіх способів є не тільки знешкодження твердих побутових відходів, а й максимальна утилізація продуктів знешкодження. При цьому, згідно з основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами, повинні використовуватися «новітні науково-технічні досягнення в цілях реалізації маловідходних і безвідходних технологій». Отже, державна політика щодо проблеми побутових відходів в першу чергу - це ліквідація існуючих та запобігання утворенню нових звалищ, як досить значних і небезпечних джерел забруднення і зараження навколишнього середовища. По-друге, при вирішенні проблеми відходів має бути дотримано «науково обґрунтоване поєднання екологічних і економічних інтересів суспільства». І третє, найголовніше, - поводження з відходами має переслідувати головну мету – «охорону здоров'я людини, підтримку або відновлення сприятливого стану навколишнього природного середовища і збереження біологічного різноманіття».

Слід вказати, що в останні 7-8 років ряд організацій різних галузей, не виконували раніше роботи з тематики побутових відходів і не мали достатнього уявлення про їхні характеристики та властивості, пропонують застосовувати технології своїх профільних галузей для знешкодження побутових відходів. При цьому, якими науковими обґрунтуваннями таке відношення до побутового сміття не підтверджено [5, 25-30].

В результаті серед запропонованих і наявних відомих технологій в даний час позначилися такі способи знешкодження твердих побутових відходів:

- складування на звалищах (полігонах);
- комплексне сортування;
- біотермічні компостування;
- піроліз (газифікація);
- спалювання в шлаковому розплаві;
- полум'яне спалювання;
- сміттєспалювання в топкових пристроях котлоагрегатів.

Розглянемо кожен із зазначених способів для визначення відповідності їх основним принципам державної політики при поводженні з відходами.

2.1 Складування на звалищах (полігонах)

Складування, як представляють фахівці, передбачає такі основні умови:

- наявність ділянки з основою на водотривких ґрунтах;
- розташування рівня ґрунтових вод нижче трьох метрів від поверхні землі (при цьому ділянки з виходами ключів виключаються);

- забезпечення фунтом або інертними відходами для ізоляції побутових відходів (шляхом їх перемішування);

- наявність механізованих пристроїв для виконання робіт на звалищі (полігоні).

Як показали багаторічний досвід та обстеження існуючих звалищ (полігонів), зазначені умови майже завжди не виконуються повністю або частково. Тому полігон перетворюється на звичайну міську звалище побутового сміття, а отже, не є з причин, вказаних в розділі 5, способом знешкодження відходів.

Полігон, також як і звалище, має досить негативні сторони. По-перше, повинна щорічно виділятися додаткова площа землі: для міст з населенням до 350 тис. чоловік при висоті складування 10 м - 5 га, для міст з населенням 350-700 тис. осіб - 10 га, для міст з населенням від 700 тис. до 1 мільйона осіб - 13,5 га, а для міст з населенням понад 1,1 млн. чоловік - 18 і більше гектар.

По-друге, на звалищі (полігоні) по-суті відбувається поховання паливних ресурсів, які могли б бути корисно використані. Однак, головна негативна особливість звалищ (полігонів) - це те, що вони є одними з основних джерел забруднення навколишнього середовища міст. Вся гамма шкідливих речовин, що виділяється при самозайманні і тлінні побутового сміття на звалищах, а також ті, які проникають через шар ґрунту, насичує навколишнє середовище і створює в ній високу концентрацію, нерідко перевищує гранично допустиму. У складі цього потоку шкідливих речовин є найбільш небезпечні для людини - діоксини і фурані.

Отже, знешкодження побутових відходів шляхом складування їх на звалищі (полігоні) не відповідає ні одним принципом державної політики. Вони не вирішують проблему побутового сміття.

Останнім часом ряду міст України іспанська фірма «ІМАБЕ ІБЕРІКА» пропонує свою технологію складування побутового сміття на полігоні. Суть такої технології полягає в наступному.

Проводиться пресування побутових відходів до щільності 0,9-1,1 т/м³, в результаті чого віджимається волога, що міститься у відходах. Потім з віджатих побутових відходів виготовляються тюки (брикети), які вивозяться на звалище або на полігон, де вони повинні пересипатись ґрунтом. Зазначена технологія в основному призначена для того, щоб:

- скоротити обсяг побутового сміття для зменшення транспортних витрат на його перевезення;

- скоротити площу звалища або полігону.

В результаті такого складування побутових відходів звалище або полігон спочатку має відносно невеликі розміри. Однак тенденція до її збільшення зберігається.

Технологія «ІМАБЕ ІБЕРІКА» (Іспанія), що характеризується складуванням спресованого сміття, має ряд негативних сторін [26, 30-32]:

1. Віджата волога є агресивною, тому становить величезну небезпеку для будь-яких водоймищ, трубопроводів і споруд каналізації. Очищення або нейтралізація її за допомогою хімічних і біологічних споруд і засобів вимагає значних капітальних і експлуатаційних витрат і витрат, а також спеціального і безперервного контролю за якістю очищеної води перед її скиданням.

2. Як зазначено в розділі 4, теплота згоряння побутового сміття в середньому становить 5,6 МДж/кг (1350 ккал/кг) через значну його вологості. При пресуванні відходів волога віддаляється, і теплова цінність побутового сміття зростає приблизно в 2,7-3 рази, тобто становить вже близько 16,8 МДж/кг (~ 4050 ккал/кг). Іншими словами, побутове сміття настільки теплотехнічно збагачується, що його теплова цінність стає ідентичною дорогим кам'яним вугіллям. Тому немає сенсу витратити грошові кошти для будівництва і експлуатації спеціального підприємства з метою такого збагачення побутового сміття та перетворення його в висококалорійне паливо, щоб потім поховати його на звалищі або на полігоні. Тим більше, що, за розрахунками, вантажні станції сміття, оснащені обладнанням фірми «ІМАБЕ ІБЕРІКА», через свою високу вартість і експлуатаційних витрат не рентабельні.

З інших недоліків зазначеної іспанською технологією слід зазначити:

- укладання тюків пресованих відходів не приносить очікуваних позитивних економічних і екологічних результатів;
- для транспортування і укладання тюків (брикетів) потрібна спеціальна техніка (напівпричепи з тягачами, фронтальні навантажувачі);
- при експлуатації полігону виникають проблеми зі стійкістю насипу і необхідністю пристрою захисних протифільтраційних екранів у основі полігона.

Таким чином, фахівці одностайні в загальній думці про те, що технологія іспанської фірми «ІМАБЕ ІБЕРІКА» по захороненню пресованих ТПВ в тюках (брикетах) на полігонах (звалищах) не вирішує проблеми знешкодження побутового сміття, а тим більше проблеми ліквідації існуючих міських звалищ.

2.2 Комплексне сортування

Останнім часом на сторінках преси і при обговоренні фахівцями проблеми твердих побутових відходів нерідко пропонується попереднє комплексне сортування побутових відходів, як перед застосуванням будь-якого способу їх знешкодження, так і як окремий спосіб їх утилізації.

Основна мета комплексної сортування - витяг з усієї маси зібраних ТПВ утильних компонентів - металу (чорного і кольорового), паперу, пластмаси, скла, харчових та горючих відходів, текстилю. Після вилучення за-

значених компонентів передбачається їх використання в різних галузях господарства як вторинної сировини.

На відміну від побутових промислові відходи можуть відносно легко піддаватися сортуванню на різні компоненти, так як кожен з їх видів має досить однорідну структуру (наприклад, відходи механічної обробки, друкарські відходи, обрізки шкіри та хутра в легкій промисловості, крупнофракційні відходи в деревообробній промисловості і т. д.). Крім того, вони не забруднені, вологість їх невелика, що дозволяє застосувати відповідну механізовану лінію сортування.

Тому доцільність сортування промислових відходів очевидна.

З побутовими відходами справа йде інакше. Як відомо, склад побутових відходів дуже різномірний. В ньому, наприклад, знаходяться різні дрібнофракційні і забруднені важкі і кольорові метали, які з одного боку представляють інтерес, як вторсировина, а з іншого боку, витягти їх якими-небудь механічними пристроями надзвичайно складно, тому що вони знаходяться в загальній масі сміття. Це ж відноситься до напівзакритих консервних банок, паперу, текстилю, дрібної пластмаси, похованих у товщі бруду і вельми вологого сміття.

Розуміючи, що цінні компоненти побутового сміття можуть бути використані на підприємствах різних галузей промисловості, як вторинні сировинні ресурси, є думка (хоча воно практично нездійсненне), що їх можна витягти двома шляхами:

- сортувати сміття у місці збору, тобто в кожній квартирі, і складувати його компоненти в різних ємностях (контейнерах); в цьому випадку повинен бути виключений для використання загальний (єдиний) сміттепровід в будинках, де він є;

- сортувати всю масу побутового сміття, перемішаного в сміттепровід або в загальних контейнерах, централізовано на спеціальних підприємствах за допомогою різних механізованих ліній і пристроїв.

Прихильниками сортування ТПВ в місцях збору, тобто за першим шляхом, стверджується, що якщо кожен мешканець буде попередньо сортувати всі свої побутові відходи по компонентам, то кількість вдруге використуваних відходів може скласти приблизно 35% від загальної кількості сміття, що викидається. Навіть у Німеччині, де цією проблемою займаються десятиліттями, цей показник далеко не досягнутий. Решта 65% повинні вивозитися на смітник.

Аналіз складу побутових відходів та досвід, накопичений за кордоном, показує, що подібний метод не може вирішити проблему обробки всього побутового сміття в містах з метою отримання різних компонентів для вторинного використання. Таке сортування може охопити в середньому тільки 5-10% (максимально) загальної кількості побутових відходів.

Комплексне сортування побутових відходів приваблює багатьох своїх прихильників через що здається на перший погляд простоти

вирішення складної проблеми знешкодження відходів та ліквідації звалищ. Автори багатьох публікацій без достатніх підстав і вказівок на конкретно досягнуті результати вважають комплексне сортування ТПВ основним рішенням проблеми і кваліфікують інші способи знешкодження відходів мало не як злочинні. Становище ускладнюється ще й тим, що різні експертні організації, в тому числі міські комітети з охорони природи, експертувальні проекти сміттєспалювальних і сміттєпереробних заводів, не бажають їх розглядати, якщо в них не передбачена попередня комплексна сортування ТПВ.

Враховуючи, що такі думки про сортування побутового сміття можуть тільки відволікти увагу фахівців від кардинального вирішення проблеми знешкодження відходів, що в ще більшому ступені погіршить екологічну обстановку в містах Російської Федерації, зупинимося на ній детальніше.

Сама ідея комплексного сортування побутових відходів з метою повернення цінних компонентів вторинної сировини для використання в різних галузях не є новою. Якби вона могла бути здійснена, то по суті домашнє господарство було б безвідходним, а отже, відсутня б сама проблема знешкодження побутових відходів. Це було б значним досягненням людства.

Ось чому ця ідея привертає всіх і особливо тих, хто вважає побутове сміття, не вартим уваги, так як сортування – «справа проста», вирішена, залишилося тільки її здійснювати.

Однак при уважному розгляді цієї проблеми стає очевидно, що вона нерозв'язна.

2.2.1 Сортування побутового сміття в місці його збору

Як відомо з наведеного вище, склад побутових відходів дуже різнорідний. Серед них знаходяться різні малі за розмірами забруднені компоненти, які з одного боку представляють цінність як вторсировина, а з іншого боку, витягти їх яким-небудь способом або пристроями практично неможливо, так як вони знаходяться неухважно в загальній масі сміття в невеликих, а часом і в мізерних, кількостях. У складі побутового сміття також перебувають: різні харчові відходи, здебільшого високовологи і нерідко гниючі з виділенням смердючих запахів; бите скло; дрібнофракційні будівельні матеріали; забруднений липкими і вологими матеріалами папір, текстильні відходи та вироби; різні гострі предмети, інші різні металеві, скляні, будівельні забруднені і вологі предмети. Витягти їх із загальної маси сміття також не представляється можливим. Тому існує думка, що їх можна сортувати і збирати в квартирах і здавати для повторного використання.

Розглянемо це питання більш детально. В основному на сортування в місці збору побутового сміття впливає конструкція житлових будинків. Малоповерхові будинки (до 5 поверхів), як правило, не мають сміттєпроводу і ліфта. Розміри кухонь, коридорів і майданчиків на кожному поверсі вкрай недостатні для розміщення 7-8 ємностей для відсортованих компонентів побутового сміття. Однак, навіть якщо б і було достатньо місця для розміщення цих ємностей, то виникли б нерозв'язні труднощі з їх обслуговуванням і транспортуванням на майданчики у дворах. До цього знаходження тривалий час завантажених відсортованими компонентами ємностей на сходових або інших майданчиках на кожному поверсі будинку або в кухнях квартир приведе до інтенсивного виділення неприємних запахів і газоподібних шкідливих речовин.

Обслуговувати і транспортувати встановлені на майданчиках в будинках ємності мешканці кожного поверху не будуть, а наймати спеціальний обслуговуючий персонал для цієї мети - дуже дорогий захід. Тому залишається один шлях - кожна сім'я з кожної квартири будинку повинна виносити своє сміття на відведену у дворі майданчик і перекладати його окремі компоненти у встановлені на ній контейнери. Однак і це нереально з наступних причин:

- враховуючи вищенаведений різномірний склад сміття, його фракційність та інші особливості, немає ніякої впевненості в тому, що мешканець кожної квартири буде досить довгий час, особливо в зимовий період, сортувати вручну принесений їм сміття у різні контейнери, встановлені на спеціально відведених майданчиках;

- немає ніякої впевненості в тому, що всі компоненти, відсортовані жителями зі свого сміття, будуть придатними для подальшого використання як вторинної сировини (особливо це стосується склотари, до якої висуваються досить жорсткі вимоги, або напіввідкритих консервних банок, усередині яких знаходяться гниючі залишки харчових продуктів та іншого бруду); при цьому невідомо, хто буде робити в такому випадку остаточне сортування, відкриття банок і очищення компонентів від налиплого бруду;

- немає впевненості в тому, що відсортовані компоненти будуть негайно забиратися з дворових майданчиків і відвозити різним споживачам; будь-яке зволікання з транспортуванням може викликати не тільки відмову споживачів прийняти таку вторсировину, а й перенасичення контейнерів компонентами і захаращення майданчика;

- нарешті, немає впевненості в тому, що буде виділено численний парк спеціальних автомашин, пристосованих для транспортування певних компонентів, відсортованих з побутового сміття, до місць їх споживання.

У Російській Федерації практичного досвіду такого сортування побутових відходів (у місцях їх збору) немає. Зарубіжний досвід показав, що ступінь практичного здійснення такого сортування всього зібраного сміття в містах мізерна. Вона проблеми утилізації побутових відходів не вирішує.

І все ж попереднє сортування побутових відходів з метою селективного відбору певних цінних компонентів, якщо б вона була організована для сільської місцевості, невеликих приміських зон або окремих невеликих житлових районів, була б корисна. Так, у Франції більше 14 000 комун, які налічують близько 32 млн. жителів, вирішили проводити селективний збір скла. Загальна кількість зібраного таким способом скла в 1982 році склало 330 тис. т.

Такий спосіб селективного збору на основі добровільності і громадянськості населення отримав розвиток у США, Канаді та в інших країнах. З цією метою організуються майданчики в центрі житлових зон, де розміщуються великі контейнери, кожен з яких призначається для певного компонента. Відбір компонентів забезпечується самими мешканцями. В результаті можна відібрати окремо газетний папір, пакувальний картон, старий одяг, ганчірки і т. п. Після наповнення контейнери відвозяться на зацікавлені підприємства, які самі забезпечують їх транспортування [28-35].

Подібні центри, які поширені в США, відкриваються з ініціативи організацій захисту навколишнього середовища, клубів молоді, студентських асоціацій. Нерідко такі центри організуються великими фірмами. Доходи від збору компонентів служать для оплати транспорту, оренди контейнерів і т. п.

Разом з тим, не можна вважати, що організована таким чином сортування сміття може вирішити повністю проблему його знешкодження. З наведеного вище можна констатувати, що таке сортування може тільки частково принести якусь користь, а якщо говорити про всю масі побутового сміття в містах, то її здійснити неможливо із зазначених причин навіть для малоповерхових житлових будинків.

У багатоповерхових житлових будинках (де 6 і більше поверхів), обладнаних сміттєпроводами, здійснити сортування за вказаною першому шляху (тобто в місці збору) практично неможливо. Досить собі уявити, що за наявності в кожному під'їзді такого будинку, як правило, одного сміттєпроводу (а не 7-8 - за кількістю найбільш цінних компонентів, що знаходяться в побутовому смітті) жителі кожної квартири на будь-якому поверсі будинку не будуть сортувати своє сміття і складувати виділені компоненти в різні ємності. Навіть якщо їх можна було б встановити в кухнях або в будь-якому місці поверху. Занадто велика спокуса викинути сміття в наявний сміттєпровід і не витрачати досить тривалого часу на його сортування. Якщо таке сортування і могло б бути здійснене, то транспортувати відсортовані компоненти на спеціальні майданчики у дворах будинків - досить складна задача, що вимагає так само, як і в малоповерхових будинках, спеціального численного обслуговуючого персоналу і великих коштів, а для транспортування до місць споживання - численного парку спеціальних автомашин.

Тому необхідно визнати, що єдиним засобом для видалення побутового сміття в багатоповерхових житлових будинках є сміттепровід (єдиний в кожному під'їзді на всі поверхи), через який видаляється все перемішане сміття, що збирається в кожній квартирі.

Для комплексної сортування такого сміття можна говорити тільки про механізованій лінії на спеціальних підприємствах.

З усього зазначеного про комплексну сортування твердих побутових відходів у місці збору (по першому шляху) можна зробити висновок, що її здійснювати практично неможливо.

Нижче докладно розглянемо можливість практичного здійснення механізованої сортування побутових відходів.

2.2.2 Механізоване сортування побутового сміття на спеціальних підприємствах

Механізоване сортування передбачає надходження в цех сортування загальної маси зібраного в місті побутового сміття з метою поділу його на різні компоненти для їх подальшого використання як вторинної сировини.

З побутових відходів, які надходять на сортування спочатку вручну відділялися великогабаритні і важкі деталі. Потім побутове сміття надходить на транспортерні стрічки, над якими встановлено різні пристрої, що сортують певні компоненти.

Стрічкові транспортери - жолобчасті, так як при плоских стрічках робота встановлених над ними різних пристроїв, заснована на ворошіння і розпушенні сміття, привела б до розсипання його і труднощів при обслуговуванні. У той же час, застосування жолобчастих стрічок збільшував шар сміття на них, а отже, збільшувався його обсяг, в якому розосереджені дрібні фракції важких і кольорових металів, інших цінних компонентів, через що не представляється можливим їх витягти. У товщі сміття на стрічці були приховані і консервні банки, що не дозволяло їх відсортувати. До того ж вага консервних банок різко збільшилась через спресоване в них сміття та бруду при напівзакритих і закритих кришках. Практично за допомогою встановлених над транспортерними стрічками магнітних сепараторів витягувалися метали, розташовані тільки на поверхні рухається сміття, і такі, які за габаритними розмірами розміщались між шаром сміття на стрічці і нижньою частиною сепаратора.

Таким чином, відсоток вилучення чорного металу виявився досить низьким. Що стосується консервних банок, то можна вважати, що вони можуть бути схоплені в кількості, що становить не більше 15%.

Над конвеєром були встановлені обертові роторні колеса, які за допомогою насаджених гострих штирів виробляли ворошіння і розпушення шару сміття, що знаходиться на транспортерній стрічці, виловлюючи ганчір'я і папір.

Однак, зважаючи на недосконалість механізованої лінії, насаджені на штирі ротора папір та ганчір'я могли бути зняті зі штирів тільки при зупиненому роторі. Така операція не дозволяє безперервно отримувати ці компоненти.

Що стосується харчових відходів, дрібнофракційної пластмаси, битого скла, будівельного сміття, то їх витягти практично не можна через те, що вони перебувають у спільній високовологій і брудній масі сміття.

Висока вологість побутових відходів призводить до «замазування» інших механізмів, що рухаються та обертаються, що змушує постійно перебувати в цеху обслуговуючому та ремонтному персоналу. Проте в такому цеху через вкрай несприятливих і шкідливих для здоров'я людей антисанітарних умов знаходиться тривалий час протипоказано.

Така обстановка виникла тому, що жоден механізм і вузол механізованої лінії не міг бути герметизований через принцип своєї дії і конструктивних особливостей. Крім того, деякі пристрої над конвеєрами виробляли ворухіння й розпушування побутового сміття, що знаходиться на транспортерній стрічці. Таким чином, весь процес сортування сміття проводився в умовах інтенсивного виділення летких речовин і смердючих запахів, через що обслуговуючий і ремонтний персонал змушений був постійно працювати в респіраторях, а сам цех перетворювався на значний джерело забруднення навколишнього середовища. При цьому необхідно вказати, що леткі речовини які виділяються при сортуванні сміття не тільки є шкідливими для здоров'я людей, а й активно-корозійними для механізмів технологічної лінії і конструкцій будівлі [33-38]

Але ось в результаті технологічного процесу механізованого сортування твердих побутових відходів витягнута якась частина різних компонентів - брудні і замаслені ганчір'я, папір, метал, напівзакриті, забиті гниючими харчовими відходами і брудом, консервні банки. Перед тим, як їх відправити споживачам для повторного використання, вони повинні бути доведені до необхідного ступеня чистоти. Однак це дуже важке завдання, бо в консервних банках є хвороботворні мікроорганізми. Папір та ганчір'я не можуть бути очищені від масла і нафтопродуктів звичайною водою, та й у що перетвориться папір навіть від води.

Якщо говорити про будову споруд для очищення всіх виділених компонентів від нечистот перед здачею їх відповідним підприємствам вторсировини, то це були б дуже складні і дорогі споруди, що включають всі види очистки, в тому числі біологічну.

Все це говорить про те, що так звана «механізована комплексна сортування побутового сміття» не тільки неефективна, вона не тільки не вирішує проблеми знешкодження побутових відходів, вона створює додаткові проблеми забруднення навколишнього середовища від виділення шкідливих речовин і від забруднення обмивальних розчинами ґрунту і підземних водоносних горизонтів, створює антисанітарні умови для обслу-

говуючого персоналу. І це все заради здійснення лише часткової сортування.

Можна виразно зробити висновок: механізоване сортування побутових відходів з дотриманням діючих санітарних норм, з досягненням основної мети - знешкодити побутове сміття та ліквідувати міські звалища, - здійснити практично неможливо. Це підтверджує наш вітчизняний та зарубіжний досвід.

Наведений у цьому розділі детальний аналіз принципів особливостей комплексної сортування твердих побутових відходів дає можливість конкретно уявити ті труднощі, які приховані за загальними фразами про обов'язкове її здійснення, вважаючи, що комплексне сортування - це вирішення проблеми побутового сміття без будь-якого впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, повне комплексне сортування твердих побутових відходів як в місці їх збору, так і централізоване на спеціальних підприємствах з виділенням всіх компонентів технічно і практично неможлива.

Питання для самоперевірки

1. Дати характеристику процесу складування ТПВ на звалищах (полігонах).
2. Дати характеристику комплексного сортування ТПВ.
3. Дати характеристику сортування побутового сміття в місці його накопичення.
4. Дати характеристику механізованого сортування побутового сміття на спеціальних підприємствах.

3 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПОЛІГОНІВ ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ І ПОХОВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

3.1 Загальні положення

Як показує практика санітарної очистки міст, найпоширенішими у світовій і вітчизняній практиці спорудженнями зі знешкодження ТПВ є полігони.

Сучасні полігони – це комплекси природоохоронних споруд, призначених для складування, ізоляції та нейтралізації ТПВ, що забезпечують захист від забруднення атмосфери, ґрунту, поверхневих і ґрунтових вод, що перешкоджають розповсюдженню гризунів, комах і хвороботворних мікроорганізмів.

Тому полігони будують за проектом, що виконується проектними організаціями, відповідно до вимог, пред'явленими будівельними нормами і правилами.

Всі роботи зі складування, ущільнення та ізоляції ТПВ на полігонах виконують механізованим способом.

До складу проекту полігона входять: загальна пояснювальна записка; гідрогеологічна записка з обґрунтуванням вибору площадки під будівництво; технологічний розділ, що включає розрахунок місткості, технологічну схему з урахуванням почерговості будівництва, поздовжній і поперечний геологічні розрізи, режим експлуатації, розрахунок потреби в робочих кадрах, машинах і механізмах, рекомендації щодо рекультивації ділянки після закриття полігона для прийому відходів; будівельний генеральний план ділянки з нанесенням відміток вертикального планування, результатів планованих робіт по благоустрою території, а також спеціальних природоохоронних споруд; розділ з оцінки впливу полігону на навколишнє середовище.

Крім того, проект повинен включати розділи з організації санітарно-захисної зони та системи моніторингу, архітектурно-будівельну частину. У проекті розробляють санітарно-епідеміологічні заходи і приводять бізнес-план та основні техніко-економічні показники.

Таким чином, проект полігону захоронення відходів повинен передбачати захист навколишнього середовища при розміщенні відходів, які не можна зменшити, переробити, перетворити в компост, спалити або утилізувати будь-яким іншим методом.

Принципова схема конструктивних елементів полігону, що забезпечують надійний захист навколишнього середовища при розміщенні відходів, показана на рисунку 3.1.

Полігон захоронення ТПВ необхідний також для розміщення відходів, що залишилися від рециркуляції, компостування, спалювання або ін-

ших способів переробки, і може бути використаний, якщо альтернативні способи переробки відходів здійснити неможливо.

Полігон захоронення ТПВ, запроектований у відповідності з екологічними вимогами, включає споруди для відводу та збору фільтрату та біогазу з урахуванням потенційної можливості використання його як джерела отримання енергії.

Правильна розробка проектної документації дозволяє адекватно використовувати територію рекультивованого полігону захоронення ТПВ після того, як він буде закритий.

У заповненому полігоні захоронення ТПВ відходи повинні бути закриті перекриваючим матеріалом і шарами ґрунту, які укладаються по верх та є ізольованими в основі.

Для запобігання негативного впливу на навколишнє середовище при похованні відходів у світовій практиці прийнято наступні природоохоронні заходи та інженерні рішення, які обов'язково розробляють в проектах [24, 34-37].

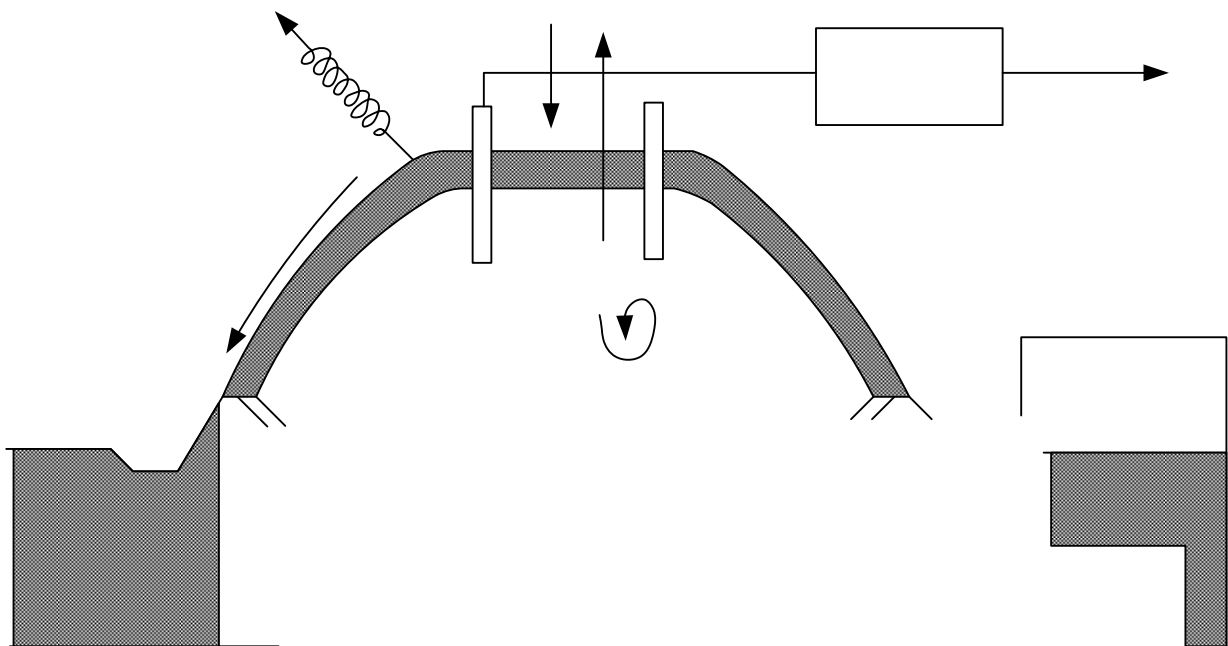


Рисунок 3.1 – Схема розрізу полігону з набором конструктивних елементів, що забезпечують надійний захист навколишнього середовища при розміщенні відходів

Санітарно-захисна зона – територія, що відокремлює житлову забудову від території, зайнятої відходами.

Нижній протифільтраційний екран – шари глини або геосинтетичні мембрани, призначені для збору фільтрату, його відкачування і запобігання попаданню в ґрунтові води.

Покриття – щоденне покриття розміщуваних відходів при завершенні робіт у кінці кожного робочого дня і заключне, що покриває заповнений полігон, для управління фільтрацією води, газової емісією та ерозією ґрунтового шару. Покриття також запобігає безпосередньому контакту відходів з навколишнім середовищем.

Фільтрат – рідина, яка пройшла через тверді відходи або з'явилася з них і містить розчинні, завислі або осаджені матеріали, виділені з похованих відходів. Фільтрат тече вниз, досягаючи дна полігону, але може також фільтрувати і через борти полігону.

Система збору фільтрату – дренажні труби, розміщені в нижньому протифільтраційному екрані або над ним, для збору, відведення, зберігання та можливої обробки фільтрату. Потік фільтрату, проходячи через зворотний фільтр, потрапляє в дренаж, виготовлений з пластикових перфорованих труб. Альтернативою цим трубам може служити спеціальна система, виготовлена з геосинтетичних матеріалів, яка буде збирати фільтрат і відводити його в спеціальну ємність для подальшого видалення.

Біогаз – продукт анаеробного розкладання органічних відходів, що є сумішшю метану, діоксиду вуглецю і невеликих часток різних газів.

Система збору біогазу – це система декількох рядів вертикальних колодязів або горизонтальних траншей, що містять провідний матеріал і перфоровані труби, поміщені в тіло полігону, для збору газу та його подальшого очищення з метою виробничого використання в якості джерела енергії.

Основна задача проектування полігонів полягає в тому, щоб розмістити відходи в землі згідно з певним графіком та з мінімальним впливом похованих відходів на навколишнє середовище при найменших затратах.

У світовій практиці відомі такі тимчасові показники виконання окремих робіт та функціонування полігонів: вибір ділянки, проектування та будівництво полігону – 3 роки і більше; експлуатація (заповнення, моніторинг та адміністративне управління) – 15 ... 30 років; закриття полігону – 1 ... 2 роки; моніторинг і обслуговування після закриття полігону – 30 років і більше; коригування непередбачених обставин.

Численні технічні інструкції, громадські побажання та приписи, існуючі технічні та природні умови необхідно враховувати при проектуванні полігонів.

Етапи проектування, які розглядають в обов'язковому порядку: встановлення необхідної місткості полігону захоронення ТПВ; дослідження і вибір потенційних учасників; визначення застосування національних (обласних) та місцевих вимог; визначення місцевих технічних можливостей у забезпеченні потреби полігону в енергії і матеріалах покриття; розгляд можливих напрямків подальшого використання ділянки після рекультивациі; визначення придатності обраних ділянок для будівництва полігону;

проектування заповнюючої частини полігону з урахуванням необхідного обсягу відходів і всіх вищезгаданих вимог; проектування системи відводу та збору фільтрату, моніторингу ґрунтових вод, системи моніторингу біогазу; розробка системи перекриття полігону після його закриття; узгодження проектної документації та отримання дозволу на будівництво; отримання фінансових гарантій для організації моніторингу за станом полігону та навколишньої території після закриття полігону; експлуатація полігону; закриття полігону; забезпечення моніторингу за навколишнім середовищем після закриття полігону [37-40].

3.2 Вибір ділянки під полігон та вишукувальні роботи

Розміщують полігони за межами міст і населених пунктів. Перед проектуванням замовник із зацікавленими організаціями (архітектурно-планувальним управлінням, відділом у справах будівництва і архітектури, органами екології та санепідемаглядом і гідрологічною службою) визначають район, в якому підбирають ділянку для розміщення полігону. При цьому керуються розміром санітарно-захисної зони, яка повинна бути не менш ніж 500 м від житлової забудови до меж полігону (СНиП 2.07.01-89, табл. 12), і гідрологічними умовами. За гідрологічними умовам сприятливими вважають ділянки з відкладеннями глини і суглинків та заляганням рівня ґрунтових вод на глибині більше 2 м.

Не можна використовувати під полігони болота глибиною понад 1 м і ділянки з виходом ґрунтових вод на поверхню у вигляді ключів, території, затоплювані водами, райони геологічних розломів, а також ділянки, розташовані ближче 15 км від аеропортів. Під полігони відводять відпрацьовані кар'єри глини, ділянки в лісових масивах, яри, вільні від цінних порід дерев.

При відведенні ділянки видають рекомендації з використання порушеної території після закриття полігону з урахуванням подальшого її використання: створення лісопаркового комплексу, влаштування відкритих складів будівельних матеріалів і тари нехарчового призначення та іншого подібного використання. Капітальне будівництво на ділянках складування ТПВ заборонено через виділення отруйних та вибухонебезпечних газів протягом тривалого часу (понад 40 років після закриття полігону).

Розмір ділянки, відведеного під полігон, залежить, як правило, від тривалості (15 ... 30 років) його експлуатації.

Найбільш економічні земельні ділянки, в плані по формі близькі до квадрату і допускають максимальну висоту складування ТПВ 12 ... 60 м в залежності від чисельності обслуговуючого населення.

На вибраній під полігон ділянці виконують топографічну зйомку, геологічні, гідрогеологічні розвідки і санітарні дослідження. Для проектування полігона необхідно мати план всієї ділянки, виконаний в масштабі 1:

1000 з горизонталями через 1 м. План господарської зони з розміщенням інженерних споруд та зовнішніх комунікацій складають у масштабі 1: 500 з горизонталями через 0,5 м.

В процесі геологічних досліджень визначають порядок нашарування, потужність і склад порід, що складають основу полігону, коефіцієнти фільтрації ґрунтів всіх типів. Мінімальна глибина розвідки 10 м. При різнорідних ґрунтах необхідно проводити дослідження до водотривкого шару з поглибленням у нього на 1 – 1,5 м.

Гідрогеологічними дослідженнями встановлюють рівень ґрунтових вод (РГВ) і напрямлення їх потоку. Для розрахунку водовідвідних каналів, що захищають полігон від потоку поверхневих вод (дошових і талих), збирають відомості про інтенсивність та випаровування атмосферних опадів та площі їх водозбору.

В результаті геологічних і гідрогеологічних досліджень складають план розташування шурфів і свердловин, геологічні (літологічні) профілі, заключення гідрогеолога про придатність наміченої ділянки під полігон ТПВ та рекомендації по інженерному захисту навколишнього природного середовища.

Для полігонів з навантаженням на основу більше 10т/м^2 (100 тис.т/га) проводять комплексні геологічні дослідження, що включають більш повне вивчення гідрогеологічних, геофізичних, ландшафтно-геохімічних та інших умов відведеної земельної ділянки, з складанням прогнозу можливого негативного впливу об'єкта на природні екосистеми в перспективі (через 30 ... 50 років).

Висновок про придатність вибраної ділянки під облаштування полігону знешкодження ТПВ видають органи охорони природи і санітарно-епідеміологічного нагляду за результатами проведених досліджень.

3.3 Розрахунок місткості полігона

Проектовану місткість полігона розраховують з урахуванням питомої узагальненої річної норми накопичення ТПВ на одного жителя, що включає накопичення ТПВ в установах і організаціях, число обслуговуемого полігоном населення, розрахунковий термін експлуатації, ступінь ущільнення ТПВ в процесі їх укладання в тіло полігону і після його закриття.

Місткість полігону на розрахунковий термін його експлуатації:

$$V_1 = \left[\frac{(Y_1 + Y_2)}{2\rho_{\text{ТПВ}}} \right] (H_1 + H_2) T / 2K_1 K_2, \quad (3.1)$$

де Y_1, Y_2 – питомі річні норми накопичення відходів в першій і останній роки експлуатації полігону, т/чол.;

N_1, N_2 – чисельність населення, яке обслуговується полігоном, на перший і останній роки експлуатації, чол.;

T – розрахунковий термін експлуатації полігону, роки;

K_1 – коефіцієнт ущільнення ТПВ, що дорівнює відношенню густини ТПВ після ущільнення ($\rho_{\text{т60}} = 0,6 \dots 0,8 \text{ т/м}^3$) до щільності ТПВ, що доставляється сміттєвозами на полігон ($\rho_{\text{т60}} = 0,2 \dots 0,3 \text{ т/м}^3$), залежить від маси ґрунтоущільнюючої машини і товщини ізолюючого шару ($h_{\text{із}}$), які виготовляються з мінерального ґрунту (при $h_{\text{із}} = 0,25 \text{ м}$ і менше, $K_1 = 3 \dots 4,5$);

K_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення обсягу полігону за рахунок влаштування зовнішніх і внутрішніх ізолюючих шарів; K_2 залежить від ізолюючого матеріалу, якості якого використовують мінеральний ґрунт, що забирається з основи полігону, або привізний. Так, для виконання ізолюючих робіт за допомогою мінерального ґрунту, що розробляється в основі споруджуваного полігону, $K_2 = 1$, а при привозному ґрунті – $K_2 = 1,16 \dots 1,37$, в залежності від висоти або глибини полігону.

Як показує практика поводження з відходами, норми накопичення ТПВ змінюються в часі і складають близько 3% в рік. Тоді зміна річного обсягу накопичення ТПВ на 7-й рік становитиме:

$$Y_2 = Y_1(1,03)^T. \quad (3.2)$$

При розрахунку місткості полігону необхідно враховувати демографічні зміни чисельності населення в обслуговуючому районі за розрахунковий період [35-37, 41]:

$$H_2 = H_1 K_3, \quad (3.3)$$

де K_3 – коефіцієнт, що враховує демографічні зміни в обслуговуючому районі за рахунок народжуваності та міграції населення, $K_3 = 1 \dots 1.4$.

3.4. Проектування основних елементів полігона і інженерно-технічних заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу відходів на навколишнє середовище

3.4.1. Компонування основних споруд полігона

Основні елементи полігону – це під'їзна дорога, ділянка складування ТПВ, господарська зона, інженерні споруди і комунікації.

Під'їзна дорога з'єднує існуючу транспортну магістраль з ділянкою складування ТПВ. Параметри під'їзної дороги розраховують на двосторонній рух. Категорія та основні параметри під'їзної автодороги встановлюють відповідно до розрахункової інтенсивності руху.

Основна споруда полігону – *ділянка складування відходів*, яка зазвичай займає до 95% площі полігону. Його розбивають на черги експлуатації

з урахуванням прийому відходів протягом 3 ... 5 років. Заповнюють кожну чергу по висоті поярусно. Висоту кожного ярусу приймають 2 ... 2,5 м, включаючи товщину шару ізоляції відходів мінеральним ґрунтом.

Ділянки складування повинні бути захищені від стоку поверхневих вод, що надходять з вищерозташованих земельних масивів. Для перехоплення дощових та паводкових вод навколо полігону проектують водовідвідну канаву. Схема розміщення основних споруд полігону наведена на рисунку 3.2.

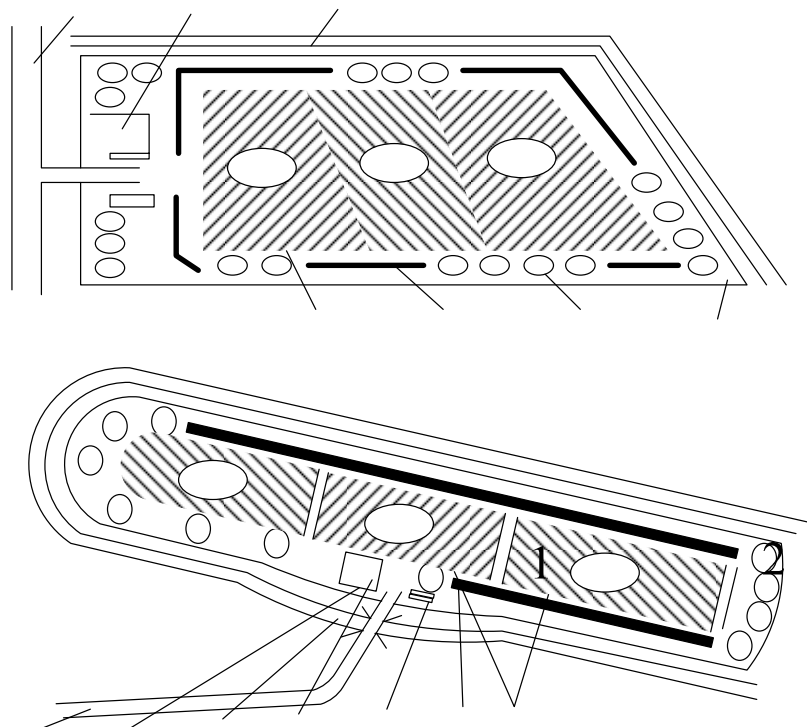


Рисунок 3.2 – Схема розміщення основних споруд полігону:
 а – при співвідношенні довжини і ширини полігону; 2:1; б – при співвідношенні більше 3:1; 1 – під'їзна автодорога; 2 – господарська зона, H нагорний канал; 4 – огорожа; 5 – зелена зона; 6 – кавальєр мінерального ґрунту для ізоляції шарів ТПВ; 7 – ділянки складування відходів; I, II, III – черги експлуатації.

На відстані 1 ... 2 м від водовідвідної канави влаштовують огороження навколо полігону. Також по периметру полігону на смузї 5 ... 8 м висаджують деревно-чагарникову рослинність, прокладають інженерні комунікації (водопровід, каналізацію), встановлюють щогли електроосвітлення, відсипають кавальєри мінерального ґрунту для використання його для ізоляції ТПВ.

Господарську зону проектують на перетині під'їзної автодороги з кордоном полігону, що сприяє експлуатації зони на будь-якій стадії заповнення полігону ТПВ. У господарській зоні розміщують побутові та вироб-

ничі споруди. Під господарську зону бажано відводити прямокутну ділянку і як можна ближче до останньої черги складування ТПВ. На ділянках складування витягнутої форми господарську зону розміщують посередині довгої сторони. Господарська зона займає площу 5 ... 15% всієї площі полігону.

3.4.2. Проектування ділянки складування

На ділянці складування проектують пристрій котловану з метою отримання ґрунту для проміжної та остаточної ізоляції. Середню глибину котловану, який відривається в основі полігону, розраховують з умови балансу ґрунтових мас і рівня залягання ґрунтових вод. Днище котловану влаштовують на глибині не менше 1 м вище позначки максимального рівня ґрунтових вод. На схилі землях з ухилом понад 0,5% проектують каскад котлованів (рис. 3.3).

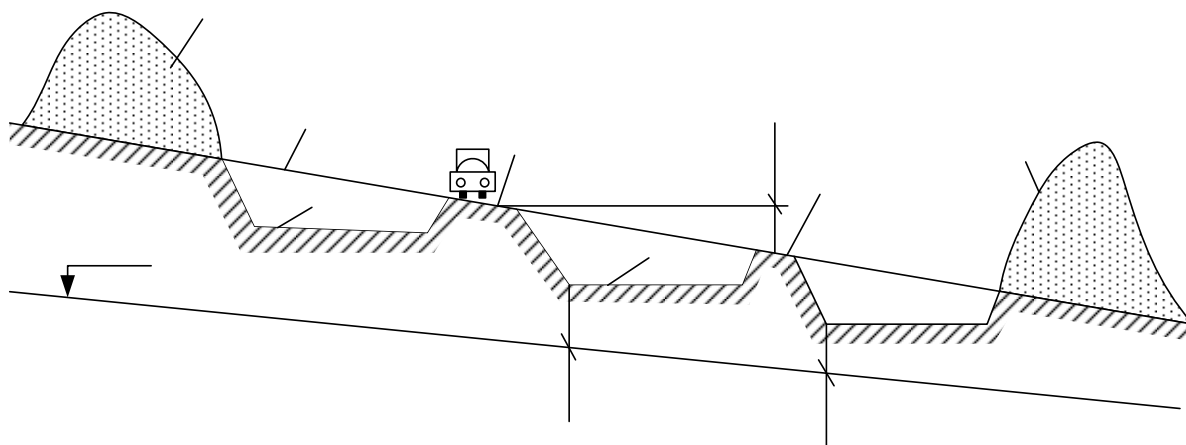


Рисунок 3.3 – Каскад котлованів в основі полігону, спроектованого на схилах: 1 – кавальєр мінерального ґрунту; 2 – денна поверхня землі до розробки котловану; 3 – підстава ділянки складування відходів; 4 – автодорога

Ґрунт, що розробляється в котловані першої черги, розміщується в кавальєрах, що влаштовуються по периметру полігону, а другої та третьої черги подають для проміжної та остаточної ізоляції відходів, що розміщуються на картах на початку першої черги, а потім другої. Ґрунт з кавальєрів використовують для проміжної та остаточної ізоляції відходів, що розміщуються на картах третьої черги.

Дно котловану влаштовують горизонтально в тому випадку, коли в основі полігону будівництво дренажу не потрібно.

Різниця відміток основ двох суміжних ділянок складування не повинна перевищувати 1 м (при більшій різниці відміток потрібно проводити розрахунок стійкості розділових валів). При необхідності поверх проміжних валів проектують тимчасову автодорогу для проїзду сміттєвозів та іншої техніки.

При розміщенні полігонів в ярах каскад котлованів формують, відсипаючи ґрунтові загати.

Основу полігонів повинні складати зв'язані ґрунти в природньому стані з коефіцієнтом фільтрації води не більше 0,0086 м/доб, товщиною не менше 0,5 м. Для ґрунтів в основі полігону з коефіцієнтом фільтрації більше 0,0086 м/доб передбачають пристрій штучних водонепроникних екранів:

- одношарового глиняного, який виконують товщиною не менше 0,5 м. Початкова глина непорушеної структури повинна мати коефіцієнт фільтрації не менше 0,001 м/доб. Поверх екрана укладається захисний шар з місцевого ґрунту товщиною 0,2 ... 0,3 м;

- ґрунтобітумного, обробляючи ґрунт основи органічними в'язучими речовинами або відходами нафтопереробної промисловості на глибину 0,2 ... 0,4 м з одинарним або подвійним насиченням в залежності від складу розміщуваних відходів та кліматичних умов;

- двошарового екрану з латексу, що складається з спланованого підстилаючого шару мінерального ґрунту товщиною 0,2 м, шару латексу, проміжного 0,4-метрового шару з піщаного ґрунту, другого шару латексу і захисного шару з дрібнозернистого ґрунту товщиною 0,5 м;

- з поліетиленової плівки, стабілізованої сажею, в два шари, що складаються з підстилаючого шару (піщаний ґрунт) товщиною 0,2 м і двох шарів поліетиленової плівки товщиною 0,2 мм кожна. Між шарами плівок влаштовують дренажний шар з грубозернистого піску товщиною 0,4 м. По верху другої плівки укладають захисний шар товщиною 0,5 м піщаного ґрунту з максимальним розміром часток до 5 мм.

Земельна ділянка, що відводиться під складування відходів на території яру, повинна включати його верхову частину з метою організації збору і відводу поверхневих вод. Ґрунт для проміжкової та остаточної ізоляції розробляють з урахуванням принципів, викладених в даному розділі.

Ділянка складування по довжині яру розбивають, починаючи з верхів'я, на черги експлуатації. Кожну чергу зі зниженого боку захищають ґрунтовими дамбами, виконуваними з мінерального ґрунту, від утворення зсувів. Багатокаскадна схема складування відходів в ярах показана на рисунку 3.4.

Ґрунтові дамби перевіряють розрахунком на статичну стійкість з урахуванням впливу відходів у водонасиченому стані.

При організації складування відходів у вироблених кар'єрах необхідно влаштовувати з'їзди або виїзди, що забезпечують з'їзд і розвантаження сміттєвезів на нижніх відмітках кар'єра і зворотній їх виїзд.

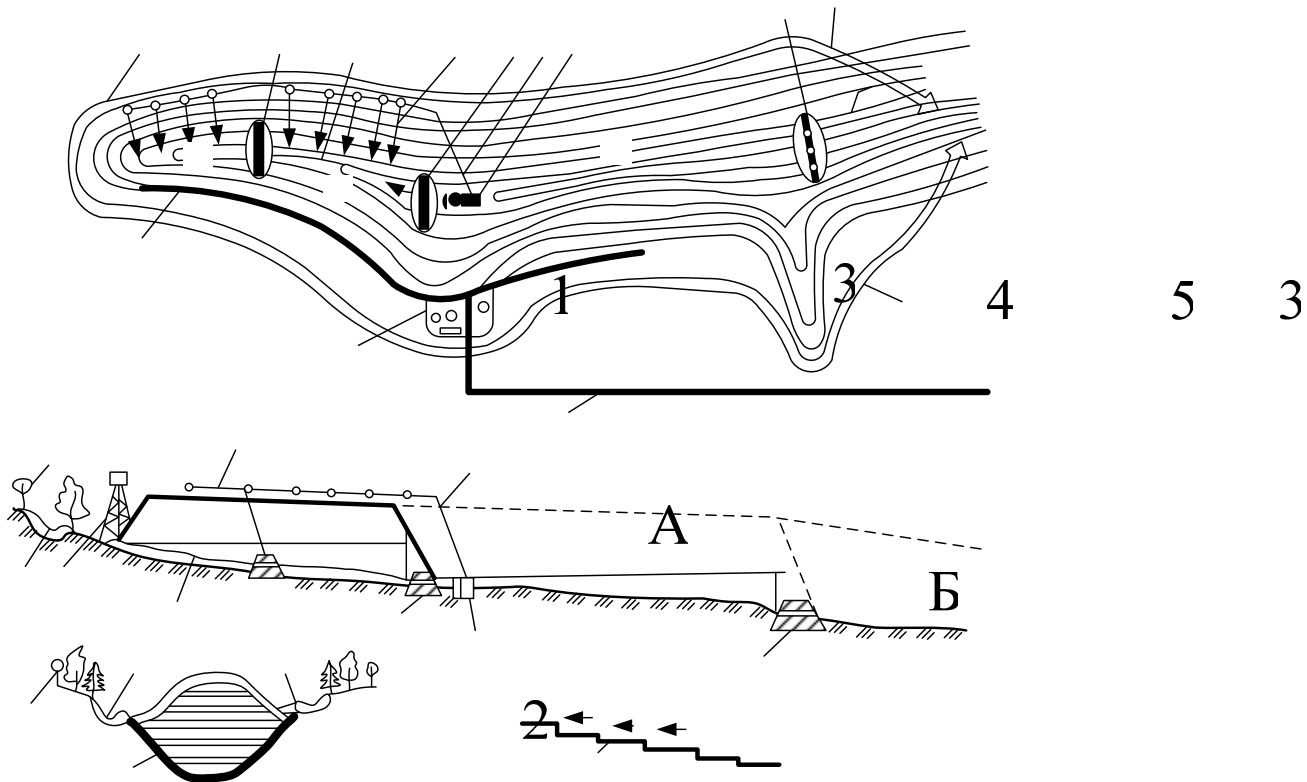


Рисунок 3.4 – Багатокаскадні схеми складування відходів в яр: а – планова компоновка полігону; б, в – розрізи; г - уступи, що влаштовуються в підставі високо навантажується полігону; 1 – Нагорний канал, 2 - автодорога, 3 – фунтові дамби 4 - придонний дренаж; 5,6 – напірний і розподільні трубопроводи для відведення та розподілення фільтрату по поверхні звалищного ґрунту тіла полігон; 7 – насосна станція-8 господарська зона; 9-протифільтраційний екран; 10 - щогла електроосвітлення. 11 - огорожу; А – перший каскад першої черги; Б – другий каскад першої черги; В-друга черга; Г-ділянка на перспективу

Траншейну схему складування відходів застосовують при інтенсивності прийому ТПВ до 120 тис. м³ на рік в траншеї глибиною ... 6 м і шириною по верху до 12 м. Розташовують траншеї перпендикулярно напрямку панівних вітрів. Ґрунт, вийманий при влаштуванні траншей, згодом використовують для проміжкової та остаточної ізоляції складованих у них відходів. Довжина однієї траншеї залежить від пори року і тривалості прийому ТПВ: в літній час в період додатніх температур навколишнього повітря – протягом 1 ... 2 міс, в зимовий час в період від'ємних температур – протягом усього періоду промерзання ґрунтів.

Безпосереднє складування відходів у воду, на болотнистих і періодично заливаючихся поверхневими водами ділянках не допускається. Використанню таких ділянок повинна передувати організація будівельних робіт з підйому території шляхом підсипки інертних матеріалів в основу

полігону на висоту, що перевищуватиме на 1 м максимальний рівень поверхневих та паводкових вод. На підсипаній основі влаштовують водотривкий екран.

3.4.3 Господарська зона і інженерні споруди

Господарську зону проектують для розміщення адміністративно-побутового корпусу; контрольно-пропускного пункту спільно з пунктом стаціонарного радіометричного контролю; вагової; гаража з навісом і майстерні для стоянки та ремонту машин і механізмів; складу ТСМ; складів для розміщення енергоресурсів будівельних матеріалів, спецодягу, господарського інвентарю та інших матеріалів; об'єктів і ліній електропостачання та інших споруд.

Територія господарської зони повинна мати тверде покриття, освітлення і в'їзд з боку полігона.

На великих полігонах, розрахованих на термін експлуатації понад 15 років, водопостачання забезпечується з артезіанських скважин, що проектується у складі об'єктів полігону. На менших полігонах, розрахованих на термін експлуатації менше 15 років, за погодженням з органами санепідемагляду, водопостачання забезпечують привізною водою.

На виїзді з полігону повинен бути контрольно-дезінфекційний пункт з влаштуванням залізобетонної ванни довжиною 8 м, глибиною 0,3 м і шириною 3 м для дезінфекції коліс сміттєвозів. Залізобетонну ванну заповнюють тривідсотковим водним розчином лізолу і тирсою.

Враховуючи часті пожежі на звалищах, на полігонах необхідно влаштовувати систему пожежогашіння. Витрата води на зовнішнє пожежогашіння становить 10 л/с. Для цього проектують залізобетонний резервуар або ставок місткістю не менше 50 м³.

Для виключення несанкціонованого видалення відходів та зменшення забруднення прилеглих земель полігон огорожують. Огорожу можна замінити осушувальною траншеєю, яку влаштовують глибиною не менше 2 м, або валом, що насипається заввишки більше 3 м. В огорожі полігона у виробничо-побутовому будинку улаштовують ворота або шлагбаум.

Зовнішнє освітлення за постійною схемою передбачає тільки господарська зона. Добові карти освітлюють по часовій схемі. Мінімальну освітленість робочих (добових) карт беруть 5 лк [37-42].

3.4.4 Проектування внутрішнього дренажу для збирання та відведення фільтрату. очистка та знешкодження фільтрату

На обсяги фільтрату, утвореного в товщі полігонів, суттєво впливають опади і щільність складованих ТПВ. Ущільнення відходів на звалищі знижує проникність звалищного ґрунту, що зменшує обсяг утворюється фільтрату в ньому, але не вирішує всіх проблем негативного його впливу

на навколишнє середовище. Тому на ряді зарубіжних високонавантажуваних полігонах поховання ТПВ передбачають будівництво внутрішнього дренажу. Схема для розрахунку горизонтального трубчастого дренажу, наявного в основі проєктованого полігону, наведена на рисунку 3.5.

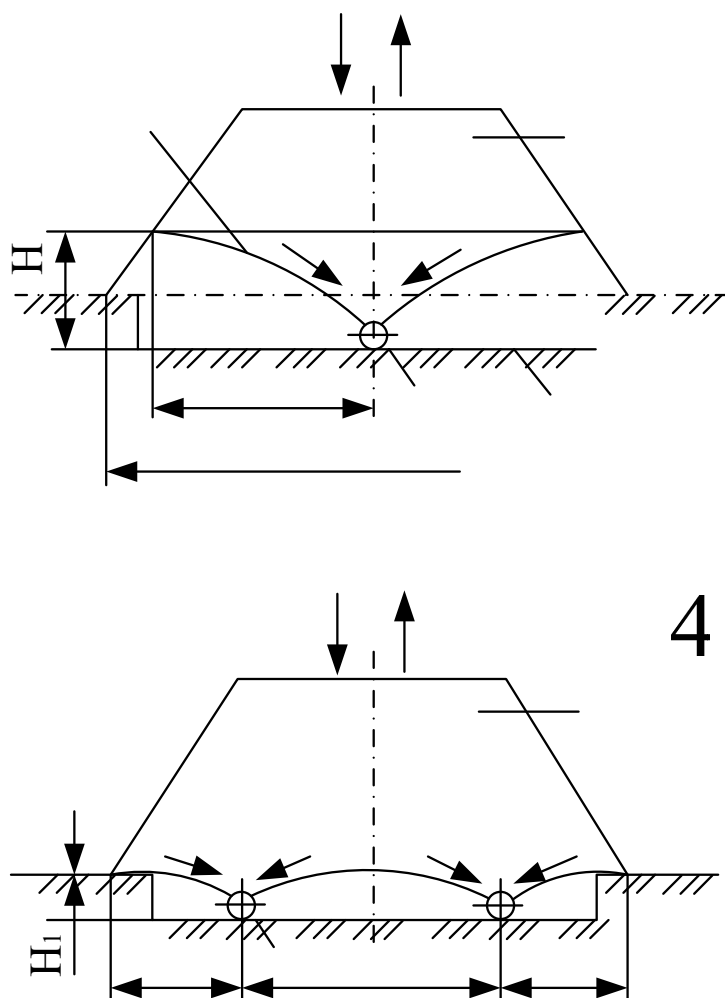


Рисунок 3.5 – Схема для розрахунку дренажу:

а – для одиночної дрени; б – для декількох дрен; 1 – тіло полігону; 2 – дно котлована, 3 – дрена, 4 – депресійна крива; О – опади; Е – випаровування; Н – напір; q_p – інфільтраційний приплив фільтрату до дрени; R – горизонтальна проєкція депресійної кривої; B_k – ширина котловану; H_1 – норма осушення; B_1 – відстань між дренами

Розрахунок дренажу ведуть в такій послідовності.

Визначають приплив фільтрату до дрен, $m^3/доб$ на 1 м згінної довжини,

$$Q = q_p F / l_{ад}, \quad (3.4)$$

де q_p – розрахункове інфільтраційне живлення, прийняте як максимальне значення з розрахункових значень інфільтраційного живлення зи-

мово-весняного $q_{p(з/в)}$ або літньо-осіннього $q_{p(л-о)}$ періодів, м/добу; F – водозбірна площа полігона, м²; $l_{др}$ – довжина дрени, м.

Розрахункове значення інфільтраційного живлення за зимово-весняний період:

$$q_{p(з/в)} = [\alpha O_{з/в} - E_{з/в}] / T_{з/в}, \quad (3.5)$$

де α – частка опадів, що вбереться в ґрунт (у зимово-весняний період, коли ґрунт ще не відтанув, $\alpha = 0,6$, в літньо-осінній період $= 1,0$); $O_{(з/в)}$ – опади за зимово-весняний розрахунковий період, приведені до 10%-ї забезпеченості, мм; $E_{(з/в)}$ – випаровування з поверхні полігону ТПВ за зимово-весняний розрахунковий період; $T_{(з/в)}$ – тривалість зимово-весняного періоду, дб.

Опади за зимово-весняний розрахунковий період, приведені до 10%-ї забезпеченості,

$$O_{(з/в)} = O_0 k, \quad (3.6)$$

де O_0 – середньобогаторічне значення опадів 50%-ї забезпеченості, визначається за довідником; p_1 – відсотковий розподіл елементів водного балансу для опадів за зимово-весняний період (табл. 3.1);

k – коефіцієнт, що враховує зміну кількості опадів при переході до іншої розрахункової забезпеченості, $k = f(C_v^1) C_v^1 = C_v \nu$; C_v – коефіцієнт варіації, який визначається за довідником, що дорівнює 0,3 ... 0,5; ν – поправочний коефіцієнт при площі водозбору $\Gamma = 0 \dots 50$ га, $\nu = 1,25$.

Випаровування з водної поверхні полігону ТПВ за зимово-весняний період, мм,

$$E_{(з/в)} = E_0 p_2 k^1, \quad (3.7)$$

де E_0 – випаровування з водної поверхні, приймають по довідковій літературі, мм; p_2 – відсотковий розподіл елементів водного балансу (для умов випаровування з водної поверхні за зимово-весняний розрахунковий період) визначають за таблицею 3.1; k^1 – коефіцієнт приведення випаровування з водної поверхні до випаровування з поверхні полігону ТПВ, $k^1 = 0,7$ визначають за таблицею 3.2.

Таблиця 3.1 – Відсотковий розподіл елементів водного балансу в залежності від середньобогаторічної річної суми

Елементи	Зима	Весна	Літо	Осінь
----------	------	-------	------	-------

водного балансу	(01.10...10.03)	(10.03...15.04)	(15.04...15.09)	(15.09...01.12)
Опади, %	30	7	39	24
Випаровування (з водної поверхні), %	7	5	77	11

Опади за літньо-осінній розрахунковий період, приведений до 10%-ї забезпеченості,

$$O_{(л/о)} = O_0 p_3 k, \quad (3.8)$$

де p_3 – відсотковий розподіл елементів водного балансу для опадів літньо-осіннього періоду (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.2 – Коефіцієнт приведення випаровування з водної поверхні до випаровування з поверхні полігону

C_v^1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
k	0,13	0,126	1,4	1,54	1,67	1,8	1,94	2,06	2,19	2,6

Випаровування з поверхні полігону за літньо-осінній період

$$E_{(л/о)} = E_0 p_4 k^1, \quad (3.9)$$

де p_4 – відсотковий розподіл елементів водного балансу для випаровування з водної поверхні за літньо-осінній період, див. табл. 3.1.

Розрахункове інфільтраційне живлення за літньо-осінній період

$$q_{p(л/о)} = (\alpha O_{(л/о)} - E_{(л/о)}) / T_{(л/о)} \quad (3.10)$$

де $T_{л/о}$ – тривалість літньо-осіннього розрахункового періоду, діб.

Вибравши максимальне значення інфільтраційного живлення з розрахованих за формулами (3.5) і (3.10), розрахункове значення притоку фільтрату до дрен отримують за формулою (3.4).

Після цього можна визначити положення кривої депресії на кордонах полігону. При влаштуванні одиночної дрени, розташованої в середині основи полігона, висота виклинювання депресійної кривої на схилі полігону

$$H = \sqrt{QR / K_f} \quad (3.11)$$

де R – горизонтальна проекція кривої депресії, м; K_f – усереднений коефіцієнт фільтрації звалищного ґрунту, м/доб.

У разі високого підйому депресійної кривої і просочування фільтрату на схилах полігону одиночної дрени, розташованої посередині основи полігону, недостатньо. Тому необхідно розглянути розміщення декількох дрен. Тоді, задаючи необхідну норму осушення тіла полігону H_1 , обчислюють відстань між дренами, м,

$$B = 2H_1 \sqrt{K_f / q_p} \quad (3.12)$$

Отже, для забезпечення необхідної норми осушення розрахункове число дрен

$$N = B_k / B \quad (3.13)$$

де B_k – розрахункова ширина (довжина) котловану, м; B – відстань між дренами, м.

Уточнена міждренна відстань, м,

$$B_1 = B_k / N \quad (3.14)$$

Потім визначають питомий приплив фільтрату, який припадає на 1 м згінної довжини дрени, м³/доб,

$$Q_1 = q_p F / l_{др} N \quad (3.15)$$

Витрата фільтрату в усті дрени:

$$Q_{устья} = Q_1 l_{др} \quad (3.16)$$

Задаючи значення поздовжнього ухилу дрени, з довідника підбирають відповідний внутрішній діаметр дренажних труб.

Зібраний, а після відведений дренажною системою, фільтрат токсичний, тому перед скиданням у природне середовище його очищають від забруднюючих речовин, які нейтралізують.

На вибір способу очищення та знешкодження фільтрату, який утворюється в товщі полігонів та звалищ, впливають його кількість, склад і властивості.

Обсяг відведеного фільтрату $Q_f = Q_{устья} N$.

Фільтрати звалищ ТПВ відрізняються різноманіттям вміщених в них забруднюючих компонентів, серед яких важкі метали, галогенопохідні, біологічноокисні органічні речовини, азот в різних формах, розчинники, солі та ін.

Фахівці відзначають, що знешкодити фільтрати важче, ніж обробити каналізаційні стоки: фільтрати можуть мати в 200 разів вище хімічне споживання кисню (ХСК), а їхній склад і об'єм змінюються в досить широкому діапазоні як по роках, так і за сезонами року.

Досить часто технології, розроблені для обробки фільтрату одного звалища, втрачають свою ефективність в міру її старіння і не завжди можуть бути застосовані на іншому звалищі.

Широко застосовуваний раніше спосіб розподілу фільтрату по поверхні ґрунту з метою самоочищення в ході природних біологічних, фізичних і фізико-хімічних процесів визнаний небезпечним, внаслідок сприяння повному знищенні родючості ґрунту [39-44].

В цілому методи обробки фільтрату звалищ ТПВ об'єднані в підгрупи:

- каналізування (скидання в каналізацію для подальшої сумісної обробки з побутовими стічними водами і подачею на поверхню звалища по замкнутому циклу);
- біологічна обробка (аеробна і анаеробна);
- хіміко-фізична обробка (хімічне осадження, хімічне окислення, адсорбція із застосуванням активованого вугілля, зворотний осмос та ін.)

Перегонка фільтрату зі сміттєзвалищ в каналізаційні мережі для подальшої нейтралізації його з міськими побутовими стоками – найбільш поширений метод. Основні труднощі, що виникають при цьому, пов'язані з високою концентрацією органічних і неорганічних компонентів, наявних в фільтратах як нових, так і старих звалищ.

Спільна обробка фільтратів з побутовими стічними водами допускається лише у випадках, коли обсяг фільтрату не перевищує 5% подачі стоків на очисну установку. При великих об'ємах перекачуваного фільтрату погіршується якість очищення стоків, збільшується корозія вузлів очисної установки. Високі концентрації важких металів у фільтраті можуть перешкодити і навіть повністю виключити можливість використання в сільському господарстві осаду стічних вод в якості добрива.

Широко поширена, як з найдешевших і прискорюючих процес стабілізації закритих звалищ, технологія розподілу зібраного фільтрату по поверхні складованого матеріалу.

Встановлено, що для стимулювання процесу біологічного розкладання органічної речовини необхідний вміст у ньому 50 ... 70% вологи. У посушливих районах або в жарку суху пору року фільтрат, що подається на поверхню звалища, підвищує біологічну активність, в результаті знижу-

ється концентрація органічних забруднюючих речовин і відповідно збільшується мінералізація відходів, підвищується ефективність звалища як генератора біогазу.

Разом з тим скорочення термінів біологічної стабілізації звалища вимагає строгого обліку її гідрологічних умов, рівномірного розподілу фільтрату по поверхні, постійного контролю кислотності (рН) матеріалу звалища. При значних відхиленнях від рН 7 знижується активність анаеробного заселення мікроорганізмами, збільшуються терміни розкладання органіки.

Необхідно враховувати і той факт, що така технологія сприяє лише зменшенню обсягу фільтрату в результаті його випаровування, але не усуває його повністю. Причому концентрація забруднюючих речовин в кінцевому стоці буде вищою.

В останні роки за кордоном отримали досить широке застосування способи біологічної очистки фільтрату. Їх ділять на аеробні та анаеробні в залежності від того, чи є потрапляння кисню в середовище біологічної обробки, чи ні.

При аеробній обробці органічні забруднювачі перетворюються на вуглекислий газ і воду, а тверді біопродукти повертаються в фільтрат, а при анаеробній обробці органічні речовини перетворюються в біогаз, що складається в основному з вуглекислого газу і метану, і тверду фазу – мул.

У Німеччині побудовані і працюють кілька великих установок по аеробній обробці фільтратів звалищ з продуктивністю близько 4000 м³/добу. Режим експлуатації та спосіб подачі фільтрата на установки мали співвідношення БСК: N: P = 100: 5: 1.

Вплив температури, часу витримки фільтратів та наявність в них завислих твердих речовин вивчали в лабораторних умовах. Встановлено, що найменші зниження ХСК і вмісту металів в інтервалі температур 5 ... 25 °С при витримці протягом 5 ... 60 діб відповідають меншим значенням, тобто 5 °С і 5 діб. Зна τ ве (на 30 ... 60%) ХСК знижується при температурі понад 9°С і тривалості витримування відстою більше 10 діб. Відмічено, що високий вміст завислих речовин при оптимальних значеннях інших параметрів процесу прискорює процес седиментації і сприяє зв'язуванню металів. При вмісті в фільтраті 14 ... 24 г/л зважених речовин вдалося знизити їх концентрацію, %: магнію на 50, свинцю та нікелю на 75, алюмінію, кадмію, хрому, заліза, марганцю і цинку на 95.

Анаеробна обробка фільтрату забезпечує мікробіологічний анаеробний процес в звалищі і найбільш ефективна вона в умовах високих концентрацій органічних речовин, характерних для нових звалищ.

При очищенні фільтрату анаеробними методами забезпечується зниження БПК на 65 ... 80 % у температурному діапазоні 29 ... 38 °С з зменшенням вмісту алюмінію, барію, кадмію, нікелю та цинку більш, ніж на

85%, заліза – на 80, хрому, міді, свинцю та марганцю – на 40 ... 70, кальцію – на 30 і магнію, калію, натрію – на 10%.

При цьому на початку анаеробного процесу рН фільтрату доводять до $\text{pH} > 7$, додаючи вапно, а недолік фосфору поповнюють, додаючи PO_4^{3-} до співвідношення БПК: N: P = 100: 5: 1.

Отриманий в результаті анаеробного розкладання органіки метан використовують для підтримки оптимальної (35°C) температури в реакторі, а при надлишку передають зовнішньому споживачеві.

Основні переваги анаеробної очистки фільтрату в порівнянні з аеробною наступні:

- не потрібна подача кисню в оброблюване середовище;
 - значно зменшуються витрати енергії;
 - 85 ... 90% органічної речовини перетворюється в біогаз; утворюється менша кількість осаду, що полегшує його утилізацію;
 - потрібно менше добавок для живлення мікрофлори;
 - зменшуються розміри установки і відповідно площі і капітальні вкладення на їх будівництво;
 - швидше гинуть патогенні організми, особливо в термофільному режимі;
 - усуваються неприємні запахи;
 - збільшується мінералізація анаеробного осаду при видаленні важких металів, що підвищує цінність його як добрива;
 - практично не потрібно осадження анаеробного осаду.
- Недоліки анаеробної очистки в порівнянні з аеробною:
- необхідність високих (більше 30°C) температур для досягнення ефективної кінетики процесу;
 - складність роботи в період пуску і необхідність суворого контролю умов процесу;
 - менша ефективність видалення важких металів;
 - необхідність додаткової обробки для отримання необхідного ступеня очищення.

При необхідності зменшення вмісту важких металів в осаді, одержуваному при біологічному знешкодженні фільтрату звалищ і полігонів, проводять додаткову обробку його хіміко-фізичними методами.

Для осадження забруднюючих речовин при хіміко-фізичній обробці фільтрату зазвичай використовують вапно або глинозем. При цьому фільтрат освітлюється в результаті укрупнення дрібних зважених твердих часток і видалення важких катіонів. У той же час виділяється велика кількість осаду, а ХСК знижується не більше ніж на 40%.

Хімічне окислення при використанні Cl_2 , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, KMnO_4 або O_3 дає кращі результати процесу освітлення і знижує ХСК (до 48%). Разом з тим

використання галогенів приводить до утворення небезпечних галогенованих сполук.

Адсорбція забруднюючих речовин із застосуванням активованого вугілля у вигляді стрижнів або порошків дозволяє досягти більшого зниження концентрації органічних речовин у порівнянні з іншими хіміко-фізичними методами. Основний недолік цього методу – необхідність частоті регенерації вугільних стержнів і, як наслідок, велика витрата вугільного порошку. Метод адсорбції із застосуванням активованого вугілля використовують тільки як останню, як правило, третю ступінь очищення фільтрату. Кінцеве зниження ХСК при цьому може скласти 85%.

Для запобігання засмічення мембран колоїдними речовинами фільтрат попередньо обробляють вапном (до рН 12), потім сірчаною кислотою (до рН 3 ... 6) і осаджують, додаючи CaSO_4 . Попередня обробка фільтрату зменшує його каламутність майже на 90%. Мембрани зменшують вміст важких металів на 85 ... 99% від рівня розчинених твердих речовин.

Переваги хіміко-фізичних способів очищення фільтратів звалищ полягають в швидкому запуску процесу, можливості його автоматизації, нечутливості до коливань температури, простоті застосування в більшості випадків матеріалів і устаткування. У той же час хіміко-фізичні способи мають і серйозні недоліки: великі обсяги утворення осадів внаслідок використання флокулянтів, висока вартість обладнання, хімічних реагентів і витрат на експлуатацію. Тому хіміко-фізичні способи застосовують в основному для попередньої обробки фільтратів або на кінцевих щаблях після біологічної очистки. Вони найбільш ефективні при очищенні фільтратів зі старих звалищ і для видалення окремих забруднювачів, присутніх в аномально більших концентраціях.

Шкідливі речовини, що знаходяться у фільтраті звалищ, різні за своєю природою, а склад їх дуже великий. Тому повністю очистити фільтрат лише яким-небудь одним способом неможливо. Необхідність застосування різних методів очистки фільтрату в комплексі диктується також постійним посиленням вимог до якості очистки стічних вод перед скиданням їх у каналізацію і водні об'єкти [41-46, 51].

Вибору способу очищення або їх комбінації передують найбільш повне вивчення складу фільтрату, що утворився.

Застосовуваний спосіб очищення має забезпечити повну нейтралізацію шкідливих речовин або перетворення їх в інертні матеріали, а також виключити можливість утворення шкідливих речовин в формах або видах, знешкодити які було б неможливо на наступних етапах очистки. При цьому кінцеві і побічні продукти очищення фільтрату (шлам, осад, концентрат, адсорбенти, зола, повітря і гази, які викидаються) повинні бути знешкоджені і по можливості утилізовані.

Німецькі фахівці пропонують такі основні комбінації обробки фільтрату звалищ ТПВ, відповідні сучасному рівню розвитку техніки в цій галузі.

Варіант 1. Анаеробна попередня обробка:

- біологічна обробка фільтрату;
- адсорбція із застосуванням активованого вугілля;
- осадження (флокуляція);
- обробка осаду.

Варіант 2. Анаеробна попередня обробка:

- 1-й ступінь зворотного осмосу;
- 2-й ступінь зворотного осмосу;
- випарювання концентрату і його сушка.

Варіант 3. Анаеробна попередня обробка:

- біологічна обробка;
- одно-або двоступінчастий зворотний осмос;
- обробка концентрату або осаду.

Варіант 4. Випарювання фільтрату та сушка осаду:

- розгонка випарів;
- одноступінчастий зворотній осмос для випару.

Застосовуючи будь-який метод, особливу увагу необхідно приділяти кінцевому твердому залишку (осаду, шламу, мулу), забрудненість якого не повинна перешкоджати складуванню залишку тут же, на звалищі, де очищається фільтрат.

У США найбільше поширення одержали *методи біологічної очистки фільтрату звалищ*. Так, в штаті Огайо утворений на звалищі ТПВ фільтрат збирають в накопичувальний колодязь і потім на спеціальних автомобілях направляють на установку очистки стічних вод сталеливарного заводу. Там фільтрат проходить біологічне очищення спільно з господарсько-побутовими стоками заводу. Технологічна схема станції біологічної очистки складається з змішувального бака, відстійника і обертового біологічного контактора діаметром 3,6 м. Дослідним шляхом встановлено, що додавання азоту істотно збільшує ефективність очищення фільтрату від бензолу, толуолу, фенолу, ацетону, кетонів і сульфідів.

Передовою технологією очищення фільтрату оснащене міське звалище ТПВ в околицях Нью-Йорка (США), де реалізовано багатостадійний процес. Зібраний підземною дренажною системою фільтрат подають в так званий усереднюючий ставок місткістю 5,68 тис. м³. Потім вміст ставка перекачується в апарати, де відбувається відділення важких металів при рН 10. Для підвищення ефективності осадження використовують полімерні флокулянти. Далі фільтрат поступає в нейтралізатор, де його рН знижується до 7, а потім в подвійні реактори з фіксованою зваженою біомасою анаеробної очистки. При підтриманні заданого режиму і постійного значення

pH органічна речовина розкладається практично повністю з утворенням метану. З реакторів фільтрат подають в газоовідокремлювальну ємність, де проводиться його інтенсивний барботаж повітрям. Завершує технологічний ланцюжок двоступенева аеробна очистка з наступним фільтруванням.

В Японії в 70-х роках технології очистки фільтрату звалищ значно ускладнилися у зв'язку з жорсткістю природоохоронних вимог. Фільтрат звалищ там піддають повному біологічному очищенню, включаючи денітрифікацію, обробку з метою виділення важких металів і адсорбційну нейтралізацію з застосуванням активованого вугілля. Такими очисними спорудженнями обладнано близько 1000 звалищ.

У Швейцарії все більш широко використовують системи очистки фільтрату звалищ із застосуванням рослин. Так, з 1989 р. на одній із звалищ ТПВ в районі Боденського озера діє установка з болотними рослинами, здатними засвоювати і концентрувати важкі метали, феноли, фосфати, пестициди, нафтопродукти. В результаті, утворену забруднену біомасу потім переобляють як цінну сировину [41, 48].

3.4.5 Заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу біогазу на навколишнє середовище

Оцінюють небезпеку газохімічного забруднення об'єкта і застосовують рішення по її усуненню за строками перебігу активних мікробіологічних процесів на звалищі ТПВ та кількістю біогазу, що утворюється в різний час.

Мета дегазації звалищ, на думку зарубіжних фахівців, – виключити негативний вплив біогазу на навколишнє середовище. Для цього звалища герметизують, щоб запобігти неконтрольованому витoku біогазу, або цілеспрямовано збирають і знешкоджують його.

Для повного виключення емісії біогазу досліджують процеси його поширення в кожному конкретному випадку. Як показує практика експлуатації полігонів ТПВ, біогаз, що утворюється в товщі складованих відходів, поширюється переважно в горизонтальному напрямку і емісійна ситуація залежить головним чином від стану верхнього шару відходів і ступеня їх ізоляції від атмосферного повітря. Змішування біогазу з атмосферним повітрям відбувається в верхньому, більш пухкому шарі звалища. При ущільненому верхньому шарі або наявності герметичного покриття звалища біогаз концентрується і виділяється на схилах і обмежених ділянках поверхні полігону.

Для дегазації звалищ використовують два основні методи: пасивної дегазації, яка здійснюється за рахунок власного надлишкового тиску, наявного в товщі звалища, і активної дегазації, здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв для видобутку газів.

Пасивну дегазацію звалищ застосовують рідко, так як цей метод недостатньо ефективний і вимагає високого ступеня ізоляції звалища.

Для *активної дегазації* використовують кошти, що забезпечують високоякісне відсмоктування біогазу і запобігають його витоку.

Надійно захистити емісію біогазу по периметру сміттєзвалища можна, розмістивши газозбірні колодязі на відстані до 30 м один від одного, а також підтримуючи більш високе розрідження. В результаті мігруючий біогаз примусово змішується з великими кількостями повітря, що в більшості випадків виключає можливість його використання через утворення вибухонебезпечних сумішей біогазу з повітрям.

Ефективна дегазація можлива при забезпеченні суттєвого розрідження в товщі звалища; зведенні до мінімуму підсосу повітря; стабільності роботи споруди протягом тривалого часу; наявності достатньої потужності щодо відведення газу.

Добре зарекомендували себе системи вертикальних свердловин, з'єднані горизонтальними дегазаційних трубопроводами.

Вертикальна газова свердловина – це колодязь діаметром 0,6 ... 1,2 м, всередині якого є перфорована труба з поліетилену високого тиску або іншого антикорозійного матеріалу. Горизонтальні трубопроводи, що з'єднують газові свердловини, виготовляють з поліетиленових труб. По утвореній системі трубопроводів біогаз подається на спалювання або на утилізацію іншим способом.

Енергетично корисним вважають біогаз зі співвідношенням концентрації CH_4 : $\text{CO}_2 = 1:5$.

Однак при використанні споруд систем дегазації звалищ можливі порушення анаеробних умов в товщі відходів, що призводять до пригнічення процесу метаногенеза. Так, відношення концентрації CH_4 : CO_2 в біогазі менше 1:2, а також наявність кисню і присутність азоту в кількості більше 1%, що є сигналом проникнення в товщу повітря. В цьому випадку необхідні термінові заходи по додатковій герметизації свердловин.

Гольштейнське газове товариство (ФРН) розробило конструкцію газового зонда, що забезпечує необхідні умови при спорудженні системи дегазації звалищ. Зонд виконаний у вигляді шлицьованої труби з внутрішнім діаметром 400 ... 500 мм і довжиною 6 ... 10 м. За допомогою прохідницької насадки, що має форму труби, його забивають в тіло звалища на глибину до 35 м.

В процесі забивання труб ущільнюється звалищний ґрунт в пристінній зоні, що перешкоджає переважно горизонтальному переміщенню біогазу. Для усунення цього явища корпус зонда обладнують хрестоподібним розпушувачем.

Разом з прохідницької насадкою в свердловину вводять закріплену в корпусі зонда трубу з поліетилену високого тиску діаметром 160 мм.

Зонд може бути укомплектований пристроями для прокачування газозбірної камери, щоб періодично очищати її від проникаючого бруду.

При забрудненні і закупорюванні зонд можна відкрити і очистити за допомогою подачі під тиском біогазу, а також підходящого для цих цілей інертного газу.

Нарешті, можливий прямий вплив на процес в зоні розміщення зонда за рахунок внесення субстанцій мікроорганізмів, штамів та інших середовищ, що розкладають метан.

На трьох звалищах в районі Гамбурга (ФРН) вже встановлено до 200 зондів, біогаз від яких використовується в одній утилізаційній установці. Розрахункова потужність установки 14 МВт, що відповідає витратам одержуваного біогазу близько 2500 м³/ч. Проведені аналізи складу біогазу дали середнє значення відношення концентрацій CH₄: CO₂ = 1:4 ... 1:7.

Питання для самоперевірки

1. Які основні положення застосовуються для проектування полігонів для знешкодження і поховання твердих побутових відходів.
2. Які конструктивні елементи полігона для ТПВ забезпечують надійний захист навколишнього середовища при розміщенні відходів?
3. Як здійснюється вибір ділянки під полігон та розрахунок місткості полігона?
4. Дати характеристику схеми розміщення основних споруд полігону і проектування ділянки складування відходів.
5. Дати характеристику багатокаскадних схем складування відходів.
6. Дати характеристику проектування внутрішнього дренажу для збирання та відведення фільтрату.
7. Дати характеристику системі очистки та знешкодження фільтрату на полігоні ТПВ.
8. Дати характеристику заходам спрямованим на зменшення негативного впливу біогазу на навколишнє середовище.

4 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОЛІГОНІВ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНІТОРІНГУ В ЗОНІ ЗАХОРОНЕННЯ ВІДХОДІВ

4.1 Експлуатація полігонів

На полігоні в процесі експлуатації виконуються такі основні роботи: прийом, складування та ізоляція відходів. Враховують прийняті відходи за обсягом в неущільненому стані, відзначають прийняту кількість відходів в «Журналі прийому твердих побутових відходів». Категорично забороняється вивезення на полігони відходів, придатних до використання в якості вторинних ресурсів, а також токсичних, радіоактивних та біологічно небезпечних. Організація робіт на полігоні визначається технологічною схемою експлуатації полігону, що розробляється в складі проекту. Технологічна схема являє собою будгєнплан полігону, складений на період експлуатації його, з урахуванням сезонності і послідовності виконання робіт на майданчиках складування і в місцях розміщення мінерального ґрунту, використовується для ізоляції відходів.

Основний документ планування робіт – графік експлуатації, що складається щорічно, в якому помісячно планують кількість прийнятих відходів з зазначенням номерів робочих карт та місць розробки ґрунту для ізоляції ТПВ.

Організація робіт по експлуатації полігону повинна відповідати вимогам охорони навколишнього середовища і забезпечувати максимальну продуктивність засобів механізації та техніку безпеки.

На полігоні організовують безперебійне розвантаження смітєвєзів, для чого площадку перед робочою картою розбивають на дві частини (ділянки). На одній ділянці розвантажуються смітєвєзи, на іншому працюють бульдозери або ґрунтоущільнюючі катки. Причому розмір майданчика повинен забезпечувати розвантаження смітєвєзів і безперебійний виїзд кожної виїжджаючої машини.

Тривалість прийому смітєвєзів під розвантаження на одній ділянці беруть 1 ... 2 год. Мінімальна площа перед робочою картою з урахуванням розбивки її на дві частини повинна забезпечувати одночасне розвантаження 12% смітєвєзів, що прибувають протягом робочого дня.

Безладне складування ТПВ за межами робочої карти, відведеної на поточну добу, не допускається. Вивантажені з машин відходи складують на робочій карті шириною 5 м (для траншейних 12 м), довжиною 30 ... 150 м. Заповнюють робочі карти за методами «насуву» і «зіштовхування».

Методом «насуву» робочі карти заповнюють переміщенням відходів знизу вгору. Для цього бульдозери зрушують відходи з майданчиків розвантаження на робочу карту, створюючи слої висотою до 0,5 м, ущільнюючи і формуючи з них вал з пологим схилом заввишки 2 м від рівня майданчика розвантаження смітєвєзів. Вал наступної робочої картки «насувають»

до попереднього. Ущільнений шар ТПВ висотою 2 м ізолюють шаром мінерального ґрунту товщиною 0,15 ... 0,25 м в залежності від ступеня ущільнення відходів. У міру заповнення робочих карт фронт робіт переміщається від відходів, покладених в попередню добу, в сторону вільних робочих карт [48-50].

Основні операції, що виконуються в процесі експлуатації полігону, показані на рисунку 4.1.

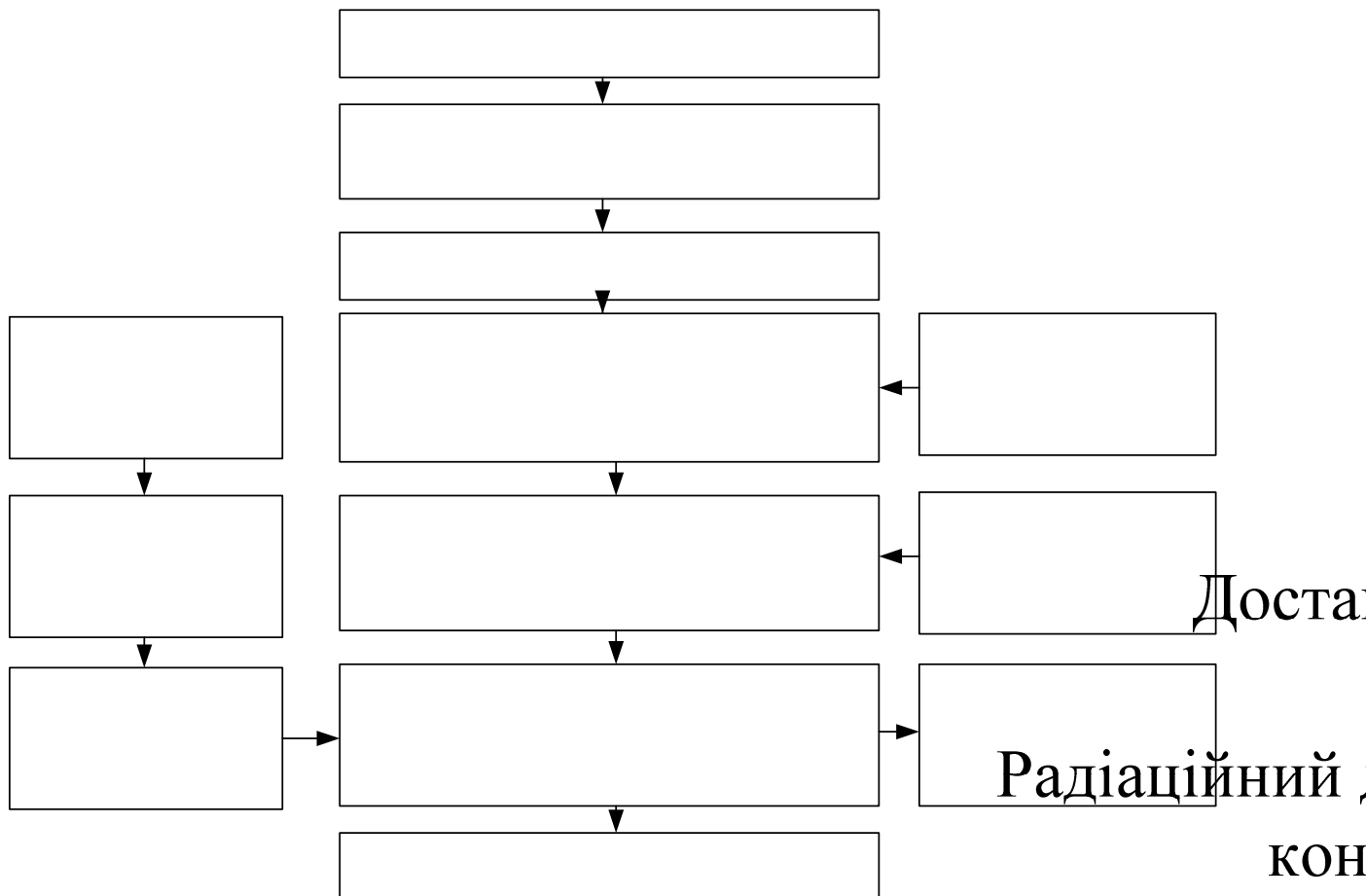


Рисунок 4.1 – Структурна схема основних операцій, які виконуються при експлуатації полігонів ТПВ

Методом «зіштовхування» робочі карти заповнюють, переміщуючи відходи зверху вниз. В цьому випадку сміттєперевізний транспорт розвантажується на верхньому майданчику ізолюваної робочої карти, сформованої в попередній день. У міру заповнення робочих карт фронт робіт переміщується вперед, до укладених в попередню добу ТПВ.

Зрушують відходи, розвантажені сміттєвозами на робочі карти, бульдозерами, а ущільнюють відходи, покладені на робочій карті шарами до 0,5 м, важкими бульдозерами масою 14 т на базі тракторів Т-100 і Т-130 або ґрунтоуплотнюючими катками марки КМ -305. Бульдозери та карти при

ущільненні ТПВ переміщуються уздовж довгої сторони робочих карт дво-, чотириразовим пошляховим проходом по одному і тому ж сліду.

Проміжну і остаточну ізоляцію ущільненого шару ТПВ здійснюють мінеральним ґрунтом. При складуванні ТПВ на відкритих незаглиблених картах проміжну ізоляцію в теплу пору року проводять щодоби, в холодну пору року – з інтервалом не більше 3 діб. Товщина шару проміжної ізоляції 0,25 м, при ущільненні катками КМ-305 – 0,15 м. розробляють і доставляють мінеральний ґрунт для проміжної ізоляції на робочі карти скреперами.

Дотримання цієї послідовності забезпечує виконання вимог охорони навколишнього середовища.

4.2 Моніторинг природного середовища на об'єктах утилізації відходів

У місцях поховання відходів екологічна обстановка значно гірша, що пов'язано з забрудненням практично всіх компонентів природного середовища: атмосфери, ґрунтового покриву, поверхневих та підземних вод. У зв'язку з цим в місцях утилізації відходів необхідний моніторинг природного середовища, що представляє собою систему дискретних і безперервних спостережень за станом природного середовища і її оцінки для своєчасного виявлення і усунення негативних антропогенних процесів, а також здійснення комплексу ефективних природоохоронних заходів на основі оперативних і середньострокових прогнозів стану природного середовища.

До складу моніторингу ділянки утилізації відходів і прилеглих до них територій входять:

1. Система спостережень і контроль за рівнем забруднення всіх компонентів природного середовища (атмосферного повітря, ґрунтів, порід зони аерації, поверхневих і підземних вод).

2. Оцінка стану окремих компонентів природного середовища на основі екологічних і санітарно-епідеміологічних критеріїв; комплекс оперативних та середньострокових прогнозів стану природного середовища для розробки ефективних природоохоронних заходів.

3. Отримання повної, своєчасної та достовірної інформації про стан природного середовища в місцях знешкодження та захоронен відходів та прилеглих територій, а також показників технічного стану природоохоронних споруд.

4. Забезпечення всіх користувачів своєчасною і повною інформацією про стан природного середовища.

5. Розробка експлуатаційних, технологічних і будівельних природоохоронних заходів по запобіганню забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод.

6. Оцінка ефективності здійснюваних природоохоронних заходів.

Враховуючи масштаби та інтенсивність джерел забруднення природного середовища за ієрархічним показником і просторово-тимчасовому рівню, моніторинг в місцях знешкодження та захоронення відходів відноситься до локальних або імпактних, так як він пов'язаний з конкретними об'єктами джерел забруднення (полігон по знешкодженню і похованню комунальних, промислових, сільськогосподарських відходів).

Важливими показниками даного виду антропогенного впливу на навколишнє середовище є характерні масштаби ландшафтно-гідродинамічного і ландшафтно-гідрохімічного перерозподілу забруднюючих речовин в місцях сполучення між різними компонентами природного середовища. За цією ознакою природно-антропогенні процеси на ділянках утилізації відходів відносяться до повільно протікаючих процесів, спостереження за якими доцільно проводити періодично.

Основними об'єктами моніторингу в місцях знешкодження та захоронення відходів є атмосфера, поверхневі і підземні води, ґрунт, біота, урбанізоване середовище, населення.

Атмосферне повітря є однією з найважливіших складових частин природного середовища, що піддається інтенсивному впливу в результаті надходження газоподібних, аерозольних і дисперсних забруднюючих речовин з дільниць поховання відходів. Атмосферне повітря забруднюється за рахунок викиду досить великої кількості газоподібних отруйних речовин, наприклад, метану, сірководню та інших газоподібних речовин, і теплового забруднення. Забруднення атмосферного повітря поділяють на первинне і вторинне. Первинне забруднення є результатом викиду власне забруднюючих речовин в атмосферу, а вторинне – це результат складних фізико-хімічних перетворень забруднюючих речовин або їх сполук.

Стан атмосферного повітря в зоні знешкодження та захоронення відходів оцінюють за змістом водяної пари, метану, азоту повітря, діоксиду сірки, фтористого водню, температурою повітря і іншими показниками.

Ґрунтовий покрив також є найважливішим компонентом природного середовища, що зазнає помітного антропогенного впливу в зоні захоронення відходів. Пріоритетні показники екологічного стану – ступінь засоленості останніх легкрозчинними солями, забрудненість важкими металами, наявність органічних забруднюючих речовин, реакція середовища.

У першому випадку засолення ґрунтів визначається присутністю у водних витяжках іонів SO_4^{2-} , Cl^{2-} , HCO_3^{3-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} ; у другому випадку – наявністю важких металів: Ni, Pb, Zn, Cr, V, Kd, Zr та ін.

Слід зазначити, що багато важких металів, що містяться в ґрунтах у незначних кількостях, служать мікроелементами, необхідними для життя рослин, а які у кількостях, що перевищують ГДК, є високотоксичними забруднювачами, згубно впливають на рослини. Так цинк знижує інтенсивність процесів перетворення органічних речовини в ґрунтах,

викликає зміну фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, досить легко поглинається рослинами.

Свинець також негативно впливає на біологічну діяльність в ґрунті, інгібуючи активність ферментів, порушує метаболізм мікроорганізмів. Свинець добре поглинається і накопичується рослинами, що уповільнює їхній ріст і веде до поступової загибелі. Згодовування тваринам кормів, що містять в 1 кг 3 мг свинцю в сухій масі і більше, призводить до накопичення його в тканинах тварин. Накопичення свинцю в організмі людини викликає серйозні захворювання, наприклад анемію, енцезаралопатію та ін.

Найбільш негативно звалища впливають на підземні і поверхневі води. У місцях складування відходів формуються антропогенні водоносні горизонти, що за рівнем забруднення перевищують всі існуючі техногенні утворення в підземній гідросфері. Основне джерело надходження забруднювачів у підземні горизонти ґрунтових вод – унікальний за своєю токсичністю фільтрат (і біогаз), що формується в анаеробних умовах у товщі звалища в результаті процесів деполімеризації, зброджуванні, гуміфікації органічної речовини, сульфатредуції і т. п. процесів. В результаті мінералізації фільтрат досягає декількох десятків грам на 1 л. У фільтраті присутні іони амонію і хлору, у високій концентрації макрокомпоненти, вміст яких становить кілька грам на 1 л, важких металів (цинк, свинець, нікель, хром, кадмій та інші важкі метали). У фільтраті формуються органічні сполуки змішаних рядів, ароматичні, ациклічні та карбонільні з'єднання всіх класів небезпеки [44-49].

Відомо, що поряд з пилом і дрібними фракціями ТПВ, які розносяться з території звалищ вітром, основним джерелом несприятливого впливу цих об'єктів на навколишнє середовище є газ, що виділяється з товщі складованих відходів. Встановлено його основні компоненти – метан і діоксид вуглецю. Тому полігони необхідно обладнати системами газового моніторингу та моніторингу ґрунтових вод.

Система газового моніторингу – це система труб, призначена для відбору проб, змонтована на поверхні ґрунту по периметру полігону і розташована вище рівня ґрунтових вод для того, щоб виявити будь-який газ, мігруючий з полігону.

Система моніторингу ґрунтових вод – це система свердловин, колодязів або шурфів, розміщених у певних місцях і пробурених на глибину нижче рівня ґрунтових вод для взяття зразків з метою визначення їх якості.

Перед взяттям проби необхідно провести попереднє відкачування або водовідлив, так як вода в контрольних колодязях, свердловинах або шурфах застоюється. Також необхідно стежити, щоб при відборі проб у воду разом зі шлангом або іншими інструментами і матеріалами не були внесені забруднення.

Нагірні канали і водовідвідні канали необхідно очищати регулярно, так як забруднення з них можуть потрапити в поверхневі води. На

ділянках, де в граничних водовідвідних спорудах постійно є стік, з них відбирають проби води для проведення аналізів.

Майстер полігону не рідше одного разу на декаду оглядає санітарно-захисну зону і вживає заходів щодо усунення виявлених порушень (ліквідація несанкціонованих звалищ, очистка території від мотлоху і т. д.). Один раз в квартал контролює правильність формування зовнішніх схилів полігона, закладення яких має бути $m = 4$.

На території полігонів категорично забороняється спалювання ТПВ та збір брухту.

З метою виключення несанкціонованого складування відходів, що містять радіонукліди, відходи, що надходять на полігон, проходять радіаційний дозиметричний контроль. Для цих цілей використовують геолого-розвідувальні пошукові прилади СРП-68-01 або СРП-88Н.

4.3 Складування ТПВ на полігоні

В Україні на муніципальних полігонах допускається розміщення лише прівірняних до ТПВ відходів.

Промислові відходи, що допускаються для спільного складування з ТПВ, не повинні бути вибухонебезпечними та самозаймистими і не повинні мати вологість більше 85%; токсичність суміші відходів не повинна перевищувати токсичність ТПВ (за даними аналізу водної витяжки). Промислові відходи IV класу небезпеки, що приймаються без обмежень полігонами ТПВ (табл. 4.1) характеризуються вмістом у водній витяжці (1 л води на 1 кг відходів) токсичних речовин на рівні фільтрату з ТПВ і повинні мати крупність не більше 250 мм.

Технологія утилізації відходів на полігонах виконується з урахуванням місцевих санітарних вимог у відповідності зі СНиП 2.07.01-89.

Теоретична місткість полігона на розрахунковий термін (15-20 років) визначається за формулою

$$E_m = (k_1 / 4k_2) \cdot T \cdot (Y_1 + Y_2) \cdot (H_1 + H_2), \quad (4.1)$$

де k_1 - коефіцієнт, що враховує ущільнення ТПВ за весь термін служби полігона;

k_2 - коефіцієнт, що враховує обсяг проміжних і зовнішніх ізолюючих шарів ґрунту;

T - термін служби полігона;

H_1 і H_2 - чисельність населення на перший і останній роки експлуатації;

Y_1 і Y_2 - питомі річні норми накопичення на перший (фактичні дані) і останній роки експлуатації ($\text{м}^3/\text{чол. на рік}$).

Таблиця 4.1 – Перелік промислових відходів IV класу небезпеки

Код групи і виду відходів	Вид відходу
1.24.01	Алюмосилікатний шлам СБ-г-43-6
1.36.02.1	Асбестоцементний лом
1.36.02.2	Асбокрошка
1.39.01	Бентоніту відходи
1.31.01	Графіт відпрацьований виробництва карбиду кальцію
1.31.02	Гіпсовмісткі відходи виробництва вітаміну В-6
1.31.03	Вапно-кипілка, вапняк, шлами після гасіння
1.31.04	Крейди хімічно осадженої тверді відходи
1.31.05	Оксид алюмінію у вигляді відпрацьованих брикетів (при виробництві $AlCl_3$)
1.31.06	Оксид кремнію (при виробництві ПВХ і $AlCl_3$)
1.31.07	Параніту відход
1.31.08	Плав солей сульфату натрію
1.31.09	Селікагель (з адсорбентів осушки нетоксичних газів)
1.24.02	Селікагель виробництва шлам з фільтр-пресів (містить глину і кремнезем)
1.24.03	Соди гранульованої шлам
1.24.04	Содово-цементного виробництва відходи дистиляції у вигляді $CaSO_4$
1.29.00	Формувальні стрижневі суміші, що не містять важких металів
1.24.05	Хімводоочищення та пом'якшення води шлам
1.27.01	Хлорид-натрієві осади стічних вод виробництва лакових епоксидних смол
1.39.10	Хлорне вапно нестандартне
1.36.02.3	Шиферного виробництва тверді відходи
1.39.1	Шлаки ТЕЦ, котелень, що працюють на вугіллі, торфі, сланцях чи ТПВ
1.39.12	Шліфувальні матеріали

Площа ділянки складування полігону розбивається на черги експлуатації з розрахунку 3-5 років на кожну чергу. У складі першої черги виділяється перший пусковий комплекс з обсягом складування протягом 2-3 років.

Майданчик під полігон вибирається з урахуванням рельєфу, розташування доріг, населених пунктів, рози вітрів та інших факторів. Перевага віддається ділянкам, де в основі залягають глини і суглинки, інші водотривкі породи.

Полігони траншейного типу (рис. 4.2) створюються на плоских ділянках шляхом прокладки траншів глибиною 3-6 м і шириною поверху 10-12 м. Грунт, отриманий від розробки траншеї, використовується для зворотної засипки після їх заповнення ТПВ.

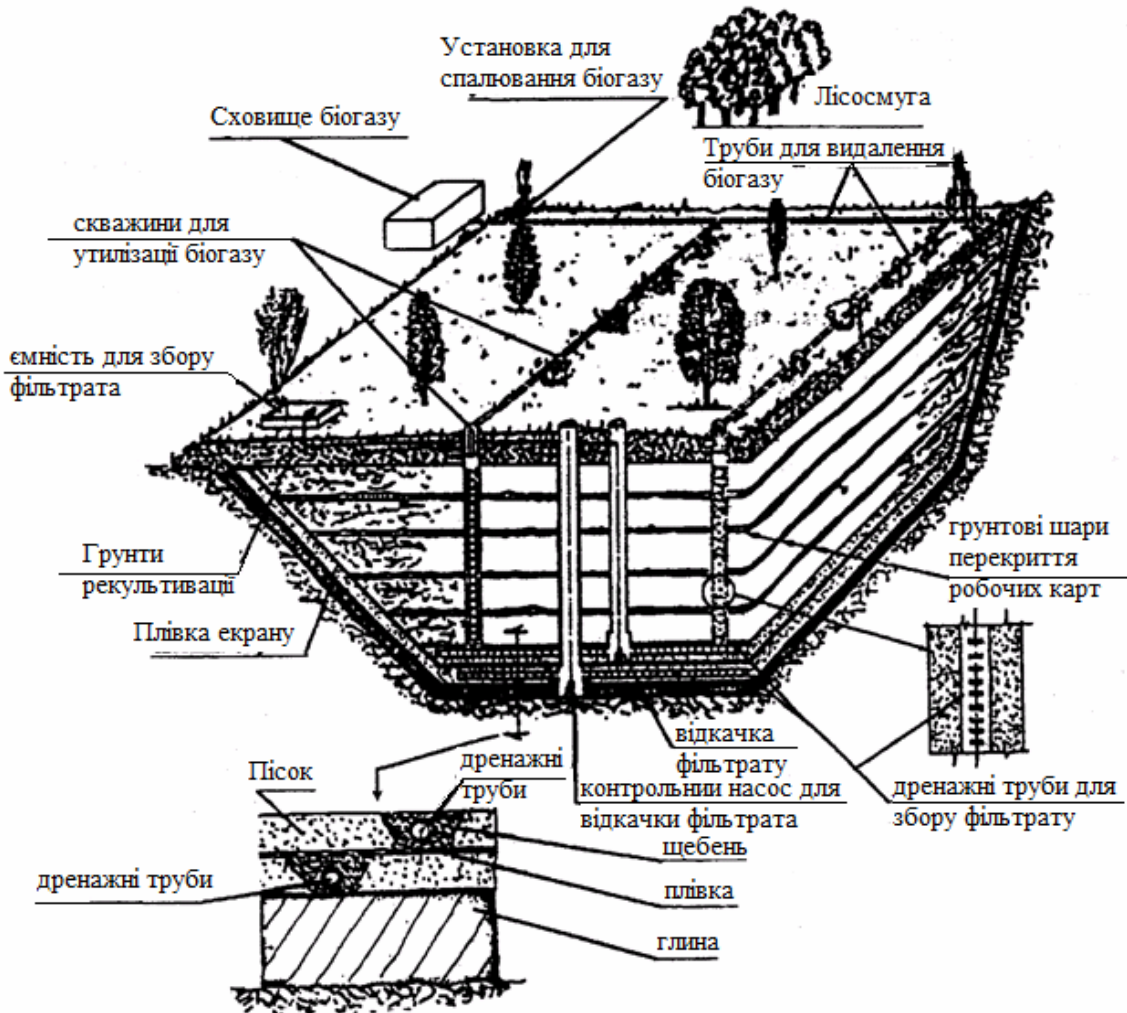


Рисунок 4.2 – Схема полігону траншейного і ярусного типу

Схема розміщень основних споруд полігону залежить від рельєфу місцевості. На плоских ділянках влаштовуються полігони висотного або траншейного типу. Полігон висотного типу утворюється шляхом обвалування плоского ділянки. Висота дамби обвалування визначається з умови закладення схилів 1:4 і більше при ширині верхньої площадки дамби, що забезпечує безпечний проїзд сміттєвозів і роботу ущільнювальної техніки - катків, бульдозерів.

Відходи слід складувати на водонепроникній основі, яка за своєю структурою може бути природною або штучною з полімерних матеріалів.

Існує дві основні технологічні схеми складування ТПВ на полігонах: складування за схемою вирівнювання та траншейна. Всі інші схеми є їх модифікацією.

Відходи за схемою вирівнювання шаровою укладкою складають на рівних ділянках з ухилом, ярах та ін.. Пошарова укладка досягається насунанням знизу вгору або зштовхуванням зі схилу, утвореного ТПВ.

Найбільш поширеною є технологія розрівнювання і ущільнення складованих відходів на полігонах знизу вгору методом «насуву» (рис. 4.3).

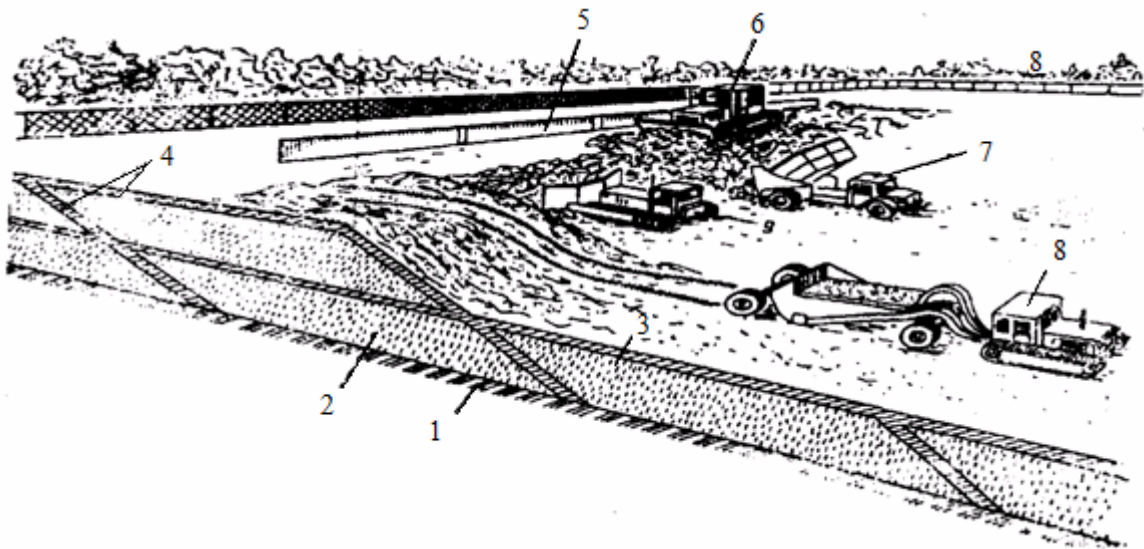


Рисунок 4.3 – Схема складування ТПВ методом «насуву»:

1 - основа полігону; 2 - ущільнені ТПВ; 3 - проміжний ізолюючий шар; 4 - остаточний ізолюючий шар, 5 - переносні огороження для уловлювання легковагих фракцій; 6 - бульдозер для ущільнення відходів; 7 - сміттєвоз; 8 - скрепер; 9 - бульдозер для підгрібання відходів

Технологічна послідовність операцій методом «насуву» по тимчасовій під'їзній дорозі, яка прокладається біля основи ущільнених шарів відходів, наступна.

Сміттєвози розвантажуються на добовій карті складування відходів. Після цього бульдозером відходи насунують знизу вгору до раніше укладених, далі по карті їх розрівнюють з подальшим ущільненням бульдозером (3-4 проходи). Переміщення відходів насунів повторюють до заданої раніше позначки. Питома вага ТПВ при цьому підвищується до 0,8-0,9 т/м³. Товщина шару, що ущільнюється не повинна перевищувати 0,5 м.

Загальна висота робочого шару відходів (незалежно від їх кількості), які розвантажуються щодня на добову карту, повинна бути не менше 2 м. Висота шару, який складається на раніше ущільнений, повинна бути такою ж [29-36, 42-46].

Широко застосовується технологія складування відходів методом «зіштовхування» (рис. 4.4), при якому з тимчасової під'їзної дороги, прокладеної поверх раніше покладеного ярусу ущільнених відходів, сміттєвози розвантажуються на добову карту складування відходів, після чого їх розрівнюють в напрямку схилу з подальшим ущільненням бульдозером. Операцію повторюють до виходу висоти робочого шару на заплановану позначку. Недолік цього методу полягає в небезпечній роботі бульдозера поблизу схилу і в неможливості засипки ізолюючим матеріалом схилу через його крутість.

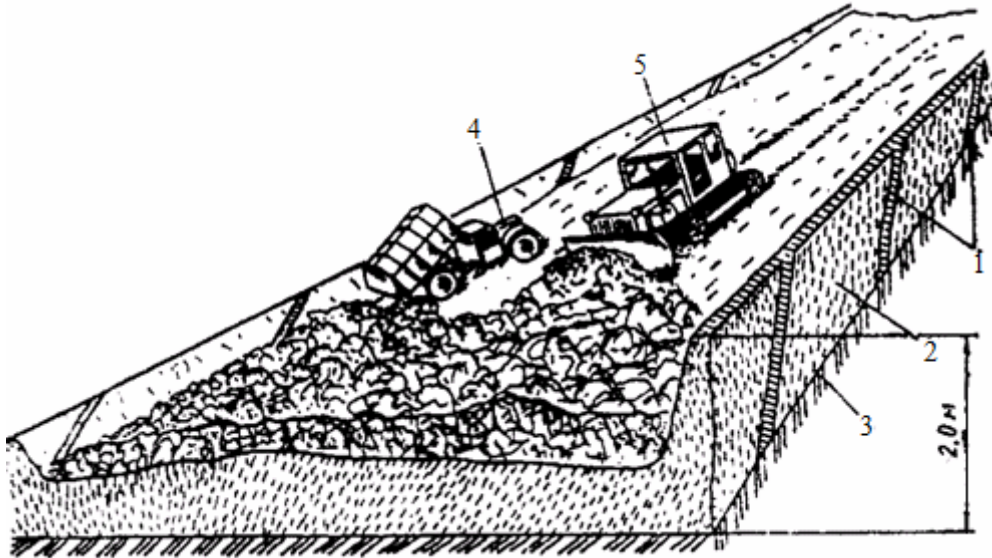


Рисунок 4.4 – Схема складування ТПВ методом «зіштовхування»:
 1 - ізолюючий шар; 2 - ущільнені відходи; 3 - основа полігону; 4 - сміттєвоз, 5 – бульдозер

При ухилі рельєфу місцевості більше 0,5 м передбачається каскадна схема складування відходів, запропонована АКХ ім. К.Д. Памфілова (РФ). Кожен її каскад закінчується земляною дамбою висотою 4,5-5 м, призначення якої - бути упором для розміщених над нею ущільнених шарів відходів, акумулювати і пропускати до насосної станції фільтрат, що виділяється із загальної маси складованих відходів.

Траншейна схема (рис. 4.5) застосовується в районах з горизонтальним або незначним ухилом рельєфу місцевості. Перевага такої системи полягає в тому, що завжди є ґрунт для укриття відходів.

Існує кілька способів складування та знешкодження відходів за траншейною схемою:

- ґрунт з траншеї зсипають уздовж її краю, а траншею заповнюють відходами і ущільнюють, потім засипають землею з її країв;
- викопують траншею паралельно тій, в якій складують відходи, і використовують ґрунт з цієї траншеї для засипки відходів;

- траншею викопують по частинах - по мірі заповнення її продовжують, а ґрунт використовують для засипки відходів.

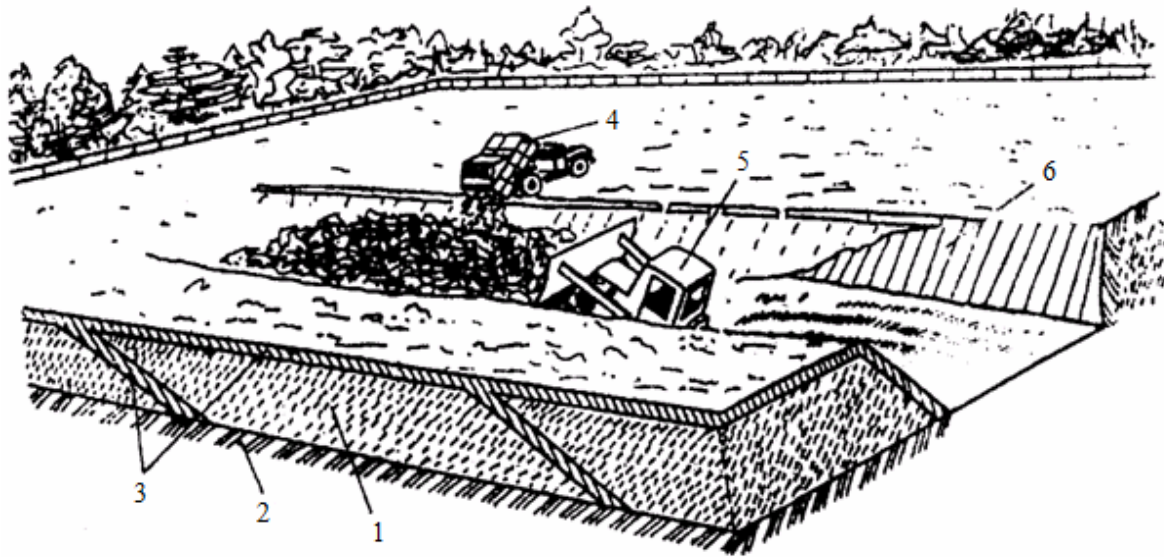


Рисунок 4.5 – Траншейна схема складування ТПВ:
1 - ущільнені відходи; 2 – основа полігону; 3 – ізолюючий шар; 4 - сміттєвоз, 5 - бульдозер, 6 - траншея

Після закінчення експлуатації полігону їх покривають ізолюючим шаром ґрунту товщиною не менше 1 м відповідно до проекту рекультиватії.

4.4 Розкладання ТПВ на полігонах захоронення

Аналіз показує, що основна маса твердих побутових відходів на 70-80% складається з органічних компонентів, що в більшості своїй схильні до розкладання в часі в умовах поховання їх на полігонах за рахунок природних хімічних і біологічних процесів.

Необхідно відзначити, що в останні роки в складі відходів споживання зменшується частка харчових відходів і, відповідно, зростає вміст пакувальних матеріалів (папір, картон, полімерні матеріали, ПЕТ-пляшка).

Приземні шари повітря над полігонами поховання ТПВ часто забруднюються пилом, сажею, пестицидами, які переносяться повітряними потоками і забруднюють земельні ділянки поблизу полігону (у радіусі до 2-3 км).

Геологічне середовище і особливо зона аерації відчувають на полігонах ТПВ підвищене навантаження (розвиток ярів, зсувних процесів, ділянки комплексного забруднення). Це підтверджує, що полігони захоронення ТПВ чинять комплексну дію на всі компоненти структури ландшафту поблизу полігону, створюючи небезпеку екологічного ризику проникнення забруднення в харчовий ланцюг і організм людини.

Атмосферні опади, сонячне тепло, розігрівання загальної маси складованих відходів сприяють протіканню на полігонах поховання ТПВ непередбачуваних фізико-хімічних і біохімічних процесів, продуктами яких є численні токсичні хімічні сполуки в рідкому, твердому і газоподібному стані. У процесі зберігання на полігонах відходи здатні перетворюватися в інші речовини з іншими фізико-хімічними і токсичними властивостями. Це призводить до появи в місцях зберігання (поховання) відходів нових екологічно небезпечних речовин, що може представити серйозну загрозу біосфері, існуванню людини. Шляхи та механізми такого впливу досить складні і недостатньо вивчені.

В результаті реакції гідролізу утворюються низькомолекулярні органічні речовини, які протягом кількох тижнів проходять стадію киснево-нітратного окислення і розкладаються в аеробних умовах до води, діоксину вуглецю і азоту. При протіканні цих процесів в тілі полігону відзначається підвищення температури.

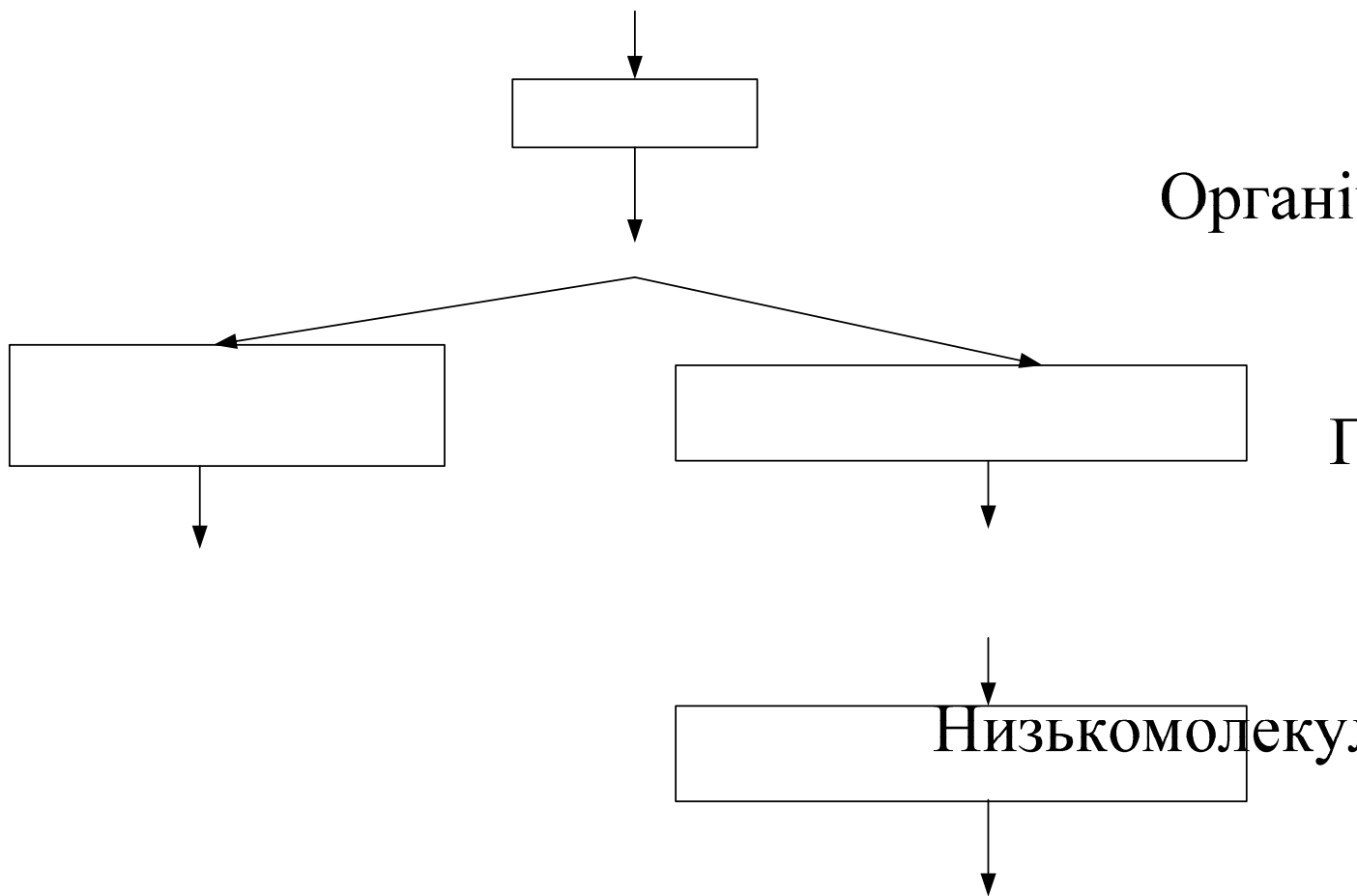
Для анаеробних умов характерна стадія розпаду продуктів гідролізу. Тривалість цієї стадії - від 1 до 6 місяців. В результаті процесів ферментації і відновлення сульфатів органічні речовини руйнуються до низькомолекулярних кислот (утворюється, зокрема, оцтова кислота), діоксину вуглецю і сульфіді водню; в невеликих кількостях виділяється метан. При цьому утворюються проміжні продукти - карбонові кислоти і спирти.

Утворені сполуки можуть потім використовуватися метаноутворюючими бактеріями для виробництва метану. Стадія анаеробного розкладання органічних речовин розтягнута в часі і триває протягом 8-40 років, причому перші три роки процес утворення метану протікає стійко.

У міру зниження виходу біогазу починається остання стадія розкладання органічних відходів - стадія утворення гумусу. Її тривалість - до 40 років. Різні стадії активних процесів розкладання органічних відходів, без вказання часового масштабу цих стадій, наведені на рис. 4.6.

Біохімічна деструкція органіки в тілі полігону і місцях захоронення ТПВ, що пояснює стадії розкладання органічних складових ТПВ (рис. 4.7), може бути представлена наступними теоретичними поясненнями.

Щодобове перекриття ТПВ шарами інертного ґрунту, з одного боку, захищає атмосферу від забруднення, а з іншого - припиняє доступ кисню до ТПВ, укладеним в тіло полігону. Однак ТПВ є пористим матеріалом, тому запасу повітря в їх порах достатньо, щоб перший час (до 3 місяців) в тілі полігону протікали аеробні процеси. При цьому відбувається розігрів тіла полігону до температури 20-40 ° С і основними продуктами аеробних процесів є діоксид вуглецю і вода.

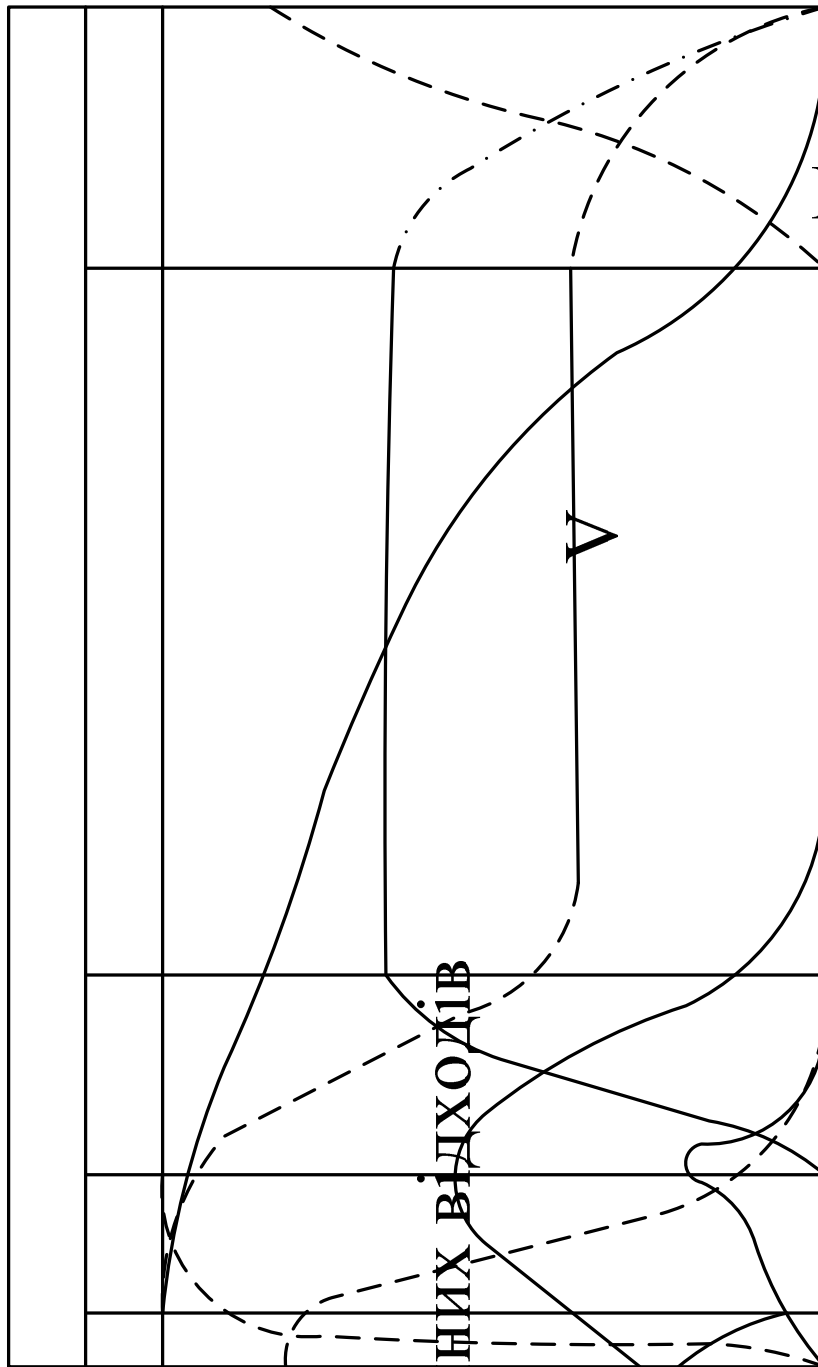


Окислення в аеробних

Рисунок 4.6 – Процеси розкладання органічних відходів
УМОВАХ

Поступово, у міру використання запасів кисню в порах ТПВ, активність аеробних процесів падає і в складованих ТПВ починають переважати анаеробні процеси, викликані діяльністю анаеробних мікроорганізмів. Ці процеси йдуть повільно і переважно в харчових відходах та інших органічних сполуках. Анаеробні мікроорганізми не використовують молекулярний кисень повітря для окислення органічних речовин, а отримують необхідну для життєдіяльності енергію в результаті розщеплення органічних речовин. Ці процеси отримали назву анаеробного зброджування. Анаеробне зброджування - це комплекс біохімічних процесів, що перетворюють органічні сполуки ТПВ в стабільний продукт. Як біохімічний процес він лімітується мікробними популяціями і факторами зовнішнього середовища і умовно може бути розділений на кілька стадій.

Вода, діоксид вуглецю



Целюлоза, ж

3

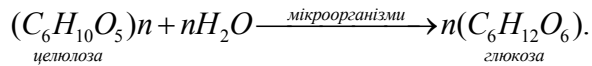
6

Рисунок 4.7 – Стадії розкладання органічних відходів:

I - стадія окислення в аеробних умовах; II - стадія розпаду продуктів гідролізу в анаеробних умовах; III - стадія нестійкого утворення метану; IV - стадія утворення метану; V - стадія утворення гумусу; 1 - кисень; 2 - водень; 3 - азот; 4 - жирні кислоти; 5 - діоксин вуглецю; 6 - метан; 7 - целюлоза

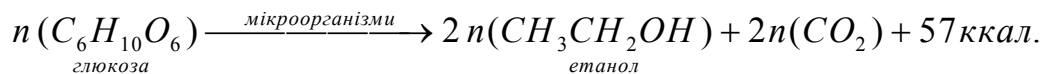
Теоретично анаеробні біохімічні реакції, що протікають в тілі полігону ТПВ при відсутності кисню, можна представити в наступному вигляді:

Перша стадія



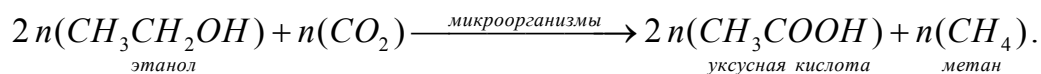
На першій стадії шляхом біохімічного розщеплення (гідролізу) високомолекулярні сполуки розкладаються на низькомолекулярні.

Друга стадія



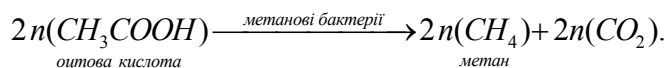
Зброджування без доступу кисню призводить до утворення етанолу, діоксину вуглецю і виділення невеликої кількості тепла (в 12 разів менше, ніж при аеробному процесі). Тому на відміну від швидкого знезараження при аеробному процесі процес знезараження ТПВ при анаеробному зброджуванні досить повільний і вимагає великих витрат часу.

Третя стадія



На третій стадії за участю мікроорганізмів відбувається подальше розкладання органіки з отриманням органічних кислот та їх солей, а також невеликої кількості метану (CH₄). У реальних умовах розкладання рядових ТПВ в невеликих кількостях також утворюються: сірководень (H₂S), аміак (NH₃), водень (H₂) та інші мікрогази.

Четверта стадія



Четверта стадія має назву метанового бродіння, при якому органіка перетворюється в (CH₄) і (CO₂), а з вільних (CO₂) (H₂) також утворюється метан. Метаноутворюючі бактерії можуть існувати тільки в анаеробних умовах, для їх відтворення необхідно більше часу, ніж для кислотоутворюючих бактерій. Швидкість анаеробного зброджування залежить від метаболічної активності метанових бактерій, яка, в свою чергу, залежить від:

- температури (оптимум при (t = 33-54 ° C);
- відношення C/N (оптимум в діапазоні 10-16);

- величини рН (оптимум близько 6,5)

та інших зовнішніх умов, наприклад, наявності в ТПВ солей важких металів, аміаку, нітратів, сульфатів, антибіотиків та ін [40-49].

При відхиленні від зазначених вище оптимальних умов збільшується утворення летючих кислот і зменшується вихід метану.

4.5 Збір, очищення та знешкодження фільтрату

Фільтрат, що утворюється на полігонах ТПВ, містить продукти вилуговування водорозчинних сполук і продукти розкладання відходів. В середньому річний обсяг утворюється фільтрату складає 2-3 тис. м³/га.

Склад фільтрату залежить від терміну експлуатації полігону (від стадії розкладання відходів), характеру складованих відходів і обсягу надходження поверхневих та ґрунтових вод.

Фільтрат - це рідка складова ТПВ, яка утворюється на всіх етапах його руху від сміттового відра в квартирі до полігону ТПВ включно.

Джерелами утворення фільтрату в тілі полігону є:

- вологість окремих елементів, що входять до складу ТПВ (харчові відходи, картон, папір, текстиль, дерево і ін.); всі перераховані інгредієнти утворюють загальну вологість ТПВ, що коливається в самих широких межах і дорівнює в середньому 40-60%. При стисканні шарів ТПВ у тілі полігону волога віджимається і утворюється фільтрат;

- атмосферна волога, що потрапила на поверхню ТПВ при їх тимчасовому зберіганні в контейнерах, не обладнаних кришками;

- волога, що утворюється в результаті біохімічних процесів в тілі полігонів ТПВ;

- зволоження ТПВ при їх пошаровому ущільненні бульдозерами або компактерами на робочих картах складування на полігонах;

- атмосферні опади у вигляді дощу, снігу, що випали на поверхню відкритих робочих карт;

- щорічні атмосферні опади у вигляді дощу і снігу, що випали на поверхню ділянок полігону, що рекультивуються і профільтровані через поверхневий шар рослинного ґрунту; особливо велике проникнення атмосферних вод всередину тіла полігону при утворенні на поверхні, що рекультивується, місцевих безстічних зон.

В результаті перерахованих вище факторів, а також за рахунок різних біохімічних і хімічних реакцій в аеробних і анаеробних умовах і фізичних процесів (конденсація, вилуговування, фільтрація, розчинення тощо) у тілі ТПВ, покладених на полігоні, утворюється рідкий продукт, що отримав назву фільтрату .

Кількість фільтрату, що утворюється в тілі полігону, залежить від цілого ряду чинників:

- способу збору ТПВ (селективний або валовий) і ступеня їх утилізації;
- вихідної вологості ТПВ;
- обладнання контейнерів тимчасового зберігання ТПВ кришками;
- застосування методу глибокого пресування ТПВ в тюки з щільністю 1-1,2 т/м³;
- ефективності захисних інженерних заходів, що перешкоджають проникненню атмосферних опадів в тіло полігону (оптимальне розподіл усього обсягу полігону на етапи і черги експлуатаційного відпрацювання); своєчасна поетапна рекультивація поверхні відпрацьованих ділянок; планування поверхні, що рекультивується, з максимальним відведенням поверхневого стоку в найкоротші терміни за межі тіла полігону; створення екрану нижче рослинного шару, що перешкоджає інфільтрації атмосферних опадів в тіло полігону);
- застосування ущільнюючих будівельних механізмів (звичайні бульдозери або компактери);
- ефективності екранів, що перешкоджають проникненню фільтрату в ґрунт через дно і борти полігону.

Фільтрат з ТПВ характеризується переважно за інтегральними показниками - біохімічного споживання кисню (БСК) та хімічного споживання кисню (ХСК), а також за вмістом важких металів, амонійного азоту і деяких інших речовин. Після короткої аеробної стадії розкладання ТПВ (тривалість - декілька тижнів) можна виділити дві анаеробні стадії.

Перша стадія розпаду органічних речовин в анаеробних умовах (включаючи фазу нестійкого утворення метану) протікає від декількох місяців до декількох років після депонування. Фільтрат, що утворюється на цій стадії розкладання ТПВ, характеризується середнім значенням рН 6, високим значенням БСК (13000 мг/л O₂), високим відношенням БСК/ХСК (0,6), високим вмістом амонійного азоту та заліза (в середньому по 750 мг/л).

Друга стадія (активне утворення метану), характерна для старих полігонів, може тривати протягом декількох десятиліть. Фільтрат старих полігонів має рН 8, характеризується низьким значенням БСК (180 мг/л O₂), низьким відношенням БСК/ХСК (0,06), високим вмістом амонійного азоту (750 мг/л) і низьким вмістом заліза (15 мг/л). Вміст міді та свинцю в фільтраті незначною мірою залежить від віку полігону і коливається в широких межах, становлячи в середньому близько 100 мг/л; середній вміст кадмію 6 мг/л.

Хімічний склад фільтрату в чому залежить від морфологічного складу ТПВ, часу перебування їх в тілі полігону або звалища, ступеня проникнення атмосферних опадів в тіло полігону, ступеня пресування ТПВ в кузові сміттєвоза або сміттєперевантажувальної станції та ін.

Крім речовин, які утворюються при анаеробному бродінні органічної складової ТПВ, розчинні речовини, що містяться в них, переходять у розчин, утворюючи в ряді випадків нові сполуки з новими властивостями. Чим вище відсоток вмісту органічних речовин і чим більше водорозчинних солей в складі ТПВ, тим більше забруднюючих речовин буде в фільтраті.

Фільтрат являє собою рідину від жовто-коричневого до сіро-чорного кольору, зі специфічним затхлим і сірководневим запахом. Фільтрат не можна віднести до істинних розчинів, він представляє собою гетерогенну систему і має характер колоїдного і суспензійного розчину з суспензією, що не осідає протягом тривалого часу. За своїм складом фільтрат є концентрованими і високомінералізованими стічними водами, сильно забрудненими важкоокислюваними органічними речовинами, ПАР, фосфатами та солями важких металів.

Наприклад, у фільтраті полігону ТПВ м. Воронеж (Росія) ідентифіковано 60 органічних сполук, серед яких найбільші концентрації (від 100 до 900 мг/л) характерні для циклогексанової, метилбензойної, диметилбензойної, валеріанової, бензойної, пропанової, метилбутанової кислот і фенолу. Такі великі кількості органічних кислот створюють достатні умови для існування всіх металів, здатних до комплексоутворення з органічними кислотами в формах різнозарядних комплексних сполук. Ймовірно, переважною формою присутності берилію, магнію, кальцію, стронцію, барію і хрому є катіонні комплекси, а міді, кадмію, ртуті свинцю, талію та ітрію - аніонні; для літію, алюмінію, титанів, ванадію, марганцю, заліза, нікелю, кобальту, цинку, цирконію та срібла - нейтральні комплексні сполуки.

Показники БСК і ХСК фільтрату в десятки разів можуть перевищувати ці показники для звичайних стічних вод госпобутової каналізації. Як показали обстеження діючих ємностей (див. рис. 4.9), де накопичується фільтрат, що витікає з тіла полігону, на берегах ставків-накопичувачів біля зрізу накопичуваної рідини відсутня як водна, так і берегова рослинність.

Високий ступінь засолення фільтрату, наявність різних органічних сполук, що важко розкладаються і солей важких металів є причиною гіпертоксичності фільтрату для живих організмів. Скидання фільтрату у водойми загального користування *абсолютно неприпустиме*.

Сильно забруднений фільтрат полігонів та звалищ не є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Результати мікробіологічних досліджень не виявили санітарно-епідеміологічну небезпеку фільтрату. У той же час великі значення показників ХСК і БСК₅ свідчать про високий ступінь забруднення фільтрату органічними речовинами, які за сприятливих умов можуть виступати живильним середовищем для патогенної мікрофлори і привести до її масового розвитку.

В якості ілюстрації до викладеного вище в додатку II приведені хімічні склади фільтратів різних полігонів і звалищ країн Європи та Америки.

Як впливає зі складу фільтратів, полігонне поховання ТПВ може спричинити негативний вплив на ґрунтові води, у зв'язку з чим в Україні регламентується контроль за станом ґрунтових вод вище і нижче полігону (на відстані 50-100 м). Якщо вміст забруднюючих речовин перевищить ГДК ґрунтових вод, повинні бути вжиті заходи щодо обмеження надходження цих речовин у ґрунтові води (до рівня ГДК).

Для запобігання витоку фільтрату в довкілля основа полігону повинна мати протифільтраційний екран (з коефіцієнтом фільтрації, за європейськими нормами, не більше 10^{-9} м/с), а для полегшення його збору поверхня полігону повинна бути спланована з нахилом (за європейськими нормами, нахил повинен бути не менше 2%).

В систему збору фільтрату входять:

- перфоровані дренажні труби, розміщені під складованими відходами на протифільтраційному екрані і обкладені щебінкою (фільтрат по трубах відводиться на ділянку його знешкодження);
- насосна станція;
- водозбірний накопичувальний ставок (для зняття піків потоків).

Всі нові європейські полігони запроектовані з донним дренажем. На старих полігонах фільтрат збирається за допомогою оточуючих дренажних каналів або шляхом відкачування з трубних свердловин, які розміщують в тілі полігону або навколо нього.

Знешкодження фільтрату можна робити або в місці його утворення, або на муніципальних очисних спорудах. До очисних споруд фільтрат транспортується по герметичному трубопроводу, вартість якого в ряді випадків може бути порівнянна з витратами на будівництво самого полігону.

Практично застосовують два методи знешкодження фільтрату (дренажних стічних вод):

- біологічна очистка (у присутності активних бактеріальних культур, які руйнують і використовують органічні речовини для синтезу своїх клітин, наприклад, в установках з активним мулом, в аераційних ставках тощо);
- фізико-хімічна очистка (найчастіше реагентна - для очищення важких металів).

Слід зазначити, що кількість утворюється фільтрату залежить, за інших рівних умов, від технології поховання - ступеня ущільнення ТПВ і висоти їх складування. Високий полігон є кращим з точки зору захисту навколишнього середовища (зменшується питомий обсяг фільтрату). Відповідно до європейської практики, полігони висотою менше 10 м проєктують рідко.

4.5.1 Збір фільтрату

Як показали натурні обстеження, на більшості полігонів та звалищ України фільтрат, що витікає з тіла полігону, не очищується і стікає в найближчі водотоки. На деяких полігонах фільтрат збирають у спеціально створені ставки-накопичувачі. Часто дно таких ставок буває врізаним в водопровідні пласти. У таких випадках ставок-накопичувач фільтрату працює як поглинаючий колодезь. Прикладом такого рішення є старий закритий вісім років тому Роганський полігон м. Харкова, де другий ставок - накопичувач фільтрату врізаний в піщані шари і за рахунок інфільтрації через дно ніколи не переповнюється.

Для захисту ґрунтових і поверхневих вод від забруднення фільтратом в країнах Європи при будівництві нових полігонів передбачають наступні заходи:

- відкачування фільтрату з тіла полігону з подальшим видаленням на очисні споруди;
- створення багатошарового екрану по дну і відкосам котловану, в якому розміщується полігон ТПВ.

Згідно з нормами країн Європейського Союзу багатошаровий протифільтраційний екран повинен містити такі обов'язкові шари:

- нижній шар екрану - пошарово укочена глина товщиною не менше 0,5 м; товщина нижнього шару, кількість прошарків і ступінь зволоження укочування кожного шару визначаються розрахунком у залежності від фізико-механічних властивостей глини, наявної в районі будівництва, а також від ваги будівельних механізмів, при відсутності глини можлива її заміна штучними протифільтраційними матеріалами (визначається проектною організацією);

- нижній проміжний дренаж - виконується з піщано-гравійної суміші і призначений для перехоплення та відведення фільтрату, що проник через центральний плівковий екран при його пошкодженні; в нижньому проміжному дренажі передбачається мережа перфорованих труб для відведення фільтрату до приямків, де встановлено насосне обладнання для відкачування фільтрату за межі тіла полігону; вся система нижнього проміжного дренажу та відкачування фільтрату є дублюючою і вступає в дію тільки в аварійних ситуаціях при пошкодженні центрального плівкового екрану; фракційний склад піщано-гравійної суміші визначається розрахунком проектною організацією в залежності від вихідного кар'єрного матеріалу;

- центральний шар екрану - виконується з стабілізованої поліетиленової плівки товщиною 2 мм;

- верхній дренажний шар, покладений на поліетиленову плівку, виконується з піщано-гравійної суміші і призначений для перехоплення та відведення фільтрату до збірних приямків, де встановлено насосне облад-

нання для відкачування фільтрату за межі полігону; фракційний склад і товщина піщано-гравійного шару визначаються розрахунком при проектуванні дренажу в залежності від вихідного кар'єрного матеріалу; дренаж обладнується перфорованими трубами для відводу фільтрату до збірних приямків;

- верхній перехідний шар, покладений на поверхню дренажу для його захисту від замулення, виконується зі штучних пористих тканин, пропускає рідину і затримує суспензію.

Конструкція багатощарового екрану, що відповідає нормам країн Європейського Союзу, а також схема відкачування фільтрату за межі полігону наведені на рис. 4.8.

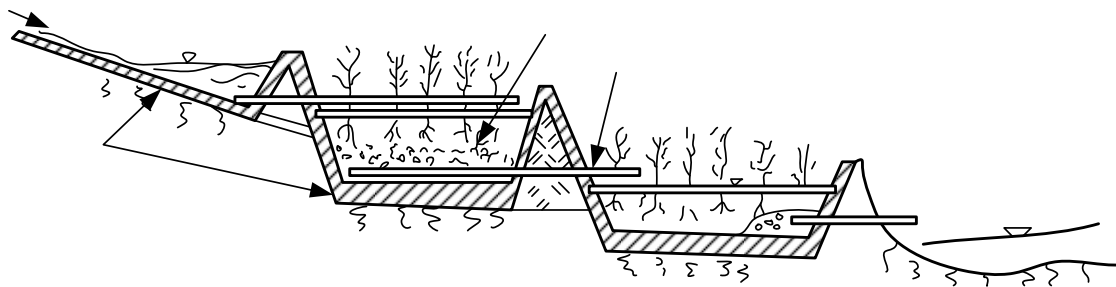


Рисунок 4.8 – Схема очисних споруд типу «Біоплато»:

1 - подача поверхневого стоку для очищення; 2 - екрани для захисту ґрунтових вод від забруднення; 3 - перфорована труба подачі стоків в секцію інфільтраційного біоплато; 4 - перфорована труба для прийому стоків, що пройшли біофільтр, і перелив в наступну секцію, 5 - біофільтр; 6 - вища водяна рослинність

4.5.2 Очищення фільтрату

Аналіз показників забрудненості фільтрату свідчить, що діапазон концентрацій хімічних елементів, що входять до складу фільтрату, досить широкий. Висока мінералізація і великі концентрації хлоридів є характерними особливостями фільтрату полігонів ТПВ, що знаходяться на стадії тривалої експлуатації.

Вміст хлоридів можна використовувати в якості індикаторів забруднення природних вод для визначення впливу місць поховання відходів.

Сильно забруднений фільтрат полігонів ТПВ не є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. У той же час значення показників ХСК і БСК свідчить про високий ступінь забруднення фільтрату органічними речовинами, які за сприятливих умов можуть виступати в якості поживного середовища для хвороботворної мікрофлори і привести до її масового розвитку. Тому очищення фільтрату полігонів ТПВ має велике значення. З огляду на те, що фільтрат забруднений і органікою, і солями, назвати якийсь один метод очищення неможливо.

В даний час вивезення фільтрату автомобілями-асенізаторами на міські очисні споруди є досить поширеним і застосовується в країнах СНД і в Польщі. Як показали розрахунки, при продуктивності очисних споруд більше 200000 м³/добу. і щодобовій подачі фільтрату на такі очисні споруди в кількості 20 м³ концентрація забруднень в стічних водах, що надходять на очистку, зміниться незначною мірою і це не позначиться на роботі очисних споруд.

У країнах Європейського Союзу і в США очищення фільтрату полігонів ТПВ здійснюють на локальних очисних спорудах, розміщених поблизу таких полігонів [27-30, 38-45].

На рис. 4.9 приведена схема біологічної очистки фільтрату методом Bayer - Turmbiologie.

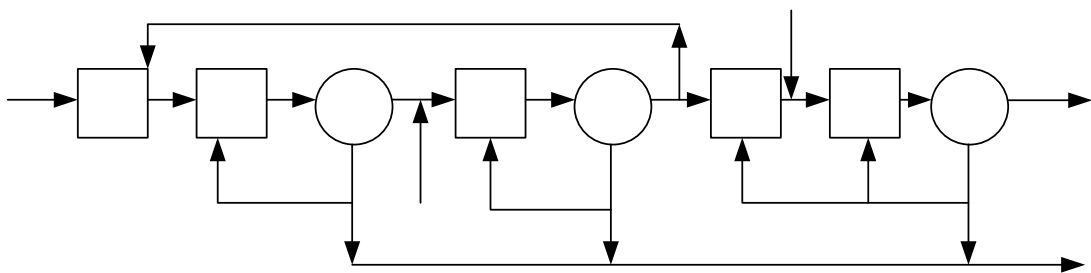


Рисунок 4.9 – Схема біологічної очистки фільтрату методом Bayer - Turmbiologie: 1 - приймальний резервуар, 2 - баштова ємність початкової денітрифікації; 3, 5, 8 - відстійники, 4 - баштова ємність початкової нітрифікації; 6 - ємність кінцевої денітрифікації; 7 - ємність кінцевої нітрифікації.

Така схема використовується при очищенні фільтрату з витратою 600 м³/добу. на полігоні ТПВ в Кельні (Німеччина). Раніше, до будівництва очисних споруд, фільтрат вивозили автомобілями-асенізаторами на міські очисні споруди Кельна.

Більш досконалою схемою очистки фільтрату є схема біологічної очистки, подана на рис. 4.10, але з доочищенням методом ультрафільтрації та абсорбцією на активованому вугіллі (рис. 4.10).

Такі споруди очистки фільтрату продуктивністю 220 м³/добу. були побудовані в 1994 р. на території полігону ТПВ в Польщі. Результати очищення фільтрату представлені в табл. 4.2.

Вода з нітратами

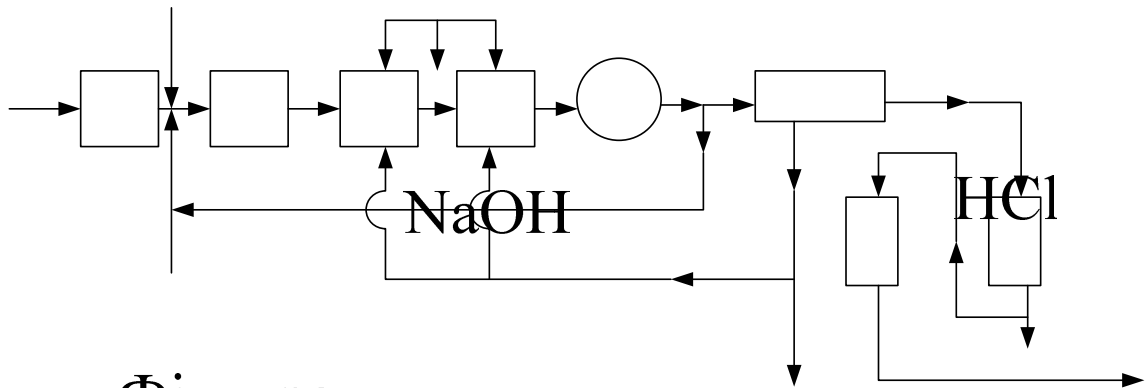
Фільтрат

полігону

ТПВ

4

NaOH



Фільтрат

Рисунок 4.10 – Схема біологічної очистки фільтрату з доочищенням ультрафільтрацією і абсорбцією: 1 - приймальний резервуар; 2 - ємність денітрифікації; 3 - ємність нітрифікації, 4 - відстійник; 5 - ультрафільтрація, 6 - фільтри з активованим вугіллям.

Вола

Таблиця 4.2 - Основні показники роботи споруд очистки фільтрату

Параметри	Одиниця вимірювання	Концентрація	
		на вході	на виході
БСК ₅	мгО ₂ /л	60	10
ХСК	мгО/л	600	100
NH ₄ -N	мг/л	420	10
NO ₃ -N	мг/л	20	35
NO ₂ -N	мг/л	20	5
Cl ⁻	мг/л	20000	Немає даних
SO ₄ ²⁻	мг/л	1300	-//-

В даний час у Німеччині, Швейцарії та Голландії роблять споруди для очищення фільтрату за схемою, представленою на рис. 4.11.

4.6 Видобуток і утилізація біогазу

В результаті анаеробного розкладання органічної фракції відходів утворюється біогаз. Із загальної кількості метану, яка щорічно надходить в атмосферу, 40-70% утворюється в результаті антропогенної діяльності, причому більше 20% з них припадає на об'єкти захоронення ТПВ.

Розраховано, що з однієї тонни ТПВ утворюється 200-300 м³ біогазу.

Основні компоненти біогазу (%): метан 40-75 (зазвичай 50-60), діоксид вуглецю 30-40, азот 5-15, кисень 0-2, сірководень та інші токсичні сполуки (у невеликих кількостях).

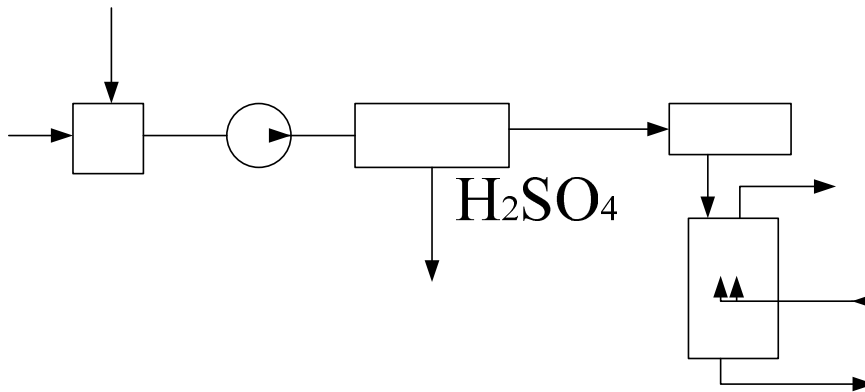


Рисунок 4.11 – Схеми очистки фільтрату полігонів ТПВ методом зворотного осмосу : 1 - приймальний резервуар, 2 - установка зворотного осмосу ; 3 - збірник очищеного фільтрату , 4 - дегазатор

Ступінь очистки фільтрату на таких спорудах становить:

- 1) БСК - с 210 до 5 мг O_2 /л;
- 2) ХСК- с 7300 до 15 мг O_2 /л;
- 3) СГ - с 3010 до 20 мг/л;
- 4) NH_4 - с 1300 до 10 мг/л.

Біогаз полігонів ТПВ містить ряд газів, що володіють шкідливими для здоров'я людини властивостями. В залежності від рівня його емісії в атмосферу і ступеня його розбавлення повітрям звалищний газ може чинити токсичні впливи на всі види живих організмів.

Так, коренева система рослин на поверхні заповненого полігону може піддаватися шкідливому впливу звалищного газу, що може призводити до затримки їх росту і навіть загибелі.

Звалищний газ, що проник з тіла полігону в атмосферу, може під час штилю накопичуватися над поверхнею полігону і потім заноситися вітром до житлових районів, розташованих за межами 500-метрової санітарно-захисної зони.

Мікрогази є джерелом неприємних запахів для людини, а деякі з них навіть можуть становити загрозу для здоров'я.

Вільні порожнини в тілі полігону, що утворилися за рахунок нерівномірного розкладання ТПВ, можуть бути місцем скупчення біогазу. В цьому випадку виникає реальна загроза вибуху (суміш метану 7-15% з повітрям вибухонебезпечна).

Метан і діоксид вуглецю є парниковими газами, що саме по собі вимагає вжиття заходів до обмеження їх емісії в атмосферу.

У зв'язку з вищевикладеним для захисту атмосферного повітря, здоров'я людей і запобігання загрози вибухів необхідно збирати утворений в тілі полігону біогаз, не допускаючи його проникнення в атмосферу.

При цьому виникає питання: скільки біогазу утворюється при анаеробному розкладанні органіки? За різними джерелами з однієї тонни ТПВ, що містить близько 50% органіки, за період її розкладання в анаеробних умовах може утворитися, в залежності від зовнішніх умов, від 175 до 300 м³ біогазу. Звідси, виходячи з обсягу укладених в полігон ТПВ, можна прогнозувати кількість біогазу, що утворився при розкладанні цих ТПВ. Наприклад, полігон, де заскладовано 20 млн. т ТПВ, може служити джерелом одержання від $3,5 \cdot 10^9$ до $6,0 \cdot 10^9$ кубометрів біогазу. При цьому промисловий відбір біогазу можна починати не раніше ніж через два роки після складування, а ці два роки необхідно спалювати біогаз у вигляді факела. У міру складування ТПВ промисловий відбір біогазу буде зростати і досягне максимуму в момент завершення останнього року активної експлуатації полігону. У період пасивного життя полігону (після завершення його заповнення ТПВ) дебет біогазу буде поступово знижуватися і досягне свого промислового мінімуму через 12-15 років після закриття полігону. З цього моменту в експлуатацію повинен включитися факел для спалювання залишкової кількості біогазу.

Звалищний газ, що надходить з тіла полігону, являє собою низькоенергетичне паливо, тому що крім метану містить велику кількість діоксиду вуглецю (до 50%).

В залежності від вмісту метану біогаз має теплоту згоряння від 15 до 20 МДж/м, що відповідає 50% теплоти згоряння природного газу.

Біогаз відноситься до числа газів, що створюють «парниковий ефект» і впливають на зміну клімату (ратифікований Україною в 1992 р.); це зобов'язує країн-учасників мінімізувати викиди в атмосферу парникових газів, таких як метан, який за своїм згубним наслідком для зміни клімату еквівалентний викиду в атмосферу близько 25 м³ діоксиду вуглецю. У зв'язку з цим зменшення викидів біогазу в атмосферу забезпечує не тільки поліпшення екологічної ситуації навколо полігонів ТПВ, а й сприяє виконанню Україною своїх міжнародних зобов'язань.

Біогаз є однією з причин спалаху ТПВ на полігонах та звалищах. При вмісті в повітрі від 5 до 15% метану і 12% кисню утворюється вибухово-пожежна суміш.

Біогаз чинить також негативний вплив на рослинний покрив, пригнічуючи рослинність на прилеглих до полігону ТПВ площах (механізм впливу пов'язаний з насиченням біогазом порового простору ґрунту і витісненням з неї кисню).

Негативний вплив біогазу на навколишнє середовище призвів до того, що в більшості розвинених країн власники полігонів законодавчо примушуються до запобігання його стихійного розповсюдження.

У зв'язку з цим за кордоном в останнє десятиліття одержали широке поширення технології видобутку та утилізації біогазу. У Німеччині, наприклад, до початку нового тисячоліття видобуток біогазу на полігонах

ТПВ склав близько 35 млн. м³/рік, що дозволяє отримувати щорічно 140 млн. кВт-год електроенергії та економити 14 тис. т/рік нафти. На українських полігонах та звалищах біогаз практично не збирається.

В даний час в багатьох розвинених країнах розроблені різні технології отримання з біогазу «чистого» метану (наприклад, для моторного палива) і «чистого» вуглекислого газу.

Кілька таких технологій створено в Харківському національному науковому центрі «Харківський фізико-технічний інститут». Так, наприклад, в ННЦ ХФТІ створено промислова установка-модуль, принцип якої заснований на адсорбційному селективному поглинанні вуглекислого газу з біогазової суміші комбінованими адсорбентами, типу алюмосилікатів. Такий модуль може служити елементом для складання установок будь-якої продуктивності. Дві паралельні поперемінно працюючі лінії установки забезпечують безперервність її експлуатації.

Для збору біогазу використовують вертикальні свердловини, газопроводи і компресорні станції, що забезпечують подачу газу до мотор-генераторів (при використанні біогазу для виробництва електроенергії). Компресор створює необхідне розрідження для збору біогазу та його транспортування по газопроводах [40-51].

На рис. 4.12 показана блок-схема видобутку та утилізації біогазу.

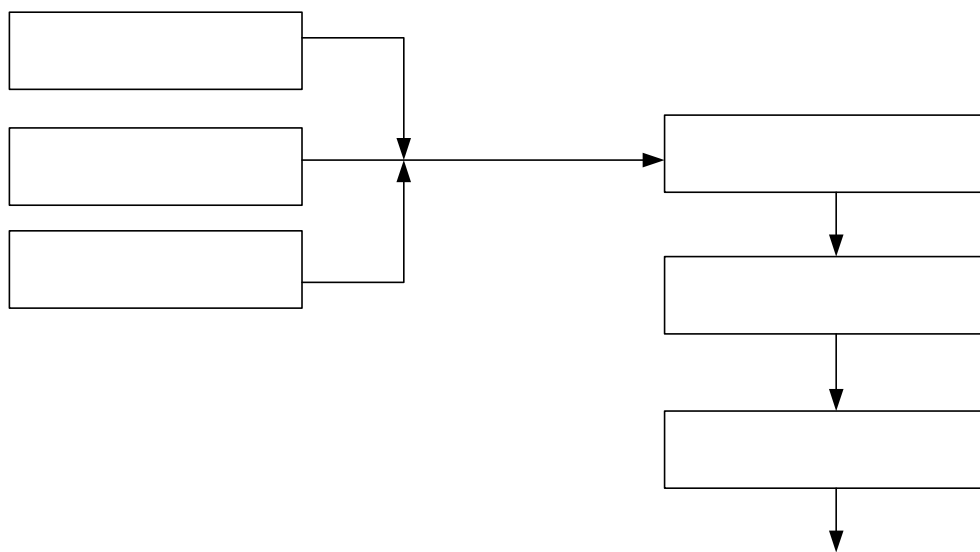


Рисунок 4.12 – Блок-схема видобутку та утилізації біогазу

У російських умовах, як показала практика, найбільш доцільне шнекове буріння свердловин діаметром 250-300 мм (для порівняння - в Швеції практикується буріння свердловин діаметром 150-200 мм).

За європейськими даними, вихід біогазу з пробуреної свердловини глибиною 10 м зазвичай становить 10-20 м³/год. Стійка робота свердловини забезпечується, якщо її дебет не перевищує обсягу знов створюваного

біогазу. Підраховано, що для забезпечення потужності 1 МВт потрібно 15-20 пробурених газових свердловин в тілі полігону. Регулювання виходу біогазу з полігону здійснюється шляхом регулювання числа обертів компресорів.

Відстань між газовими свердловинами на ділянці збору біогазу зазвичай становить 50-60 м. Якщо число газових свердловин на полігоні оптимально, а відкоси полігону ущільнені, вилучення біогазу становить до 80% від його утвореного обсягу. Якщо біогаз збирається на так званих біокартах з однорідними відходами (європейські умови), вилучення біогазу підвищується до 90%.

На рис. 4.13 показаний загальний вигляд свердловини для видобутку біогазу.

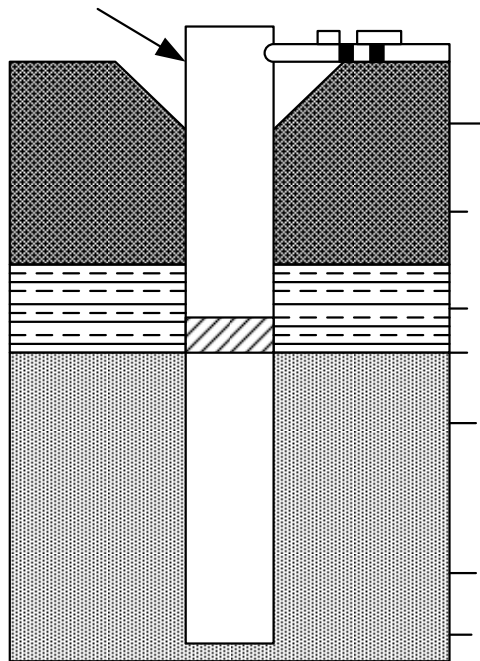


Рисунок 4.13 – Загальний вид свердловини для видобутку біогазу

ОГОЛОВОК

Інженерний пристрій свердловини включає кілька етапів. На першому етапі в свердловину опускається вертикальна сталева або пластмасова труба, заглушена знизу і забезпечена фланцевим з'єднанням в пригирловій частині.

СВЕРДЛОВИНИ

Потім у міжтрубний простір засипається пористий матеріал (наприклад, гравій) з пошаровим ущільненням до глибини 3-4 м від гирла свердловини. На наступному етапі споруджується глиняний замок потужністю 3-4 м для запобігання попадання в свердловину атмосферного повітря. Після цього приступають до установки оголовка свердловини. Оголовок являє собою металевий циліндр, забезпечений газонапірною арматурою для ре-

гулювання дебету свердловини і контролю складу біогазу, а також патрубком для приєднання свердловини до газопроводу.

У шведській практиці для кріплення бурових свердловин використовуються обсадні труби (рис. 4.14), які після установки перфорованого пластмасового фільтра частково виймаються з тіла полігону. Нижня секція обсадної труби довжиною 3 м залишається на рівні 1,5-4,5 м нижче рівня ґрунту, а над верхньою частиною фільтра в свердловині утворюється ізолююче покриття висотою 4,5 м, що дозволяє створити відносно велике розрідження навколо свердловини і підвищити ефективність збору біогазу. За даними шведської практики, при зборі біогазу на діючих полігонах виникають експлуатаційні складності, і протягом перших десяти років частина газових свердловин і фільтрів повинна бути оновлена (руйнування труб під дією просідання відходів, що надходять, закупорювання фільтруючих труб). Схема розміщення газових свердловин на високонавантаженому полігоні в Швеції показана на рис. 4.15.

Температура біогазу, що утворюється, відповідає температурі тіла полігону, яка при анаеробному розкладанні органічної фракції ТПВ підвищується до 25-40 ° С. Оскільки для відходів характерна висока вологість, біогаз насичується парами води. При зниженні температури біогазу до 10 °С в системі газопроводів утворюється до 20 г/м³ конденсату. На установці потужністю 1 МВт щодоби утворюється 100 л конденсату. Цей конденсат необхідно видаляти з системи збору біогазу та направляти на знешкодження, так як за хімічним складом він багато в чому аналогічний фільтрату. Нахил газопровідних труб в межах полігону повинен забезпечувати збір конденсату (відповідно до європейської практики, ухил труб - не менше 20 %). Для видалення вологи з системи встановлюють конденсатовідвідники (сталеві резервуари з гідрозатворами).

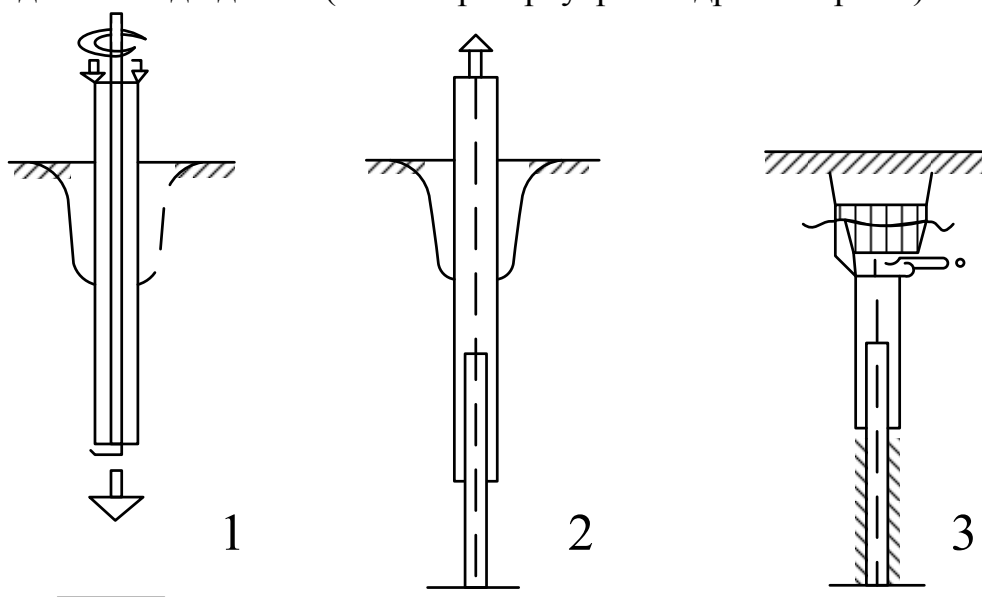


Рисунок 4.14 – Конструкція газових свердловин

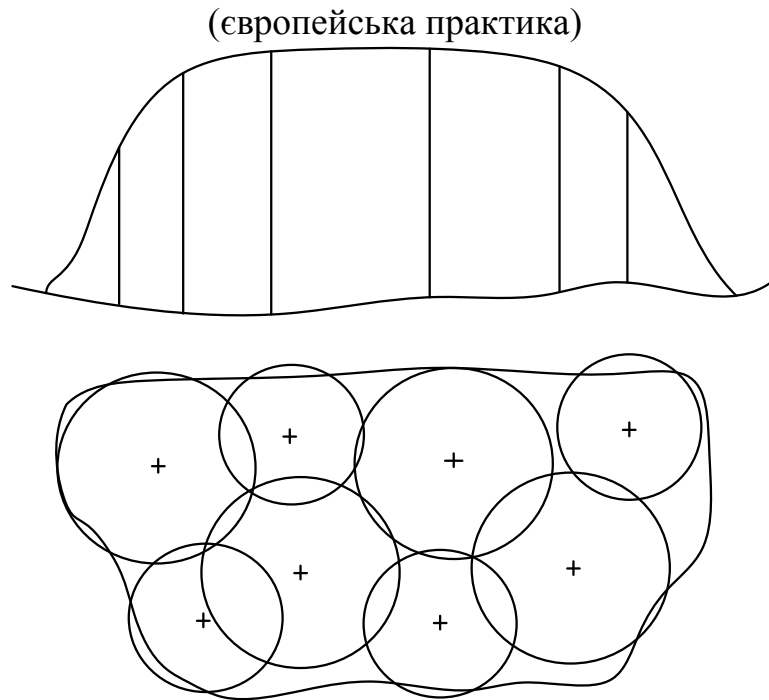


Рисунок 4.15 – Схема розміщення газових свердловин на високонавантаженому полігоні

Біогаз , що видобувається на полігонах , найбільш часто використовують для виробництва електроенергії. В російських умовах з 1 м³ біогазу можна отримати 1,5 кВт-год електроенергії. На жаль , великий енергетичний потенціал полігонів в даний час не використовується. У той же час у більшості розвинених країн виробництво електроенергії на основі біогазу стимулюється державою за допомогою спеціальних законів. Так, в США і країнах ЄС існують закони , які зобов'язують енергетичні компанії використовувати нетрадиційні джерела енергії, а споживачів - купувати альтернативну енергію. При цьому нормативно визначається вартість альтернативної енергії, яка, як правило , в 2-2,5 рази вище вартості енергії, виробленої на основі використання традиційних енергоносіїв (природний газ, нафтопродукти). У ряді випадків електроенергія, вироблена з біогазу, частково або повністю використовується для потреб підприємства, що експлуатує полігон ТПВ [26-35].

На відміну від багатьох європейських країн, у Швеції традиційною формою утилізації біогазу є його спалювання в газових котлах для виробництва теплової енергії. Газові котли найчастіше з'єднуються з місцевою системою районного тепlopостачання. У Швеції є також досвід утилізації біогазу для комбінованого виробництва електричної та теплової енергії на стаціонарних газових двигунах.

У тих випадках, коли виникають труднощі з утилізацією біогазу (наприклад, через великі відстані до споживача), зібраний біогаз піддають факельному спалюванню в спеціальних газових пальниках. Факельне спалювання біогазу слід розглядати як вимушену і проміжну міру, що сприяє

зниженню надходження біогазу в атмосферу та ймовірності загоряння ТПВ на полігонах.

4.7 Визначення обсягу біогазу на полігонах ТПВ

До складу міських твердих побутових відходів (ТПВ) входить органічна речовина, здатна на 70-80% до розкладання в аеробних (з доступом кисню) і анаеробних (без доступу кисню) умовах. У свою чергу, органічна речовина включає папір, харчові відходи, рослинні залишки та ін. Орієнтовний морфологічний склад органічної частини ТПВ, а також зміст основних хімічних елементів у сухій речовині її компонентів наведено в табл. 4.3.

Якщо взяти порцію ТПВ масою 1 кг при вологості 40-60%, при якій вони звичайно вивозяться на полігони або звалища для поховання, то за наведеними даними можна розрахувати, скільки в ній буде міститися сухої органічної речовини, здатної до розкладання.

Донецьк (2010 р.) $472 \cdot 0,6 \cdot 0,75 = 212,4$ (г).

Знаючи процентний вміст в органічній речовині ТПВ та атомну вагу: вуглецю (12); водню (1); кисню (16); азоту (14); сірки (32), можна визначити кількість грам-молей цих елементів в 1 кг ТПВ (табл. 4.4).

Приклад розрахунку:

$$a = \frac{48,1 \cdot 212,4}{100 \cdot 12} = 8,51 \text{ (грам-молей)}.$$

Таблиця 4.3 – Морфологічний склад органічної частини ТПВ і вміст основних хімічних елементів у сухій речовині її компонентів

Морфологічний склад органічної частини ТПВ	Донецьк (2010 р.)		Відсотковий вміст по масі основних хімічних елементів у сухій речовині органічних компонентів ТПВ					
	%-вий вміст по масі в ТПВ	%-вий вміст в органічній частині ТПВ	С	Н	О	N	S	Зола
Папір	21,0	44,5	45,40	6,10	42,10	0,30	0,12	6,00
Харчові	12,0	25,4	41,70	5,80	27,60	2,80	0,25	21,90
Дерево	2,1	4,5	48,30	6,00	42,40	0,30	0,11	2,90
Текстиль	2,6	5,5	46,20	6,40	41,80	2,20	0,20	3,20
Шкіра, гума	4,6	9,5	59,80	8,30	19,00	1,00	0,30	11,60
Пластмаса	3,4	7,2	67,90	8,57	10,30	1,13	0,05	12,02
Кістки	1,6	3,4	59,60	9,50	24,70	1,02	0,19	4,99
Суміш	47,2	100	48,10	6,53	33,30	1,18	0,15	10,74

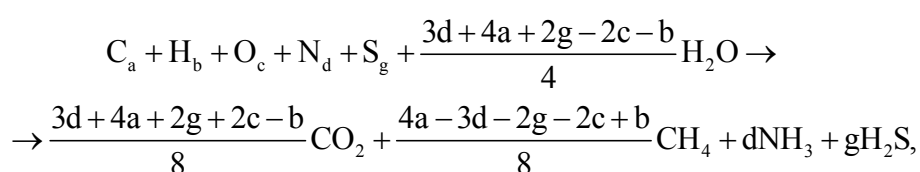
При похованні ТПВ на полігонах вони ущільнюються і перекриваються шарами ґрунту, що обмежує надходження кисню (з повітря), тому в тілі полігону відбувається анаеробний процес розкладання органічної речовини. А на звалищах, де товщина шару ТПВ незначна і відсутнє верхнє укриття, органічна речовина внаслідок природної аерації розкладається переважно в аеробних умовах.

При анаеробному розкладанні органічної речовини в тілі полігону звільняються основні хімічні елементи, які при наявності води, що міститься в складі ТПВ (40-60 % по масі) або проникаючої через укриття полігону під час атмосферних опадів, утворюють нові хімічні сполуки, такі, як діоксин вуглецю (CO₂), метан (CH₄), аміак (NH₃), сірководень (H₂S). Ці газоподібні речовини, змішуючись, утворюють біогаз.

Таблиця 4.4 – Кількість грам - молей основних хімічних елементів в органічній речовині 1 кг ТПВ

Хімічний знак елемента	Донецьк (2010 р.)		Умовне позначення кількості грам-молей
	Маса в 1 кг ТПВ. г	Кількість грам-молей	
C	102,16	8,51	a
H	13,87	13,87	Б
O	70,70	4,40	c
N	2,50	0,18	d
S	0,32	0,01	g
	189,55		

Основну хімічну формулу анаеробного процесу можна записати в такому вигляді:

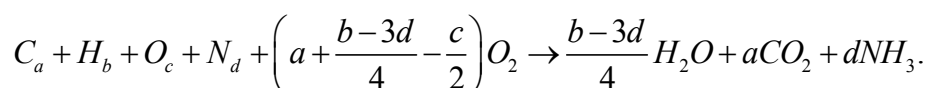


де *a, b, c, d, g* - кількість грам-молей відповідного хімічного елемента.

Знаючи молекулярну утворених сполук: CO₂ (44), CH₄ (16), NH₃ (17), H₂S (34), H₂O (18), можна визначити маси речовин, що утворюються при розкладанні 1 кг ТПВ. Дані таких розрахунків наведено в табл. 4.5.

При аеробному розкладанні органічної речовини ТПВ утворюється вода (H₂O), діоксин вуглецю (CO₂), аміак (NH₃).

Основну хімічну формулу аеробного процесу можна записати в такому вигляді:



Далі, як і при анаеробному процесі, можна визначити маси речовин, що утворюються при розкладанні 1 кг ТПВ. Дані розрахунків наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Баланс мас вихідних речовин та продуктів реакції при анаеробному і аеробному розкладанні органічної речовини 1 кг ТПВ

Вихідні хімічні елементи		Продукти реакції				
хімічний знак	маса, г	хімічна формула	маса, г	масова частка, г	об'єм, м ³	об'ємна частка, г
Анаеробний процес (полігон) Донецьк (1991 р.)						
C	102,16	CO ₂	162,20	66,70	0,0923	42,36
H	13,88	CH ₄	77,20	31,80	0,1210	55,53
O	70,73	NH ₃	3,06	1,36	0,0044	2,02
N	2,51	H ₂ S	0,34	0,14	0,0002	0,09
S	0,32					
H ₂ O	53,50					
	242,90		242,90	100	0,217	100
Аеробний процес (полігон) Донецьк (1991 р.)						
C	102,20	H ₂ O	120,0	24,10	-	-
H	13,88	CO ₂	374,30	75,20	0,213	98,0
O	70,70	NH ₃	3,06	0,70	0,004	2,0
N	2,50					
O ₂	308,20					
	497,50		497,50	100	0,217	100

У розрахунку прийнято, що біогаз виходить з ТПВ при температурі 30 °С. Перерахунок щільності газів при цій температурі визначається за формулою

$$\frac{PV}{T_0} = const,$$

де P – тиск газу, $p = 760$ мм рт. ст.;

V – об'єм газу, $V = m/p$,

m – маса газу;

T – абсолютна температура газу (по шкалі Кельвіна),

$T = t + 273$, де t – температура по шкалі Цельсія.

Щільність CO₂ (при 30 °С) складає 1,7596 кг/м³; CH₄ – 0,6380, NH₃ – 0,6863 и H₂S – 1,3699.

Об'єм суміші утворених газів визначається за формулою

$$V_c = \sum_i^n V_i,$$

де V_i - парціальний об'єм визначеного (i -го) газу.

Щільність суміші газів визначається за формулою

$$p_c = \frac{M_c}{V_c},$$

де M_c - маса суміші газів.

За даними табл. 4.5 визначаємо, що при анаеробному процесі $p_{c1} = 1,1 \text{ кг/м}^3$; при аеробному процесі - $p_{c2} = 1,7 \text{ кг/м}^3$.

При анаеробному розкладанні 1 кг ТПВ для утворення продуктів реакції використовується 54-65 г води. Навіть при достатньо низькій вологості (40 %) в 1 кг ТПВ міститься 400 г води. Тому процес анаеробного розкладання органічної речовини в тілі полігону відбувається і без доступу атмосферних опадів, тобто при водонепроникному укритті. Частина води при цьому утворює фільтрат. Потреба у вільному кисні (O_2) при аеробному розкладанні 1 кг ТПВ складає 300-350 г, що необхідно враховувати, наприклад, при компостуванні ТПВ. Компостування повинно здійснюватися тільки при аеробному процесі, а тому в компостну суміш повинна подаватися достатня кількість повітря (кисню). Діоксин вуглецю або вуглекислий газ (CO_2), утворений як при анаеробному, так і при аеробному розкладах органічної речовини ТПВ, є парниковим газом, і його залишкова концентрація в атмосфері призводить до глобальних і локальних аномальних потеплінь, а тому його викиди в атмосферу є шкідливими. Як видно з табл. 4.5, на звалищах з 1 кг ТПВ утворюється в 2,3-2,4 рази більше CO_2 , ніж на полігонах.

В Україні щорічно утворюється майже 9 млн. т ТПВ. При анаеробному розкладанні (на полігонах) з цієї маси ТПВ може утворитися 0,83-0,93 млрд. m^3 , в атмосфері може надійти відповідно 394-443 або 910-1030 тис. т вуглецю.

Наведені обсяги утворення газів можна вважати лише потенційними, так як на практиці ні аеробного, ні анаеробного процесу в чистому вигляді не буває, ці процеси завжди йдуть одночасно. У верхніх шарах полігону (звалища) домінує аеробний процес, а в нижніх - анаеробний. Крім того, ці процеси значно розтягнуті у часі: аеробний - на роки, а анаеробний - на десятиліття.

Найбільший практичний інтерес викликають процеси, що відбуваються в тілі полігону, оскільки вони пов'язані з утворенням значної кількості шкідливих міграцій в навколишнє середовище: біогазу - в атмосферу, а фільтрату - в ґрунтові води.

Як видно, утворення біогазу та фільтрату на полігоні залежить від видів складованих матеріалів, їх фізико-хімічних і біологічних особливостей, режиму експлуатації полігону, кліматичних умов. ТПВ на полігоні перебувають під дією комплексу взаємопов'язаних фізичних, хімічних, біологічних процесів. Найбільш важливі фізичні процеси - це ущільнення, дроблення, розчинення, сорбція. Основні хімічні реакції - окислювально-відновлювальні та рН-залежності. Біологічні процеси є ключовими і виражені фазами аеробного і анаеробного розкладання органічної речовини з утворенням біогазу та фільтрату. Аеробне розкладання органічної речовини відбувається на поверхні полігону, а також в його тілі до тих пір, поки не буде використаний весь кисень (O_2), що міститься в ТПВ при їх похованні. Цей процес може тривати 50-150 днів, після чого облигатні аеробні мікроорганізми відмирають, а факультативні переходять в анаеробні, і починається фаза анаеробного розкладання органічної речовини. Анаеробне розкладання органічної речовини триває кілька десятиліть, причому інтенсивність процесу досягає максимуму вже через рік після закриття ТПВ ізолюючим шаром ґрунту і знаходиться практично на одному рівні 5-6 років, а далі плавно спадає. Для орієнтовних розрахунків можна вважати, що 42,5% біогазу виділяється в перші 6 років і ще 57,5 - за наступні 15.

Наведемо приклад розрахунку обсягів утворення біогазу на умовному полігоні, де захороняються ТПВ з міста в 1 млн. жителів (при нормі накопичення ТПВ 300 кг/рік на одного жителя) протягом 20 років, після чого полігон закривається [40-46].

Річну кількість ТПВ, що надходить на полігон, визначимо за формулою

$$M = H \cdot c = 300 \cdot 1 \cdot 10^6 = 300 \cdot 10^6 \text{ (кг)},$$

где H - річна норма накопичення ТПВ на одного жителя, c - кількість жителів.

На рис. 4.16 наведено графік залежності q утворення біогазу, виходячи з річної кількості похованих на полігоні ТПВ від часу, що пройшов з моменту поховання.

$$q = \frac{0,4253 \cdot M \cdot V_c}{5,5} = \frac{0,4253 \cdot 300 \cdot 10^6 \cdot 0,217}{5,5} = 5,034 \cdot 10^6 \text{ (м}^3 \text{ / год)},$$

де $V_c = 0,217 \text{ м}^3/\text{кг}$ - об'єм біогазу, що утворюється з 1 кг ТПВ (Донецьк, 2010 р.)

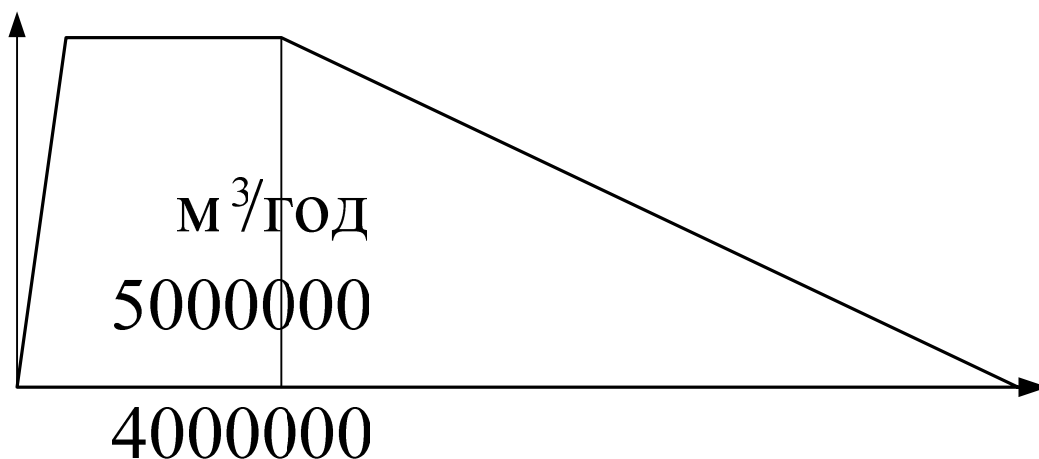


Рисунок 4.16 – Залежність інтенсивності утворення біогазу з річної кількості ТПВ від часу

На рис. 4.17 наведено графік залежності відносної інтенсивності сумарного утворення біогазу Q від часу на полігоні за умови безперервного складування ТПВ і закриття полігону через 20 років. Графік відображає прямолінійно-криволінійну параболічно-гіперболічну кускову функцію, виражену на чотирьох інтервалах часу такими залежностями:

$$Q_{n1} = q'_{max} \cdot n, \text{ для } 1 \leq n \leq 6;$$

$$Q_{n2} = q'_{max} \left(n - \frac{\sum_{i=1}^{n-6} [1 + 2 + \dots + (n-2)]}{15} \right), \text{ для } 6 < n \leq 20;$$

$$Q_{n3} = q'_{max} \left(25 - n + \frac{\sum_{i=1}^{15} [1 + 2 + \dots + 15]}{15} \right), \text{ для } 20 < n \leq 25;$$

$$Q_{n4} = q'_{max} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{40-n} [1 + 2 + \dots + (40-n)]}{15}, \text{ для } 25 < n \leq 40,$$

де n - кількість років від початку складування ТПВ на полігоні;
 q'_{max} - одиночна максимальна річна інтенсивність утворення біогазу,
 $q'_{max} = 1$.

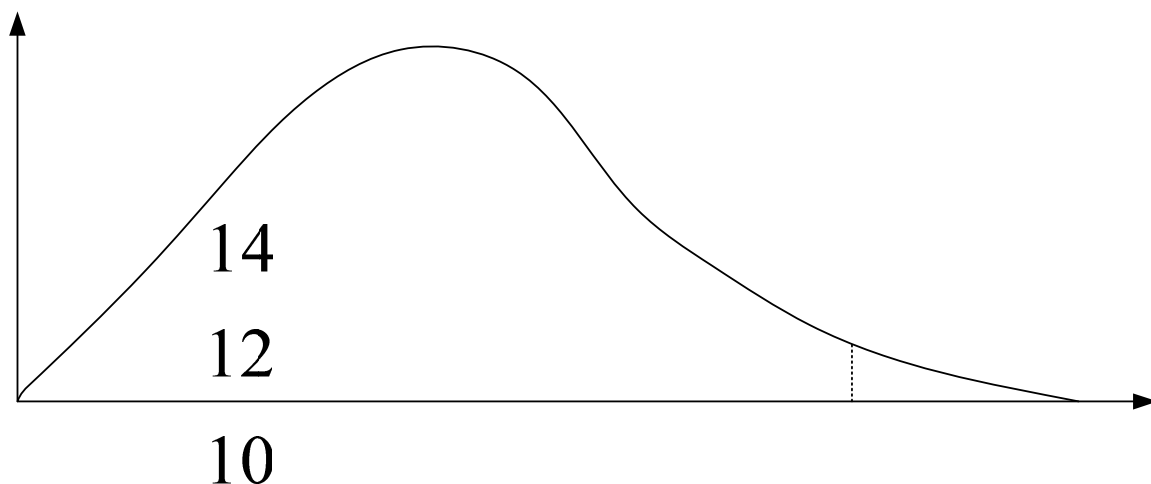


Рисунок 4.17 – Залежність утворення біогазу на полігоні від часу

Дані розрахунків за обсягами захоронення ТПВ і утворення біогазу на розрахунковому полігоні наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 - Об'єми захоронення ТПВ і утворення біогазу у період експлуатації на розрахунковому полігоні **96,61 %**

Рік від початку складування	Захоронено ТПВ на кінець року, млн. т	Середньорічна інтенсивність утворення біогазу, млн. м ³ /рік	Утворено біогазу від початку складування (на кінець року)		Відносна ефективність утворення біогазу (на кінець року)
			млн. м ³	% від сумарних об'ємів	
1	0,3	2,50	2,50	0,19	1,0
5	1,5	22,50	62,50	4,81	5,0
10	3,0	44,83	244,99	18,84	9,33
15	4,5	59,00	514,98	39,60	12,0
20 закриття	6,0	64,83	830,80	63,88	13,0
25	6,0	42,50	1093,30	84,06	8,0
30	6,0	20,18	1236,34	95,06	3,67
35	6,0	6,00	1291,38	99,29	1,0
40	6,0	0,18	1300,60	100,00	0
Всього:	6,0		1300,6	100	

Розрахунки свідчать про те, що на умовному полігоні (прийнятому у розрахунку на 1 млн. жителів) за 40 років утворюється 1,3 млрд. м³ біогазу. Враховуючи, що теплотворна здатність біогазу 10-20 МДж/м³, це складе 3,10-6,21 млн. Гкал, або 3,607,2 млрд. кВт · год. За 30 років, з кінця другого до кінця 32-го року, на розрахунковому полігоні утвориться 97% загальної кількості біогазу, тобто 1,26 млрд. м³.

Для того щоб практично здійснити збір біогазу, необхідно розробити проект для конкретного полігона з урахуванням його параметрів і особливостей поховання ТПВ, а також умов використання отриманого газу. При цьому необхідно утворити і змонтувати необхідне обладнання для збору,

очищення і використання біогазу. Традиційна система збору біогазу включає вертикальні газоподібні свердловини (2-3 на 1 га), об'єднані між собою горизонтальними газовідвідними трубами з колекторами і відкачними вентиляторами. Як видно з рис. 4.17 і табл. 4.6, системи збору біогазу необхідно монтувати та експлуатувати вже на діючому полігоні, тому що після закриття (20-й рік) більше половини (64%) потенційних обсягів збору біогазу буде втрачено. Навіть при своєчасній установці описаного обладнання воно може зібрати лише 60-70% утвореного біогазу. Біогаз очищають від водяної пари, діоксину вуглецю, сірководню та інших домішок, в залежності від цілей використання. Існують технології очищення, що дозволяють довести біогаз до стану, при якому його можна спалювати з отриманням тепла, використовувати в газових турбінах або двигунах внутрішнього згоряння для виробництва електроенергії, а також подавати в газопровід природного газу.

Для реалізації цих проектів необхідні значні капіталовкладення (2,0-3,5 млн. грн. для полігону з 2 млн. т відходів), які повинні окупитися внаслідок використання біогазу. Орієнтовно капіталовкладення в систему збору біогазу складають 60-70% від вартості проекту і в систему очищення біогазу - 30-40%.

Як бачимо, утворення та монтаж обладнання для збору і використання біогазу вимагає значних матеріальних витрат. Досвід свідчить, що економічно доцільним є збір біогазу на полігоні, де поховано більше 5 млн. т відходів з висотою складування не менше 10 м при наявності потреби у використанні біогазу.

В Україні існує 140 великих полігонів, на яких захороняється майже половина всіх утворених ТПВ та на яких економічно доцільно збирати і використовувати біогаз. З річних обсягів ТПВ, захороняється на цих полігонах, можна зібрати майже 0,98-1,12 млрд. м³ біогазу. Якщо врахувати, що на цих полігонах за останні 15-20 років поховано 60-100 млн. т ТПВ, то за наведеною методикою можна розрахувати, що на цих полігонах щорічно утворюється 600-1000 млн. м³ біогазу.

При реалізації проектів збору та використання біогазу на полігонах ТПВ капіталовкладення можуть окупитися за два роки. При цьому збір та утилізація біогазу скоротять його скиди в атмосферу і поліпшать екологічну ситуацію в приміських зонах. На самому полігоні біогаз є причиною неприємних запахів, а його неконтрольований вихід часто призводить до самозаймання відходів, крім того, концентрація метану в суміші з повітрям в межах 5-15% може викликати вибух.

Необхідно відзначити, що сучасні санітарно-гігієнічні вимоги і правила безпеки передбачають обладнання полігонів системою керованого газорозділення і газовідведення, незначне доопрацювання якої дасть можливість збирати і використовувати біогаз.

4.8 Рекультивация полигона

На период эксплуатации организация работ на полигоне ТПВ должна обеспечивать:

- выполнения технологических требований проекта;
- четкий учет приема мусора;
- использования эффективных современных способов механизации работ;
- соблюдения безопасных условий эксплуатации полигона;
- охрану окружающей среды и здоровья людей;
- соблюдения медико-санитарных условий работы персонала полигона санитарными Правилами обустройства и содержания полигонов для ТПВ.

Предусмотрены основные виды работ на полигоне ТПВ, назначенные для устранения мусора (рис. 4.18): прием ТПВ; складирование; уплотнение; изоляционные работы; наблюдение за состоянием инженерных сооружений; работы по закрытию и рекультивации полигона.

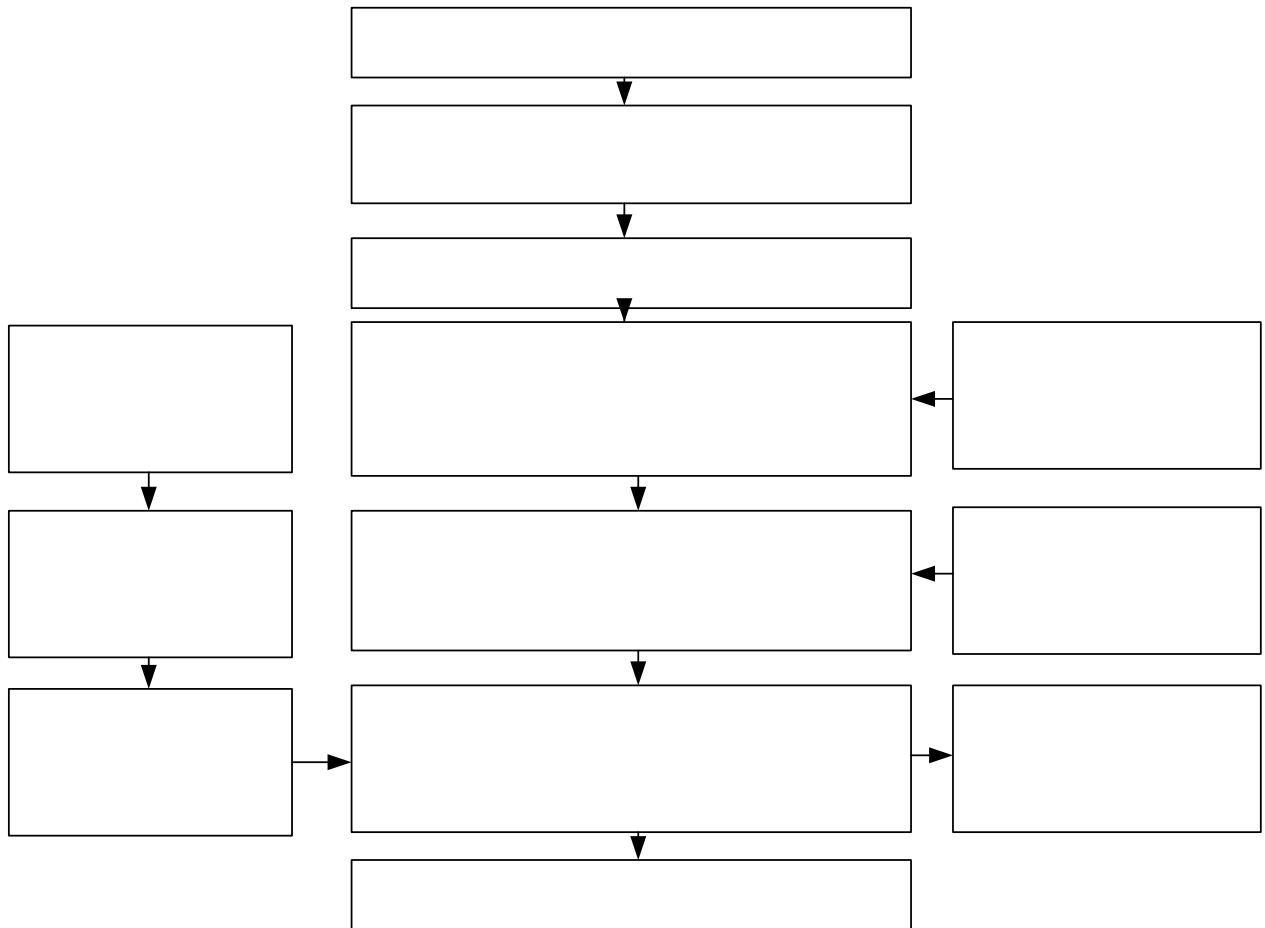


Рисунок 4.18 – Основные технологические операции при эксплуатации полигона ТПВ

Доста

Радіаційний

Організація робіт на полігоні повинна відповідати технологічному регламенту експлуатації, розробленому у проекті полігону (який включає технологічну схему і графік), а також розробленій інструкції з прийому та складування відходів.

Технологічна схема - це генплан полігона, на якому визначена послідовність виконання робіт з урахуванням сезонів року, розміщення ділянок для складування ТПВ, місць відбору ґрунту для ізоляційних робіт.

Основний документ планування робіт полігону - графік експлуатації, розроблений на рік, в якому планується помісячно обсяг прийому ТПВ з визначенням добових номерів карт складування відходів, місць відбору ґрунту для ізоляції ТПВ.

Рекультивация полігону проводиться відповідно до вимог до моніторингу полігону; повинні проводитися систематичні спостереження за підземними та поверхневими водами, донними відкладеннями, рослинністю, атмосферним повітрям.

Полігон, виведений з експлуатації, підлягає рекультивации.

Рекультивация проводиться після закінчення стабілізації закритих полігонів, коли звалищний ґрунт досягає стійкого стану. Після планування поверхні, укладання родючого шару і його вирівнювання проводиться посадка багаторічних трав, чагарників, дерев [46-51].

Закриття полігону ТПВ здійснюється після досягнення проектного рівня складування відходів. Для високонавантажених полігонів і терміном експлуатації менше 5 років допускається перевищення проектної позначки на 10%.

Перед закриттям полігону поверхня наступного шару сміття повинна покриватися шаром ізолюючого ґрунту, ущільненого не менше 750 кг/м^3 , по верху якого облаштовують піщану подушку опуклого профілю з нахилом 2%. По піщаній подушці укладається двошарова ґрунтова ізоляція з дренажним шаром, який забезпечує фільтрацію дощових і талих вод.

Зверху ізолюючий шар ґрунту обов'язково покривається рослинним ґрунтом (0,2-0,5 м).

Рекультивация території закриття полігонів ТПВ виконується шляхом надання їм природного ландшафтного виду для подальшого використання під сільськогосподарські угіддя, споруди та ін.

Питання для самоперевірки

1. Фізико-хімічна сутність утворення біогазу в тілі полігону.
2. Порядок розрахунку визначення обсягу біогазу реального полігону захоплення ТПВ.
3. Залежність утворення біогазу від часу і кількості утилізованих ТПВ на реальному полігоні.
4. Призначення та основні складові споруд полігонів ТПВ.
5. Основні вимоги щодо вибору території розміщення полігону ТПВ.

6. Конструктивні особливості елементів і споруд полігону.
7. Коротка характеристика технологічних схем складування ТПВ.
8. Основні процеси розкладання органічних відходів в тілі полігону.
9. Теоретичне обґрунтування стадій (I-IV) розкладання органічних відходів.
10. Фактори впливу та фізичний процес утворення фільтрату анаеробної технології знезараження відходів споживання.
11. Збір та знешкодження фільтрату на полігонах ТПВ.
12. Фізико-хімічний оптимум утворення біогазу (звалищного газу).
13. Доцільність та обґрунтування видобутку та утилізації звалищного газу.
14. Технологічна схема отримання та утилізації біогазу.
15. Інженерне облаштування свердловин утилізації біогазу на високонавантажених полігонах.
16. Рекультивация полігонів захоронення ТПВ.

5 ПРОМИСЛОВІ ТЕХНОЛОГІЇ САНІТАРНОЇ ОЧИСТКИ МІСТ І НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

У містах і селищах міського типу України щорічно утвориться близько 130 млн м³ (26 млн т) ТПВ. За прогнозами до 2005 р. щорічне накопичення ТПВ в Україні зросте до 200 млн м³. З метою охорони водних і земельних ресурсів і захисту навколишнього середовища, а також утилізації коштовних речовин і компонентів, що втримуються в ТПВ, у світовій і вітчизняній практиці розробляють і широко впроваджують різні технології знешкодження й переробки ТПВ.

У світовій практиці відомі більше 20 методів знешкодження й утилізації ТПВ. Методи знешкодження й переробки ТПВ по кінцевій меті можна розділити на ліквідаційні (вирішальні в основному санітарно-гігієнічні завдання) і утилізаційні (вирішальні як санітарно-гігієнічні, так і завдання використання вторинних ресурсів). По технологічному принципі методи знешкодження й переробки ТПВ розділяють на біологічні, термічні, хімічні, механічні й змішані. Більшість із перерахованих технологічних прийомів знешкодження й переробки ТПВ не знайшли значного поширення у зв'язку з їхньою технологічною складністю й високою собівартістю переробки ТПВ. Найбільше поширення у світовій практиці одержали наступні методи: складування на смітниках і полігонах, спалювання, аеробне біотермічне компостування, спалювання або піроліз некомпостних фракцій, виготовлення гранульованого палива й компосту.

Аналіз існуючого положення із ТПВ у світі показує, що повсюдно відзначається складна ситуація в системі їхнього усунення головним чином через непропорційний щорічний їхній ріст, що приводить до гострої нестачі місць, що відводяться під смітники, які, у свою чергу, є екологічно небезпечними об'єктами.

Поряд із цим побутове сміття є коштовним матеріалом. У середньому з 1 т відходів можна одержати близько 170 кг біогазу, 410 кг компосту, 50 кг першого відсівання грубих елементів і металобрухту, 250 кг другого відсівання (скло, тканина, деревина, пластмаса). Близько 70 % всіх відсівань можна використовувати для вироблення тепла шляхом спалювання, піролізу, газифікації, одержання спеціального палива (RDF). Всі ці обставини змушують застосовувати інтенсивні методи усунення ТПВ: переробку з витягом коштовних компонентів (пластмаси, чорних і кольорових металів, скла, паперу й т.д.) і одержання паливних гранул RDF; спалювання з використанням різних типів решіток; піроліз; компостування.

Найпоширеніші в нашій країні й за рубежом такі методи, як складування на полігонах, компостування й спалювання.

У Нью-Йорку (США) більшу частину міських відходів (близько 90 % всієї маси що утворюються ТПВ) направляють на одну з найбільших смітників світу «Фреш Кілс», розташованому на острові Стейн-Айленд, бли-

зько 24 тис. т/доб ТПВ доставляють на цей смітник цілодобово двома баржами. Влади Нью-Йорка поставили завдання закрити смітник в 1991 р., але дотепер не знайдуть для цього альтернативи.

Подібна ситуація з розміщенням відходів склалася й у багатьох північноамериканських містах, де більше двох третин смітників були закриті в 70-х роках, а ті, що залишилися, заповняться в найближчі 5 років.

Європейці роблять менше сміття, але й у них існує проблема зі знешкодженням ТПВ, тому що Європейський континент більш густо населений, чим інші. Але, незважаючи на це, основним способом ліквідації ТПВ в Європі залишається поховання їх на смітниках і полігонах (у середньому в Європі на смітники видаляють близько 55 % утворених ТПВ, без обліку б. СРСР).

У Японії, де найбільше гостро стоїть територіальна проблема, ідуть по шляху селективного збору ТПВ (у деяких містах сміття підрозділяють на 32 категорії, для кожної з яких існують спеціальні приймальні пункти).

Крім того, в обов'язковому порядку міська влада змушує розділяти сміття на горючу й негорючу частини. Горюче сміття (до 72 %) направляють на сміттєспалювальні заводи, негорюче – сортують, плавлять, і воно іде на переробку, і тільки 24...25 % направляють для знешкодження на один з 2411 полігонів поховання ТПВ, створених з урахуванням дотримання всіх екологічних вимог.

Закриті смітники підлягають рекультивації, і згодом їх використовують під спортивні спорудження. Єдиною ознакою колишнього смітника є труби для відводу метану з товщі свалочного ґрунту. Однак і в Японії не вдалося повністю впоратися із проблемою міського сміття, і навіть зменшення кількості сміття на 80 % шляхом прямого спалювання критикують з точки зору його економічності, а також через екологічні міркування.

У містах і селищах міського типу б. СРСР щорічно утворювалося близько 300 млн м³ ТПВ. Найбільша кількість що утворюються ТПВ доводилося на територію України (в 1989 р. близько 46 % загального об'єму ТПВ, що утворилися в б. СРСР).

У недалекому минулому в населення збиралося щорічно близько 2 млн т харчових відходів, які після переробки використовувалися як корм для худоби. У цей час промисловими методами переробляються близько 3 % відходів. Інші ТПВ вивозять на смітники й спеціальний полігон поховання відходів [15-18, 45-50].

На території України працюють сім сміттєспалювальних заводів і два сміттєпереробних підприємства. Будівництво сміттєспалювальних заводів (ССЗ) у б. СРСР почалося в 1972 р. із широким використанням імпортного устаткування.

В 1989 р. на заводах України було перероблено 2 % утворених ТПВ, на Україні – 8,2 %. У технологічних циклах цих заводів не передбачене попереднє сортування сміття. Сміттєспалювання без попереднього сорту-

вання приводить до викидів в атмосферне повітря шкідливих речовин, таких, наприклад, як діоксин, хлористий і фтористий водень, діоксид сірки, оксид азоту й вуглецю, токсичні вуглеводні й важкі метали.

У ряді міст країни побудовані заводи по біотермічній обробці ТПВ з використанням вітчизняного встаткування. Компостування сміття проводиться в біотермічних барабанах продуктивністю 20...30 тис. т у рік. При сортуванні сміття виділяють кольорові й чорні метали, скло, текстиль, макулатуру й інші інертні домішки. Одержуваний компост використовують сільські й міські господарства як біопаливо й органічне добриво.

У Білорусії МПЗ, побудовані в Мінську й Могильові, переробляють більше 600 тис. м³ ТПВ в рік, що становить близько 7 % всіх відходів, що утворюються. З них щорічно витягають і реалізують близько 3 тис. т чорні метали й більше 100 т кольорового. У Україні на МПЗ Санкт-Петербурга й Нижнього Новгорода в 1989 р. перероблено більше 1 млн м³ ТПВ. На МПЗ Баку переробляють 200 тис. м³, хоча розрахункова потужність його 300 тис. м³ у рік. У Казахстані (м. Алма-Ата) і Узбекистані (м. Ташкент) на МПЗ – відповідно 2,3 % і близько 10 % що утворюються ТПВ.

У зв'язку з постійно ускладненим положенням, у системі управління ТПВ у світі намічаються наступні основні тенденції перспективного розвитку управління, включаючи організаційні й технологічні прийоми.

1. Селективний збір ТПВ з обов'язковим поділом органічної й мінеральної частин і виділенням зі сміття: чорних і кольорових металів, пластмаси, скла, паперу, харчових відходів і т.д.

2. Витяг і переробка коштовних компонентів ТПВ у вторинну сировину.

3. Розширення ринку збуту для переробленої продукції.

4. Посилення законодавчих заходів щодо впливу на ринкові сил, спрямованих на стимулювання галузей по переробці вторинних продуктів, витягнутих із ТПВ.

5. Введення екологічного податку на продукцію, для впакування якої використовують матеріали, що не підлягають подальшій переробці.

Селективний збір має на увазі насамперед економічне стимулювання населення, постачання населення пакетами для сортування різних складових ТПВ й організацію системи їхнього збору в контейнери. Вибір технології переробки визначається рішенням головного завдання – санітарного очищення міста від ТПВ. При цьому враховують наступні критерії:

технологія переробки ТПВ повинна бути екологічно чистою;

кінцеві продукти переробки (компост, зола, RDF і т.д.) не повинні завдавати шкоди навколишньому середовищу;

у зв'язку з більшим об'ємом перевезень об'єкти переробки по можливості повинні бути розміщені в безпосередній близькості від місць утворення й рівномірно розподілені на території міста;

максимальне використання коштовних складових ТПВ.

При виборі способу знешкодження ТПВ шляхом складування їх на смітниках і полігонах керуються наступними вимогами.

1. Для досягнення мінімального забруднення навколишнього середовища необхідний пристрій водонепроникних захисних екранів, пересипання ТПВ інертними матеріалами, максимальне ущільнення ТПВ, пристрій системи видалення й очищення фільтрату, правильна організація робіт із приймання й розподілу ТПВ на території полігона.

2. Газ, що утвориться в процесі експлуатації, повинен проходити спеціальне очищення, після чого його використовують, а території закритих полігонів підлягають рекультивації.

3. Полігони поховання відходів влаштовують при наявності вільних площ, призначених для цих цілей.

4. Коштовні компоненти ТПВ вдруге за даною технологією практично не використовують.

При виборі способу знешкодження ТПВ методом спалювання визначальним повинні бути використання багаступінчастої системи очищення газів, що відходять, і постійний автоматизований контроль за якістю газів, що відходять, що викидаються в атмосферне повітря. ССЗ із вітчизняним устаткуванням і одноступінчастою системою очищення газу не задовольняють санітарно-гігієнічним вимогам по кількості викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин (SO_2 – 30...180 мг/м³; NO_x – від 10...160 мг/м³, HCl – 10...210 мг/м³, HF – 0,07...3,0 мг/м³, пил – близько 700 мг/м³). Стічні води після попереднього їхнього очищення направляють у міський каналізаційний колектор. Шлаки й золу нейтралізують і потім їх направляють на полігон для поховання або для вторинного використання. Площа, займана ССЗ, незначна, і розмістити його можна в межах території практично будь-якого міста.

При виборі способу знешкодження ТПВ методом компостування варто враховувати наступні особливості.

1. Несприятливий фактор у процесі роботи МПЗ – виділення газів у повітряне середовище в місцях розвантаження ТПВ, завантаження й вивантаження біобарабанів, просівання й дроблення. У середньому валові викиди газів в атмосферне повітря становлять близько 850 г на 1 т ТПВ й складаються з толуолу, ксилолу, вуглеводню, бензолу, ацетону, окису вуглецю, пилу нетоксичного, а також можлива присутність екотоксикантів у вигляді дибензо-парадиоксінов і фурана.

2. Обов'язковий витяг із ТПВ чорних і кольорових металів, пластмас і великих некомпостуючих фракцій.

3. Основний продукт переробки – компост, зроблений із ТПВ, як правило, містить важкі метали, наприклад ртуть, срібло, кадмій, сурму, цинк, вісмут, свинець, мідь, селен, вольфрам.

4. Площа, необхідна для розміщення МПЗ, не завжди дозволяє його розмістити в межах території міста.

При виробництві гранульованого палива використовують закордонні технології, які не мають рекламацій по впливі технологічного процесу їхньої роботи на навколишнє середовище. Розміщення таких технологічних ліній вимагає значних площ. У процесі переробки відходів витягають чорні й кольорові метали, пластмаси, великі некомпостні фракції. Основні продукти переробки – компост і гранульоване паливо.

На заводах по сортуванню ТПВ повинні бути системи очищення вентиляційних викидів і виконані заходи щодо зменшення шуму від дробильних і сортувальних машин. Якість кінцевих продуктів сортування повинне задовольняти вимогам пропонованим технологіям по їхній кінцевій утилізації. Механічне сортування ТПВ утруднене через наявність у них великої кількості харчових відходів (до 30 %) і, як наслідок, високої їхньої вологості (близько 52 %). У процесі сортування витягають чорні й кольорові метали, пластмасу, скло й текстиль (висока вартість сортування ТПВ не дозволяє відшкодувати витрати на виробництво кінцевих вторинних продуктів).

Найпоширеніший і простий метод видалення відходів – метод складування ТПВ на смітниках і полігонах, що представляє собою поховання відходів у землю, які при виконанні необхідних природоохоронних заходів не заподіюють шкоди й не створюють загрози для здоров'я суспільства. Земельні ділянки для розміщення таких полігонів вибирають із урахуванням тривалості його експлуатації протягом 15...20 років. Площа таких ділянок звичайно становлять 40...200 га й більше. Однак відвід таких площ поблизу від великих міст стає усе складніше, що змушує шукати інші методи знешкодження ТПВ.

З погляду екології слід зазначити, що полігон поряд з фільтратом, що утвориться в його товщі, що є основним забруднювачем природного середовища, викидає в атмосферу метан і інші токсичні гази, а це не тільки забруднює повітряний простір поблизу полігона, але й негативно впливає на озоновий шар землі. Крім того, при похованні на полігонах губляться всі цінні речовини й компоненти ТПВ.

При виборі методу знешкодження й переробки ТПВ в кожному конкретному випадку необхідно враховувати сполуку й властивості ТПВ, кліматичні умови, потреба в органічних добривах або тепловій енергії, економічні й екологічні фактори.

5.1 Склад і властивості відходів, що враховуються при виборі промислової технології переробки ТПВ

Як відзначалося вище, на вибір промислового способу знешкодження ТПВ істотно впливають їх склад й властивості. Наприклад, на вибір термічного способу знешкодження впливають морфологічний склад відходів, їхня вологість і зольність, склад органічної речовини і їх елементний

склад, що в остаточному підсумку визначає кількість тепла, що утвориться, золи й шлаків, забруднюючих речовин, що викидаються з газами, які відходять. Тому при дослідженні складу й властивостей ТПВ обстежуваного регіону визначають їх морфологічний склад, щільність, вологість, зольність, вміст органічної речовини й елементний склад, для чого проби ТПВ відбирають безпосередньо на полігоні з маси привезених у день відбору відходів. Основні вимоги до відбору проб – максимальна відповідність середнього складу досліджуваних ТПВ й постійна вологість їхніх компонентів.

Для первинної проби беруть по 30...50 кг ТПВ з кожного що розвантажуються сміттєвоза, усього 150...200 кг. Відібраний матеріал перемішують, розрівнюють і з нього відбирають осереднену пробу масою 6...15 кг, заповнюючи без ущільнення бак ємністю 30...60 л. Один цикл дослідження включає розбирання трьох первинних проб для одержання трьох середніх проб. Кожну середню пробу зважують для визначення щільності й розбирають по морфологічній ознаці. Попередньо перед розбиранням на ситі відсортовують відсів менше 16 мм, що не розділяється на фракції. Всі відібрані фракції зважують у стані природної вологості.

З відсіву (менше 16 мм), фракцій паперу й харчових відходів відбирають аналітичні проби масою по 150...200 г для визначення вологості, вмісту органічних речовин і зольності. Аналітичні проби впаковують у герметичні скляні банки й відправляють у лабораторію для дослідження.

Масу кожного компонента середньої проби обчислюють у відсотках

$$K_n = 100b_n \sum b_c, \quad (5.1)$$

де b_n – маса n-го компонента середньої проби; b_c – загальна маса середньої проби; n – порядковий номер компонента, $n = 1, 2, \dots, 13$.

Відносну вологість W_n і зольність на суху масу A_{nc} визначають у лабораторії, а зольність на робочу масу обчислюють по формулі, %,

$$A_{np} = A_{nc}(100 - W_n)/100. \quad (5.2)$$

Вміст органічної речовини на суху масу, %,

$$B_{nc} = 100 - A_{nc}. \quad (5.3)$$

Загальна вологість, %,

$$W_{\text{заг}} = \sum (W_n K_n) / 100. \quad (5.4)$$

Загальна зольність робочої маси, %,

$$A_{\text{заг.р}} = (A_{np} K_n) / 100. \quad (5.5)$$

Загальна зольність сухої маси, %,

$$A_{\text{заг.с}} = 100A_{\text{заг.р}} / (100 - W_{\text{заг}}). \quad (5.6)$$

Загальний вміст органічної речовини в сухій масі, %,

$$B_{\text{заг.с}} = 100 - A_{\text{заг.с}} \quad (5.7)$$

Робоча маса ТПВ включає сім елементів:

$$C_p + H_p + O_p + N_p + S_p + A_p + W_p = 100 \%, \quad (5.8)$$

де $C_p, H_p, O_p, N_p, S_p, A_p, W_p$ – вміст відповідно вуглецю, водню, кисню, азоту, сірки, золи й вологи. При цьому вологість і зола є баластом робочої маси відходів при їхньому спалюванні.

У рівнянні (5.8) перші шість членів характеризують суху масу ТПВ, а по першим п'яти членах визначають їхню горючу масу.

Знаючи морфологічний склад ТПВ й елементний склад окремих його компонентів, можна знайти елементний склад всієї маси розглянутих відходів, %,

$$\begin{aligned} C_p &= C_{1p}I_1 + C_{2p}I_2 + \dots + C_{np}I_n; \\ H_p &= H_{1p}I_1 + H_{2p}I_2 + \dots + H_{np}I_n; \\ O_p &= O_{1p}I_1 + O_{2p}I_2 + \dots + O_{np}I_n; \\ N_p &= N_{1p}I_1 + N_{2p}I_2 + \dots + N_{np}I_n; \\ S_p &= S_{1p}I_1 + S_{2p}I_2 + \dots + S_{np}I_n; \\ A_p &= A_{1p}I_1 + A_{2p}I_2 + \dots + A_{np}I_n; \\ W_p &= W_{1p}I_1 + W_{2p}I_2 + \dots + W_{np}I_n, \end{aligned} \quad (5.9)$$

де $C_{1p}, C_{2p}, \dots, C_{np}$ – вміст вуглецю в кожному компоненті ТПВ, %; $N_{np}, S_{np}, A_{np}, W_{np}$ – так само, водню, кисню, азоту, сірки, золи й води; I_1, I_2, \dots, I_n – частки відповідних компонентів у загальній масі ТПВ, сума яких дорівнює одиниці; p – показник робочої маси; n – порядковий номер компонента, $n = 1 \dots 13$.

Елементний склад й вихід летучих продуктів різних складових ТПВ на горючу масу наведений у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Склад елементів ТПВ, %

Склад ТПВ	Елементний склад				
	C_{np}	H_{np}	O_{np}	N_{np}	S_{np}
Харчові відходи	53,6	7,7	34,1	4,0	0,6
Папір, картон	46,2	6,2	47,1	0,3	0,2

Дерево	51,0	6,1	42,6	0,2	0,1
Шкіра, гума	77,9	6,0	15,1	0,3	0,7
Пластмаса	67,7	9,3	21,5	1,1	0,4
Кістки	53,6	7,7	34,1	4,0	0,6
Текстиль	56,1	6,8	32,2	4,8	0,1
Відсів менше 16 мм	46,4	6,3	47	0,0	0,3

Масу кожного компонента перераховують із горючої на робочу по формулах, %,

$$\begin{aligned}
 C_{np} &= C_{nr} (100 - W_n - A_{nr}) / 100; \\
 O_{np} &= O_{nr} (100 - W_n - A_{nr}) / 100; \\
 H_{np} &= H_{nr} (100 - W_n - A_{nr}) / 100; \\
 N_{np} &= N_{nr} (100 - W_n - A_{nr}) / 100; \\
 S_{np} &= S_{nr} (100 - W_n - A_{nr}) / 100,
 \end{aligned}
 \tag{5.10}$$

де n – порядковий номер компонента; p – показчик робочої маси; r – показчик горючої маси.

Питому теплоту згоряння ТПВ в перерахуванні на робочу масу обчислюють по формулі Д. І. Менделєєва, кДж/кг,

$$\begin{aligned}
 Q_{n,p} &= 4,18 \cdot (81 \cdot C_{зар,p} + 300H_{зар,p} - \\
 &- 26 \cdot (O_{зар,p} - S_{зар,p}) - 6 \cdot (H_{зар,p} + W_{зар})).
 \end{aligned}
 \tag{5.11}$$

По питомій теплоті згоряння ТПВ можна судити про доцільність переробки їх спалюванням.

При виборі методу переробки ТПВ методом аеробного компостування необхідно попередньо оцінити прогнозовані агрохімічні показники одержуваного компосту, для чого всі фракції ТПВ умовно підрозділяють на три групи:

перша – фракції, біологічно легкого розкладу й легко перероблюються механічно в процесі біотермічного знешкодження: харчові відходи, папір, відсівання;

друга – органічні частини, що не піддаються зміні в процесі прискореного знешкодження, які в процесі дозрівання компосту або при внесенні його в ґрунт будуть розкладатися: дерево, текстиль, кістки;

третья – баластові складові, що не піддаються розкладанню під впливом мікроорганізмів і, як правило, що не попадають у компост при аеробному біотермічному компостуванні й наступній сепарації: метал, скло, камені, пластмаса.

Агрохімічні показники визначають у компонентах перших двох груп, а вологість – у компонентах всіх груп (табл. 5.2).

Знаючи морфологічний склад ТПВ й вологість його компонентів, можна прогнозувати агрохімічні показники одержуваного компосту.

При проектуванні установок для пресування відходів або пошарового їхнього ущільнення на полігонах необхідно знати ступінь їх ущільненості залежно від створюваного тиску. Орієнтовний робочий тиск, створюваний установками при різних способах ущільнення ТПВ, наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.2 – Усереднені агрохімічні показники компонентів ТПВ, % на суху речовину

Компонент ТПВ	N _{заг}	P ₂ O ₅	K ₂ O ₅	CaO
Харчові відходи	2,4	0,58	2,1	3,0
Папір, картон	0,4	0,28	0,15	0,9
Дерево, садові відходи	0,2	0,15	0,2	0,8
Кістки	4,0	15,0	0,5	40,0
Текстиль	1,0	0,2	0,1	0,2
Відсів менше 16 мм	0,7	0,6	0,3	6,5

Залежно від тиску властивості ТПВ змінюються. Так, при підвищенні тиску, переданого на відходи, до 0,3...0,5 МПа (3...5 кг/см²) розламуються різні види впакувань і ємностей. При цьому залежно від складу й вологості об'єм відходів зменшується в 5.. .8 разів, а щільність зростає до 0,8...1 т/м³. В межах зазначених тисків працюють пресові установки, використовувані при зборі й видаленні відходів.

У виробничому корпусі розташовують технологічне встаткування по переробці сміття, що включає прийомне відділення, що транспортують вузли й пресове встаткування. Станція працює в такий спосіб. Тверді побутові відходи на СПС доставляють сміттєвози вантажопідйомністю 3...9 т. На прохідній їх зважують і потім направляють по естакаді в прийомне відділення, де їх розвантажують у прийомний бункер, з якого по системі стрічкових транспортерів ТПВ подають у пресове встаткування. На станції розміщені три технологічні лінії іспанської фірми «Імабе Іберика», на кожній з яких установлений прес Н-240/5000 продуктивністю до 50 т/год.

Таблиця 5.3 – Ступінь ущільненості ТПВ при різних способах їхнього пресування (ущільнення) залежно від тиску, створюваного установками

Спосіб пресування	Тиск, МПа (кг/см ²)	Ступінь ущільнення, раз
-------------------	---------------------------------	-------------------------

<i>При зборі</i>		
Ущільнення сухих відходів в установках або торговельних підприємствах	0,1...0,2 (1...2)	3...6
<i>При транспортуванні</i>		
Ущільнення в сміттевозі при зборі Пресування при перевантаженні в контейнери	0,02...0,1 (0,2...1) 0,03...0,06 (0,3...0,6)	1,5...3
<i>При переробці й захованні</i>		
Пресування на спеціальних пресах с наступним похованням на полігонах	5...30 (50...300)	8...10
Пошарове ущільнення відходів при похованні на полігонах	0,1(1)	3...4

Як показала практика, при підвищенні тиску, переданого на відходи, до 10...20 МПа (100...200 кг/см²) інтенсивно виділяється волога (80...90 % всієї рідини, що втримується у відходах). Об'єм ТПВ при цьому зменшується ще в 2...2,5 рази й досягає щільності 1,2...1,5 т/м³. Спресований до такого стану матеріал на якийсь час стабілізується, тому що вологи, що залишилися в матеріалі, і обмеженого доступу кисню недостатньо для активної життєдіяльності мікроорганізмів. Тюки спресованого сміття прошивають сталевим дротом діаметром 4 мм, що надає додаткову міцність. Спресовані тюки із СПС вивозять автопоїздами.

При підвищенні тиску від 20 кПа (200 кг/см²) до 60 кПа (600 кг/см²) зменшення об'єму ТПВ незначне, і щільність далі практично не змінюється.

5.2 Особливості поховання відходів на смітниках і полігонах

Прогнози по знешкодженню ТПВ показують, що, незважаючи на досить високі темпи приросту потужностей промислових установок по переробці відходів, кількість ТПВ, складованих на смітниках і полігонах, тим не менш до 2010 р. складе близько 65 %.

Потужність полігонів збільшують в основному за рахунок підвищення питомого навантаження на одиницю їхньої площі, максимально використовуючи ділянки, відведені під складування відходів (збільшуючи ступінь ущільнення ТПВ й висоту їхнього складування). Використання сучасних ковзанок-ущільнювачів типу КМ-305 або «Тана-Юмбо» дозволяє ущільнити ТПВ на полігонах до 0,8 т/м³. При цьому висота складованих ТПВ на ряді закордонних полігонів зростає до 60 м, що в 5...6 разів збільшує їхню місткість.

При проектуванні полігонів для складування ТПВ основою є інтереси охорони навколишнього середовища (атмосферне повітря, ґрунт, поверхневі й ґрунтові води).

На вітчизняних і закордонних полігонах з метою охорони атмосферного повітря ущільнений шар ТПВ ізолюють, засипаючи ґрунтом (будівельними або інертними промисловими відходами) товщиною 15...25 см. Верхній ізолюючий шар не допускає виникнення пожеж.

Площадки для розвантаження сміттєвозів огороджують сіткою висотою 3...4 м, щоб легкі фракції ТПВ (плівка, папір) не попадали на ділянки земель, що прилягають до полігонів. Зовнішня ізоляція ТПВ й ущільнення їхніми важкими ковзанками до $0,8 \text{ т/м}^3$ роблять ТПВ непривабливими для мух і гризунів.

На полігонах (смітниках), де відходи зсипають бульдозером безпосередньо «під укіс», з утворенням зовнішнього укосу, закладенням $m=2$ без наступного пошарового ущільнення ТПВ можливе утворення тріщин з оголенням глибоких шарів відходів. Ці явища виключаються при ущільненні відходів більш ніж в 3 рази й пристрої зовнішніх укосів із закладенням не менш $m=4$. На ділянках з яскраво вираженим рельєфом (круті схили, яри) відходи складують за похилою схемою. У цьому випадку найбільшу увагу приділяють забезпеченню стійкості маси складованих відходів.

Зливові й поталі води з вищерозміщених масивів земель перехоплюються нагорним каналом і приділяються за межі полігона. Передбачають також спеціальні інженерні рішення по збільшенню зчеплення складованого матеріалу із природною підставою.

Стосовно порід, що вміщують, і навколишнім ґрунтам смітник є техногенною геохімічною аномалією. У сміттєвому ґрунті накопичуються мікроелементи (срібло, вольфрам, молібден, нікель, мідь, свинець і деякі інші елементи).

Ґрунти смітників мають аномальні геофізичні характеристики (питомий електричний опір змінюється від $0,2 \text{ Ом} \cdot \text{м/м}^3$ у водонасиченому стані до $20 \text{ Ом} \cdot \text{м/м}^3$ при природній вологості) і аномальними інженерно-геологічними показниками (середня щільність $0,6...0,8 \text{ т/м}^3$, пористість 60...70 %, вологість 20...60 %), а також неоднорідними фільтраційними властивостями ($K_f=0,1...1,5 \text{ м/доб}$) і поганою водовіддачею.

У товщі смітника формується техногенний водоносний горизонт. Як правило, рівні техногенного горизонту помітно перевищують рівні нищележачих водоносних горизонтів, що пов'язане з наявністю в підшві смітника слабопроникного шару, що утворився внаслідок скупчення тонкодисперсних фракцій ґрунтів, і значним інфільтраційним харчуванням по площі смітника. Інфільтраційне харчування – основа балансу техногенного горизонту, що досягає 60 % суми атмосферних опадів.

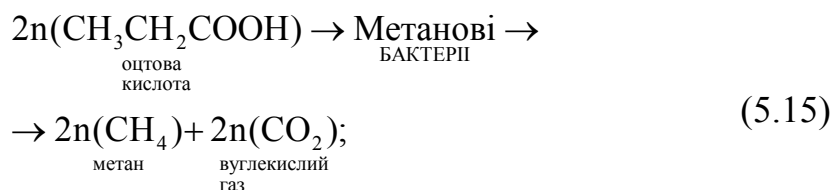
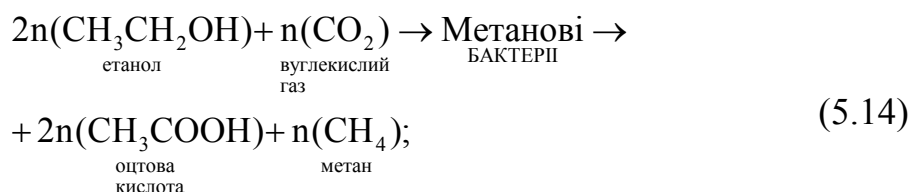
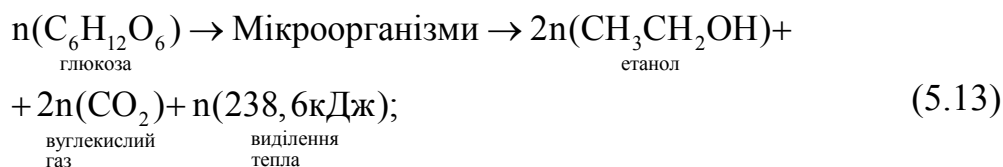
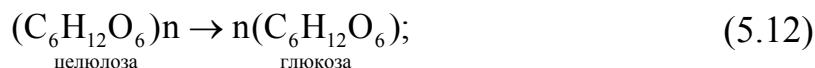
Інфільтрація – провідний фактор, що впливає на інтенсивність протікання фізико-біологічних процесів у товщі смітника й визначальну кіль-

кість фільтрату і біогазу, що утворюються. Фільтрат і біогаз утворюються в анаеробній зоні смітника, потужність якої може досягати 10 м і більше за рахунок протікання процесів деполімеризації, зброджування, гуміфікації органічної речовини, сульфатредукції й інших процесів. У підсумку отримується унікальний по своїй токсичності розчин з мінералізацією до декількох десятків грам на 1 л, вмістом іонів амонію й хлору, інших макрокомпонентів до декількох грам на 1 л, високими концентраціями важких металів (цинк, свинець, нікель, хром, кадмій і ін.).

Основні органічні сполуки фільтрату – це сполуки змішаних рядів, ароматичні, ациклічні карбонільні сполуки всіх класів небезпеки. Концентрація зважених органічних речовин ($C_{\text{орг}}$) у фільтраті досягає 5 г, а хімічна потреба в кисні (ХПК) – 6 г O_2 на 1л. Усереднені характеристики вод, що просочуються зі сховищ (смітників) міського побутового сміття (через 6...8 років після закладки на зберігання), наведені в таблиці 5.4.

Біогаз утвориться в результаті життєдіяльності метаноутворюючих бактерій і супроводжується виділенням теплоти, що підтримує в товщі відходів порівняно невисоку (30...40°C) температуру. У результаті внутрішнього розігріву відходів збільшується проникність глинистих порід, що підстиляють смітник.

Біохімічні процеси, що протікають у товщі смітника в анаеробних умовах, можна представити в такий спосіб:



Сумарну біохімічну реакцію розкладання целюлози можна представити в такому виді:

Нітрати, мг/л	25	7,7	0,1...14775
Азот загальний, мг/л	14	104	1...2892
Фосфор загальний, мг/л	15	2,9	0,03...52
Фториди, мг/л	11	6	0,1...50
Ціаніди, мг/л	16	0,2	0,007...15
Легковідривні ціаніди, мг/л	15	0,03	0,0008...1
Миш'як, мкг/л	21	34	2...240
Свинець, мкг/л	23	68	4.3...650
Кадмій, мкг/л	26	11,5	0,2...2000
Мідь, мкг/л	25	58	1,3...8000
Нікель, мкг/л	23	388	14,2...30000
Ртуть, мкг/л	25	2	0,17...50
Цинк, мкг/л	27	510	20...27242
Хром загальний, мг/л	23	0,2	0,009...300
Залізо, мг/л	21	34	0,38...2700
Фенол, мг/л	22	5,2	0,01...350
Вуглеводні, мг/л	16	1,1	0,1...424
Галогеновмісні органічні сполуки, мкг/л	12	6600	44...292000
Дихлорметан, мкг/л	5	2700	150...36500
Трихлорметан, мкг/л	6	130	1...710
Тетрахлорметан, мкг/л	3	–	0.6...30
1, 2-дихлоретан, мкг/л	4	215	4...290
1,1,1-трихлоретан, мкг/л	2	–	0.4...1000
1,1,2-трихлоретан, мкг/л	2	–	0,4...1000
1,1,1,2-тетрахлоретан, мкг/л	3	–	0.01...775
Трихлоретилен, мкг/л	3	–	0.01...775
Перхлоретилен, мкг/л	3	–	1...7430

У процесі емісії з товщі смітника на поверхню біогаз витісняє повітря, що є присутнім у верхніх шарах відходів і в їхньому ґрунті, що вкриває. У результаті цього в більшості рослин, що ростуть на поверхні

Таблиця 5.5 – Можливий склад біогазу смітників і полігонів поховання відходів виробництва й споживання

Хімічна група:	Сполука	Хімічна формула	Вміст у біогазі, мг/м ³	ГДК _{м.р.} , мг/м ³	ГДК _{м.р.} , мг/м ³	Клас безпеки
1	2	3	4	5	6	7
Алкани	Метан	CH ₄	44...66	100	25	4
	Етан	C ₂ H ₆	0,8...48,0	100	25	4
	Пропан	C ₃ H ₈	1,4...13,0	100	25	4
	Бутан	C ₄ H ₁₀	0,03...23,0	200	–	4
	Пентан (n-пентан)	C ₅ H ₁₂	0...12	100	25	4
	Гексан (n-гексан)	C ₆ H ₁₄	3...18	60	–	4

	Гептан (n-гептан)	C_7H_{16}	3...8	100	25	4
	Октан	C_8H_{18}	0,05...75,0	100	25	4
	Нонан (n-нонан)	C_9H_{20}	0,05...400,0	100	25	4
	Декан (ізодекан, n-декан)	$C_{10}H_{22}$	0,2...137,0	100	25	4
	Ундекан	$C_{11}H_{24}$	7...48	–	–	–
	Додекан	$C_{12}H_{26}$	2...4	1	–	4
	Тридекан	$C_{13}H_{28}$	0,2...1,0	1	–	4
	2-метилпентан	C_6H_{14}	0,02...1,5	–	–	–
	3-метилпентан	C_6H_{14}	0,02...1,5	–	–	–
	2-метилгексан	C_6H_{16}	0,04...16,0	–	–	–
	3-метилгексан	C_6H_{20}	0,04...13,0	–	–	–
	2-метилгептан	C_8H_{18}	0,05...2,50	–	–	–
	3-метилгептан	C_8H_{18}	0,05...2,50	–	–	–
Циклоалкани	Циклогексан	C_6H_{12}	0,03...11,0	1,40	1,4	4
Алкени	Етен (етилен)	C_2H_4	0,7...31,0	3	3	3
	Пропен (пропилен)	C_3H_6	0,04...10,0	3	3	3
	Бутен (бутелен)	C_4H_8	1...1	3	3	4
Циклоалкени	Циклогексен	C_6H_{10}	–	–	–	–
Ароматичні вуглеводні	Бензол	C_6H_6	0,03...7,0	1,50	0,10	2
	Метилбензол (толуол)	C_7H_8	0,2...615,0	0,60	0,60	3
	Етиленбензол	C_8H_{10}	0,5...236,0	0,02	0,02	3
	Диметилбензол (оксилон)	C_8H_{10}	0,2...7,0	0,20	0,20	3
	Ізопропілбензол (кумом)	C_9H_{10}	0...32	0,014	0,014	4
	Метилбензол	C_9H_{12}	10...25	–	–	–
Галогеновані вуглеводні	Дихлорметан (фреон-30)	CH_2Cl_2	0...6	8,80	–	4

Продовженн таблиці 5.5

1	2	3	4	5	6	7
	Трихлорметан (хлороформ, фреон-20)	$CHCl_3$	0...2	–	0,03	2
	Тетрахлорметан (чотирихлористий вуглець)	CCl_4	0...0,6	4	0,70	2
	Хлоретан	C_2H_3Cl	0...264	–	0,20	4
	Дихлоретан	$C_2H_2Cl_2$	0...294	3	1	2
	Трихлоретан (метилхлороформ)	C_2HCl_3 $C_2H_3Cl_3$	0...182 0,5...4,0	– 2	– 0,20	– 4
	Тетрахлоретан	$C_2H_2Cl_4$	0,1...142,0	0,60	–	4
	Трихлоретилен	C_2HCl_3	0...0,10	4	1	3
	Хлордифторметан	$CClF_2$	5...10	–	–	–

	Хлордифторметан	CClF ₃	0...10	–	–	–
	Дихлордифторметан (фреон-12)	CCl ₂ F ₂	4...119	100	10	4
	Трихлорфторметан (фреон-11)	CCl ₃ F	1...84	100	10	4
	Хлорбензол	C ₆ H ₅ Cl	0...0,20	0,10	0,10	3
Сумарний вміст хлору		Cl ₂	25...40	0,10	0,03	2
Неорганічні речовини	Оксид вуглецю	CO	0...0,3%	3,0	3,0	4
	Аміак	NH ₃	0...0,1%	0,20	0,04	4
	Сірководень	H ₂ S	200	0,008	–	2

смітника, особливо культурних, затримується ріст і вони можуть навіть загинути через зниження кількості кисню в корнеприсутньому шарі.

Біогаз, проникаючи в підвали, шахти, колодязі й т.д., витісняє повітря, що було там, створюючи небезпеку вибуху. Неодноразово відзначалися вибухи на смітниках, причиною яких був метан, що втримується в біогазі (Росія, ФРН).

Підземні води на ділянках розміщення смітників забруднюються в результаті зниження їхнього окислювально-відновного потенціалу за рахунок проникнення в підземні горизонти разом з фільтратом неокислених органічних речовин. Останні, споживаючи кисень підземних вод на своє окислювання й різні хімічні трансформації, формують околонеітральні безкисневі безсульфідні води [36-43].

Речовини, що забруднюють підземні води, характеризуються присутністю в них неорганічних компонентів, у концентраціях, що перевищують ГДК і відносяться до різних класів небезпеки. Крім того, у підземних водах у високих концентраціях присутні неокислені органічні речовини всіх класів небезпеки. Наприклад, у результаті міграції забруднюючих речовин відбувається забруднення гірських порід основи смітника й ґрунтових вод. Поверхневі води, що стікають зі смітника, також несуть забруднюючі речовини й при русі їх по прилягаючих територіях забруднюють ґрунт, а потрапляючи у відкриті водні об'єкти, погіршують якість води й сприяють нагромадженню забруднюючих речовин у донних відкладеннях. Інтенсивність накопичення забруднюючих речовин у різних середовищах неоднакова й змінюються так: гірські породи – ґрунт – донні відкладення. Накопичення забруднюючих речовин у цих середовищах тісно взаємозалежне й збільшується згодом. Характеризується воно сумарним показником забруднення:

$$Z_c = C_1 / C_{ф1} + \dots + C_n / C_{фn}, \quad (5.17)$$

де C_1, \dots, C_n – концентрація присутніх забруднюючих елементів;

$C_{\phi 1}, \dots, C_{\phi n}$ – концентрація фонових елементів.

На ступінь забруднення навколишнього середовища впливають концентрація забруднюючих речовин і тривалість експлуатації смітника. Найбільше негативно на навколишнє середовище впливає смітник після 3.. .4 років від початку експлуатації й у перші 15.. .20 років після його закриття (табл. 3.5).

З метою зменшення негативних впливів смітників на навколишнє середовище (табл. 5.6) необхідно проводити природоохоронні заходи.

Таблиця 5.6 – Етапи впливу смітників на навколишнє середовище

Етап	Стан смітника	Часовий інтервал	Забруднення підземних вод		Забруднення донних відкладів, землі і гірських порід, ГДК	Вплив біогазу на атмосферу
			Ореол	Рівень		
1	Період експлуатації	Перші роки до 3-х років	Початок формування	Менше ГДК	Менше 1 30 100	Початковий
2		Після 3...4 р.	Продовження формування	Більше ГДК	10...n*10 30...n*100 10...n*1000	Інтенсивний
3	Після закриття	Через 15...20 р. після закриття	Деяке скорочення	Теж саме	n*10 n*100	Теж саме
4		Більше 15...20 р. після закриття	Поступове скорочення	Не більше ГДК	n*1000	Потенціально зберігається

*n = 1, 2, ..., n.

Крім того, у результаті поховання ТПВ на смітниках безповоротно губиться величезна маса цінних речовин і компонентів, що втримуються в них, у тому числі солей азоту, фосфору, калію й кальцію, що є основою органічних і мінеральних добрив.

Питання для самоперевірки

1. Дати характеристику промисловим технологіям санітарної очистки міст і населених пунктів.
2. Дати характеристику складу і властивостям відходів, що враховуються при виборі промислової технології переробки ТПВ.
3. Проаналізувати особливості поховання відходів на смітниках і полігонах.

6 ЗАКРИТТЯ ПОЛІГОНА, РЕКУЛЬТИВАЦІЯ І ПЕРЕДАЧА ДІЛЯНКИ ПІД ПОДАЛЬШЕ ВИКОРИСТАННЯ

Закривають полігон для прийому відходів після відсіпання його на позначку, встановлену в проекті. На сильнонавантажених полігонах з терміном експлуатації не менше 5 років допускається перевищення проектної позначки на 10%.

Останній шар відходів перед закриттям полігону засипають шаром ґрунту з урахуванням подальшої рекультивації.

Захисні екрани, що влаштовуються по верху звалищного ґрунту, – основні елементи, що забезпечують головну природоохоронну функцію. Конструкція захисних екранів являє собою комбінацію ізоляційних і фільтруючих елементів, для збирання і відведення поверхневих вод, які можуть просочуватися, атмосферних опадів та біогазу.

Будують захисний екран у такій послідовності. Попередньо ретельно розрівнюють окремі нерівності по поверхні полігонів, після чого виконують загальне планування всієї поверхні з незначним ухилом до країв полігону ($i = 0,01 \dots 0,05$). Потім насипають вирівнюючий шар товщиною не менше 0,5 м з мінерального ґрунту або очищеного будівельного сміття з фракціями діаметром 4 ... 32 мм.

При наявності процесу газоутворення в товщі звалищного ґрунту влаштовують по верху вирівнюючого шару шар з газопровідного матеріалу, наприклад, піску товщиною не менше 0,3 м.

Після цього по верху газопровідної шару виконують протифільтраційний екран, що складається з двох шарів глини товщиною 0,25 м кожний і шару синтетичної рулонної ізоляції товщиною не менше 2,5 мм. Для спорудження протифільтраційного екрану використовують глини з коефіцієнтом фільтрації не менше $K_f = 5 \cdot 10^{-10}$ м/с. Остаточне спорудження ізолюючого шару полігону залежить від напрямку його рекультивації.

Зміцнюють зовнішні схили полігону з початку його експлуатації в міру збільшення висоти складування. Матеріалом для зміцнення зовнішніх укосів служить мінеральний потенційно родючий ґрунт, вилучений з основи полігона, і родючий ґрунт, що забирається з тимчасових кавальєрів.

Для захисту зовнішніх схилів полігонів від ерозійних процесів їх озеленюють: на першому етапі посівом трав безпосередньо після укладання потенційно родючого і родючого шарів ґрунту.

Рекультивація закритих полігонів – комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності відновлюваних територій, а також на поліпшення навколишнього середовища.

Рекультивацію проводять після закінчення стабілізації закритих полігонів – процесу зміцнення звалищного ґрунту, досягнення ним постійного, стійкого стану, терміни якого визначаються по таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Терміни стабілізації закритих полігонів для різних кліматичних зон

Вид рекультивації	Кліматична зона		
	південна	середня	північна
Посів багаторічних трав, створення пасовищ, сінокосів, газонів	1	2	3
Посадка кущів та дерев	2	2	3
Створення городів та садків	10	10	15

Напрямок рекультивації визначає подальше цільове використання рекультивованої території. Найбільш прийнятні для закритих полігонів сільськогосподарський, лісогосподарський, рекреаційний та будівельний напрями рекультивації.

Сільськогосподарський напрям рекультивації закритих полігонів здійснюють при розташуванні полігону в зоні землекористування чи іншого сільськогосподарського підприємства. Мета його – створення на порушених в процесі заповнення полігону землях орних, сінокосних і сінокосно-пасовищних угідь, колективного садівництва. При сільськогосподарському напрямі рекультивації вирощувати овочі і фрукти, а також вести колективне садівництво допускається через 10 ... 15 років, а створювати сінокосно-пасовищне угіддя – через 1 ... 3 роки після закриття полігону [41-45].

Лісогосподарський напрям рекультивації – створення на порушеній полігонами землях лісових насаджень різного типу. Лісорозведення передбачає створення та вирощування лісових культур меліоративного, протиерозійного, полезахисного, ландшафтно-озеленювального призначення через 2 ... 3 роки після закриття звалища.

Товщина верхнього ізолюючого шару на ділянках закритих полігонів, що використовуються в подальшому під відкриті склади тари нехарчового призначення, повинна становити не менше 1,5 м.

Рекреаційний напрям рекультивації закритих полігонів можливий після перекриття звалищного ґрунту екраном, що складається з вирівнюючого шару, що виконується відсипанням інертного матеріалу, газо-і водонепроникних шарів, дренажного шару, захисного шару, що відсипається з потенційно родючого ґрунту, і родючого шару ґрунту, установки газовідвідних свердловин і проведення біологічного етапу рекультивації.

Будівельний напрям рекультивації закритих полігонів можливий тільки після вивезення всього звалищного ґрунту. Будівництво закритих приміщень на території закритого полігону без вивезення звалищного ґрунту не допускається. При вивезенні звалищного ґрунту житлове будівництво може бути дозволено тільки після проведення відповідних санітарно-бактеріологічних досліджень.

Рекультивацію полігону виконують у два етапи: технічний і біологічний.

Технічний етап рекультивації включає дослідження стану звалищного ґрунту і його вплив на навколишнє природне середовище, підготовку території полігону до подальшого цільового її використання.

Біологічний етап рекультивації включає заходи щодо відновлення територій закритих полігонів для їх подальшого цільового використання. До них відносять комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення порушених земель. Біологічний етап здійснюється слідом за технічним етапом рекультивації.

Для проведення рекультивації розробляють проектно-кошторисну документацію. При цьому обов'язковою є така документація:

- вихідний топографічний план полігону на початок проведення робіт з рекультивації; генплан після рекультивації; вертикальне планування;
- схема переміщення звалищного ґрунту в разі його видалення; технологія проведення рекультивації;
- пояснювальна записка, в якій відображають характеристику звалищного ґрунту на всю глибину ґрунтів і порід, що завозяться для рекультивації, матеріалів і технічних виробів, що застосовуються в системі дегазації і;
- якісний і кількісний підбір асортименту рослин і добрив;
- кошторису на проведення робіт.

Основні вихідні дані для проектування рекультивації: рік відкриття полігону; рік закриття полігона; вид відходів, що приймалися (побутові, промислові, будівельні); відстань від полігону до найближчих містоутворюючих об'єктів, км; загальна площа відчуження, га; площа, зайнята безпосередньо відходами, га; загальний обсяг накопичення відходів, тис. м³, висота шару відходів (в тому числі над рівнем землі, м); верхній шар ізолюючого матеріалу (ґрунт, шлак, будівельні відходи і т.д.); товщина верхнього шару ізоляції, м; характеристика місцевості, на якій розташований полігон (ліс, болото, поле, яр, кар'єр, сельбищних зона, район новобудови і т.д.); відомчу приналежність прилеглих земель; передбачуване цільове використання даної території згодом; відстань від місця складування ґрунтового ґрунту до закритого полігону, км; самозаростання полігону,%; вид рослин; вид чагарників; вид дерев; густина травостою,%; вік дерев.

При виконанні рекультиваційних робіт схили вирівнюють бульдозером, вантажать екскаватором і автотранспортом, доставляють на рекультивовану територію закритого полігону плідородні і потенційно родючі ґрунти, які пошарово розрівнюють бульдозером по поверхні полігону, створюючи ре-культиваційний шар. На цьому технічний етап рекультивації закінчується.

Товщину потенційно родючого шару приймають в залежності від прийнятого цільового подальшого використання території закритого полігону, м: під ріллю – 0,7; під сінокоси – 0,6; під лісопосадки – 1 ... 2. Тов-

щину родючого шару приймають, м: під ріллю – 0,3 ... 0,4; під сінокоси – 0,2 ... 0,3; під лісопосадки – 0.

Технічний етап рекультивації складається з процесів стабілізації, вирівнювання і терасування, спорудження системи дегазації, створення рекультиваційного багатофункціонального покриття, передачі ділянки для проведення біологічного етапу рекультивації.

Якщо полігон підноситься над рівнем землі більш ніж на 1,5 м, то зовнішні укоси його вирівнюють (згладжують), для висотних полігонів на схилах влаштовують тераси.

Зовнішні схили полігону згладжують бульдозерами, переміщаючи звалищний ґрунт з верхньої бровки полігону в бік нижньої бровки шляхом послідовних заходок.

При рекультивації висотних полігонів виробляють сумісне терасування і вирівнювання поверхонь зовнішніх його схилів. Тераси влаштовують через кожні 10 м по висоті полігона. Ширину тераси приймають не менш 3 м.

Нормативне закладення зовнішніх схилів приймають в залежності від цільового використання утворюваної території після закриття полігону. Ухили поверхні полів складають, град, не більше: при вирощуванні сільськогосподарських культур 2 ... 3, для луків і пасовищ 5 ... 7, для садів 11, для посадки лісу 18. Ухили поверхонь зовнішніх схилів закритих полігонів, території яких використовують для організації зон відпочинку, лижних гірок і т. д., повинні бути не більше 25 ... 30 град.

Верхній рекультиваційний шар закритих полігонів складається з підстильного потенційно родючого ґрунту і насипного шару родючого ґрунту. В якості штучного підстилаючого шару застосовують легкі, середні або тяжкі суглинки без гравійно-кам'янистих включень та інші нетоксичні породи з не більше 0,8 м/добу.

Родючі і потенційно родючі ґрунти на закриті полігони завозять з місць тимчасового їх складування або інших можливих місць їх утворення. Завозять ці ґрунти автотранспортом, а в окремих випадках скреперами. Планувальні роботи виконують бульдозерами.

Після закінчення технічного етапу ділянку передають для проведення біологічного етапу рекультивації закритих полігонів. Тривалість біологічного етапу рекультивації складає 4 роки і включає наступні роботи: підбір асортименту багаторічних трав, підготовку ґрунту, посів і догляд за рослинами.

При посіві травосуміші з двох компонентів норми висіву зменшують на 35%, а при посіві травосуміші з трьох компонентів – на 50% кожного виду трав.

У перший рік проведення біологічного етапу рекультивації підготовка ґрунту включає дискування на глибину до 0,1 м, внесення основного добрива і передпосівне прикочування. Потім проводять роздільно-рядовий

посів підготовленої травосуміші, яка складається з двох, трьох сортів або більше. Норми висіву багаторічних трав приведені в таблиці 6.2. Підбирають травосуміші з умови забезпечення доброго задерніння території рекультивованого полігону з урахуванням їх стійкості до морозів і посухи, довговічності, швидкого відростання після скошування.

Таблиця 6.2 – Норми висіву багаторічних трав.

Трава	Норма висіву, кг/га	Трава	Норма висіву, кг/га
Конюшина повзуча	10 ... 12	Регнерія волокниста	44
Конюшина лучна	19 ... 20	Пирій безкореневищний	38
Костер безостий	35 ... 38	Овсяниця червона	28 ... 31
Буркун	30 ... 31	Вівсяниця лугова	29 ... 31
Люцерна жовта	15 ... 18	Тимофіївка лугова	15 ... 18
Еспарцет піщаний	75	Мятлик луговий	9 ... 25
Волоснец сибірський	23 ... 25	Мітлиця біла	14 ... 19
Житняк гребінчастий	23 ... 25	Єжа збірна	18 ... 19

При посіві дрібне насіння зашпаровують на глибину 1 ... 1,25 см, великі – 3 ... 4 см. Відстань між однойменними рядками 45 см, а між загальними рядками 22,5 см.

Догляд за посівами в перший рік складається з періодичного поливу з розрахунку забезпечення 35 ... 40%-ї вологості ґрунту, скошування на висоту 10 ... 15 см і підживлення мінеральними добривами з наступним боронуванням на глибину 3 ... 5 см.

У наступні (другий, третій і четвертий) роки догляд за вирощуванням багаторічних трав зводиться до виконання наступних робіт: у весняний період – підживлення азотними добривами та боронування на глибину 3 ... 5 см; в літній період – скошування трави на висоту 5 ... 6 см і підгодівля її мінеральними добривами з розрахунку 140 ... 200 кг/га з наступним боронуванням на глибину 3 ... 5 см і одноразовим поливом (200 м³/га).

Через 4 роки після посіву трав територію рекультивованого полігону передають відповідному відомству для подальшого цільового використання земель.

Схема формування «гори» і парку на ній в процесі експлуатації полігону, його закриття та проведення рекультивації приведена на рис. 6.1.

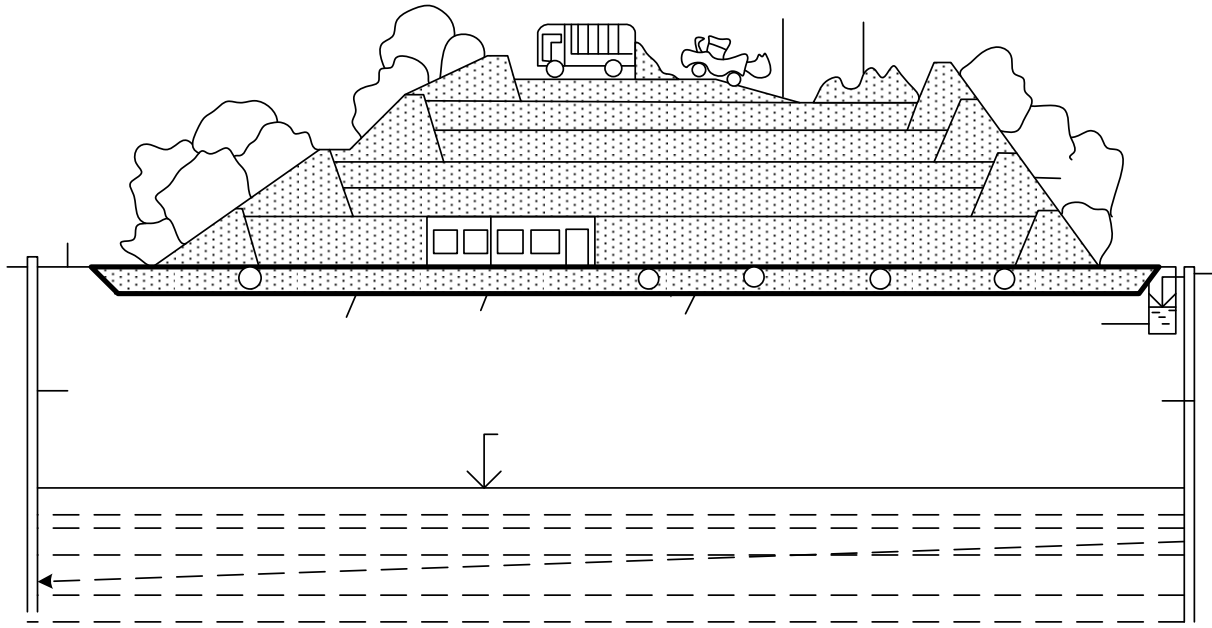


Рисунок 6.1 – Схема формування «гори» і парку на ній поблизу Гельєенкірхена (Німеччина) в процесі формування полігону, його закриття та рекультивації:

1 – канава для відводу вод, що просочуються, 2 – базисне ущільнення (мінеральний матеріал), 3 – пошарове спорудження «гори»; 4 – ґрунт для засипки; 5 – декоративний озеленений захисний вал, 6 – кільцева дорога; 7 – фільтраційна шахта для просочуваних вод; 8 – поверхневий дренаж (30 см гравію); 9 – входний контроль і ваги; 10 – колодязі для сосереження за ґрунтовими водами; 11 – рівень ґрунтових вод; 12 – напрямок потоку ґрунтових вод.

11

Питання про можливість вирощування рослин на забруднених або поступово забруднюючихся поллютантами ґрунтах вирішують з урахуванням таких факторів: по-перше, при рекультивації і озелененні таких об'єктів необхідно підібрати найбільш терпимі до конкретного забруднення види декоративних рослин, які добре ростуть в екстремальних умовах атмосферного і ґрунтового забруднення і виконують при цьому фітогігієнічну роль, по-друге, при вирощуванні культур важливо не тільки підібрати стійкі до забруднення види рослин, а й необхідно, щоб вони по можливості очищали ґрунт від забруднюючих речовин, тобто проводили фітомеліорації.

Як показує практика, виключивши джерела подальшого забруднення ґрунту, проводячи реабілітацію земель і зайнявши ділянки культурами, стійкими до поллютантів, і культурами-меліорантами, можна поступово знизити вміст забруднюючих речовин у ґрунті за рахунок природних процесів самоочищення. Частина забруднюючих елементів з ґрунту виносять самі рослини, а частина їх вимивається за межі кореневого шару.

Вирощувати рослини, стійкі до забруднень, рекомендують на землях, розташованих в зоні впливу звалищ і полігонів, що відводяться під лісопаркові насадження або смуги озеленення.

Біологічний етап рекультивації порушених земель застосовують в основному на заключному етапі відновлення земель, що виконується слідом за нанесенням шару умовно чистого ґрунту або внесення хімічних меліорантів.

Однорічні та багаторічні травосуміші з неглибокою кореневою системою призначені для озеленення алей і обмежені для сінокосів, що проводяться при попередньому відновленні земель на глибину не менше 40 см.

При відновленні земель на глибину 60 см ці ділянки можна використовувати для лісонасаджень з метою озеленення і як ґрунтозахисні лісосмуги. При лісовій рекультивації доцільним є створення лісонасаджень, що виконують господарсько-захисні, санітарно-гігієнічні, озеленувальні та рекреаційні функції.

Фітомеліорацію проводять в такому порядку:

- створюють родючий шар;
- проводять агротехнічні роботи (обробка ґрунту, підготовка добрив і внесення їх у ґрунт з подальшим боронуванням у два сліди і передпосівне прикочування, підготовка травосумішей і засіювання поверхні звалища);

- сіють фітомеліорантів в чотири етапи:

- 1) перший – оранка, дискування і розпушування ґрунту перед пробним посівом;

- 2) другий – пробний посів трав для оцінки залишкової фітотоксичності ґрунту;

- 3) третій – перевіряють рівень сходу насіння на даному ґрунті (при негативному результаті повторюють);

- 4) четвертий – посів трав через 1,5 ... 2,5 роки після закриття звалища або полігону, якщо пробний посів трав дав сходи не менш ніж на 75% площі.

В якості рослин-фітомеліорантів, здатних виносити з ґрунту забруднюючі речовини, використовують тимофіївку лугову, тонконіг луговий і сплюснутий, вогнище безостий, овсяницю червону, конюшину повзучу, лядвенець рогатий.

Сіють дерноутворюючі трави після передпосівної обробки ґрунту роздільно-рядовим посівом підготовленої травосуміші, що складається з двох, трьох компонентів і більше (насіння для травосуміші підбирають з умови забезпечення хорошого задерніння території звалища або полігону, що рекультивують), за таких умов (таблиця 6.3):

- підбирають асортимент трав, деревні та чагарникові породи, здатні рости на забруднених ґрунтах, враховують біопридатність ґрунту і міс-

це розташування рекультивованої ділянки, біологічні властивості рослин, цільове призначення насаджень, комплекс та особливості попередньо проведених відновлювальних заходів. Так, при попередньому внесенні в ґрунт хімічних меліорантів добре ростуть ромашка аптечна, календула, безсмертник, а на лесовидних суглинках без землювання – звіробій, подорожник, естрагон, стальнік. Для створення галявин рекомендовано висівати лядвенець рогатий, конюшину повзучу, овсяницю лугову, лисохвіст, ежу збірну;

- підбирають асортимент деревних і чагарникових порід для паркових насаджень, стійких до забруднення навколишнього середовища в умовах міста, враховують придатність використання відновлюваних земель під парк, місце розташування ділянки, біологічні властивості рослин, цільове призначення насаджень:

- формують і висаджують змішані паркові культури;
- створюють розділові смуги з чагарниково-трав'янистою рослинністю шириною 10 м (одночасно вони служать і як протипожежні);
- передбачають на розділових смугах по можливості невеликі водойми, необхідні для розселення земноводних тварин;
- створюють по краю водойм водорегулюючі і ґрунтозахисні насадження, а по краю смуги з метою прискорення заселення паркових посадок корисними тваринами висаджують плодово-ягідні чагарники.

Тривалість біологічного етапу рекультивації від 2 до 5 років і більше в залежності від ґрунтово-кліматичних умов, ступеня первісного забруднення та попередньої очистки ділянки. Трави, які використовуються для рекультивації, повинні бути апробованих сортів і місцевих популяцій. Висаджані рослини повинні швидко акліматизуватися, володіти стійкістю до несприятливих кліматичних умов, негативних фізичних та хімічних властивостей ґрунту, мати сильно розвинену кореневу систему, мати здатність до симбіозу з мікроорганізмами [45-51].

Рекомендовані трави і норми їх висіву, що використовуються для попередньої детоксикації ґрунту в лісовій зоні, наведені далі.⁷

При формуванні парків рекомендують такі породи деревних і чагарникових культур. Для посадки на потенційно родючих ґрунтах відновлюваної ділянки рекомендують висаджувати наступні деревні породи: березу бородавчасту, сосну звичайну, тополі, клени ясенелистий, татарський і польовий, вербу козячу, липу дрібнолисту, горобину, а з чагарникових – смородину золотисту, спирею калинолисту, шипшину, свідину, вільху сіру, акацію жовту, лох вузьколистий, жимолость татарську, обліпиху звичайну.

Таблиця 6.3 – Асортимент трав

Трава	Норма висі-	Трава	Норма ви-
-------	-------------	-------	-----------

	ву, кг/га		сіву, кг/га
Тимофіївка лугова	25	Волоснець сибірський	35
Овсяниця лугова	35	Регнерія волокниста	30
Мятлик луговий	25	Житняк гребінчастий	20
Польовиця біля	15	Райграс високий	36
Лисохвіст луговий	30	Люцерна синя	20
Овсяниця лугова	25	Клевер луговий	20
Єжа збірна	35	Донник жовтий	30
Костер безостий	35	Еспарцет піщаний	120

На ґрунтах із значною залишковою токсичністю рекомендують вирощувати маловимогливі деревні та чагарникові породи, наприклад березу бородавчату, тополі, клен татарський, вільху сіру, вишню степову, смородину золотисту, акацію жовую, спірею, жимолость татарську, лох вузьколистий, обліпиху, а на слабботоксичних, але сильнокислотних ґрунтах – сосну звичайну, березу бородавчату, акацію жовту, лох мілколистий, жимолость татарську, спірею клинолисту, обліпиху, смородину золотисту, клен ясенелистий, тополі, вільху сіру. В міжрядях проводять стрічковий посів бобових (люпину і буркуну).

Для формування екологічно стійких насаджень створюються парки зі змішаних культур: до 60 % – головних порід, 20 – супутніх, до 20% – чагарників. Через кожні 200...300 м влаштовують розділові смуги шириною 10 м чагарниково-трав'янистої рослинності.

Забороняється вживати в харчових і кормових цілях рослинну продукцію, вирощену на забрудненому ґрунті, до закінчення рекультивації.

6.1 Способи зменшення негативного впливу звалищ і полігонів ТПВ

Останнім часом у багатьох розвинених країнах особливу увагу приділяють небезпечним побутовим відходам. Список їх містить понад 200 найменувань, розділених на 8 категорій (побутові чистячі засоби, автомобільна косметика, лакофарбові вироби, пестициди, джерела електроживлення, освітлювальні прилади та ін.)

Наприклад, в Канаді та деяких інших країнах прийнято підрозділяти небезпечні побутові відходи на чотири категорії:

- корозійні, тобто хімічно активні речовини, здатні руйнувати інші речовини і матеріали (акумуляторні кислоти, очищувачі і т. д.);
- вогнебезпечні рідини (бензин, скипидар і т. д.);
- реактивні речовини, при реакції з якими виділяються ядовиті пари або відбуваються вибухи (відбілювачі на основі хлорного вапна, засоби для чищення на основі аміаку та ін);
- токсичні, отруйні та смертельні для людини і тварин речовини навіть у незначних кількостях (пестициди, хлорне вапно, ряд лікарських препаратів).

Єдиним розумним вирішенням проблеми небезпечних побутових відходів фахівці вважають повсюдну організацію всеможливих стаціонарних і пересувних пунктів прийому їх від населення з подальшим знешкодженням на спеціалізованих підприємствах. Проте їх накопичилося в достатніх кількостях на звалищах ТПВ.

У Німеччині зареєстровано понад 50 тис. відпрацьованих звалищ побутових і промислових відходів. За оцінкою Федерального міністерства з охорони навколишнього середовища, 10 ... 20% з них є джерелами забруднення природного середовища і вимагають санування.

Німецькі фахівці відзначають, що при розробці способів знешкодження місць, забруднених відходами, потрібно проведення наукових досліджень, спрямованих на реалізацію нових ідей. Різноманітність і складність завдань не дозволяють дати загальні рекомендації – для кожного випадку потрібна своя конкретна стратегія. Разом з тим є кілька принципових технологій знешкодження, заснованих на гідравлічних, біологічних, фізичних, фізико-хімічних та інших методах, які здяться до двох напрямків.

Перше – видалення забруднень шляхом заміни звалищного ґрунту. Технологія заміни звалищного ґрунту вимагає вилучення і транспортування його для перепоховання на спеціально підготовлені полігони або до місця знешкодження. Однак через недоліки придатних земельних площ звалищний ґрунт перезахоронюють вкрай рідко і не планується на перспективу.

Друге – локалізація та запобігання розповсюдження забруднення, джерелом яких є сміттєзвалища. Для цього застосовують різноманітні технологічні прийоми – різні методи розчинення та екстракції токсичних речовин, промивання, пароповітряну і термічну обробку звалищних ґрунтів, озонування, фільтрування, остеклювання та інші фізико-хімічні прийоми.

Знешкоджують звалищний ґрунт за допомогою пересувних установок на місці їх вилучення або централізовано на спеціалізованих підприємствах.

До методів санування старих звалищ без вилучення звалищного ґрунту відноситься видалення шкідливих речовин з аналізованих об'єктів за допомогою транспортувального середовища – газу або води шляхом відсмоктування повітря через звалищний ґрунт або гідравлічним способом.

При відсмоктуванні повітря через звалищний ґрунт з нього видаляються легколетючі з'єднання. Застосування цього способу обмежено на слабкозв'язаних і піщаних слабонасичених водою ґрунтах, що вимагає спорудження на всій поверхні звалища захисного покриття. Відсмоктане через вакуумний колодязь повітря перед викидом в атмосферу очищають у фільтрі з активованим вугіллям.

При сануванні звалища, звалищний ґрунт якого був забруднений поліхлорованими біфенілами, легколетючими хлорпохідними вуглеводнями, що містяться в рослинних оліях, відсмоктування повітря було першим етапом комплексу робіт. Другий етап санування – мікробіологічна очистка. При початковому забрудненні, що досягало 175 мг хлорпохідних вуглеводнів на 1 кг ґрунту, після знешкодження концентрація знизилася до 1 мг на 1 кг ґрунту. Вміст хлорпохідних вуглеводнів у відсмоктаному повітрі після проходження його через фільтр з активованим вугіллям зменшився до 0,01 мг на 1 м³.

Гідравлічний спосіб санування застосовують, коли речовини, забруднюючі звалищний ґрунт, розчиняються у воді або при забрудненні ґрунтових вод. Суть його в тому, що подальше розповсюдження шкідливих речовин локалізується шляхом утворення воронки що опускається і відкачувана вода очищається від домішок. Для цього у напрямку стоку ґрунтових вод закладають нагнітальні і водозабірні колодязі. Відкачувані ґрунтові води після очищення (активованим вугіллям, біологічним способом або екстракцією) використовують для зрошення території звалища.

Для використання цієї технології необхідно знати гідромеханічні характеристики забруднюючих речовин, води і повітря в тілі звалища.

Хлорпохідні вуглеводні з ґрунтових вод у цьому випадку видаляють за допомогою двоступеневої установки для відгону легких фракцій.

Якщо в ґрунті присутні мікробіологічно розчинні речовини (ароматичні, аліфатичні і подібні їм, що утримуються в рослинних оліях, вуглеводні), то після відкачування та очищення ґрунтових вод і фільтрату власне звалищний ґрунт піддають, як правило, мікробіологічному очищенню.

Присутність в звалищному ґрунті змішаних забруднювачів (як органічних, так і неорганічних) вимагає застосування фізико-хімічних методів його очищення. Пересувні установки з продуктивністю до 30 м³/год, що використовуються в цьому випадку, здатні знешкоджувати ґрунти, забруднені важкими металами, поліциклічними і ароматичними вуглеводнями.

До фізичних способів знешкодження відноситься технологія «вмивання» забруднень за допомогою органічних розчинників, поверхнево-активних речовин, пари.

Технології біологічного знешкодження звалищних ґрунтів ґрунтуються на можливості руйнування вмісних у них шкідливих речовин. Відомо багато видів бактерій, актиноміцетів і грибів, здатних руйнувати ор-

ганічні сполуки. Вирішальний вплив на швидкість руйнування надають температура і вологість середовища (звалищного тіла ґрунту), наявність кисню, вуглеводню, азоту і фосфору – основних поживних речовин для мікроорганізмів, а також їх співвідношення. Оскільки бактерії в якості джерела поживних речовин можуть використовувати тільки рідкі біологічно руйновані сполуки, звалищний ґрунт повинен бути достатньо зволожений. На практиці біологічне знешкодження проводять за рахунок підвищення активізації присутніх в тілі звалища мікроорганізмів для руйнування забруднень.

Якщо це неможливо, то ґрунт після попередньої обробки засипають в бурти або спеціальні контейнери. На ефективність і скорочення тривалості процесу мікробіологічного розкладання (поряд з наявністю в достатній кількості поглинаючих шкідливих речовин мікрофлори) велике значення має вибір параметрів процесу – подача живильного розчину, кисню і мікроелементів, температура, інші фізичні характеристики.

Необхідно відзначити, що обидва способи біологічного знешкодження звалищних ґрунтів вимагають значних матеріальних і часових витрат.

Найбільш перспективною вважають технологію випалювання і прожарювання забруднених звалищних ґрунтів, або термічне санування. Цей спосіб застосовують, коли є забруднення шкідливими органічними речовинами, в тому числі маслами, смолами, нафтопродуктами. У Німеччині та Нідерландах для термічного санування використовують пересувні установки обертових трубчастих печей, де на першому місці при 400 ... 450 °С попередньо ретельно випалюють шкідливі домішки, а на другому – прожарюють при більш високій температурі (відбуваються термічне розкладання і знешкодження забруднень). Установки укомплектовані необхідним газочисним обладнанням.

Сьогоднішні труднощі у використанні технологій термосанування звалищ пов'язані з їх високою енергоємністю і як результат – великими матеріальними витратами. Вирішальне значення для підвищення економічності цього методу мають вид застосовуваного палива, способи очищення димових газів та утилізації енергії.

Технологія так званої іммобілізації в загальному випадку оснований на закріпленні, фіксації або хімічній іммобілізації шкідливих речовин в звалищних ґрунтах, з тим щоб перешкодити подальшому викиду їх в біосферу. З цією метою звалищний ґрунт виймають і обробляють спеціальними реактивами в спеціальному автоматичному змішувачі. Особлива дозуюча система навіть при невеликому вмісті хімікатів забезпечує рівномірне змочування і спонтанну хімічну реакцію. В процесі обробки відбувається хімічне перетворення шкідливих речовин в нерозчинні у воді нетоксичні сполуки.

Основний метод локалізації та запобігання поширення забруднень, часто названий капсуляцією, дозволяє усунути такі небезпеки, які виходять

від звалищ, як забруднення ґрунтових вод, загазованість атмосфери, поверхнева ерозія ґрунтів. Найважливіші складові частини капсуляції – створення горизонтальних герметичних основ, пристрій вертикальних герметичних стін і щільне закладення поверхні звалища. В якості герметичних основ найчастіше розглядають природні геологічні перепони у вигляді практично непроникних шарів глини або суглинку. Вертикальні герметичні стінки зводять, як правило, за технологією «стіна в ґрунті» із заповненням їх сумішшю бентоніту з цементом. Технологія закладення герметизуючої маси на основі кальцієвого бентоніту, шлакопортландцементу і спеціальних присадок дозволяє виготовляти практично водонепроникні секції гідроізолюючих стін.

Для капсуляції звалища побутових відходів в Німеччині була застосована апробована в США технологія зведення «стіна у ґрунті» із застосуванням одноковшового екскаватора типу зворотна лопата. Глибина стін склала близько 13 м. По поверхні звалища було виконано спеціальне багат шарове покриття, яке забезпечило ізоляцію звалищного ґрунту, зниження до мінімуму інфільтрації поверхневих вод, а також усунуло неконтрольовану емісію біогазу і винесення пилоподібних шкідливих речовин в навколишнє середовище. Як правило, таким вимогам відповідає тільки високоякісна багат шарова система герметизації, що розробляється для конкретних умов у кожному випадку.

Як приклад можна привести наступну схему (шари знизу вгору): волокнисте полотно; ізолюючий шар 35 см з мінерального ґрунту, покладений пошарово в двох рівнях (20 і 15 см); дренажний шар (шпатовий бар'єр) товщиною 20 см з вбудованими дренажними каналами; потенційно чистий ґрунт шаром 60 см; потенційно родючий ґрунт шаром 30 см; плідорідний шар (15 ... 20 см) ґрунту.

Для побудови ізолюючого шару (герметика) використовують суміш мінеральних речовин з присадкою з бентоніту. Для виготовлення герметики застосовували стаціонарний змішувач з системою управління процесом, точним дозуванням і перемішуванням компонентів. Отриманий таким чином герметик можна укласти майже при будь-яких погодних умовах. Ці показники дозволили зменшити товщину ізолюючого шару до 35 см.

6.2 План заходів після закриття полігону

Після припинення експлуатації полігону він повинен бути закритий, а всі інженерні спорудження і ємності, у яких зберігалися відходи, повинні бути очищені відповідним чином. Якщо процес закриття полігону був проведений належним чином, усе наступне обслуговування зводиться до заходів щодо запобігання впливу на навколишнє середовище й здоров'я населення, а також на запобігання витоку шкідливих речовин з території полігону. Під витоком мається на увазі виділення фільтрату, забруднення зли-

вового стоку й вихід продуктів розкладання відходів. Нижче наведений план заходів щодо закриття полігону:

- 1) дезактивація відходів і вивід з експлуатації очисних споруд і сховищ;
- 2) покриття полігону консервуючим шаром;
- 3) запобігання поширенню забруднюючих речовин з території полігону внаслідок витоку ґрунтових і поверхневих вод, а також викидів в атмосферу;
- 4) підтримка існуючої системи моніторингу стану ґрунтових вод протягом усього пост-експлуатаційного періоду;
- 5) продовження відведення поверхневого стоку з полігону;
- 6) запобігання водній ерозії і вивітрюванню;
- 7) запобігання скупченню води й інфільтрації на поверхні полігону;
- 8) продовження збору, відведення й переробки газу, що виділяється;
- 9) підтримка цілісності покриваючого шару;
- 10) закріплення в документах факту використання земель як полігону для розміщення відходів з метою подальшого обмеження землекористування;
- 11) обмеження доступу сторонніх на територію закритого полігону;
- 12) контроль і підтримка всіх опорних точок і пунктів спостережень на території полігону.

Для кожної організації, що регулює експлуатацію полігонів, є ряд вимог до: підготовки плану закриття полігону; процедури закриття полігону; обслуговування протягом пост-експлуатаційного періоду.

План заходів на період після закриття полігону повинен бути розрахований на строк не менш 30 років. Цей середній строк може бути зменшений або збільшений залежно від технічного стану полігону після закриття й інформації про поширення забруднюючих речовин за межі полігону. Законсервований належним чином полігон може використовуватися для загальних потреб, наприклад, для організації автостоянки або парку. У цьому випадку особливі вимоги повинні пред'являтися до якості покриваючого шару й моніторингу виділень шкідливих речовин з поверхні.

Питання для самоперевірки

1. Дати характеристику технічній та біологічній рекультивации полігону ТПВ.
2. Дати характеристику способам зменшення негативного впливу звалищ і полігонів ТПВ.
3. Пояснити порядок проведення фіто меліорації полігонів для ТПВ.
4. Пояснити суть заходів по детоксикації ґрунту на території полігону ТПВ.
5. Дати характеристику проектно-кошторисної документації яка використовується при проведенні рекультивации.

6. Проаналізувати основні заходів після закриття полігону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Керівництво з впровадження стратегії – том 1. – Грудень 2004.
2. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Керівництво з впровадження стратегії – том 2. Наближення до ЄС – Грудень 2004.
3. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Звіт про існуючу ситуацію в секторі та стратегічні питання. – Квітень 2004.
4. Мюррей Р. Цель – Zero Waste. (Перев. с англ.). – М.: ОМННО. «Совет Гринпис», 2004.–232 с.
5. Закон України "Про відходи": За станом на 5 травня 2005 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парламентське видавництво, 2005. – 35с.
6. Закон України про упаковку та відходи упаковки: Проект. – 2001. – 23с.
7. Малишко М. І. Основи законодавства про відходи / Українська наукова асоціація; Національний аграрний ун-т. – К. : НАУ, 2002. – 36с.
8. ДСТУ 3911-99 ; ГОСТ 17.9.0.1-99. Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи: Загальні вимоги Охрана природы. Обращение с отходами. Выявление отходов и представление информационных данных об отходах: Общие требования. – Введ. 2001-01-01.- Офіц. вид. – К. : Держстандарт України, 2000. –III, 6с.
9. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 р. N 915 “Про впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини”. Державні будівельні норми України “Полігони твердих побутових відходів” ДБН В.2.4-2-2005.
10. Програма створення системи збору, переробки та транспортування сміття (твердих побутових відходів) в м.Вінниці та Вінницькому районі.
11. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища", №1264-ХІІ від 25 червня 1991 року.
12. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", №4004-ХІІ від 24 лютого 1994 року
13. Закон України "Про благоустрій населених пунктів", № 2807-IV від 6 вересня 2005 року
14. Програма поводження з твердими побутовими відходами, постанова Кабінету Міністрів України № 265 від 4 березня 2004 р.
15. Впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини, постанова Кабінету

- Міністрів України № 915 від 26 липня 2001 р.
16. Державні будівельні норми України. Проектування. Полігони твердих побутових відходів. Основи проектування. ДБН В.2.4-2-2005.
 17. Правила експлуатації полігонів твердих побутових відходів, наказ Мінбуду України від 10.01.06 №4.
 18. Санітарно-технічний паспорт полігону твердих побутових відходів, наказ Мінбуду України від 10.01.06 №3.
 19. Правила прибирання та утримання територій населених пунктів України, наказ Держжитлокомунгоспу України від 16.01.96р.
 20. Рекомендації по збиранню і вивезенню харчових відходів Р 204 України 239-92.
 21. Студінський В.А. Управління твердими побутовими відходами в містах України – К.: Видавництво «КІМО», 2006. – 152 с.
 22. Пурим В.Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики – М.: Энергоатомиздат, 2002. 112 с.
 23. Саратов И.Е., Юрченко В.А., Горох Н.П. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города: Учебное пособие. На правах рукописи. - Харьков, 2003.
 24. Экология города / Под редакцией Ф.В. Стольберга. - К.: Либра, 2000.
 25. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. - М.: КолосС, 2003. - 230 с.
 26. Гриценко А.В., Горох Н.П., Внукова Н.В., Коринько И.В., Туренко А.Н., Шубов Л.Я. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса: Учебное пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 340 с.
 27. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии, оборудование / А.М.Касимов, В.Т.Семенов, А.М.Коваленко, А.М.Александров. – Харьков, ХНАГХ, 2006. – 301 с.
 28. Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка / А.А.Дрейер, А.Н.Сачков, К.С.Никольский и др. – М.: Эколайн, 2004. – 156 с.
 29. Черп О.М., Виниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. – М.: Эколайн, 1996. - 48 с.
 30. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. – М.: Минстрой РФ, 1996.
 31. Инструкция по проектированию и эксплуатации полигонов для твердых бытовых отходов. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.
 32. Методические рекомендации по нормированию размещения отходов в регионе. Экологические требования к размещению отходов производства и потребления. – М., 1996. – 26 с.
 33. Пойкер Х. Культурный ландшафт: формирование и уход /Пер. с нем. В. В. Цветкова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 176 с.

- 34.Протасов В. Ф., Молчанов А. В. Экология, здоровье и природопользование в России/Под ред. В. Ф. Протасова. – М.: Финансы и статистика, 1995. - 528 с.
- 35.Пупырев Е. И. Опыты конструктивной экологии. – М.: Прима-Пресс, 1997.- 142 с.
- 36.Санитарная очистка и уборка населенных мест. Справочник /Под ред. д-ра техн. наук А. Н. Мирного. – М.: АКХ, 1997. – 320 с.
- 37.Соломин И.А.Сметанин В. И. Переработка строительных отходов (на примере г. Москвы). В кн. «Природообустройство – важная деятельность человека». – М.: МГУП, 1998. - 223 с.
- 38.Экология, охрана природы и экологическая безопасность /Под ред. В. И. Данилова-Данильяна. - М.: МНЭПУ, 1997. - 425 с.
- 39.Ясинецкий В. Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидро-мелиоративных работ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986.-352 с.
- 40.Н.П. Горох, И.Е. Саратов, В.А. Юрченко. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города. - Харьков: ХНАГХ, 2004.
- 41.Л.Я. Шубов, М.Е. Ставровский, Д.В. Шехирев. Технология отходов мегаполиса (технологические процессы в сервисе). - Москва, 2002.
- 42.Козловская С.Б., Саприкин В.И. Технология извлечения и утилизаций биогаза полигонов ТБО. - Харьков: УкркоммунНИИпрогресс, 2003.
- 43.Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы (хранение, утилизация, переработка). - М.: ИТД «ГРАНД», 2002.
- 44.Саратов И.Е., Юрченко В.А., Горох Н.П. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города: Учебное пособие. На правах рукописи. - Харьков, 2003.
- 45.Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технология отходов мегаполиса (технологические процессы в сервисе). - М., 2002.
- 46.Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Інженерна екологія. М.: Вышш. шк., 1996.
- 47.Матросів А.С. Управління відходами. М.: Гардарики, 1999.
- 48.<http://www.ukrwaste.com.ua>
- 49.<http://www.grida.no>
- 50.<http://www.cowi.dk>
- 51.<http://www.menr.gov.ua>

ГЛОСАРІЙ

Відходи

Будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення.

Виробництво енергії з ТПВ

Використання спалених ТПВ для виробництва енергії шляхом прямого спалювання з утворенням тепла та електроенергії.

Вторсировина

Відходи, що за своїм складом можуть бути перероблені в товари або сировину за допомогою існуючих технологій, наприклад: відходи паперу, картону, скло, пластик, метали.

Завод з переробки відходів будівництва і зносу будинків

Підприємство, на якому попередньо відсортовані відходи будівництва і зносу будинків переробляються для подальшого продажу/ використання. Процес складається з первинного сортування (із використанням транспортерної стрічки), роздрібнення, магнітного поділу і сортування за видами матеріалу і розміру часток (відокремлюються просіюванням).

Захоронення ТПВ

Остаточне розміщення ТПВ при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив ТПВ на навколишнє природне середовище та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів.

Зберігання ТПВ

Тимчасове розміщення ТПВ у спеціально відведених місцях чи об'єктах (до їх утилізації).

Збір вторсировини

Метод збору ТПВ, при якому деякі фракції ТПВ (вторсировини) від утворювачів збираються і транспортуються на заводи з їх переробки.

Збирання ТПВ

Діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням ТПВ у спеціально відведених місцях чи об'єктах, включаючи збирання за окремими компонентами з метою їх подальшої утилізації.

Звалище ТПВ

Об'єкт розміщення відходів, використання яких не передбачається, і на функціонування якого є рішення органів місцевого самоврядування, що відповідає чинному законодавству.

Звичайний збір у контейнери

Метод збору ТПВ, при якому змішані ТПВ від утворювачів збираються в контейнери і транспортуються на об'єкти поводження з ТПВ.

Знешкодження ТПВ

Зменшення чи усунення небезпечності ТПВ шляхом механічної, фізико-хімічної, термічної чи біологічної переробки.

Несанкціоноване звалище ТПВ

Звалище, використання якого не передбачене таким рішенням.

Об'єкти поводження з ТПВ

Місця чи об'єкти, що використовуються для збирання, зберігання, переробки, утилізації, знешкодження та захоронення ТПВ.

Органічні відходи

Група відходів, що містять органічну фракцію.

Перевезення ТПВ

Транспортування ТПВ від місць їх утворення або зберігання до місць чи об'єктів переробки, утилізації.

Перероблення ТПВ

Здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних із зміною фізичних, хімічних чи біологічних властивостей ТПВ, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації.

Поводження з ТПВ

Дії, спрямовані на запобігання накопиченню ТПВ, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення.

Повторне використання

Будь-яка операція, у результаті якої складові ТПВ відбираються та використовуються повторно. Наприклад, повторне використання склопосуду.

Полігон ТПВ

Об'єкт спеціально обладнаний для захоронення ТПВ.

Пункти прийому вторсировини

Об'єкт збору ТПВ, при якому створюється ділянка з різними контейнерами, де утворювачі ТПВ збирають вторсировину.

Роздільний збір у спеціальні контейнери

Метод збору ТПВ, при якому кожна фракція відходів, предметів для подальшої переробки або повторного використання (вторсировина), збирається роздільно в спеціальні контейнери.

Система збору ТПВ

Поєднання використовуваних методів збору ТПВ.

Сміттєспалюючі заводи

Заводи зі спалювання ТПВ, на якому здійснюється термічна переробка відходів з або без виробництва електро-/теплоенергії, що утворюється в процесі спалювання.

Сортування ТПВ

Перероблення побутових відходів, що призводить до утворення складових, які потребують різних процедур для їх утилізації чи видалення.

Спалювання відходів

Термічний процес окислення з метою зменшення обсягу побутових відходів, вилучення з них цінних матеріалів та отримання енергії, що супроводжується утворенням золи.

Спеціально відведені місця чи об'єкти

Місця чи об'єкти (полігони, комплекси, установки, споруди тощо), на використання яких отримано дозвіл спеціально уповноважених органів на здійснення операцій з ТПВ.

Тверді побутові відходи (ТПВ)

Відходи, які утворюються в процесі життя і діяльності людини і накопичуються у житлових будинках, закладах соціальної культури, громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших закладах (харчові відходи, предмети домашнього вжитку, сміття, опале листя, відходи від прибирання та поточного ремонту квартир, макулатура, скло, метал, пластмаси, полімерні матеріали тощо) і не мають подальшого використання за місцем їх утворення.

Утворювач побутових відходів

Фізична або юридична особа, діяльність якої призводить до утворення побутових відходів, або, якщо ці особи невідомі, власник чи орендар території, на якій вони знаходяться.

Утилізація ТПВ

Використання ТПВ як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.

Частота збору ТПВ

Кількість вивезення ТПВ з житлового сектора (збір у контейнери або роздільний збір органічних і інших відходів) в тиждень.

Фракція ТПВ

Група матеріалів з однаковими характеристиками або властивостями, наприклад, папір, картон, пластмаса, спалені відходи, скло і метал тощо.

Аеробне компостування

Метод компостування органічних відходів з використанням бактерій, який вимагає наявності кисню. За цим методом, відходи повинні піддаватися дії повітря або шляхом їх перевертання або з допомогою подачі повітря по трубах, що проходять через компостований матеріал.

Анаеробне розкладання

Метод компостування, який не вимагає наявності кисню. Під час компостування за цим методом утворюється метан. Цей метод також відомий під назвою анаеробне компостування.

Біологічна обробка

Обробка фракцій ТПВ, які біологічно розкладаються, в умовах контрольованого процесу і з використанням мікроорганізмів за присутності кисню – компостування чи його відсутності – анаеробне перегнивання.

Вилучення матеріалів

Отримання матеріалів, які можуть повторно використовуватися чи перероблятися.

Відновлення ділянки

Очищення забрудненої ділянки шляхом видалення забруднених твердих чи рідких речовин чи їх очистки на ділянці.

Відкрите звалище

Незапланований “полігон”, який поєднує в собі декілька або жодної з властивостей контрольованого полігону. Зазвичай на такому об’єкті відсутній контроль фільтрату, немає накриття, не здійснюється управління і багато людей, які вибирають відходи.

Відповідальність виробника

Система, при якій виробник товарів чи послуг бере на себе відповідальність за відходи, які виникають внаслідок збуту таких товарів чи послуг, шляхом зменшення обсягу використовуваних у виробництві матеріалів, виготовлення товарів, що піддаються ремонту чи переробці, і/або зменшення упаковки.

Загальне збирання

Система збирання, при якій люди приносять свої відходи у централізований пункт, з якого вони забираються.

Захоронення на полігоні

Остаточне видалення ТПВ шляхом розміщення їх контрольованим чином у призначеному місці. Термін може використовуватися також для звалищ.

Збирання

Процес збирання відходів від мешканців, комерційних об'єктів чи пункту збирання, завантаження їх на транспортний засіб і транспортування на переробку, перевантажувальний об'єкт чи видалення.

Збирач відходів

Людина, яка вибирає перероблювані матеріали зі змішаних відходів у місцях їх тимчасового знаходження чи видалення.

Збір за розміщення відходів

Збір за захоронення відходів на полігоні, перевантажувальній станції, сміттєспалювальному чи переробному об'єкті.

Звалище

Ділянка для видалення відходів, не обладнана технічними системами чи без експлуатаційних заходів, спрямованих на мінімізацію впливу на довкілля.

Комплексне [інтегроване] поводження з ТПВ

Узгоджене використання набору методів поводження з відходами, кожен з яких може відігравати роль у загальному плані поводження з ТПВ.

Компост

Матеріал, що утворюється в результаті компостування. Компост, який також називається гумус, є матеріалом для покращення [кондиціювання] ґрунту, а в деяких випадках використовується в якості добрива.

Компостування

Біологічне розкладання твердих органічних матеріалів бактеріями, грибками і іншими організмами у подібний до ґрунту продукт.

Контрольований полігон

Плановий полігон, який певною мірою поєднує в собі деякі риси санітарного полігону: визначення місцезнаходження з врахуванням гідрогеологічної відповідності, планування, ущільнення в деяких випадках, контроль фільтрату, часткове поводження з газом, регулярне (не завжди щоденне) накриття відходів, контроль доступу, базовий облік, контрольований відбір відходів.

Метан

Газ (CH₄) без запаху, без кольору, вибухонебезпечний. Утворюється внаслідок анаеробного розкладання ТПВ на полігонах.

Модульна сміттєспалювальна установка

Відносно невеликий за розміром збірний агрегат для спалювання твердих відходів.

Моно-полігон

Полігон, призначений лише для одного виду відходів.

Надійний полігон

Об'єкт видалення відходів, призначений для постійного ізолювання відходів від навколишнього середовища. Це передбачає захоронення відходів на полігоні, який має протифільтраційні екрани з глини і/або синтетичного матеріалу, систему збирання фільтрату, систему збирання полігонного газу (у випадках утворення такого газу) і герметичне накриття.

Небезпечні відходи

Відходи, які є хімічно активними, токсичними, агресивними чи по-іншому небезпечними для всього живого та/або довкілля. Багато промислових побічних продуктів є небезпечними.

Неорганічні відходи

Відходи, до складу яких входять матеріали, що не є рослинними чи тваринними речовинами, такі як пісок, пил, скло і багато синтетичних матеріалів.

Немеханізований полігон

Полігон, на якому більшість операцій здійснюються без використання механізованого обладнання.

Органічні відходи

Формально – це відходи, які містять вуглець, включаючи папір, пластмасу, деревину, харчові відходи та дворові відходи. На практиці, у сфері поводження з ТПВ цей термін часто використовується у більш обмеженому розумінні і означає матеріал, який безпосередньо отримується з рослинного чи тваринного джерел і як правило може розкладатися з допомогою мікроорганізмів.

Перевантажування

Переміщення відходів із сміттєвоза на великі транспортні автомашины.

Перевантажувальна станція

Великий об'єкт, на якому доставлені сміттєвозами ТПВ формуються у партії, які згодом перевозяться великими машинами чи іншими засобами до більш віддалених об'єктів остаточного видалення, якими зазвичай є полігони.

Перевізник відходів

Суб'єкт, найнятий для вивезення відходів від мешканців, підприємства і загальних контейнерів.

Переробка

Процес збирання, підвищення якості та перетворення матеріалів на сировину для виробництва нових продуктів, які можуть бути чи не бути аналогічними вихідному виробу.

Піроліз

Хімічне розкладання речовини теплом при відсутності кисню, в результаті чого утворюються різні вуглеводневі гази, наприклад, синтез-газ та подібні до вуглецю рештки.

Побутові небезпечні відходи

Вироби, що використовуються в житлових приміщеннях, такі як фарби та деякі миючі суміші, що є токсичними для живих організмів та/або довкілля.

Поводження з твердими побутовими відходами

Планування, запровадження та експлуатація систем поводження з ТПВ.

Повторне використання

Використання продукту у його первісній формі один чи більше разів з тією ж самою чи іншою метою.

Полігонні гази

Гази, що утворюються внаслідок розкладання органічних відходів; в основному це метан, вуглекислий газ і сірководень. Такі гази можуть призвести до вибухів на полігонах.

Противільтраційний екран

Захисний шар з ґрунту і/або синтетичних матеріалів, укладений на дніщі та з боків полігона для того, щоб запобігти або зменшити витік фільтрату у навколишнє середовище.

Рециклінг

Процес переробки та повторного використання відходів.

Роздільне збирання в місці утворення

Відокремлення компостованих та перероблюваних матеріалів від відходів перед їх вивезенням разом з усіма ТПВ, з метою сприяння повторному використанню, переробці і компостуванню.

Роздільне збирання відходів

Метод збирання ТПВ, при якому кожна фракція відходів, визначена для подальшого надходження на переробку чи повторне використання (перероблювані матеріали), збирається окремо у спеціальні контейнери.

Санітарний полігон

Технічний метод видалення твердих відходів на поверхні землі таким способом, що відповідає більшості стандартних вимог, включаючи ретельний вибір ділянки, всебічну підготовку ділянки, належне поводження і моніторинг фільтрату та газу, ущільнення відходів, щоденне та остаточне накриття, повний контроль доступу та облік.

Секція полігону

Базова одиниця, що використовується при заповненні полігону. Секція являє собою загальну ділянку, на якій здійснюється вивантаження, розкидання, ущільнення і накриття відходів.

Фільтрат

Рідина (яка частково може утворюватися внаслідок розкладання органічних речовин), що пройшла через тіло полігону чи компостну купу і зібрала бактерії та інші, можливо шкідливі, розчинені чи завислі речовини. При відсутності контролю фільтрат може забруднити як підземні, так і поверхневі води.

Фільтратний ставок

Ставок чи резервуар (тенк), споруджений на полігоні для приймання фільтрату з його території. Як правило, ставок призначений для забезпечення певної обробки фільтрату, шляхом осаджування твердих частинок чи аерації для пришвидшення біологічних процесів.

Центр збирання відходів

Ділянка або об'єкт для приймання матеріалів, що піддаються компостуванню, чи перероблюваних матеріалів, які приносять утворювачі відходів.

Навчальне видання

**Петрук Василь Григорович
Васильківський Ігор Володимирович
Іщенко Віталій Анатолійович
Петрук Роман Васильович**

УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

Частина третя

Полігони твердих побутових відходів

Навчальний посібник

Редактор

Оригінал-макет підготовлено І. Васильківським

Підписано до друку 27.07.2012 р.
Формат 29,7×42 $\frac{1}{4}$. Папір офсетний
Гарнітура Times New Roman
Друк різнографічний Ум. друк. арк. 5.5
Наклад при. Зам. №

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к.114
Тел. (0432) 59-85-32
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к.114.
Тел. (0432) 59-87-38
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.