

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладної екології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

Тема роботи: **Технології очищення інфільтрату полігонів ТПВ**

Виконав:

студент Шаповалов М.В.

прізвище, ім'я та по батькові

Залікова книжка

№ 16510062

Підпис _____

Захищена з оцінкою

оцінка, дата

Керівник:

доц. Гурець Л.Л.

посада, прізвище, ім'я та по батькові

Підпис _____

дата, підпис

Консультант з охорони праці:

доц. Васькін Р.А.

посада, прізвище, ім'я та по батькові

Підпис _____

Секретар ЕК

Аблєєва І.Ю.

прізвище, підпис

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту _____ Шаповалову Максиму Вікторовичу _____ Група ТС-61
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Технології очищення інфільтрату полігонів ТПВ
2. Вихідні дані: Літературні джерела, патенти
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:
 1. Характеристика інфільтрату полігонів ТПВ
 2. Технології очищення інфільтрату
 3. Розрахунок аерованої лагуни для очищення інфільтрату
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1.	Розділ 1	x					
2.	Розділ 2		x	x			
3.	Розділ 3				x	x	
4.	Розділ 4						x
	Захист						

1. Дата видачі завдання _____ 20__ р.

Керівник _____
(підпис)

доц. Гурець Л.Л. _____
(посада, прізвище)

Реферат

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 20 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 49 с., у тому числі 6 таблиць, 3 рисунків, список використаних джерел 3 сторінки.

Мета роботи – підвищення рівня екологічної безпеки навколишнього середовища при впровадженні технології очищення інфільтрату на полігонах ТПВ.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- навести статистичні дані по утворенню ТПВ в Україні;
- оцінити фактори впливу полігонів ТПВ на довкілля;
- навести характеристику інфільтрату ТПВ;
- оцінити вплив інфільтрату ТПВ на довкілля;
- навести можливі технології знешкодження інфільтрату ТПВ та принцип їх дії;
- розрахувати оптимальні умови аерованих лагун для знешкодження інфільтрату

ТПВ.

Об'єкт дослідження – забруднення довкілля неочищеними інфільтратами полігонів ТПВ.

Предмет дослідження – технології знешкодження інфільтрату ТПВ в аерованих лагунах.

У кваліфікаційній роботі надана характеристика утворення твердих побутових відходів на Україні. Наведена інформація щодо полігонів ТПВ та інфільтрату, а також їх навантаження на довкілля. Були наведені та проаналізовані технології очищення інфільтратів, їх переваги та недоліки з метою вибору найбільш ефективної технології для утилізації інфільтрату. Було проведено розрахунки аерованої лагуни для встановлення оптимальних умов при очищенні інфільтрату полігонів ТПВ.

Ключові слова: ІНФІЛЬТРАТ, ПОЛІГОН ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ, АЕРОВАНА ЛАГУНА, УТИЛІЗАЦІЯ, БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, ЗАБРУДНЕННЯ.

ЗМІСТ

С.

ВСТУП	5
Розділ 1 Вплив полігонів ТПВ на довкілля	7
1.1 Статистичні дані по утворенню ТПВ в Україні.	7
1.2 Фактори впливу полігонів ТПВ на довкілля.	9
1.3 Характеристика інфільтрату полігонів ТПВ.	17
Розділ 2 Технології знешкодження інфільтрату ТПВ.	21
2.1 Огляд технологій очищення інфільтрату.	21
2.2 Зарубіжний досвід використання біологічного очищення інфільтрату в аерованій лагуні.	32
Розділ 3 Розрахунок аерованих лагун для знешкодження інфільтрату ТПВ ...	38
Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	42
Висновки	45
Перелік використаних джерел.	47

Підп. і дата	
Інв.№подл.	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	

						ТС 16510062		
Вил	Арк	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.	Шаповалов				Технології очищення інфільтрату ТПВ	Літ.	Аркуш	Аокушів
Перев.	Гурець					4		
Н.Контр	Васькін					СумДУ, ф-т ТеСЕТ		
Затв.	Пляцук					гр. ТС-61		

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Тверді побутові відходи (ТПВ) – наслідок антропогенної діяльності, речовини, які не мають ніякої цінності для діяльності людини чи промисловості, тому потребують їх утилізації а в окремому випадку видалення. Пріоритетним завданням являється утилізація відходів, тобто використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів. Якщо утилізація ТПВ являється фінансово не вигідною або не можливою, тоді їх складують на полігонах ТПВ. Полігон являються інженерним об'єктом, дно і стінки якого обладнані захисним протифільтраційним екраном, системою для збору та відведення атмосферних опадів, трубопроводами для збору і відведенням з тіла полігона дренажних вод (інфільтрату) і біогазу, системою для очищення чи складування в ставках-накопичувачах інфільтрату.

На жаль більша кількість полігонів ТПВ в Україні не мають необхідних систем, що перераховані вище, або частково ними забезпечені. В наслідку чого полігон ТПВ підвищує навантаження на довкілля та на живі організми, які контактують, або знаходяться в межах санітарно-захисної зони, що в свою чергу підвищує рівень екологічної небезпеки. Особливої уваги заслуговує інфільтрат, який має властивість вільно мігрувати за межі полігона (за відсутності протифільтраційного бар'єру) до підземних чи поверхневих вод, які можуть знаходитись під полігоном або поруч з ним. Дана речовина надзвичайно токсична, а до її складу входить ряд важких металів, нітрати, нітроти, поверхнево-активні речовини (ПАР) тощо і при контакті значно знижує якість води, тим самим робить її непридатною для вживання та використання для сільськогосподарських потреб.

Нині полігони обладнують необхідними системами, щоб зменшити негативний вплив на довкілля, як інфільтрату так і полігона ТПВ в цілому. Але, на жаль, більшість всіх цих системи відсутні на місцях збору ТПВ в Україні. В

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					Арк
									5
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062				

кращому випадку інфільтрат складають в ставках-накопичувачах в процесі експлуатації самого звалища та після його закриття. Ці заходи не вирішують проблеми, так як ставки лише їх накопичують, а не очищають, а під дією атмосферних опадів кількість інфільтрату лише збільшується. Ця проблема актуальна не лише для України, а й для багатьох країн. Вирішенням даної ситуації може бути запровадження технології для очищення інфільтрату.

Мета та завдання дослідження. Метою даної роботи являється підвищення рівня екологічної безпеки навколишнього середовища при запровадженні технології очищення інфільтрату на полігонах ТПВ.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- навести статистичні дані по утворенню ТПВ в Україні;
- оцінити фактори впливу полігонів ТПВ на довкілля;
- навести характеристику інфільтрату ТПВ;
- оцінити вплив інфільтрату ТПВ на довкілля;
- навести можливі технології знешкодження інфільтрату ТПВ та

принцип їх дії;

- розрахувати аеровану лагуну для знешкодження інфільтрату ТПВ.

Об'єкт дослідження – забруднення довкілля неочищеними інфільтратами полігонів ТПВ.

Предмет дослідження – технології знешкодження інфільтрату ТПВ в аерованих лагунах.

Методи дослідження – критичний аналіз літературних джерел, патентний пошук, розрахункові методи.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата

					ТС 16510062	Арк 6
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

Розділ 1 Вплив полігонів ТПВ на довкілля

1.1. Статистичні дані по утворенню ТПВ в Україні

Як нам всім відомо за час незалежності України чисельність населення скорочується але, на жаль, обсяги утворення відходів зростають і в середньому кожен українець утворює 250-300 кілограмів відходів на рік, а в перерахунку на день 0,7 кг [1].

За даними, оприлюдненими на сайті Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, в Україні станом на 2018 (без врахування АР Крим та м. Севастополь) рік було утворено понад 54 мільйонів м³ побутових відходів.

Приблизно 94 % побутових відходів складуються на полігонах чи сміттєзвалищах, а решта – 6,2% було перероблено (утилізовано), а саме:

- 2 % – утилізовано (спалено);
- 4,2 % – спрямовано на сміттєпереробні комплекси;
- 0,003 % – компостовано.

Проаналізувавши вище наведену інформацію, можна сказати, що з всього об'єму відходів лише 6,2 % перероблюються чи утилізуються, а решта складається на звалищах, тобто не використовуються як вторинна сировина для промисловості, або як енергетичний ресурс, що дало би змогу зменшити об'єм видобування корисних копалин (нафта, природний газ, вугілля, торф та тощо).

В Україні станом на 2018 рік офіційно налічується 6 тисяч полігонів та сміттєзвалищ, сумарна площа яких складає понад 9 тис. га. З усієї кількості існуючих полігонів які є на Україні – 16 відсотків з них (984 одиниць) – не відповідають нормам екологічної безпеки, тобто не повністю укомплектовані (не мають однієї з необхідної системи, яка притаманна для полігону ТПВ - в зв'язку з чим підвищують навантаження на навколишнє природне середовище). Окрім цих 16 % існують полігони які перевантажені, а саме 256 полігона (4,2 %

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № докл.	Підп. і дата					Арк
					Ви	Арк	№ докум.	Підп.	

від загальної кількості) – потребують негайного завершенню їх експлуатації та невідкладної санації та рекультивації.

За експертними оцінками, європейським вимогам не відповідають майже 100% існуючих полігонів ТПВ. Більшість полігонів ТПВ працює в режимі перевантаження, що в свою чергу супроводжуються великою кількістю порушень проектних показників та більш інтенсивним забрудненням атмосфери та гідросфери (підземних та поверхневих вод). З перевантаженням існуючих полігонів ТПВ у більшості міст все частіше утворюються несанкціоновані звалища, які представляють котловани, що не мають захисного бар'єру, системи для збору біогазу та дренажних вод з тіла звалища і після завершення експлуатації не рекультивуються. Інфільтрат без захисного бар'єру може вільно мігрувати до підземних вод.

Рекультивація та паспортизація існуючих сміттєзвалищ проводиться на задовільному рівні. Лише за 2018 рік було паспортизовані 380 з 1991 сміттєзвалища (30% від загальної кількості), а рекультивовані 74 з 543 сміттєзвалищ. Лідером по загальної кількості полігонів, які потребують рекультивації є Закарпатська область – 67 % від загальної кількості.

Потреба в нових полігонах з кожним роком стає більш гострою, так як кількість побутових відходів лише зростає, а наявні полігони обмежені і це означає, що з часом буде зростати кількість несанкціонованих звалищ, які не будуть відповідати не тільки європейським вимогам, а й українським. За офіційними даними, щорічно виявляються понад 26,6 тис. несанкціонованих звалищ, що в свою чергу займає площу в 0,75 тис. га. За 2018 рік було ліквідовано 26,0 тис. звалищ площею 0,68 тис. га.

Найбільша потреба в нових полігонах припадає на Закарпатську (44 одиниці) та Дніпропетровську (55 одиниця) області, а в загалом більш ніж 421 полігонів необхідні по всій території України.

З наведеної вище інформації можна зробити такі висновки. Перш за все в Україні наявна велика кількість існуючих полігонів, які потребують негайного

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	TC 16510062	Арк
						8

Склад побутових відходів різноманітний та багатий, налічує велику кількість хімічних сполук та елементів, які мають різні гранично допустимі концентрації та по-різному впливають на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини в цілому.

До складу побутових відходів полігонів ТПВ відносяться наступні сполуки та хімічні елементи:

- оксиди сірки;
- оксиди азоту;
- оцтова кислота;
- аміак;
- сірководень;
- ацетальдегід;
- формальдегід тощо.

В залежності від складу побутових відходів, фізичних та біологічних факторів у тілі звалища відбуваються реакції між хімічними елементами, органікою, в результаті якого утворюється метан, діоксин вуглецю, фільтрат та неприємний запах. В разі підвищення температури, синтезу чи горіння відходів утворюється:

- фосген;
- сірководень;
- оксиди азоту;
- синильна кислота;
- поліхлоровані дибензо-п-діоксини;
- дибензофурани.

В Україні велика кількість полігонів на яких технологія захоронення ТПВ часто порушується (несвоєчасне або відсутність перекриття відходів ізолюючим матеріалом), наслідком чого є викиди полігонного газу до атмосфери, міграція інфільтрату до гідросфери (грунтові та підземні води). Значна частина відходів припадає на полімерні матеріали, захоронення яких не

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
----	-----	----------	-------	------

ТС 16510062

Арк

10

полімерні матеріали, що вступають в хімічну реакцію з сонячним світлом, тим самим деградують, (розкладаються на комплексні сполуки та елементи, токсичність яких більша за полімерні матеріали, а розміром більш менші). Повітряними масами токсичні сполуки переносяться за межі полігону ТПВ до навколишнього природного середовища.

По-друге, однією із складових полігону являється проміжний ізолюваний шар. Основною метою якого являється уникнення само загорання ТПВ та утворення пилоутворення.

По-третє, в основі кожного полігону ТПВ необхідно, щоб був наявний штучний або природний водонепроникний бар'єр, основним завданням якого є, утримання в собі фільтраційних вод, які під дією гравітації осідають в нижній частині тіла полігону та не пропускати їх, а також унеможливити потрапляння ґрунтових вод до тіла полігону. У разі порушення або відсутності захисного бар'єру (протифільтраційного екрану) інфільтрат пройшовши через тіло полігону може вільно мігрувати до підземних та ґрунтових вод тим самим їх забруднюючи, так як до складу інфільтрату входить велика кількість забруднюючих речовин з перевищення гранично допустимих концентрацій, що залежить від складу побутових відходів полігону та їх кількості з яким інфільтрат контактував (важкі метали, сполуки сірки, фенолу, бензолу, органіки, нітрати, нітроти тощо). Детальна інформація будови та розміщення основних складових полігону ТПВ наведена на рис. 1.1.

Інв.№покл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата					Арк
									12
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062				

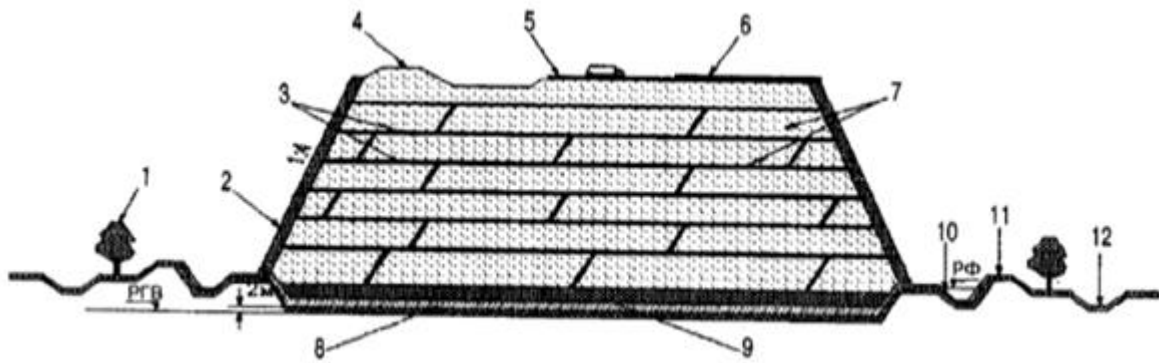


Рисунок 1.1 - Схема поперечного перерізу полігону ТПВ [1]. 1- лісова смуга; 2- зовнішній ізолюваний шар; 3-проміжний ізолюваний шар; 4- ТПВ, що розміщується на робочій карті; 5- тупикова дорога (тимчасова); 6- проїзд з твердим покриттям (тимчасовий); 7- ТПВ; 8- штучна або природна вологонепроникна основа; 9- відходи з вмістом інфільтрату; 10- лоток для збирання та відведення вод (талих та дощових); 11- обвалування лотка для збору та відведення вод; 12- штучна канава для відведення незабруднених вод (талих та дощових).

Серед небезпечних факторів впливу полігону ТПВ на довкілля, перше місце посідає інфільтрат, його склад та можливі шляхи потрапляння його до навколишнього середовища. Раніше було вказано, що інфільтрат складна речовина, а основне середовище до якого мігрує інфільтрат – водне, тобто гідросфера. Серед основних забруднюючих речовин, що входять до складу інфільтрату належать:

- нітрати;
- нітрити;
- фосфати;
- поверхнево-активні речовини (ПАР);
- важкі метали;
- амонійний азот.

Підп. і дата	Інв.№дубл.	Підп. і дата	Інв.№поодл.
Взаєм.інв.№	Вид.	Взаєм.інв.№	Вид.
Вид.	Вид.	Вид.	Вид.

Вид.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 16510062

Арк

13

1.2.1 Забруднення нітратами та нітритами

Нітрати – солі азотної кислоти, які добре розчинені у воді. Вони входять до основних забруднювачів гідросфери по всій території України [4]. Речовина необхідна для росту рослин, тобто є основним азотним живленням рослин. При надмірних кількостях нітрати та нітрити негативно впливають на здоров'я тварин та людини, що супроводжується порушенням координації руху, зниження артеріального тиску, а у важких випадках – судомою, втратою свідомості, коматозним станом. Нітрати та нітрити потрапляють до навколишнього природного середовища разом з інфільтратом, а гранично допустима концентрація нітратів в розчиненому стані складає 45 мг/л [5].

1.2.2 Забруднення фосфатами

Перш за все фосфор, на відміну від азоту має незбалансований кругообіг, що в свою чергу впливає на більш низькі концентрації у воді в порівнянні з азотом. Основними джерелами забруднення фосфором являється: органічні рештки, компоненти мийних засобів (що містять полі-фосфати) та побутова хімія. Джерела надходження фосфатів до водних об'єктів, окрім полігонів ТПВ та інфільтрату, може бути мінеральні добрива сільськогосподарських угідь [6]. При вживанні питної води з надмірним вмістом фосфору призводить до розвитку сечокам'яної хвороби, порушення мікрофлори кишечника тощо. Гранично допустима концентрація фосфатів у воді складає 5 мг/л.

1.2.3 Забруднення поверхнево-активними речовинами (ПАР)

Речовина, або ряд речовин, які при потраплянні до води утворює на її поверхні непроникну плівку, що є бар'єром для газообміну між атмосферою та водою. Контактуює разом із нафтопродуктами, жирами, маслами, що додатково знижує насичення води киснем. Особливістю є те, що ПАР адсорбуються на поверхні піску, глини та ґрунту, в результаті чого їх біологічний розклад значною мірою сповільнюється. Для визначення наявності ПАР в гідросфері, можливе завдяки його фізичним властивостям такими як:

- емульгування;

Підп. і дата
Інв. № до бл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № до бл.

										Арк
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062					14

- висока здатність до утворення піни на поверхні;
- стабілізація забруднюючих речовин у воді;
- спроможність знижувати поверхневий натяг
- розвиток мікрофлори в певних концентраціях, в тому числі сапрофітної [7].

1.2.4 Забруднення важкими металами

Група металів, які в досить великих кількостях потрапляють до полігона ТПВ разом з побутовими відходами. З тіла полігона важкі метали вимиваються та виносяться інфільтратом, в результаті чого потрапляють до гідросфери, тим самим значною мірою погіршує її стан. Основні важкі метали, які можна зустріти на полігоні ТПВ:

- свинець, ГДК якого у воді складає 0,03 мг/л;
- ртуть, ГДК якого у воді складає 0,0005 мг/л;
- цинк, ГДК якого у воді складає 1,0 мг/л;
- арсен (миш'як) , ГДК якого у воді складає 0,03 мг/л;
- манган (марганець), ГДК якого у воді складає 0,1мг/л;
- кадмій, ГДК якого у воді складає 0,001мг/л;
- нікель, ГДК якого у воді складає 0,1мг/л;
- кобальт, ГДК якого у воді складає 0,1мг/л.

Вище наведені гранично допустимі концентрації важких металів у воді водойм для господарсько-питного та культурно – побутового призначення. Більшість елементів належать до 2-го класу небезпеки, тобто до високо небезпечних речовин.

Основна небезпека важких металів полягає в тому, що при надходженні до організму людини або тварин метали осідають в кістках та в органах, тим самим спричиняють їх порушення роботи. Важкі метали накопляються в організмі, можуть «виштовхувати» з нього необхідні елементи (кальцій, магній тощо). В результаті чого виникають наступні захворювання:

- гостра та хронічна ниркова недостатність;

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					Арк
									15
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062				

- аутизм;
- порушення обміну речовин;
- хвороби серцево-судинної та нервової системи;
- рак.

1.2.5 Забруднення амонієм

Велику небезпеку для навколишнього середовища та здоров'я людини створюють іони амонію при потраплянні (забрудненні) вод. Його вплив на навколишнє середовище можна спостерігати візуально, тому що амоній являється одним із біогенних матеріалів, що спричиняє значному збільшенні чисельності зоопланктону, зменшення прозорості води та значне зменшення розчиненого кисню, це все є основними факторами підвищення концентрації вмісту амонійного азоту в водах, а рівень гранично допустимої концентрації є основним нормуючим показником якості вод. Велика концентрація амонію в організмі людини супроводжується підвищенням артеріального тиску, розладами в роботі печінки та нирок, і як наслідок призводить до хронічного ацидозу (підвищення кислотності в шлункового соку, крові та тканин організму після зміни кислотно-лужного балансу). Гранично допустима концентрація амонію в воді для господарсько-питного та культурно – побутового призначення становить 0,1 мг/л.

Аналіз вищенаведеного показав наступне. Найбільшу небезпеку становлять полігони, в яких порушена або відсутня природна або штучна водонепроникна основа, відсутня система збору та відведення з нижньої частини тіла полігона дренажних вод (інфільтрату). Із-за відсутності однієї з систем - інфільтрат полігону ТПВ може з легкістю мігрувати до ґрунтових та підземних вод, тим самим значною мірою погіршувати її якість. Найбільш небезпечними речовинами в інфільтраті є важкі метали, які мають різний склад, властивості та вплив на довкілля, а більшість з них відноситься до другого класу небезпеки. Саме тому питання збору, відведення та очищення інфільтрату досить гостре та потребує запровадження технологій його

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 16510062

Арк

16

знешкодження та унеможливлення потрапляння до навколишнього природного середовища та до організму людини.

1.3. Характеристика інфільтрату полігонів ТПВ

В процесі експлуатації та після неї в полігоні ТПВ активно розкладаються побутові відходи, в результаті чого підвищується негативний вплив на навколишнє середовище, а саме:

- утворення викидів небезпечних хімічних елементів в атмосферу;
- утворення інфільтрату.

Інфільтрат – речовина, а саме стічні води, які утворюються в результаті інфільтрації (потрапляння) атмосферних опадів у тіло полігону, концентруються та осідають в підшві полігона. Його особливістю є те, що інфільтрат в першу чергу являється водним розчином, але при цьому має складний хімічний склад. Дану речовину досить легко впізнати, оскільки вона супроводжується яскраво вираженим різким неприємним запахом, а за кольором – темно-коричневий.

Атмосферні опади, мігруючи через товщу побутових відходів контактують з ними, або з продуктом їхньої, з такими як: важкі метали, органічні та неорганічні сполуки.

Основним джерелом утворення інфільтрату являється не тільки атмосферні опади, а й дренажні води, які необхідні задля запобігання пилоутворення та горіння полігона ТПВ.

В полігонах-звалищах, які не обладнані системами збору, відведення, утилізації інфільтрату та протифільтраційними бар'єрами, не перешкоджають та не утримують інфільтрат від можливості міграції його під тіло звалища до ґрунту, далі в ґрунтові та підземні води. Дана міграція та потрапляння інфільтрату до підземних та ґрунтових вод супроводжується перенесенням всіх токсичних елементів, продуктів їх розкладу до водного горизонту тим самим

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата						Арк				
										17				
										ТС 16510062				
										Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

значною мірою знижуючи якість ґрунтових та підземних вод, а в великих об'ємах роблячи її екологічно небезпечною для вжиття та використання людиною. Окрім токсичних елементів інфільтрат може переносити органічні сполуки, патогенні організми та яйця гельмінтів.

В основному погіршення екологічного стану підземних, ґрунтових та поверхневих вод в зоні впливу полігону ТПВ або звалища припадає на його інфільтрат та його складові [8].

В середньому до складу інфільтрату входять такі речовини і в таких кількостях:

- завислі речовини в кількості 6-8 мг/л;
- органічні речовини (БСК₅) в кількості 7840 мг O₂/л;
- нітрати в кількості 10583 мг/л;
- хлор в кількості 5000-8000 мг/л.

Інфільтрат характеризується високим вмістом багатьох важких металів, а саме:

- свинець, перевищення ГДК в 55 разів;
- кадмій, перевищення ГДК в 38 разів;
- манган, перевищення ГДК в 3 рази;
- хром, перевищення ГДК в 2,4 рази та інші.

Санітарно-мікробіологічний стан інфільтрату знаходиться на вкрай незадовільному рівні:

1. за індексом ЛКП - $2,4 \cdot 10^5$ КУО/л;
2. індекс E-coli - $2,4 \cdot 10^5$ КУО/л;
3. колі-фаги – $1,6 \cdot 10^4$ БУО/л

Дані по концентрації забруднюючих речовин в інфільтраті полігону ТПВ наведені в таблиці 1.1.

Інв. №подл.	
Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	
Інв. №дубл.	
Підп. і дата	

						TC 16510062
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

Арк
18

Таблиця 1.1 – Концентрація забруднюючих речовин в інфільтраті [8]

Показник, компонент	Значення	Компонент	Вміст, мг/л
Колір	Темно-коричневий	Na	4,2· 10 ³
Запах	5 балів	K	2400
Прозорість	4 см	Mg	450
Загальна лужність	80 мг – екв/л	Si	36
Сухий залишок (90 °С)	28300	Ti	14.4
Сухий залишок (800 °С)	15500	Cr	40
Нітрати	0,58	Br	45
Нітрити	9,56	Rb	5
Хлориди	4751	Ni	3
Гідрокарбонати	5288	Fe	77
Сульфати	551	Cu	4.2
Фосфати	8,5	Sr	3
Нафтопродукти	0,54	Pb	1
ХСК	2133	Sn	3
БСК ₅	952	Zr	0.8
БСК ₅	1266	Mo	0.8
pH	8.0	Ca	193
Азот амонійний	324	Zn	3
Магній	8,8	Mg	4,6
Залізо	6,8	Fe	3,5

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Арк

ТС 16510062

19

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

Продовж. табл. № 1.1

Кадмій	10	Cd	23
Свинець	5,4	Pb	2,8
Хром	8,7	Cr	9,4

Аналіз вищенаведеної таблиці 1.1 показав наступне: найбільший об'єм забруднюючих речовин інфільтрату полігона ТПВ - органічні речовини. Серед неорганічних речовин в складі інфільтрату переважає хлорид натрію, він складає 75 % від загальної суми розчинених солей, а його вміст дорівнює близько 9 г/л.

В полігоні ТПВ стабільна фаза метаногенезу, оскільки про це свідчать високі значення ХСК, БСК₅, БСК₅. Через відсутність пункту сортування побутових відходів, де можливо вилучати цінні ресурси, наприклад метали – ми отримуємо на виході з полігона ТПВ інфільтрат в складі якого велика кількість важких металів, оскільки метали кородуючі утворюють комплексні сполуки (більш складніші та токсичні) разом із органічними лігандами – продуктами біохімічного розкладання органічних речовин в тілі полігона [9].

Аналіз вищенаведеної інформації показав наступне:

1. Полігон негативно впливає на навколишнє природне середовище, в тому числі і на здоров'я людини;
2. Особливого негативного впливу довкіллю завдає не так полігон, як його дренажні води (інфільтрат);
3. Маючи високу ступінь небезпеки та складний хімічний склад, що при потраплянні до ґрунтових, підземних та поверхневих вод, інфільтрат значною мірою знижує якість води, роблячи її небезпечною та неможливою для використання людиною за власними потребами;
4. Інфільтрат полігонів ТПВ відноситься до надзвичайно небезпечного ступеня.

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взаєм. інв. №	
Інв. № дубл.	

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	TC 16510062	Арк
						20

Розділ 2 Технології знешкодження інфільтрату ТПВ

2.1 Огляд технологій очищення інфільтрату

При проектуванні, а в подальшому будівництві нового полігона ТПВ передбачають заходи та системи для запобігання збільшення кількості інфільтрату в тілі полігона, а саме:

1. Дамби;
2. Тимчасові протифільтраційні завіси;
3. Схеми складування ТПВ, основним завданням якого є забезпечення мінімального надходження води із незаповненої площі карт ТПВ.

На полігоні ТПВ проектується та будується дренажна система, основною задачею якої є збирання та відведення інфільтрату з тіла полігона ТПВ. Дренажна система складається з перфорованих дренажних труб, які навколо вкриті щебенем або галькою.

Дренажна система збирає та відводить інфільтрат з тіла полігона до ставків-накопичувачів, де вони складуються, а подальшому транспортують на очищення. Сам ставок-накопичувач являється інженерною спорудою (виімкою) дно і стінки якої обладнане протифільтраційним екраном, який повинен відповідати коефіцієнту фільтрації не більше 10^{-9} м/с.

Для вибору технології чи методу очистки інфільтрату необхідно спочатку провести відбір речовини для проведення лабораторних дослідження для визначення складу та властивостей за наступними параметрами:

- об'єм та кількість інфільтрату;
- електропровідність;
- кислотність (рН);
- вміст загального азоту та фосфатів;
- вміст вуглеводнів, в пріоритеті тих, що вміщують в собі хлор;

Підп. і дата									
Інв.№дубл.									
Взаєм.інв.№									
Підп. і дата									
Інв.№поذل.									

Арк

ТС 16510062

21

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
----	-----	----------	-------	------

- концентрація важких металів: (залізо, свинець, нікель, хром, кадмій тощо);
- БСК₅, ХСК;
- концентрація нітратів та нітритів;
- концентрація хлоридів;
- концентрація сульфатів;
- концентрація фенолу;
- концентрація аміаку;
- концентрація ціанідів (у тому числі що легко вивільняються) тощо.

В процесі очищення, інфільтрат поділяють на дві складові: очищену воду та токсичний осад. При цьому очищену воду, яку отримали в процесі очищення інфільтрату скидають у міську водовідвідну мережу в тому випадку, якщо склад інфільтрату та його об'єм відповідають вимогам «Правил приймання стічних вод підприємств в комунальні та відомчі системи каналізації міст і селищ України» за погодженням з місцевими установами санепідемслужби.

У разі запобіганні пожеж та пилоутворення в самому тілі полігону ТПВ, в теплу пору використовують інфільтрат для зволоження поверхні полігону ТПВ [10].

Як в Україні так і в світі широко представленні технології для очищення інфільтрату але на території України широкого поширення набули наступні технології [11-12]:

- технологія сушіння та випаровування;
- технологія зворотного осмосу;
- технологія зв'язування інфільтрату;
- технологія зворотного осмосу із попередньою підготовкою інфільтрату;
- технологія біологічного та хімічного очищення;
- технологія електроплазмового очищення інфільтрату;

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					Арк
									22
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062				

- технологія біологічного очищення у аеробному та анаеробному середовищі.

2.1.1 Технологія сушіння та випаровування

Технологія сушіння та випаровування складається із лінії для перероблення інфільтрату - ЛПФ-1000, потужність якої складає 1100 кг/год. Лінія складається з наступних модулів та блоків:

1. Випарний модуль;
2. Сушильний модуль;
3. Блок для очищення відхідних газів;
4. Блок охолодження циркуляційної води;
5. Блок газодувки.

Кінцевим продуктом роботи технології сушіння та випаровування являється сухий осад та водний розчин аміаку (сечовина). Сухий осад має форму гранул чи порошку, який в подальшому можна повернути до полігона ТПВ. Осад є нерозчинним та не підвищує забруднення інфільтрату. Водний розчин аміаку утворюється при очищення суміші повітря та аміаку.

Основними недоліками даної технології очищення інфільтрату ТПВ являється неможливість очищення та перероблення великих кількостей інфільтрату, які роками складаються в ставках-накопичувачах біля полігонів ТПВ. Саме тому дане технологія широко не використовується на території України та як перспектива для очищення інфільтрату не розглядається.

2.1.2. Технологія зворотного осмосу

Технологія зворотного осмосу на відміну від вище наведеної, являється більш поширеною, та на даний момент застосовується близько, ніж на 350-ти полігонах ТПВ по всьому світу [13].

Ефективність очищення даної очисної споруди – 78%, а при використанні сучасного обладнання (фільтрів та мембранних установок) – 90%, решта

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062	Арк
						23

являється концентратом, який повертають назад на полігон для її зволоження в жаркий період, щоб уникнути пожеж та пилоутворення в тілі звалища.

Основним недоліком даної системи являється її висока вартість. Для полігонів з великим об'ємом інфільтратом буде економічно не вигідно застосовувати даний тип очищення.

Технологія працює наступним чином:

1. Для видалення з інфільтрату грубих та крупних частинок застосовують попередню систему очищення, які складаються з фільтрів (волокнистих та піщаних) з розміром пор 40 мкм;
2. Насоси високого тиску подають попередньо очищений інфільтрат до мембранної установки під тиском 65 бар, мета якої слугує поділення інфільтрату на два потоки (концентрат та пермеат), які складаються з нерозчинених та розчинених забруднюючих речовин відповідно;
3. Концентрат під тиском 120 бар направляє на третю стадію очищення;
4. Пермеат подається на другий етап доочищення, а після на третю стадію де і змішується з концентратом.

Результатом даної операції слугує очищений інфільтрат (пермеат) та концентрат у співвідношенні 78 та 22 % відповідно, до вмісту концентрату відносять всі токсичні речовини, які входять до складу інфільтрату, лише в більшій концентрації.

Як раніше було сказано, концентрат направляють, в більшості випадків, для зволоження тіла полігона ТПВ або ж його зв'язують з рідким склом, цементом чи золою задля захоронення його на полігоні.

Основна задача системи збору та видалення зі складу інфільтрату грубих та крупних частинок є захист та збільшення експлуатаційного ресурсу плунжерних насосів високого тиску. Грубі та крупні частинки, які були вловленими фільтрами, повертають назад на полігон ТПВ разом із побутовими відходами.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062		Арк
							24

2.1.3. Технологія зв'язування інфільтрату

Однією із дешевих та простих технологій утилізації інфільтрату являється технологія зв'язування. Саме утилізація а не перероблення або очищення, так як лише змінюється фізичний стан інфільтрату (з рідкого в твердий). Технологія зв'язування інфільтрату не передбачає використання дорогого обладнання чи складної технології.

Даний підхід – оптимальне рішення, оскільки для цього необхідно зв'язати інфільтрат з різними матеріалами, а в подальшому їх складувати на полігоні. В якості зв'язувального матеріалу використовують летку золу, цемент та рідке скло. Для зв'язування іонів важких металів використовують силікат натрій, шлами гіпсу, зольні залишки чи гідроксиду алюмінію [14]. Після чого отриману суміш піддають нагріванню при температурі близько 120-150 °С та за тиску насичених парів. Для роботи використовують автоклав. Результатом даного процесу слугує синтетичні цеоліти (зв'язок сполук кремнію та алюмінію з токсичними речовинами). Синтетичні цеоліти мають кристалічну структуру та можуть бути забруднювачами, для вирішення подальшого забруднення, цеоліти необхідно зв'язувати з наповнюючими та в'язучими матеріалами задля отримання блоків, брикетів або гранул. До в'язучих матеріалів відносять матеріали різної природи.

Основним недоліком даної технології очищення інфільтрату являється те, що фільтрат не знешкоджується або очищується, а лише змінюється його фізичний стан (з рідкого до твердого), після чого його повертають назад на полігон ТПВ разом з побутовими відходами.

Інв.№п.одл.	Підп. і дата	Підп. і дата
	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
	Підп. і дата	Підп. і дата
	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 16510062

Арк
25

2.1.4 Технологія зворотного осмосу із попередньою підготовкою інфільтрату

Дана технологія працює по тому же принципу що і технологія зворотного осмосу але при цього більш ускладнена, задля збільшення ресурсу експлуатації мембран, мембранних установок та зменшення фінансових витрат на їх ремонт.

По-перше, в даній установці передбачений електродіалізний конденсатор-розподільник, основна задача якого – зменшення концентрації вмісту солей до встановлених величин, що дозволять утилізацію.

По-друге, для зменшення концентрації органічного забруднення використовують установку двоступінчастого біологічного очищення мікрофлори. У відстійнику відбуватиметься коагуляція механічних та колоїдних домішок, знезараження гіпохлоридом натрієм та зменшення вмісту заліза.

Надалі отриману речовину фільтрують через піщаний фільтр, далі – вугільний, а в кінці через мікрофільтр, фільтрація дозволяє вловити всі органічні та механічні частинки.

Очищення інфільтрату від важких металів та кальцію можливе завдяки натрію-катионитовому фільтру. В електродіалізаторі інфільтрату зменшують рівень солей до концентрації в 250 г/л. Далі отриманий інфільтрат направляєється до апарату зворотного осмосу, після чого пермеат можна скидати до водойм.

Реагентним методом можна вилучити CaCO_3 та Mg(OH)_2 з розсолу, який був отриманий після роботи електродіалізатора. Отримані матеріали широко використовують в будівництві. Кристалізацією можна вилучити NaCl та Na_2SO_4 (натрій сульфат), останній відповідає технічному продукту 1 та 2 сортів, а з натрію хлориду можливо отримати суху сіль.

Недоліки даної технології точно такі як і у технології зворотного осмосу, кінцеві продукти, які утворюють після очищення інфільтрату, повністю залежать від його складу та концентрації його складових, що вимагає від

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Арк	26	
											TC 16510062

технології та процесу очищення інфільтрату бути більш гнучким та пристосовуватися до зміни якості інфільтрату.

2.1.5 Технологія біологічного та хімічного окиснення

Дана технологія очищення інфільтрату включає наступні стадії [15]:

- реагентно-адсорбційне очищення;
- біологічне очищення в оксидно-аноксидному циркуляційному блоці;
- відділення відпрацьованого мулу (гравітаційне відділення);
- реагентне знезараження стоків, які були очищеними;
- ультрафіолетове знезараження стоків, які були очищеними.

Технологія біологічного та хімічного окиснення не апробована для очищення інфільтратів великовитратних потоків. Хімічне окиснення застосовують у разі, якщо інфільтрат не піддається розкладанню біологічним шляхом, а в цілому весь процес очищення інфільтрату поділяється на наступні 4 етапи:

1. За допомогою пневматичної системи аерації інфільтрат змішується з реагентною сумішшю (порошкоподібний глинистий сорбційний матеріал, окиснювач, поліелектроліт), після чого отриману речовину відстоюють в тонкошаровому модулі;
2. В оксидно-аноксидному циркуляційному блоці інфільтрат очищують від органічних забруднень іммобілізованою та завислою мікрофлорою. Режим роботи відбувається в аеробному та анаеробних умовах з багаторазовим чергуванням режимів;
3. Речовина отримана з попереднього етапу направляється до вторинного відстійника, основною задачею якого являється розділення оброблюваного потоку;
4. Доочищення в біореакторах мікрофлорою, а в кінці знезараження ультрафіолетовими променями з перексидом водню.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата
------------	--------------	-------------	------------	-------------

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 16510062

Арк

27

2.1.6 Технологія електроплазмового очищення інфільтрату

Технологія електроплазмового очищення інфільтрату має високу якість очищення та низькі затрати на обладнання та його ремонт. Набула широкого поширення ще з дев'яностих років минулого століття [13]. Але при цьому установки даного типу широкої популярності до наших часів не набули. На відміну від вище перерахованих технологій та установок, дана технологія очищує інфільтрат без використання хімічних реагентів, а сам процес обмежується електрофізичними явищами, такими як:

- імпульсні електромагнітні поля;
- імпульсні електромагнітні розряди, або плазма;
- постійні знакозмінні електричні поля.

Установка по очищенні інфільтрату складається з наступних блоків:

1. Блок імпульсного ежекторного магнітного активатора;
2. Блок холодної плазми;
3. Блок електрогідрогазойонного стабілізатора.

В першому блоці інфільтрат піддають впливу обертових імпульсних електромагнітних полів результатом чого є:

- зміна фізичного стану речовини;
- коагуляція важких металів;
- коагуляція солей;
- бактеріальні забруднення піддаються знищенню;
- збільшується можливість до зміни хімічного та біологічного споживання кисню (БСК та ХСК) .

В другому блоці на речовину діє електромагнітний розряд (вибух, плазма), яка супроводжується тиском близько 1000 МПа а також температурою близько 15000 °С. Дія плазми на речовину супроводжується наступними явищами:

- акустичною хвилею;
- ударною хвилею;

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 16510062

Арк

28

- температурою;
- озоном;
- ультрафіолетове поле;
- електромагнітне поле.

Дана процедура є достатньо ефективною, внаслідок чого утворюються центри кристалізації, відбувається підвищення швидкості окисно-відносних реакцій та спалювання забруднень у кавітаційній порожнечі.

Блок електрогідрогазойонного стабілізатора забезпечує руйнуванням органічних речовин, остаточне знищення бактеріальної флори, флотація завислих речовин, насичення киснем рідини, яка очищується, осадження окислів завислих речовин та збільшення кристалізації.

На останній стадії цього блоку фільтрується речовина, у разі чого очищена вода може скидатися до водойм, а домішки які були зібрані (шлам та осад) складують на полігоні ТПВ разом з побутовими відходами. Шлам є нерозчинний, тому інфільтрат не забруднюється ним.

2.1.7 Технологія біологічного очищення у аеробному та анаеробному середовищі

Для біологічного очищення інфільтрату використовують бактерії двох груп:

1. Гетеротрофи;
2. Автотрофи.

Для біосинтезу клітин гетеротрофам достатньо використовувати вуглець уже з готової органіки (органічних речовин). Для синтезу клітин автотрофам необхідно використовувати неорганічний вуглець, в результаті фотосинтезу отримують енергію або хемосинтезу, тобто окислення органічних сполук: нітриту, сірководень, аміак тощо. Різниця даних мікроорганізмів полягає в тому, що гетеротрофи існують та функціонують за аеробних умов, автотрофи – за анаеробних.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					Арк
									29
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062				

При аеробному методі очищення інфільтрату необхідно виконувати дві умови, забезпечення температурного режиму в межах 20-40 °С та безперервний доступ кисню до аеробних мікроорганізмів. До них відносяться: водорості, бактерії та найпростіші хробаки. При виконанні двох основних вимог гетеротрофи при очищенні створюють активний мул, або біоплівку товщиною 1-3 мм чи більше. Твердий субстрат та живі організми – складові активного мулу. Очищення проводять як на біологічних ставках (аеровані лагуни або зелені лагуни) так і в аеротенках.

Аеротенк – це штучна споруда з заліза та бетону, має вигляд відкритого басейну, глибина якого сягає від двох до п'яти метрів, мають обладнання для примусової подачі кисню до забрудненої рідини та аеробних мікроорганізмів.

Біологічні ставки – група ставків, з'єднаних між собою, в якому протікає інфільтрат або стічні води з невеликою швидкістю. Час перебування інфільтрату в біологічних ставках залежить від концентрації забруднюючих речовин, що в середньому становить 10 днів.

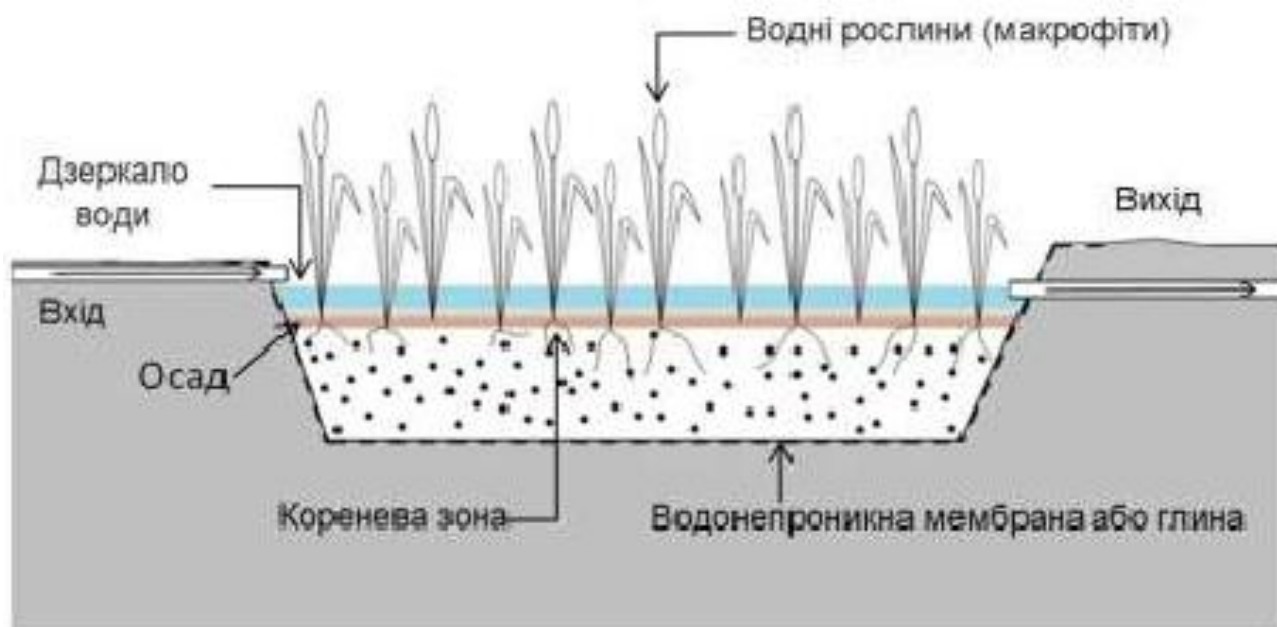


Рисунок 2.1 – схема поперечного перерізу будови аерованої лагуни [11]

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
----	-----	----------	-------	------

Після перебування в очисних спорудах вихідну речовину відстоюють, а після транспортують на доочищення до міських каналізаційних систем, в разі дотримання граничних допустимих концентрації та граничних норм скидають у річки та водойми. Після відстоювання активний мул повертають до полігона або спалюють.

Біологічне очищення за аеробних умов набуло більшого поширення, оскільки мають ряд переваг над анаеробними та іншими вище зазначеними методами та технологіями.

По-перше, слід звернути увагу на те, що склад та кількість забруднюючих речовин інфільтрату різна, це залежить від самого полігона ТПВ (від складу відходів, що складаються та їх кількості). Лише технології біологічного очищення за аеробних умов можуть швидко прилаштуватися до зміни вмісту забруднюючих речовин та їх кількості в інфільтраті.

По-друге, майже на всіх полігонах ТПВ України наявна велика кількість об'єму інфільтрату, які складаються та зберігаються біля полігонів ТПВ, в ставках-накопичувачах. Більшість технологій не зможуть переробляти великі об'єми рідини, це економічно не вигідно та буде супроводжуватиметься великими затратами на обладнання та на ремонт очисних споруд. В свою чергу аеробні методи можуть вирішувати дану проблему, оскільки їхня ефективність очищення висока, продуктивність в середньому складає 30 м³/добу, а в інтенсивному режимі очищенні – 150 м³/добу. В перерахунку на місяць виходить 900- 4500 м³.

До переваг технології аеробного очищення варто віднести дешевизну, відсутність складного та технологічно складного обладнання, можливість автоматизувати процес очищення та працювати в інтенсивному режимі, тим самим очищувати більші об'єми інфільтрату. Саме тому в подальшому будемо розглядати аеробні методи біологічного очищення в аерованих лагунах.

технологію очищення інфільтрату за аеробних умов в аерованих лагунах почали використовувати з 80-х років минулого століття, саме тоді з'явилися

Підп. і дата
Інв. № добул.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
----	-----	----------	-------	------

ТС 16510062

Арк

31

результати досліджень очищення інфільтратів полігонів та звалищ ТПВ за аеробних умов, що наведено в роботі [11-12].

Даний метод очищення набув популярності не лише на території України, а й за її межами, оскільки аеробні методи мають ряд переваг над анаеробними, а саме:

- аеробні реактори більш дешевші;
- їх легше автоматизувати та експлуатувати;
- швидше прилаштовуються під змінний склад та концентрацію інфільтрату.

2.2 Зарубіжний досвід використання біологічного очищення інфільтрату в аерованій лагуні

Для очищення інфільтрату полігона ТПВ на Уельсі (Bryn Posteg) використали саме аеробний метод очищення - аеровану лагуну. За період з липня 1983 року по січень 1986 рік було очищено 26000 м³ інфільтрату, в перерахунку, за день установка очищувала в середньому 30 м³, а в інтенсивному режимі – 150 [16]. Час, за який інфільтрат перебував в очисній споруді становив 10 днів.

Для забезпечення очищення великої кількості інфільтрату – об'єм споруди для очищення становив 1000 м³, для унеможливлення потрапляння інфільтрату до ґрунтових вод – стінки і дно аерованої лагуни були облаштовані водонепроникним бар'єром - ПЕНТ (поліетилен низького тиску). Для забезпечення мікроорганізмів необхідною кількістю кисню було встановлено два аератори потужністю по 11 кВт кожен, які мали можливість самостійно пересувались по лагуні. Після танення льоду, аерована лагуна надалі продовжувала працювати, тим самим доказуючи свою високу ефективність очищення.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

										Арк
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062					32

Після очищення інфільтрат направляли до комунальної очисної споруди в Llanidloes на доочищення, після чого очищені стоки скидували у річку Severn Powys. Для перенесення інфільтрату до комунальних очисних споруд використовували помповий насос та трубопровід довжина якого сягала 3 кілометри. Річка Severn Powys відноситься до рибогосподарського виду, в якій вирощують лососеву рибу.

Для визначення ефективності очищення інфільтрату постійно відбирали проби для аналізу, для зручності нижче буде наведена таблиця 2.1 по концентрації ЗР інфільтрату та після його очищення.

Таблиця 2.1 – ефективність очищення інфільтрату полігона ТПВ Bryn Posteg [16]

Назва речовини	Середні значення в інфільтраті	Значення на виході	Ефективність очищення
БСК ₅	3700 мг O ₂ /дм ² Максимальні - 10000 мг O ₂ / дм ²	18 мг O ₂ / дм ² При максимальних - 50 мг O ₂ / дм ²	99,5% При максимальних - 99,5%
ХСК	5500 мг O ₂ / дм ²	153 мг O ₂ / дм ²	97 %
Амонійний азот	130 мг/ дм ² Літні місяці - 400-500 мг/ дм ² Максимальні - 600 мг/ дм ²	9,4% мг/ дм ²	92,8%

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 16510062

Арк

33

Продовж. табл. 2.1

Іони заліза	242 мг/ дм ²	3,2 мг/ дм ²	98,7%
Іони марганцю	40 мг/ дм ²	2,4 мг/ дм ²	94 %
Іони цинку	4,9 мг/ дм ²	0,2 мг/ дм ²	95,9 %

Аеровані лагуни можуть складатися як з однієї, так із декількох лагун послідовно з'єднаних між собою. Прикладом цього слугує полігон ТПВ Bell House в Великобританії, в якій постало госте питання утилізації інфільтрату, який накопичувався біля полігона. Характерною особливістю інфільтрату являється те, що він «старий», а саме і тому і застосували систему очищення інфільтрату аерованою лагуною яка складалася з чотирьох послідовно з'єднаних лагун загальним об'ємом 254 кубометрів (80 кубометрів припадало на першій ставок). Як і в минулому прикладі дно і стінки лагун були вкриті водонепроникним екраном – ПЕНТ та аераційною системою. Відмінність аераційної системи була наступною:

- була об лаштована аераційними трубами та повітродувками;
- характерним був періодичний режим роботи (4-6 годин на добу) .

Температурний режим відповідав температурі атмосферного повітря і в середньому складав 13,5 °С, хоча температура інфільтрату перед очищенням в першій лагуні була вищою і складала 16,7 °С. потужність очищення інфільтрату коливалася від 1000 літрів за добу до 22100 літрів, а в середньому – 11000 літрів на добу. Процес очищення інфільтрату в чотирьох лагун також коливався в широкому діапазоні від 11,5 діб до 254 діб, а в середньому складав 23 доби (з них в середньому – 7,3 доби в першій лагуні).

На всій стадії очищення інфільтрату відбиралися проби для контролю якості очищеного інфільтрату та для визначення концентрації амонійного азоту та ХСК та їх кількості, для зручності (таблиця 2.2).

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062	Арк
						34

Таблиця 2.2 – ефективність очищення інфільтрату полігона ТПВ Bell House [17]

Назва ЗР	Концентрація на вході	Концентрація на виході	Ефективність очищення
ХСК	Від 800 до 3400 мг O ₂ / дм ² Середнє 1740 мг O ₂ / дм ²	426 мг O ₂ / дм ²	4 – 75,5%
Амонійний азот	Середнє 965,2 мг/дм ²	9,3 мг/дм ²	4 – 99%

Проаналізувавши дані наведені вище в таблиці 2.2, можна сказати, що на очисній споруді досягається висока ефективність очищення [17].

На території Норвегії станом на 1995 рік за статистичним даними налічувалось 365 полігонів ТПВ. Лише на десяти полігонах застосовували методи біологічного очищення з 365-ти, а на 35 з них просто транспортували інфільтрат до міських КОС.

Очисна споруда біологічного очищення інфільтратів Esval Treatment Park розташована на північний схід від міста Осло на відстані 50 км. Esval Treatment Park отримує інфільтрат від полігону ТПВ Esval. Даний полігон ТПВ почав свою експлуатацію з 1972 року, приймає побутові, виробничі відходи, осади із септиків. Середня температура біля полігона ТПВ в січні становить - 7⁰С. Для підтримання високої ефективності очищення інфільтрату було використано мочар – інженерна споруда, дно і стінки якої вкриті протифільтраційним бар'єром та встановлений лежачий фільтр.

Очисна споруда була введена в експлуатацію в 1993 році та складається з наступних споруд:

1. Резервуар для аеробного очищення об'ємом 400 м³;
2. Аерована лагуна об'ємом 4000 м³;

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№поодл.

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТC 16510062	Арк
						35

3. Два паралельні штучні фільтрувальні мочари площею по 400 м³;
4. Штучний мочар площею 2000 м³.

Ефективність очищення інфільтрату по ХСК становило 88,9 %. Ефективність очищення БСК₇ після аерованої лагуни становило 91,7% [18].

З наведеної вище інформації та прикладів застосування даного методу біологічного очищення можна зробити висновок, що використання для очищення інфільтрату полігона ТПВ аерованих лагуни або очисної споруди з кількох послідовно з'єднаних керованих лагун мають ряд переваг, таких як:

- простота;
- ефективність очищення;
- низькі експлуатаційні витрати на обладнання;
- можливість автоматизувати процес очищення;
- високий об'єм очищення інфільтрату.

На всіх трьох очисних спорудах наведених вище, можна побачити що на всіх них було досягнуто значної ефективності очищення інфільтрату за органічного забруднення такими як: амонійний азот, ХСК та БСК. Всі показники були нижчі за граничні допустимі норми, тому в подальшому могли повертатися до навколишнього середовища, а в разі їх перевищення інфільтрат відправляють до міських каналізаційних очисних споруд.

Проаналізувавши дані, які були наведені в цьому розділі, можна сказати, що в наш час існує достатня кількість технологій утилізації та перероблення інфільтрату. Більшість з цих технологій не мають перспективи та являються в більшій мірі нерентабельними та мають можливості працювати в стаціонарному режимі та перероблювати великі об'єми інфільтрату. Найбільш привабливою технологією для утилізації інфільтрату являється технологія біологічного очищення саме за аеробних умов, а саме в аерованих лагунах. В даному ставку або в системі послідовно з'єднаних ставків подається інфільтрат, мікроорганізми та кисень. За достатнього об'єму кисню та дотриманні температурного режиму, мікроорганізми взаємодіють з інфільтратом тим самим

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						Арк
										36
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062					

утворюючи осад – активний мул, після чого інфільтрат відстоюють та одправляють на міські КОС на доочищення, а активний мул періодично видаляють з лагуни та складують на спеціально обладнаних мулових майданчиках, які в подальшому утилізують [19]. Завдяки даної технології можливо очищувати великі об'єми інфільтрату з великою ефективністю, понад 90 % за основними забруднюючими речовинами такими як: Аміак, нітрати, нітроти, ХСК,БСК, фосфати тощо.

Інв.№попл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
				ТС 16510062
				Арк
				37

Розділ 3 Розрахунок аерованих лагун для знешкодження інфільтрату ТПВ

Дана очисна споруда буде розміщатися на території полігону ТПВ біля ставків-накопичувачів інфільтрату. Очищення буде проходити в геореакторі.

Геореактор – штучному резервуарі (лагуна), дно і стінки якого вкриті протифільтраційним екраном та системою аерації.

Після чого очищений інфільтрат, у разі потреби, буде транспортуватися на міські каналізаційні очисні споруди на доочищення.

Для забезпечення максимально ефективної роботи очисної споруди необхідно провести ряд розрахунків для визначення оптимальних параметрів роботи аерованої лагуни та можливості прогнозування негативного впливу з боку навколишнього середовища та змінного складу інфільтрату.

Перш ніж приступити для дослідження сприятливих умов потрібно поставити необхідні задачі та режими роботи геореактора. Очисна споруда може працювати в двох режимах – статичний та динамічний. При статичному режимі роботи лагуна повністю заповнюється інфільтратом та активним мулом, після стадії очищення її повністю викачують та транспортують на доочищення на міські КОС, тобто циклічний режим роботи. В динамічному режимі йде постійний притік інфільтрату до геореактора, та одночасно відбирається очищений фільтрат, кількість однакова, а процес безперервний. Тому в подальшому лагуна буде працювати в динамічному режимі а час затримки інфільтрату в ній буде складати 10 днів.

Основним завданням являється розрахунок площі аерованої лагуни, яка спроможна очистити 25000 м³ інфільтрату за відносно невеликий проміжок часу з максимальною ефективністю очищення, при цьому з мінімальними затратами на будівництво та експлуатацію очисної споруди.

Інв.№подл.	
Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	

ТС 16510062

3.1 Розрахунок аерованої лагуни для очищення інфільтрату

Для розрахунку площі аерованої лагуни буде застосовано формулу 3.1 [20]:

$$S = \frac{Q}{k \cdot \ln \frac{C_n - C_\phi}{C_n - C_\phi}} \quad 3.1$$

де, S – площа аерованої лагуни, м²;

Q – витрата інфільтрата, м³/доба (75-300 м³/добу)

K – константа для розрахункового показника (нітрати – 0,096 м/добу, фосфати - 0,033 м/добу, БСК₅ – 0,09 м/добу, амонійний азот – 0,047 м/добу, завислі речовини – 2,7 м/добу, ХСК – 0,11 м³/добу;

C_n – необхідна концентрація, мг/л;

C_n – початкова концентрація, мг/л;

C_ф – фонові концентрація мг/л.

Розрахунок площі аерованої лагуни при різних витратах інфільтрату (Q) полігона ТПВ наведено в таблицях 1-3 [20].

Таблиця 3.1 – Площа аерованої лагуни при Q= 75 м³/добу

Речовина	Q, м ³ /добу	k, м/добу	C _n , мг/л	C _n , мг/л	C _ф , мг/л	S, м ²
Нітрати	75	0,096	185	45	16,2	441,799
Фосфати	75	0,033	20,3	10	0	3209,904
БСК ₅	75	0,09	253	10	0	257,933
Амонійний азот	75	0,047	95,5	30	0,16	1373,748
Завислі речовини	75	2,7	63,4	15	12,8	8,859
ХСК	75	0,11	234	12	0,3	1462,636

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Таблиця 3.2 – Площа аерованої лагуни при Q= 200 м³/добу

Речовина	Q, м ³ /добу	k, м/добу	C _п , мг/л	C _н , мг/л	C _ф , мг/л	S ,м ²
Нітрати	200	0,096	185	45	16,2	1178,131
Фосфати	200	0,033	20,3	10	0	8559,744
БСК ₅	200	0,09	253	10	0	687,821
Амонійний азот	200	0,047	95,5	30	0,16	3663,328
Завислі речовини	200	2,7	63,4	15	12,8	23,624
ХСК	200	0,11	234	12	0,3	3900,363

Таблиця 3.3 – Площа аерованої лагуни при Q= 300 м³/добу

Речовина	Q, м ³ /добу	k, м/добу	C _п , мг/л	C _н , мг/л	C _ф , мг/л	S ,м ²
Нітрати	300	0,096	185	45	16,2	1767,197
Фосфати	300	0,033	20,3	10	0	12839,616
БСК ₅	300	0,09	253	10	0	1031,732
Амонійний азот	300	0,047	95,5	30	0,16	5494,992
Завислі речовини	300	2,7	63,4	15	12,8	35,436
ХСК	300	0,11	234	12	0,3	5850,544

Розрахунок площі аерованої лагуни при різних витратах інфільтрату наведено на рис. 3.1.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
----	-----	----------	-------	------

TC 16510062

Арк

40

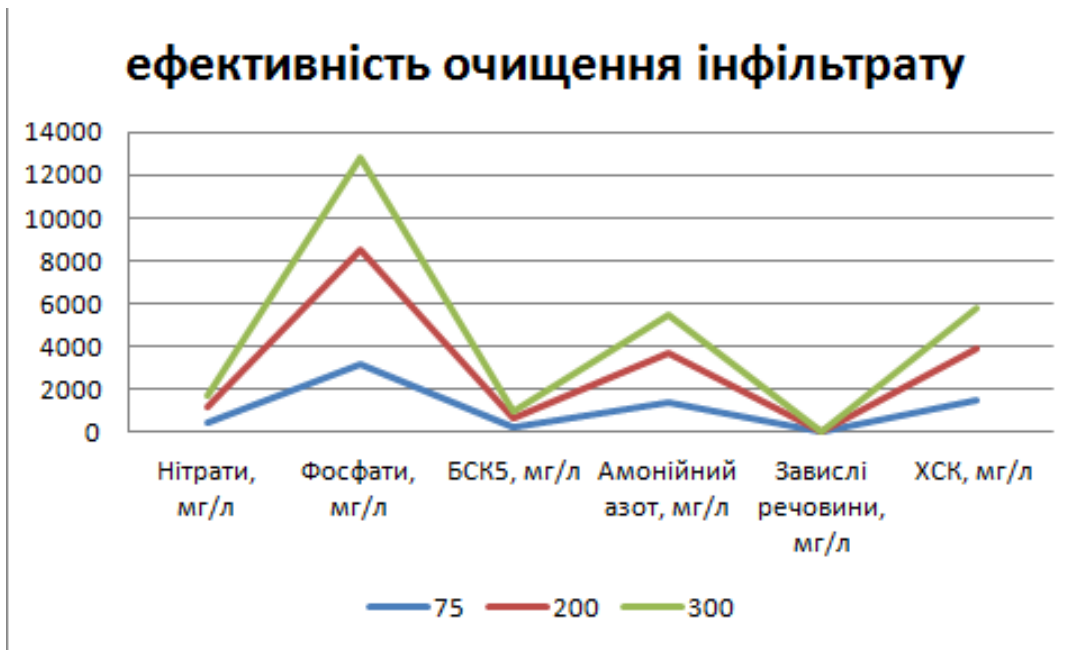


Рисунок 3.1 – Розрахунок площі аерованої лагуни при різних витратах інфільтрату

Зробивши розрахунок та проаналізувавши отримані результати можна дійти до наступного висновку:

1. Для ефективного очищення інфільтрату з витратою 75 м³/добу – максимальна площа аерованої лагуни повинна дорівнювати 3210 м²;
2. Максимальна площа аерованої лагуни з витратою інфільтрату 200 м³/добу = 8560 м²;
3. Максимальна площа аерованої лагуни з витратою інфільтрату 300 м³/добу = 12840 м²;
4. При використанні аерованої лагуни з витратою інфільтрату 300 м³/добу можна очистити весь об'єм за 84 доби.

Інв.№подр.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062					Арк 41

Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Полігон ТПВ під час експлуатації несе негативний вплив як на навколишнє природне середовище та і на здоров'я людини в цілому. До основних небезпечних факторів під час експлуатації полігонів ТПВ відносять:

- Викиди в атмосферне повітря полігонного газу;
- Фізичне забруднення (розлітання відходів);
- Негативний вплив полігона ТПВ на організм людини;
- Самозагорання;
- Пилоутворення;
- Забруднення поверхневих, підземних та ґрунтових вод інфільтратом.

Полігонний газ. При несправності або відсутності системи для збору та відведення полігонного газу призводить до забруднення атмосферного повітря та довкілля. Полігонний газ при потраплянні до атмосфери підвищує ризик парникового ефекту, який дорівнює 21. Полігонний газ має неприємний запах, оскільки містить в собі органічні сполуки.

В випадку коли несправна система збору та відведення полігонного газу, це може супроводжуватися самозагоранням полігона ТПВ, в результаті чого утворюються ряд токсичних речовин, таких як - діоксини. Для уникнення викидів в атмосферу або горіння полігонного газу, його можна використовувати в якості енергетичного ресурсу, альтернатива природного газу або іншого викопного палива. Наприклад, використовуватися в якості палива для двигунів внутрішнього згорання або для потреб населення чи промисловості. До складу такого газу входить:

- Метан (40-60%);
- Діоксин вуглецю (30-45%);
- Інші гази (5-10%), кисень, водень, азот, сірководень тощо.

Фізичне забруднення (розлітання відходів). Під час експлуатації полігонів ТПВ не рідко зустрічається, що на прилеглих до нього територіях знаходиться

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 16510062

Арк

42

Атмосферні опади, а згодом інфільтрат, мігруючи через товщу побутових відходів збагачується, а саме контактує з токсичними речовинами, що знаходяться безпосередньо в тілі полігона або з продуктами їх розкладання, такими як: важкі метали, органічні та неорганічні сполуки.

Важливим є те, що основним джерелом утворення фільтрату являється не тільки атмосферні опади, а й дренажні води, які необхідні щоб запобігти пилоутворенню, а згодом горіння полігону ТПВ.

При потраплянні інфільтрату до підземних та ґрунтових вод супроводжується перенесенням всіх токсичних елементів, продуктів їх розкладу до водного горизонту тим самим значною мірою знижуючи якість ґрунтових та підземних вод, а в великих об'ємах роблячи її екологічно небезпечною для вжиття чи використання людиною. Окрім токсичних елементів інфільтрат може переносити органічні сполуки, патогенні організми та яйця гельмінтів.

Інв. № по дд.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата					Арк
					ТС 16510062				

8. Проведено розрахунок площі аерованої лагуни при змінних витратах інфільтрату (75, 200, 300 м³). Максимальна площа яких дорівнювала 3210, 8560, 12840 м² відповідно.
9. Було розраховано, що при витратах інфільтрату 300 м³ можна очистити весь об'єм інфільтрату за 84 доби.
10. Було наведено аналіз небезпечних факторів під час експлуатації полігонів ТПВ

Інв.№покл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата	<p style="text-align: center;">ТС 16510062</p>	Арк
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		46

10. Методичні рекомендації із збирання, утилізації та знешкодження фільтрату полігонів побутових відходів, затверджені Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 20.08.2012 N 421.

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

12. Маслов В.М. Рекомендуемые методы очистки фильтрата / інформаційно-аналітичний зб. «Санітарна очистка міст та комунальний автотранспорт» . Київ, 2002.С. 44-50.

13. Маслов В.М. Рекомендуемые методы очистки фильтрата / інформаційно-аналітичний зб. «Санітарна очистка міст та комунальний автотранспорт» . Київ, 2002.С. 44-50.

14. Investigation of the stability of hardened slag paste for the stabilization of wastes containing heavy metal ions / Rha Choong Yoon, Kang Seong Keun, Kim Chang Eun. 2000. v. 70. №3. p. 255-267.

15. Голець Н.Ю., Мальований М.С., Малик Ю.О. Розрахунок класу небезпеки фільтрату Грибовицького полігону твердих побутових відходів / Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2013. №7. С. 219-224.

16 . Robinson H.D., Grantham G. The treatment of landfill leachates in on-site aerated lagoon plants: experience in Britain and Ireland / Water Resources, Vol. 22, No.6. 1988. p. 733-747.

17. Mehmood M.K., Adetutu E., Nedwell D.B., Ball A.S. In situ microbial treatment of landfill leachate using aerated lagoons / Bioresource Technology, No. 100. 2009. P. 2741 – 2744.

18. Maehlum T. Treatment of landfill leachate in on-site lagoons and constructed wetlands / Water Science Technology, Vol. 32, No.3. 1995. p. 129-135.

Інв.№поздл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата								
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	TC 16510062					Арк		
											48	

19. Сорокіна К.Б., Козловська С.Б. Технологія перероблення та утилізації осадів: навч. посібн. Харків: Вид-во ХНАМГ, 2012. 226 с.

20. Щеголькова Н.М., Диас В., Криксунов Е.А., Рыбка К.Ю. (2014). Применение фото-систем для очистки сточных вод в России. Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 5. 20-31.

Інв.№поздл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп і дата	
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510062
					Арк
					49