

ШИФР «МЕМБРАННЕ ОЧИЩЕННЯ»

**СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА РОБОТА**

на тему:

**«МЕМБРАННЕ ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТУ  
ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА  
ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКОГО ПОЛІГОНУ»**

2021 рік

## АНОТАЦІЯ

Досліджено основні проблеми, що виникають у сфері поводження з фільтратом полігонів твердих побутових відходів. На основі даних про хімічний склад фільтрату обґрунтовано необхідність встановлення локальних систем очищення фільтрату на території полігону перед скиданням його в каналізаційну мережу та розроблено принципову схему очищення фільтрату на прикладі Львівського полігону.

Ключові слова: фільтрат, тверді побутові відходи, полігон, очищення, маловідходні технології.

**Актуальність теми.** Одними з джерел забруднення навколишнього середовища, зокрема водних об'єктів, є звалища твердих побутових відходів.

Фільтрат звалища є складною за хімічним і фізичним складом рідиною, яка утворюється при проходженні атмосферних опадів крізь товщу твердих побутових відходів на полігоні. Він містить отруйні органічні, неорганічні речовини і важкі метали, які максимально концентрується в нижніх шарах ТПВ, забруднюючи токсинами ґрунт. У ньому вміст забруднюючих речовин істотно перевищує гранично допустимі концентрації. Крім того, фільтрат звалищ ТПВ містить патогенні мікроорганізми, яйця гельмінтів і являє собою загрозу життю і здоров'ю населення. Важливим є вибір системи очищення інфільтрату на стадії закриття звалищ ТПВ, для яких досить часто неконтрольований витік інфільтрату спричинює до накопичення значних його об'ємів у ставках-накопичувачах.

У зв'язку з цим перспективним і актуальним напрямком є розробка заходів його очищення. Їх реалізація дозволить поліпшити стан навколишнього середовища і якість життя людей.

**Мета** - підвищити ефективність очистки фільтрату на Львівському полігоні твердих побутових відходів із застосуванням новітніх технологій.

Для реалізації мети визначено такі **задачі**:

- теоретично обґрунтувати негативний вплив звалища твердих побутових відходів на навколишнє середовище;

- провести екологічну оцінку вмісту забруднюючих речовин в інфільтраційних водах, ґрунтовому покриві та повітряному середовищі;
- визначити хімічний склад фільтрату з поверхні накопичувачів та дренажних каналів;
- дослідити підземні води в районі розташування звалища і рідку фазу накопичувача за хімічними та біологічними показниками;
- виконати аналіз існуючих методів, систем та установок очищення фільтрату;
- виконати аналіз доцільності впровадження нового обладнання, розрахувати еколого-економічний ефект від модернізації існуючої системи очистки фільтрату на Львівському полігоні ТПВ.

**Об'єктом дослідження** є забруднення навколишнього середовища неочищеними інфільтратами сміттєзвалища.

**Предметом дослідження** є утилізація та знешкодження інфільтрату, що утворюється на Львівському полігоні твердих побутових відходів.

**Ключові слова:** сміттєзвалище, фільтрат, дренажні води, очищення, екологічна небезпека, тверді побутові відходи, звалища, гранично-допустима концентрація.

## ЗМІСТ

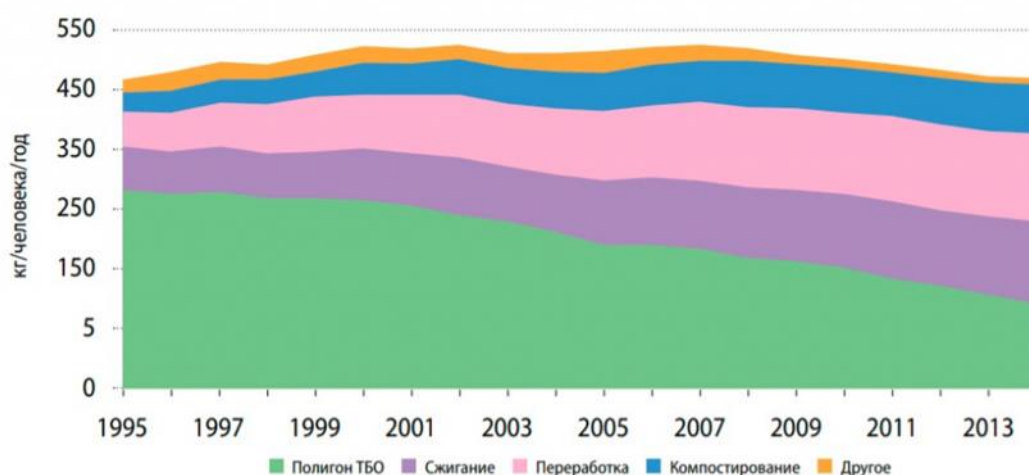
	стор.
ВСТУП	5
1. Характеристика об'єкту досліджень	6
2. Утворення фільтрату полігонів	9
3. Вибір та обґрунтування методу очистки фільтрату	12
3.1. Методи очищення фільтрату	12
3.2. Мембранна технологія очистки за допомогою зворотнього осмосу Мембранна технологія очистки	14
3.3 Мембранна технологія очистки	15
ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	33

## ВСТУП

Проблема впливу твердих побутових відходів на довкілля, а зокрема на агросферу є однією з найгостріших та найактуальніших екологічних проблем. На сьогоднішній день майже у кожному населеному пункті спостерігається переповнення полігонів, а також є така проблема, як створення несанкціонованих сміттєзвалищ, кількість яких з кожним роком збільшується.

На рисунку 1 показана динаміка зміни співвідношення основних видів перероблення та утилізації ТПВ з 1994 по 2014 роки в країнах Європейського Союзу. Згідно зі статистичними даними, в країнах Європейського Союзу (ЄС) у 2015 році було вироблено 240 мільйонів тон ТПВ, з яких в середньому 47% піддалися переробленню і компостуванню, 27% - спалюванню і 25% - захороненню. Проте в деяких країнах понад 80% сміття все ще йде на полігони. Беручи до уваги, що в середньому по ЄС на одну людину припадає 477 кг/рік ТПВ, а населення регіону становить 740 млн жителів, можна порахувати, що понад 100 млн тон твердих побутових відходів щорічно відправляється на полігони.

Рисунок 1. Динамика изменения соотношения основных видов переработки и утилизации ТБО с 1994 по 2014 годы в странах Европейского Союза



## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Львівський полігон твердих побутових відходів було створено у 1957 році. Він розташований у селі Грибовичі Жовківського району Львівської області. Полігон належить комунальній компанії ЛКП «Збиранка», яке займається збиранням і захороненням відходів. Його загальна площа становить 38,8 га, а загальний об'єм сміття перевищує 10 млн. тон. Основний масив звалища розташований у ділянці, межа якої 26,5 га. На рис.1.1 наведена аерозйомка полігона [1].



Рисунок 1.1 – Просторове розташування смітцевого тіла, гудронових збірників та збірників фільтрату

До 1990 року на полігоні зберігалися не тільки побутові, але й токсичні промислові відходи. Підраховано, що їх кількість досягає 2 млн. тон. Починаючи з 1990 року - промислові відходи лише 3 і 4 класів небезпечних відходів, експорт яких був узгоджений з ОблСЕС, відповідно до лімітів, встановлених державним управлінням екології та природних ресурсів у Львівській області.

Сміття, що зберігається на санітарному полігоні, планується і ущільнюється важкими бульдозерами. Після ущільнення його ізолюють інертним матеріалом (грунт, будівельні відходи, відходи кавової фабрики тощо), але вимоги "Санітарних правил облаштування і утримання полігонів для твердих побутових відходів" при цьому повною мірою не виконуються.

До 1992 року сміття на полігоні майже постійно горіло, викидаючи значну кількість токсичних сполук в атмосферу. Цей процес практично зупинили і лише на окремих, невеликих за площею, ділянках періодично виникали аварійні займання, які швидко ліквідовувались. Але 29 травня 2016 року через спалах сміття сталася пожежа. Станом на 30 травня 2016 року її було зупинено. Але приблизно о 15.30 год стався зсув сміття, а під завалами опинилося троє пожежників і еколог, пошукові роботи ми можемо побачити на рис. 1.2. Шанси, щоб їх врятувати були дуже мізерними. Тіла рятувальників знайшли аж на наступний день, а от еколог досі вважається зниклим безвісті. Також 31 травня стало відомо, що саме через обвал сталася тріщина у дамбі з токсичними речовинами. Якщо ця дамба прорветься, то двох метрова хвиля затопить найближчі села. Також був можливий другий зсув [2].



Рисунок 1.2 – Обвал сміття і пошукові роботи

Для загального опису полігону слід окремо зупинитися на збірниках кислих гудронів Львівського нафтомаслозаводу. З формальної точки зору вони не мають прямого відношення до сміттєзвалища, але знаходяться практично у його межах і розглядаються мешканцями прилеглих населених пунктів як один об'єкт. Всього у районі сміттєзвалища розташовано 4 накопичувачів гудрону [1].

Одним з найближчих населених пунктів, розташованих на території полігону ТПВ Львівської області є: с. Збиранка (1,5 км на захід), с. Грибовичі (2,5 км на північний захід), с. Малехів (2 км на



південний схід). У межах санітарно-захисної зони полігону, у тому числі безпосередньо біля звалища і збірників кислих гудронів розташовані угіддя на яких вирощується сільськогосподарська продукція. На рис.1.3. наведена схема полігону ТПВ з розташуванням основних споруд.

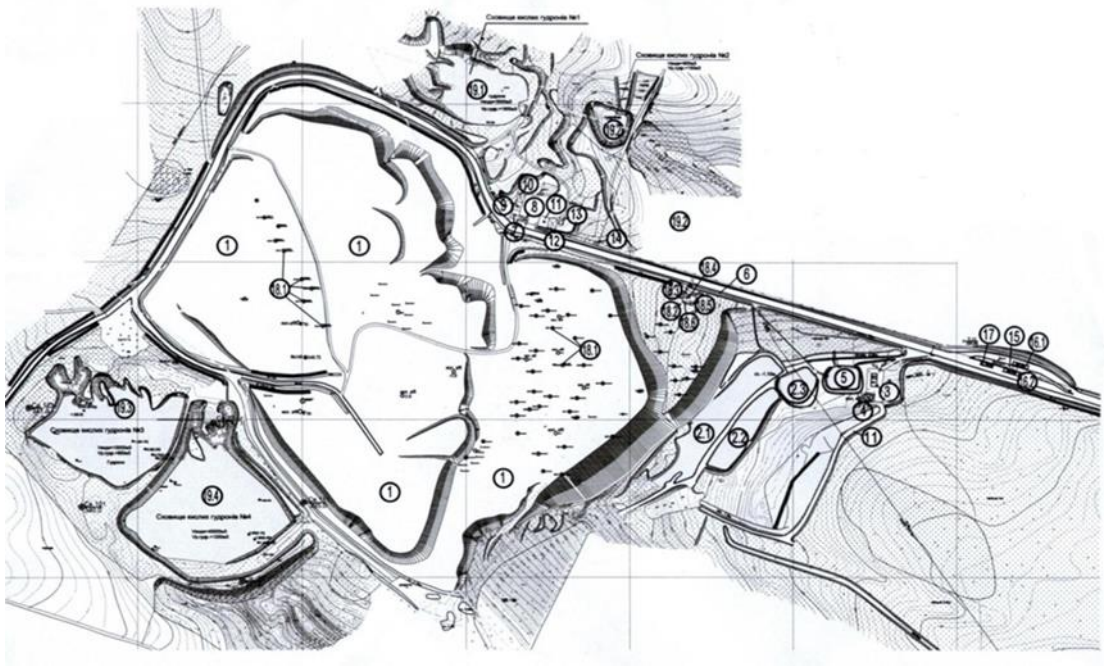


Рисунок 1.3 – Схема полігону ТПВ

До існуючого полігону ТПВ входять показані на схемі об'єкти:

1. Полігон ТПВ.
2. Відкритий резервуар для стічних вод з установки по очищенню фільтрату (600м<sup>3</sup>).
3. Зона технічного обслуговування на північ від полігона, що включає: адміністративну будівлю, механічну майстерю, гараж і склад.
4. Під'їзні та приймальні споруди об'єкту, що знаходяться на східній стороні.
5. Електрична підстанція 10 / 0.4 кВ (100 кВА).
6. Система дегазації у складі: свердловини, колодязь центральної газозбірної гребінки, установка осушки біогазу, свіча, блок енергозабезпечення.



7. Сховища кислих гудронів №1, №2, №3, №4.

## 2 УТВОРЕННЯ ФІЛЬТРАТУ ПОЛІГОНІВ

Однією з найсерйозніших проблем, що виникають при експлуатації полігонів ТПВ, є потрапляння в навколишнє середовище надзвичайно токсичного рідкого стоку або, так званого, фільтрату. Джерелами утворення фільтрату є опади, які, проходячи через шар відходів вимивають з них розчинні у воді речовини, а також продукти розкладання відходів органічного походження. Таким чином, річний обсяг фільтрату, що утворюється на полігонах можна оцінити, виходячи з середньорічного рівня опадів в регіоні і його площі, інтенсивності та площі випаровування, а також кількості та морфології відходів (таблиця 1).

Таблиця 1. Приклад розрахунку утворення фільтрату полігону ТПВ

Осади		
Площа карт полігону	га	30
Середньорічний рівень опадів	мм/рік	500
Кількість опадів, що надходять з карти полігону	м3/рік	150000
Розкладання відходів		
Розрахункове навантаження на ТПВ	т/год	500000
Розрахункова вологість ТПВ	%	10
Кількість фільтрату, що утворюється при розкладанні відходів	м3/год	50000
Випаровування		
Площа випаровування (озера фільтрату на картах)	га	5
Середньорічна інтенсивність випаровування	мм/рік	450
Випаровування	м3/рік	22500
ВСЬОГО річне утворення фільтрату (150 000 + 50 000 - 22 500)	м3/рік	177500

У фільтраті містяться органічні відходи, що частково розклалися, продукти корозії металів і інші водорозчинні забруднення, в тому числі кольорові й важкі метали, а також токсичні або біологічно активні забруднення антропогенного походження, такі як відходи фармацевтичної промисловості та мікрозабрудники.



Рисунок 2.1 - Полігон побутових відходів

Основними забрудненнями, що містяться в фільтратах, вважаються органічні сполуки, які характеризуються такими показниками як ГПК і БПК, мінералізація, амонійний азот і важкі метали. Концентрації цих компонентів залежать як від морфології відходів, так і від віку полігону. У таблиці 2 наведені середні концентрації забруднень в фільтратах полігонів.

Таблиця №2 Середні концентрації забруднень в фільтратах полігонів

	Тип полігону			Полігон (Львів)
	Молодий	Середній	Старий	
Роки після закриття	< 5	5-10	> 10	5
pH	< 6.5	6.5 - 7.5	> 7,5	8.5 - 9.5
Амоній (мг/л)	< 400	400 - 500	> 500	500 - 1 200
ХПК (мг O <sub>2</sub> /л)	> 10 000	4 000 - 10 000	< 4 000	6 000 - 9 000
БПК <sub>5</sub> /ХПК	0.5 - 1.0	0.1 - 0.5	< 0.1	0.2 - 0.3
Важкі метали	Високе	Низьке	Низьке	Низьке
Біорозкладність	Висока	Середня	Низька	Низька
Засоленість (мг/л)	5 000 - 15 000	3 000 - 8 000	< 4 000	15 000 - 17 000

Фільтрати полігонів являють серйозну загрозу для поверхневих і підземних водних ресурсів, у багатьох випадках з невидимим довгостроковим ефектом. Відсутність доступних і ефективних технологій та бізнес-моделей призвело до неадекватного поводження і незаконного захоронення відходів, попри цілий ряд директив ЄС, що стосуються поводження з твердими

побутовими відходами. Хоча обсяги фільтратів, в порівнянні з муніципальними стічними водами, значно менші, їх токсичність і концентрованість становить серйозну загрозу для здоров'я людини та навколишнього середовища в результаті забруднення джерел питної води. Згідно з оцінками експертів, проблема фільтрату є актуальною не тільки для чинних полігонів, але також зберігається протягом десятків і навіть сотень років після їх закриття та рекультивації, являючи собою потенційну загрозу навколишньому середовищу, а також здоров'ю та безпеці населення.

Майже весь термін експлуатації Львівського полігону ТПВ здійснювалося лише з частковим ущільненням поверхні сміттєвих шарів. Через це масив звалища формувався як відкрита високопорова система і є легко доступним до міграції в її межах атмосферних опадів і вод поверхневого змиву. Як наслідок, тіло полігону інтенсивно насичувалося інфільтраційними водами, які в процесі міграції були забруднені різними шкідливими речовинами.

## **З ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ОЧИСТКИ ФІЛЬТРАТУ**

### **3.1 Методи очищення фільтрату**

Найбільш перспективним методом очищення фільтрату є застосування мембранної технології, заснованої на використанні полімерних тонкошарових зворотноосмотичних мембран. У світовій практиці для очищення фільтрату використовуються спеціальні мембранні модулі — з більш широкими каналами та особливою структурою спейсерів, що робить їх більш стійкими до забруднень (рисунок 3.1).



Рис.3.1 - Мембранный модуль Roche Spacer Tube

Установки з використанням таких мембран експлуатуються на сотнях полігонів по всьому світу і знаходять все більш і ширше визнання в якості галузевого стандарту. На мембранних елементах відбувається поділ фільтрату на дві фракції - 70-75% очищеного фільтрату (або пермеату) і 25-30% концентрованої фракції (або концентрату), що містить практично всі забруднення. Остання, в більшості випадків, повертається в тіло полігону або направляється на випарювання.

Описаний метод очищення фільтрату в залежності від кількості ступенів очищення дозволяє досягти:

- видалення органіки (ХПК, БПК) > 95% на один ступінь;
- видалення амонію ~ 80-90% на один ступінь;
- видалення розчинених солей і важких металів ~95-98% на один ступінь.

Якість очищення фільтрату достатня для того, щоб скидати його або в міську каналізацію, або в навколишнє середовище. ТОВ «НВО» Екософт» спільно з одним з піонерів і світових лідерів у виробництві мембранного обладнання німецькою компанією ROCHEM GmbH (Гамбург) пропонує контейнерні установки перероблювання фільтратів полігонів ТПВ в модульному виконанні. Установки передбачають наступні стадії очищення: попередня фільтрація на самопромивних дискових фільтрах:

1. коригування рН;
2. груба механічна фільтрація на мультимедійних фільтрах;
3. тонка механічна фільтрація на картриджних фільтрах;
4. дозування антискаланта (реагенту, що перешкоджає утворенню експлуатаційних забруднень на поверхні мембран);
5. одно-, дво- або триступеневе очищення (в залежності від необхідної якості очищення) на спеціальних зворотноосмотичних мембранах типу ST останнього покоління;
6. фінішне сорбційне очищення і знезараження в разі особливих вимог до якості очищення.

Установки виготовляються як в мобільному контейнерному (Рис. 3.2), так і в стаціонарному (Рис. 3.3) виконанні. Компанія ROCHEM має багаторічний досвід виготовлення та експлуатації мембранних установок очищення фільтрату. Установки ROCHEM успішно експлуатуються більш ніж на шістдесят полігонах ТПВ в усьому світі.



**ROCHEM**



Рис.3.2 - Контейнерна система

Рис.3.3 - Стационарна система очищення фільтрату

Для вибору, обґрунтування та застосування раціонального способу знешкодження та утилізації фільтрату, конкретно до умов Львівського полігону ТПВ був проведений аналіз сучасних методів очистки. Основними критеріями для аналізу та вибору методу очистки є:

- кількість фільтрату;
- кислотність (рН);
- електропровідність;
- ХПК, БПК;
- концентрації аміаку, нітратів, нітритів, хлоридів, сульфатів;
- вміст загального азоту, фосфатів;
- концентрація важких металів;
- вміст вуглеводнів, особливо тих, що вміщують хлор, тощо;
- ефективність очистки, знешкодження та утилізації.

### **3.2 Мембранна технологія очистки за допомогою зворотного осмосу**

Дана технологія розділяє фільтрат на очищений і забруднений концентрат. Тому її можна застосовувати лише в тих країнах, де дозволено рециркуляцію концентрату на полігон. Завдяки такій очистці відбувається ефективний поділ забруднюючих речовин. Цей метод широко застосовується завдяки простій установці і експлуатації. Проте під час очищення утворюється концентрат (15-20%), який потрібно утилізувати. Слід виходити з того, що



робота станції зворотного відкачування є вирішенням лише для 75- 80% від кількості всього фільтрату.

Істотною перевагою мембранних технологій є можливість використання різних комбінацій елементів, що дозволяє ефективно вирішувати поставлену задачу: на мембранах відбувається концентрування фільтрату з отриманням очищеного стоку необхідної якості. Якщо подивитися на цей процес з точки зору матеріального балансу, то фактично виходить, що забруднення, у вигляді фільтрату надходять на мембранну очистку, після якої вже очищені стоки скидаються в навколишнє середовище, а сконцентровані забруднення повертаються назад в тіло полігону.

### **3.2 Мембрана технологія очистки**

Мембранна технологія - принцип організації і здійснення процесу поділу речовин через напівпроникну перегородку. Він відрізняється відсутністю поглинання поділюваних компонентів і низькими енергетичними затратами на процес поділу.

Мембранна технологія в порівнянні з традиційними прийомами (фільтрація і ін.) Займає важливе місце в поділі рідинних систем. До основних мембранним методів відносять:

- Зворотній осмос,
- ультрафільтрацію,
- мікрофільтрацію,
- діаліз,
- електродіаліз,
- електроосмос.

У будь-якому з цих методів розчин стикається з напівпроникною мембраною, яка є областю, розмежовує дві фази. Мембрани розрізняють по агрегатному стані, однорідності, пористості (рис. 3.1).

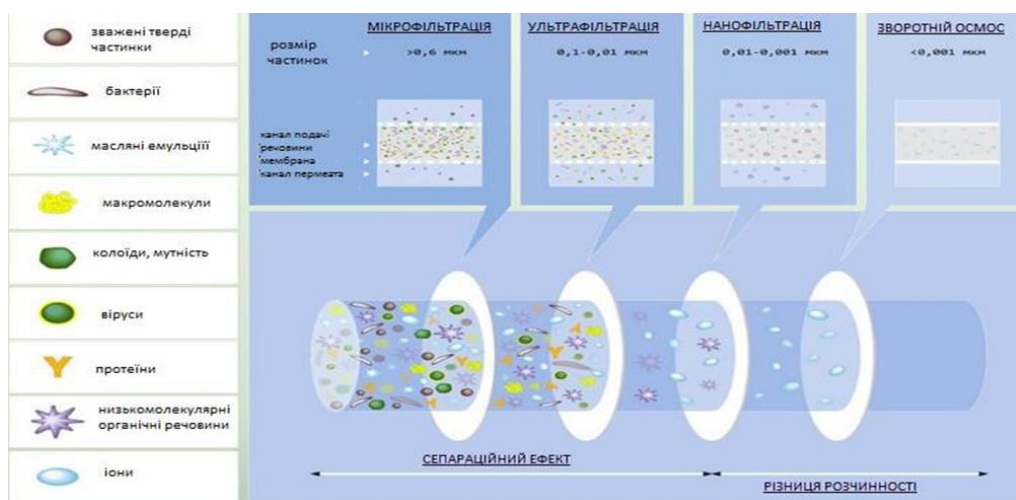


Рисунок 3.1 – Різниця розчинності

При мікрофільтрації мембранні фільтри рідких розчинів мають менші розміри пір, ніж при звичайному фільтруванні, і тому потрібна велика різниця тиску (до 0,5 МПа). У цьому випадку вдається відокремити з розчину частинки розміром від 0,1 до 10 мкм при розмірі пір 0,05-10 мкм.

Ультрафільтрація дозволяє відокремити частки розміром від 0,001 до 0,02 мкм (1-20 нм) з розміром пір 1-100 нм при надмірному тиску 0,3-1,0 МПа.

При нанофільтрації мембрани можуть затримувати частинки розміром близько 1 нм при досить високому тиску - 0,8-3,0 МПа.

Процес зворотного осмосу полягає в фільтрації рідких розчинів через селективно проникні мембрани під тиском, що перевищує осмотичний, при цьому через мембрани проходить переважно вода, а розчинені речовини залишаються в розчині. Рухомою силою такого процесу є різниця прикладеного і осмотичного тисків. Мембранні методи зворотного осмосу дозволяють відокремити з рідкого розчину частинки розміром від 0,0001 до 0,001 мкм (0,1-1,0 нм) при надмірному тиску 3-10 МПа. Порівняння цих процесів можемо побачити у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняння різних процесів зворотного осмосу

Характеристика	Процес
----------------	--------

	Мікрофільтрація	Ультрафільтрація	Зворотній осмос
Осмотичний тиск	Дуже низький	Дуже низький	Високий
Робочий тиск	до 2 бар	до 10 бар	65-150 бар
Морфологія мембран	Гомогенні	Асиметричні	Асиметричні
Розмір частинок	>0,6 мкм	0,1-0,01 мкм	<0,001 мкм

Плоскорамні модулі є дорогими порівняно з альтернативними, та досить проблемними. Їх зараз використовуються лише в системах електродіалізу та первапорації та в обмеженій кількості в зворотному осмосі та ультрафільтрації з середовищами, схильними до високого забруднення. Приклад зворотноосмотичного модуля показаний на рисунку 3.2.

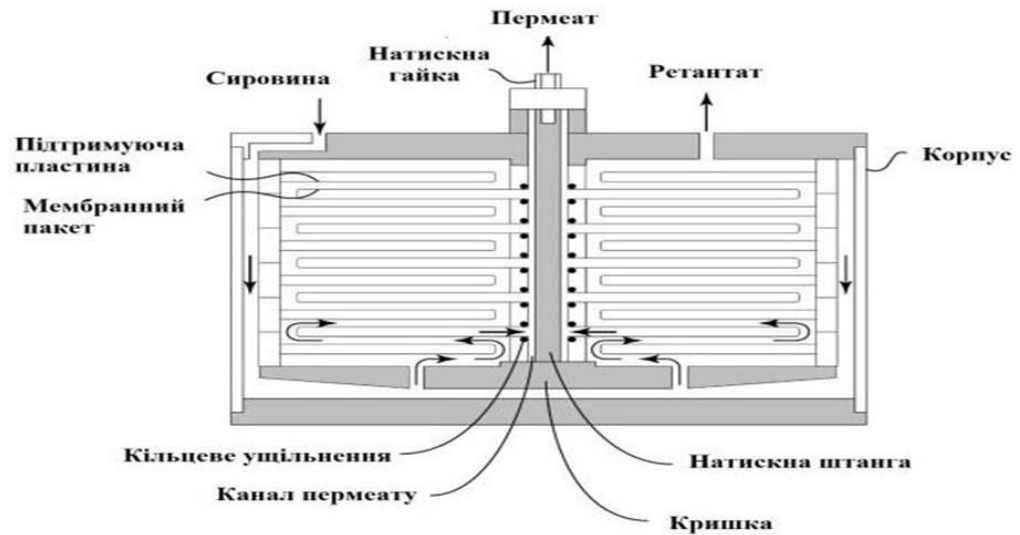


Рисунок 3.2 – Схема плоскорамного модуля

Спіральні модулі є найпростішими і містить мембранний пакет зі сіток- сепараторів та мембрани навитої навколо центральної перфорованої труби- колектору. Модуль вставляється в середину трубної посудини високого тиску. Сировина рухається вздовж мембранного пакету. Частина сировини проникає в мембранний пакет, де рухається по спіральному каналу до центру і виходить через трубу-колектор (рис. 3.3).

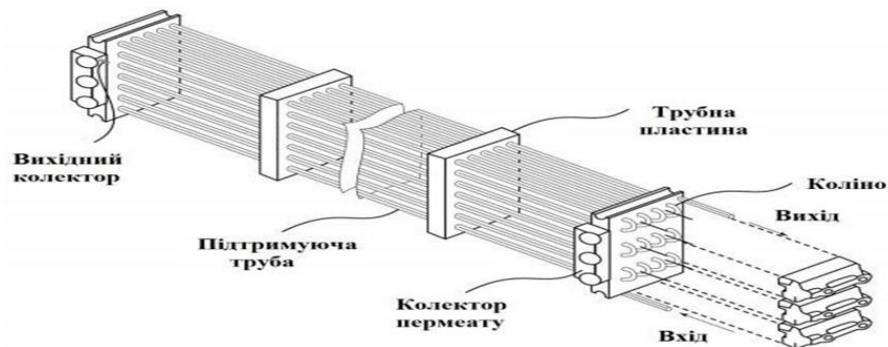


Рисунок 3.3 – Ультрафільтраційний трубний модуль

Малі спіральні модулі містять одиничний мембранний пакет, як показано на рисунку 3.4.

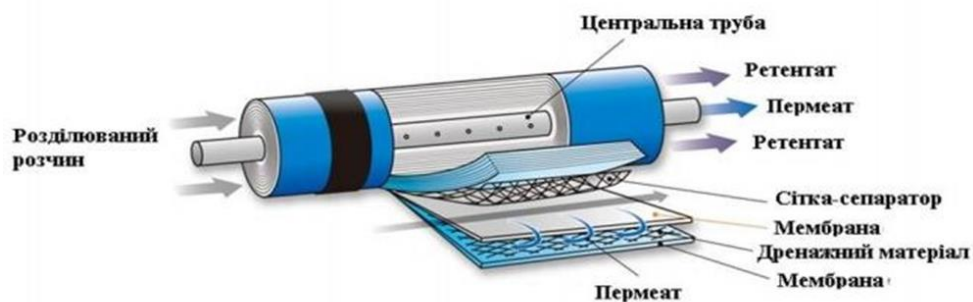


Рисунок 3.4 – Спіральний модуль

Виходячи із загального положення і спираючись на вище перелічені мембранні модулі, можна сказати, що одним з найбільш перспективних методів очищення фільтрату є застосування мембранних технологій, заснованих на використанні полімерних тонкошарових мембран зворотного осмосу - як у вигляді плоских листів, так і у вигляді рулонних елементів, які представляють собою чудову альтернативу біологічному очищенню.

Застосування звичайних рулонних зворотноосмосових мембранних елементів обмежена специфічним складом фільтрату - високим вмістом колоїдних речовин, органічних забруднень та інших домішок.

Зворотноосмотичні установки здатні затримувати близько 99 % органічних і неорганічних домішок. Проте все це залежить від якості вихідної води і ступенів кожної окремої фільтраційної системи. Виходячи із багатьох факторів, можна сказати, що даний метод очищення дозволяє значно знизити вміст БПК і ХПК, а також хлоридів, аміаку. Коли відбувається фільтрація через мембрану, то потік ділиться на очищену воду і концентрат. На рис. 3.5 ми можемо побачити на скільки можливо очистити воду від фільтрату.



Рисунок 3.5 – Фільтрат до і після очистки

В таких установках, як уже зазначалося тиск здатний коливатись від 65 до 150 бар в залежності від ступеня очистки.

Дана технологія має такі переваги:

- високий ступінь очищення фільтрату полігону від шкідливих речовин;
- модульна конструкція не вимагає капітального будівництва, забезпечує високу мобільність;
- можливість оперативного зміни потужності;
- високий ступінь автоматизації;
- можливість швидкого запуску і відключення;
- компактністю (мінімальної займаною площею);
- тривалим терміном служби;
- гарантованою якістю фільтрату;
- низькими витратами на обслуговування і утилізацію фільтрів;
- мінімальною участю обслуговуючого персоналу (відсутність «людського фактора»);
- мінімальним використанням хімічних реагентів;
- екологічністю, мінімальною кількістю кислих і лужних стоків;

Мембранні методи очищення стічних вод ТПВ, наприклад, зворотний осмос є

найбільш ефективним методом усунення високої мінералізації - одного з чинників забруднення стічних вод ТПВ. Ефективності очистки у відсотках, в залежності від його ступеня наведений у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Ефективність очистки мембранного методу

Показник	Ступінь очистки		
	1	2	3
	Середня величина		
ХПК	91,5	99,89	99,999
БПК	88,5	99,78	99,996
Загальний вміст органічного вуглеводу	91,5	99,90	99,999
Адсорбовані органічні нітрати	87,5	99,81	99,998
Амоній	85,0	99,65	99,997
Фосфати	96,5	99,90	99,998



## ВИСНОВКИ

1. Однією з найбільш гострих екологічних проблем сьогодення, що потребує невідкладного вирішення, є утворення та накопичення великої кількості твердих побутових відходів.

2. Загалом в нашій країні знаходиться близько 12,5 млрд. т відходів (станом на 2017 рік). Об'єм утворення твердих відходів в Україні в 6,5 разів більший ніж в США і в 3,2 рази ніж в країнах ЄС.

3. В нашій державі основним способом утилізації відходів (80%) є захоронення їх на полігонах ТПВ. За кордоном щораз більше держав відмовляються від такого застарілого способу вирішення проблеми. В провідних європейських країнах (Данія, Швеція, Бельгія, Нідерланди, Німеччина, Австрія та ін.) захороненню підлягають менше 20% твердих побутових відходів, а залишки в обсязі 45-60% переробляється як вторсировина, спалюється 25-35% відходів.

4. Заповнення Грибовицького полігону ТПВ практично упродовж усього терміну його експлуатації проводилося тільки з частковою поверхневою герметизацією шарів сміття. Внаслідок цього звалищний масив став легкодоступним для потрапляння атмосферних опадів і вод поверхневого змиву. В результаті цього звалищне тіло інтенсивно насичується інфільтраційними водами (фільтратами), які в процесі міграції забруднюються різноманітними шкідливими речовинами.

В результаті виконання роботи була вирішена проблема очистки фільтратів на Львівському полігоні твердих побутових відходів. Проаналізувавши вплив сміттєзвалища на довкілля та встановлене очисне обладнання, дійшли висновку, що найбільшу шкоду навколишньому середовищі завдає фільтрат, а також встановлено недосконалість існуючої системи його очистки. Розглянуто сучасні методи очистки та утилізації фільтрату.

Запропоновано вдосконалення системи очистки фільтрату за допомогою мембранного очищення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кориневская В.Ю., Шанина Т.П. Отходы городских систем как потенциальный ресурс и источник загрязнения окружающей природной среды / Вестник Одесского государственного экологического университета. 2011. № 11. С. 20–28.
2. Степаненко Е.Е. Исследование химического состава фильтрационных вод полигона твердых бытовых отходов / Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. 2009. №1(3), т. 11. С. 525–527.
3. Шевченко О.А., Деркачов Е.А. Еколого-гігієнічна оцінка ступеню небезпеки території муніципальних звалищ та заходи щодо їх оздоровлення [Текст] / Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов: сб. науч. статей к IV Междунар. науч.-практ. конф. (28-29 марта 2002г.) Одесса: ОЦНТЭИ, 2002. С. 224–227.
4. 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.
5. Управління та поводження з відходами : підручник / Шанина Т.П. та ін. ; за ред. Т.А. Сафранова Одеса, 2012. 270 с.
6. Яцков Н. В., Варнавская И. В. Анализ методов очистки стоков мест захоронения твердых бытовых отходов / Экологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2008. № 4. С. 69–73.
7. Сатин И. В., Трякина А. С. Сравнительный анализ методов очистки фильтрата / Вісник Донбас. нац. акад. буд-ва і архіт. 2010. № 2010–3(83). С. 270–275
8. Волошин П. Аналіз впливу Львівського сміттєзвалища на природне середовище / Вісник Львівського університету. Серія геологічна. Випуск 26. 2012. С. 139–147.

9. Хімічний склад фільтрату Львівського полігону твердих побутових відходів / Гайдін А.М., Дяків В.О., Погребенник В.Д., Пашук А.В. // *Природа Західного Полісся та прилеглих територій: зб. наук. пр.* / Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки. Луцьк, 2013. № 10. С. 43–49.
10. 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.
11. Маслов В.М. Рекомендуются методы очистки фильтрата / Інформаційно-аналітичний зб. "Санітарна очистка міст та комунальний автотранспорт". Київ, 2002. С. 44–50.
12. Investigation of the stability of hardened slag paste for the stabilization of wastes containing heavy metal ions / Rha Chong Yoon, Kang Seong Keun, Kim Chang Eun. 2000. v. 70. № 3. p. 255–267.
13. Pat. USA N 5976244, B09B 003/00; A62D 003/00. Fixation of hazardous wastes and related products / Mallow, William A. - Publ. 2.11.1999.
14. 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.
15. 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.
16. Maehlum T. Treatment of landfill leachate in on-site lagoons and constructed wetlands / *Water Science Technology*, Vol. 32, No. 3. 1995. p. 129–135.