

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра прикладної механіки та технологій захисту
навколишнього середовища**

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
другого (магістерського) рівня вищої освіти
за освітньою програмою «Техногенно-екологічна безпека»
спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
галузь знань 18 «Виробництво та технології»**

за темою: Розробка мобільної системи очищення фільтрату
полігону твердих побутових відходів
(назва теми за наказом)

РОЗРАХУНКОВО–ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

НУЦЗУ.з18.5.25.ПМтаТЗНС.РПЗ-01
(шифр)

Керівник

Завідувач кафедри ПМ та ТЗНС
(посада, вчений ступінь, звання, спеціальне звання)
канд. техн. наук, доцент

Володимир КОЛОСКОВ

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 20__ р.

Випускник

Слухач групи ЗМТЗ-18
курсант (студент, слухач)

(звання)

Даніїл ЦЮРИСОВ

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 20__ р.

Харків – 2020 р.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: 93 стор., 18 рис., 8 табл., 1 дод., 32 джерела.

Об'єкт дослідження – негативний екологічний вплив на навколишнє природне середовище полігонів ТПВ у режимі повсякденного функціонування та при надзвичайних ситуаціях.

Предмет дослідження – методи зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище при утворенні та поводженні з фільтратом.

Мета дипломної роботи – підвищення рівня екологічної безпеки Миколаївського міського полігону ТПВ шляхом вдосконалення систем видалення та очищення фільтрату в умовах повсякденного функціонування та у режимі надзвичайної ситуації.

Практична цінність та результати роботи – проведено оцінку впливу на НПС Миколаївського міського полігону ТПВ у режимі повсякденного функціонування та надзвичайної ситуації, запропоновано новий підхід для полігонів ТПВ щодо поводження з фільтратом, проведено розрахунки запропонованої системи очищення фільтрату. Розроблено рекомендації щодо можливого створення на території Миколаївської області, у тому числі і Миколаївського міського полігону ТПВ, мобільної системи очищення фільтрату.

Вдосконалено модель системи управління безпекою при використанні мобільної установки очищення фільтрату на полігоні ТПВ в умовах пожежі, яка дозволяє визначити безпечні параметри його функціонування.

Здійснено еколого-економічний розрахунок впровадження мобільної системи очищення фільтрату.

Впровадження результатів дипломної роботи дозволить забезпечити нормативно встановлений рівень показників екологічної безпеки виробничої діяльності Миколаївського міського полігону ТПВ.

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ФІЛЬТРАТ, СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ, МОБІЛЬНА УСТАНОВКА, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ.

ABSTRACT

Qualification work: 93 pages, 18 figures, 8 tables, 1 appendix, 32 sources.

The object of research is the negative ecological impact on the environment of landfills in the mode of daily operation and in emergencies.

The subject of research – methods to reduce the negative impact on the environment during the formation and handling of the filtrate.

The purpose of the thesis is to increase the level of environmental safety of the Mykolayiv municipal landfill by improving the systems of removal and purification of leachate in the conditions of daily operation and in the state of emergency.

Practical value and results of work – the assessment of impact on NPS of the Mykolayiv city landfill in a mode of daily functioning and an emergency situation is carried out, the new approach for landfills concerning treatment of a filtrate is offered, calculations of the offered system of clearing of a filtrate are carried out. Recommendations on possible creation in the territory of the Mykolayiv area, including Mykolayiv city landfill, of mobile system of purification of a filtrate are developed.

The model of the safety management system when using a mobile filtrate treatment plant at a landfill in case of fire has been improved, which allows to determine the safe parameters of its operation.

The ecological and economic calculation of the introduction of the mobile filtrate purification system has been carried out.

Implementation of results of the diploma work will allow to provide the normatively established level of indicators of ecological safety of production activity of the Mykolayiv city landfill.

PROTECTION TECHNOLOGIES, ENVIRONMENT, SOLID WASTE, FILTRATE, CLEANING SYSTEM, MOBILE INSTALLATION, SIMULATION MODEL, MODEL.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «МИКОЛАЇВКОМУНТРАНС» НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	12
1.1 Загальна характеристика та оцінка сучасного екологічного стану району розміщення Миколаївського міського полігону твердих побутових відходів, що обслуговується КП «МИКОЛАЇВКОМУНТРАНС»	12
1.2 Аналіз джерел впливу Миколаївського міського полігону твердих побутових відходів та оцінка впливу основних джерел забруднення на навколишнє природне середовище	15
Висновки до розділу 1	24
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА МИКОЛАЇВСЬКОМУ МІСЬКОМУ ПОЛІГОНІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ, ЩО ОБСЛУГОВУЄТЬСЯ КП «МИКОЛАЇВКОМУНТРАНС»	25
2.1 Аналіз систем водовідведення полігону зберігання відходів ММП ТПВ і зберігання відходів	25
2.2 Розроблення рекомендацій щодо нейтралізації шкідливих впливів полігонів зберігання твердих побутових відходів на навколишнє природне середовище	28
2.3 Розробка функціональної схеми нейтралізації шкідливих впливів фільтрату ММП ТПВ	31
2.4 Проектування пристроїв для системи очищення фільтрату від шкідливих компонентів	35
2.4.1 Розрахунок решіток	35
2.4.2 Розрахунок відкритого гідроциклону	38
2.4.3 Розрахунок первинного вертикального відстійника	40

2.4.4	Розрахунок біофільтру безперервної дії	43
2.4.5	Розрахунок системи дезінфекції фільтрату	44
2.4.6	Розрахунок установки знесолення фільтрату	46
	Висновки до розділу 2	55
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТУ НА МИКОЛАЇВСЬКОМУ МІСЬКОМУ ПОЛІГОНІ ТПВ		56
	Висновки до розділу 3	63
РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТУ ПОЛІГОНУ ТПВ У РЕЖИМАХ ПОВСЯКДЕННОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ		64
4.1	Ситуаційний аналіз можливості використання мобільної системи очищення фільтрату у режимах повсякденного функціонування та надзвичайної ситуації полігону ТПВ	64
4.2	Вдосконалення моделі системи управління безпекою при використанні мобільної установки очищення фільтрату	67
	Висновки до розділу 4	72
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ		73
	Висновки до розділу 5	83
ВИСНОВКИ		84
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ		86
ДОДАТОК А. СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МАГІСТЕРСЬКОГО ДОСЛІДЖЕННЯ		90

ВСТУП

Актуальність питання. В цей час у великих темпах постає питання утилізації відходів, які за чималий термін накопичилися на території усіх держав. Поки починають працювати підприємства з переробки сміття більшість сировини, що поступає на ці підприємства, є новоутвореними в процесі життєдіяльності або виробництва продукції. Але не слід забувати про вже існуючі місця захоронення відходів, адже вони є потенційно великою загрозою.

На території України чимало полігонів захоронення твердих побутових відходів (далі – ТПВ), які в час їх утворення будувалися (утворювалися) вже з порушеннями санітарних норм: відсутність систем збору фільтрату, відсутність протифільтраційних екранів, незначна відстань до населених пунктів, інше.

Крім того на теренах України дедалі частіше постає проблема виникнення пожеж на відкритих територіях, полігонах захоронення ТПВ. Однією з таких пожеж є пожежа на Грибовицькому сміттєзвалищі Львівської області у 2016 році. У ході ліквідації якої було застосовано значну кількість інженерної, спеціальної, основної пожежно-рятувальної техніки. Процес ліквідації пожежі затягнувся на два дні та при цьому постраждало 3 людей.

Проте слід не забувати про те, що для здійснення дій з гасіння пожежі, як правило використовують вогнегасні засоби – воду. Це є не лише засобом пожежогасіння, а й тим негативним фактором, що збільшує навантаження на навколишнє природне середовище (далі – НПС) за рахунок збільшення кількості фільтрату, який потрапляє до «незахищеного» ґрунту, а звідти й до підземних вод.

У ході виконання роботи було вивчено існуючий стан поводження з побутовими відходами на території Миколаївської області, зокрема на Миколаївському міському полігоні (далі – ММП) ТПВ. Для утворення більш цілісної картини вивчено динаміку виникнення пожеж на полігонах захоронення ТПВ на території Миколаївської області, данні приведені у вигляді діаграми (рис. 1).

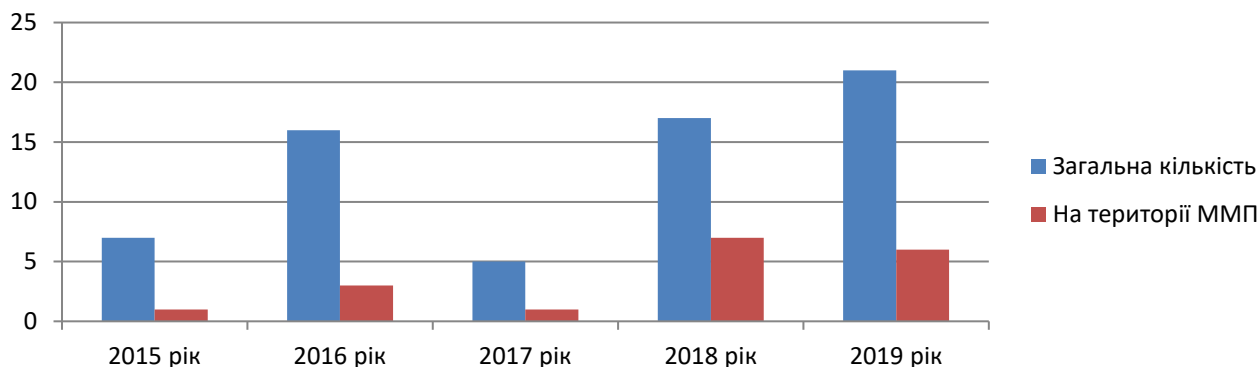


Рисунок 1 – Динаміка виникнення пожеж на території Миколаївської області у межах полігонів зберігання ТПВ з 2015 по 2019 роки

З діаграми видно, що близько третьої частини усіх пожеж полігонів ТПВ Миколаївської області припадають на ММП, крім того за останні роки кількість пожеж значно виросла це обумовлене різким спадом кількості пожеж у 2017 році. Між тим порівняно середній час витрачений на ліквідацію пожеж (від подачі ствола на гасіння до часу ліквідації) (рис. 2) та середню площу пожеж з 2015 по 2019 роки (рис. 3).

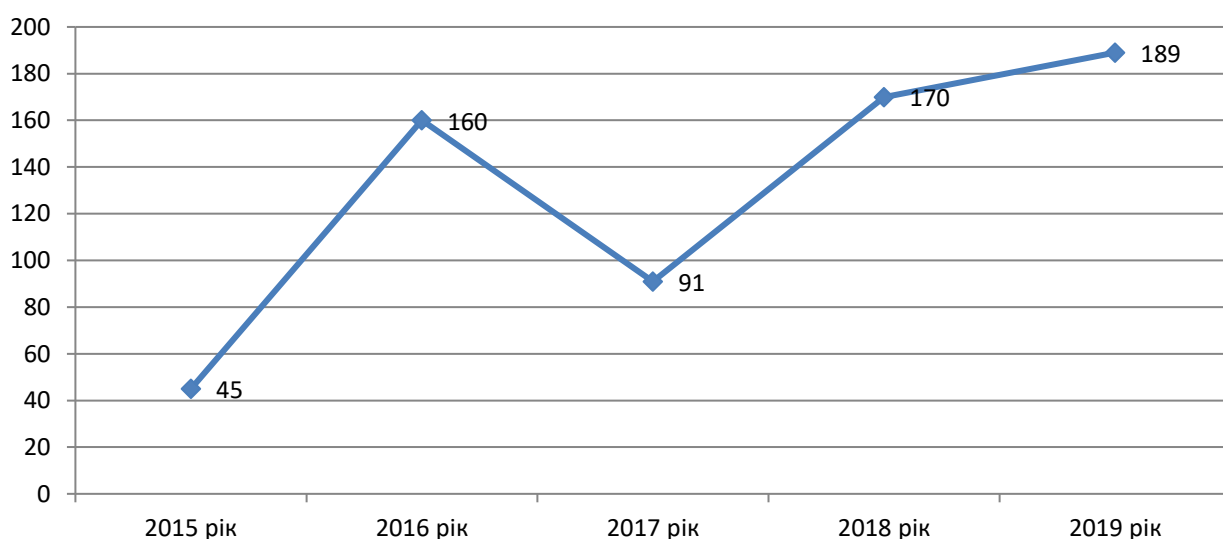


Рисунок 2 – Середній час ліквідації пожеж на території полігонів захоронення ТПВ у Миколаївській області за 2015-2019 роки у хвилинах

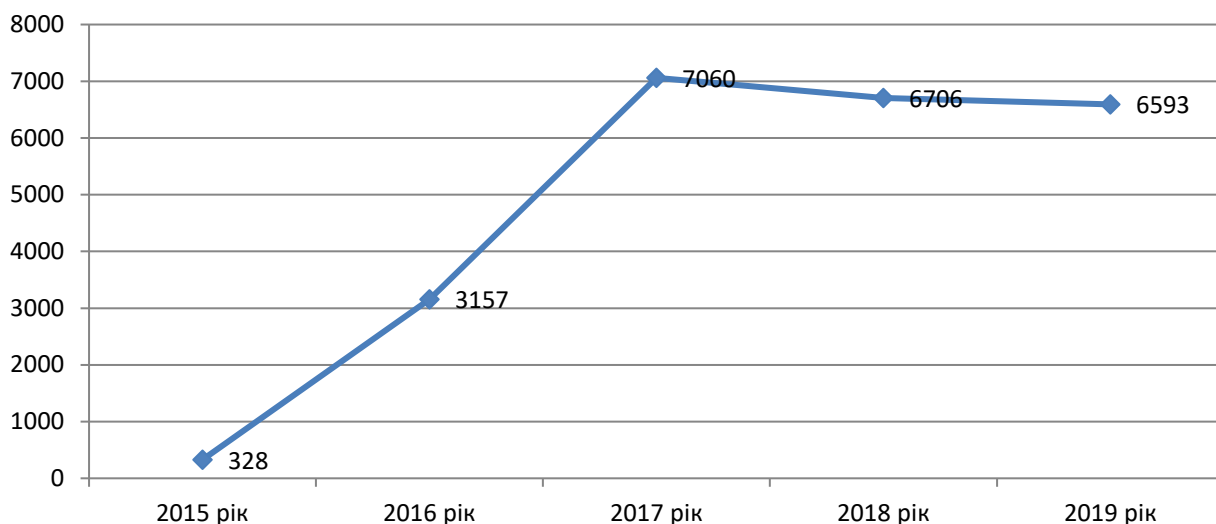


Рисунок 3 – Усереднені значення площі ліквідованих пожеж на територіях полігонів захоронення ТПВ у Миколаївській області за 2015-2019 роки, м²

За наявними даними можна встановити, що останні 3 роки площа пожеж, при зростанні кількості пожеж, тримається на відносно високому рівні по відношенню до попередніх років (приблизно 6,8 тис. м²), при цьому час на ліквідацію пожеж зріс (у 2019 році цей показник приблизно становить 03 години 09 хвилин). Це вказує на те, що з кожним роком пожежі стають все більш складнішими та на їх ліквідацію потребується дедалі більша кількість вогнегасних сумішей.

Тому ця проблема гостро постає на території Миколаївської області і потребує розробки додаткових заходів з урегулювання збільшення кількості води поданої на гасіння, що збільшує кількість утвореного фільтрату та наявної кількості накопиченого у товщі сміття фільтрату до екологічних норм.

Об'єкт дослідження. Негативний екологічний вплив на навколишнє природне середовище полігонів ТПВ у режимі повсякденного функціонування та при надзвичайних ситуаціях.

Предмет дослідження. Методи зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище при утворенні та поводженні з фільтратом.

Мета дослідження. Підвищення рівня екологічної безпеки Миколаївського міського полігону ТПВ шляхом вдосконалення систем

видалення та очищення фільтрату в умовах повсякденного функціонування та у режимі надзвичайної ситуації. Для цього виконані наступні завдання:

- проведено аналіз сучасного стану території розташування ММП ТПВ та оцінку впливу на НПС у результаті діяльності полігону;
- розроблено функціональну схему та розраховано параметри технології очищення фільтрату підприємства;
- розроблено рекомендації щодо вдосконалення системи поводження з фільтратом на полігонах ТПВ шляхом запровадження у роботу мобільної установки очищення фільтрату;
- вдосконалено модель системи управління безпекою при використанні мобільної установки очищення фільтрату на полігоні ТПВ в умовах пожежі;
- здійснено еколого-економічний розрахунок впровадження мобільної системи очищення фільтрату.

Методи дослідження. Аналітичні методи; методи теорії статистики; метод імітаційного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів. Вдосконалено модель системи управління безпекою при використанні мобільної установки очищення фільтрату на полігоні ТПВ в умовах пожежі, яка дозволяє визначити безпечні параметри його функціонування.

Практичне значення. Проведено оцінку впливу на НПС Миколаївського міського полігону ТПВ у режимі повсякденного функціонування та надзвичайної ситуації, запропоновано новий підхід для полігонів ТПВ щодо поводження з фільтратом, проведено розрахунки запропонованої системи очищення фільтрату. Розроблено рекомендації щодо можливого створення на території Миколаївської області, у тому числі і ММП ТПВ, мобільної системи очищення фільтрату.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження неодноразово доповідалися на міжнародних наукових конференціях, включаючи закордонні. За результатами досліджень опубліковано 3 статті у закордонних виданнях та 7 тез доповідей на наукових конференціях. Повний

перелік публікацій за результатами магістерського дослідження представлено у Додатку А.

Положення, що винесені на захист.

1. Вдосконалена технологія поводження з фільтратом на Миколаївському міському полігоні ТПВ.
2. Вдосконалена мобільна установка очищення фільтрату на Миколаївському міському полігоні ТПВ.
3. Вдосконалена модель системи управління безпекою при використанні мобільної установки очищення фільтрату на полігоні ТПВ в умовах пожежі

Можливість створення у рамках виділених адміністративно-територіальних одиниць мобільних очисних установок для очищення фільтрату полігонів ТПВ, який після очищення можливо буде використовувати для проведення дощування (розливання води по поверхні) відходів у теплу пору року [1] в режимі повсякденного функціонування або для пожежогасіння у режимі роботи підприємства – надзвичайної ситуації.

РОЗДІЛ 1. ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «МИКОЛАЇВКОМУНТРАНС» НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1 Загальна характеристика та оцінка сучасного екологічного стану району розміщення Миколаївського міського полігону твердих побутових відходів, що обслуговується КП «МИКОЛАЇВКОМУНТРАНС»

Під час аналізу характеристики району розміщення ММП ТПВ вивчено наявну інформацію, яка надається у [2-4] та вивчено наявні проблеми на території розміщення підприємства.

Миколаївська область розташована на півдні України. Особливістю є її розташування у басейні нижньої течії ріки Південний Буг. На заході від Миколаївської області розташована Одеська область, на півночі – Кіровоградська, на сході та північному сході – Дніпропетровська, на південному сході – Херсонська області. З півдня омивається водами Чорного моря. Загальна площа території – 24,6 тис. км². Обласний центр – місто Миколаїв. Територія області належить до степової зони [2].

Клімат – помірно-континентальний з м'якою малосніжною зимою і жарким посушливим літом; упродовж літа впродовж останніх років підтримується 5 (надзвичайний) клас пожежної небезпеки, який характеризується значним ризиком виникнення загорянь на відкритих територіях. Середня річна температура повітря – від +8 до +10°C, середня температура у липні місяці – від +21,2 до +22,9°C, у січні – від -3,2 до -5,0°C; абсолютний максимум – від +38 до +39°C, абс. мінімум – від -29 до -33°C [3].

За рік середня кількість опадів становить – від 380 до 500 мм, близько 65–70% усіх опадів випадає в теплий період року. Добова кількість може досягати від 60 до 70 мм. В результаті чого основна кількість опадів витрачається на поверхневий стік, а незначна – на інфільтрацію. Зона зволоження – III (глини, суглинки). $K_{\text{звол}}=[1,0;1,2]$. У осінньо-зимові періоди

часто характеризуються затяжними малоінтенсивними дощами, що підвищує інфільтрацію і в результаті виникає повсюдне підвищення рівня ґрунтових вод.

Загальна площа зайнята поверхневими водними об'єктами становить – 150,5 тис. га (6,1 % від території області). Основною рікою, що перетинає територію області з північного заходу на південний схід є р. Південний Буг з притоками: р. Інгул, р. Кодима та інші. В межах області розташовано багато ставків та водосховищ. Річки і ставки використовуються в основному для зрошування сільськогосподарських рослин та риборівництва [3].

Підземні води залягають у відкладеннях різного віку, генезису і літологічного складу. Прогнозовані запаси підземних вод основних водоносних горизонтів у кількості 441,6 тис.м³/добу, у тому числі: з мінералізацією до 1,5 г/дм³ (349,87 тис.м³/добу); з мінералізацією від 1,5 г/дм³ до 3,0 г/дм³ (91,73 тис.м³/добу). Миколаївська область є найменш забезпеченою в Україні за обсягами розвіданих запасів підземних питних вод. На одного мешканця в середньому припадає приблизно 0,09 м³/добу підземних вод. Узагалі місцеві водні ресурси області достатньо обмежені і залежать, головним чином, від притоку з інших регіонів [3].

За питомими показниками водних ресурсів область займає одне із останніх місць серед областей України. Середньорічний показник забезпечення місцевим стоком на 1 мешканця становить 0,44 тис. м³/рік. Скид недостатньо очищених стічних вод в області здійснюється виключно через неефективну роботу комунальних очисних споруд каналізації [2].

В межах лісостепу природний рослинний покрив утворює ковилово-лучний степ, по балках - байрачні діброви, по відслоненнях вапняку й граніту – кам'янисті степи. Загальна лісистість області складає – 4,17%.

Тваринний світ області нараховує понад 100 тис. видів тварин, серед яких близько 500 видів складають хребетні, у тому числі ссавців – близько 100, птахів – близько 300, плазунів – близько 10, земноводних – близько 10, риб – близько 100 видів. У водних об'єктах розташовані нерестовища, місця нагулу та зимівлі таких видів риб, як: лящ, тарань, рибець, пузанок, білизна, осетер,

судак, сазан, білуга, севрюга, оселедець, тюлька, шпрот, глоса, чорноморська кефаль, карась, бичок, щука, сом, окунь та інші [3].

Основні екологічні проблеми на території Миколаївської області [2]:

- незадовільний технічний стан каналізаційних очисних споруд;
- забруднення вод малих річок області;
- забруднення вод р. Інгулець високомінералізованими шахтними водами

Кривбасу;

- залишок на території області непридатних до використання та заборонених до застосування пестицидів та агрохімікатів;
- низький показник заповідності території області;
- відсутність встановлених меж об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного значення – національних природних парків «Білобережжя Святослава» та «Бузький Гард»;
- інтенсивний розвиток екзогенних процесів на території області.

Полігон твердих побутових відходів, розташований в Миколаївській області, в селищі Велика Корениха, 46°56'27"N 31°52'36"E. Розташований у степовій зоні на правому схилі балки розчленованої дрібними ярами.

Ґрунтові умови: лесові суглинки з линзами глинистих пісків (0,5–5 м), важкі суглинки і глини (5–9,8 м), глинисті піски (9,8–13,2 м), глина щільна з шарами та линзами глинистого піску (13,2–19 м), вапняк кавернозний сарматського ярусу неогену (19–32 м).

Геологічні умови: зсуви, карст, розломи в осадовому шарі, водопоглинні воронки та гірські вироблення відсутні.

Гідрогеологічні умови: ґрунтові води в днищі балки розташовані на глибині 1,8–3,2 м; підземні води у вапняках сарматського ярусу на схилі балки на глибині 25–37 м, в днищі балки – на глибині 8–12 м.

Найменша відстань полігону від межі міста, житлової та громадської забудови – 0,87 км (сmt. В. Корениха), від сільськогосподарських угідь – 0,05 км, від лісопосадок чи лісового масиву – 1,5 км. Відстань до найближчої водойми, річки Південний Буг – 1,7 км [4].

1.2 Аналіз джерел впливу Миколаївського міського полігону твердих побутових відходів та оцінка впливу основних джерел забруднення на навколишнє природне середовище

Полігон належить на праві власності Виконавчому комітету Миколаївської ради (фактична адреса полігону – м. Миколаїв, територія Веснянської сільської ради Миколаївського району, вул. Нова, 16), обслуговується – Комунальним підприємством «МИКОЛАЇВКОМУНТРАНС», яке розташоване у м. Миколаїв, Заводський район, вул. Кузнецька, 199. Підприємство здійснює господарську діяльність пов'язану з експлуатацією полігону твердих побутових відходів. Види економічної діяльності, що здійснює підприємство відповідно до класифікатора КВЕД-2010: 38.11 – збирання безпечних відходів; 38.21 – оброблення та видалення безпечних відходів; 38.32 – відновлення відсортованих відходів.

Метою діяльності комунального підприємства є здійснення господарської діяльності пов'язаної з експлуатацією полігону ТПВ, вивезення ТПВ, у межах Інгульського та Заводського районів міста Миколаєва, збором вторинної сировини, абонуванням мешканців приватного сектору.



Рисунок 1.1 – Знімок ММП ТПВ з інтернет-ресурсу Google Maps

Для аналізу впливу ММП ТПВ на НПС проведено аналіз наявної документальної бази підприємства та програм органів місцевого самоврядування [4-7].

Полігон розміщується на території Веснянської сільської ради Миколаївського району Миколаївської області, існує з 1972 року, проектна документація відсутня. Земельна ділянка визначена «Рішенням про відведення земельної ділянки» розпорядження Ради міністрів УРСР від 08.12.1972 № 1014, загальною площею – 37,93 га. Земельна ділянка зайнята відходами – 25,0 га.

Складування відбувається у яругах на схилі балки, висота шару відходів: основної частини 6–12 м, а максимальна сягає 17–21 м. За наявними даними кількості утворених, направлених на поховання, та накопичених у ММП ТПВ відходів можливо помітити, що щорічно кількість відходів, які направляються на поховання, тримаються на рівні 2 млн. т, а тих що направляються на ММП ТПВ ~200 тис. т (табл. 1.1). Крім того, через великий термін накопичення відходів, речовини, що залягають на більшій глибині товщі відходів, стають все більш складнішими та комплексними.

Таблиця 1.1 – Динаміка показників поводження з відходами

Роки	Утворено, т	Направлено на поховання, т	Накопичено у ММП ТПВ, т
1	2	3	4
2011	3064012	1962600	8801400
2012	2475100	1837200	8913335
2013	2476300	1852300	9126734
2014	2328600	1680600	9432291
2015	2306100	1949600	9631229
2016	2366400	1819300	9776705
2017	2327900	1982100	-
2018	2410200	2005200	

Технологія складування полягає у розвантажуванні сміттєвозного транспорту – зсипом зі контейнеровозу чи самоскиду, розрівнюванням відходів з ущільненням комбінованим методом – насипом та зсувом, пошаровим

укладанням відходів з пересипанням проміжними ізоляційними шарами ґрунту (або іншими матеріалами) – пошаровим укладанням з проміжним ізоляційним шаром, товщиною від 40 до 50 см, висотою шару ТПВ – до 2 м. Добова карта – до 1200 м³, 2500 м³ або 545 т (при щільності 0,218 т/м³), коефіцієнт (кратність) ущільнення – 2,5 (в залежності від морфологічного складу ТПВ). Ізоляційний шар складається з відпрацьованих матеріалів полігону, будівельного сміття, яке завозиться. Складування брикетуванням відходів не застосовується. Розрахункова щільність відходів становить 0,218 т/м³. За морфологічним складом структура побутових відходів налічує: поліетилен - 24%; деревину – 5 %; будівельні відходи - 10 %; гуму, текстиль - 10%; папір, картон - 10%; вуличний змет, листя - 34%; харчові відходи - 3%; інші відходи - 4% [5].

Основними факторами впливу полігону ТПВ на НПС є:

- утворення фільтрату при виданні та інфільтрації атмосферних опадів, ущільнення відходів, стік забрудненого фільтрату на рельєф місцевості і його просочування в ґрунт;
- інфільтрація фільтрату в горизонти ґрунтових та підземних вод;
- змив забруднень з ґрунтів в період дощів, танення снігу та перенесення їх тимчасовими водостоками;
- перенесення вітром пилу та продуктів згорання відходів;
- вихід газів при розкладанні та горінні відходів;
- викид продуктів згорання палива від двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів і механізмів;
- інше.

Основний вплив полігону ТПВ на навколишнє середовище пов'язаний із зміною ландшафту, стану ґрунтово-рослинного покриву, фауни, поверхневих і підземних вод, а також атмосферного повітря в районі розміщення. Опосередкованого впливу зазнають населення і об'єкти господарчої діяльності в зоні впливу полігону.

Для НПС діяльність ММП ТПВ створює низку проблем серед яких є забруднення території навколо полігону легким сміттям, що відбувається у

наслідок розльоту під поривами вітру. Узбіччя дороги Т-15-18 Велика Корениха – Кам’янка після поривів вітру 24 лютого 2020 року (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Узбіччя дороги біля населеного пункту Велика Корениха

Моніторинг за якістю підземних вод здійснюється 2 рази на рік по питним водозаборам с. Велика Корениха, за підземними водами не здійснюється, за якістю ґрунтів здійснюється 2 рази на рік (в районі КПП, адміністративного подвір’я, карт полігону, обвалування території та біля скотомогильника, за якістю атмосферного повітря здійснюється періодичний контроль на межі санітарно-захисної зони на вміст завислих речовин, сірчистого ангідриду, оксидів вуглецю та азоту.

В товщі відходів за рахунок їх змочування атмосферними опадами і вижимання (під дією власної ваги і в процесі ущільнення) вологи, що міститься в самих відходах, утворюється фільтрат.

При проведенні оцінки масштабів забруднення території, що прилягає до території полігону вже з 1991 по 1994 роки ГПП «Причорноморгеологія» вказало на значне погіршення якості ґрунтових та підземних вод за рахунок привнесенням з фільтратом полігона ряду важких металів, хлоридів, сульфатів,

нітратів та інших речовин. Зроблені висновки про достатньо інтенсивний ступінь забруднення гідросфери і про збільшення цієї динаміки у часі.

Середньорічний обсяг фільтрату оцінено у – $75 \div 80$ м³/добу [5]. Відповідно до проведених досліджень проб води, що був виконані 14.05.2008 відділом інструментально-лабораторного контролю державної екологічної інспекції Миколаївської області, отримано дані про те що ґрунтові і підземні води забруднені хлоридами, солями кальцію і магнію, гідрокарбонатами та інші. Крім того в водах відслідковуються важкі метали. Останні дані відбору проб у районі розміщення полігону наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Дані за останніми проведеними дослідженнями стану поверхневих вод, повітря, підземних вод та ґрунту біля ММП ТПВ

№ з/п	Найменування показника	Од. виміру	Фактичні	Норма
1	2	3	4	5
Поверхневі води				
1.	Інтенсивність	бали	2	
2.	Кольоровість	градуси	26	
3.	Мутність, осад	см	7,54	
4.	Зважені речовини	мг/дм ³	226	
5.	Розчинений кисень	мг/дм ³	8,48	
6.	БСК-20	мгО ₂ /дм ³	10,6	
7.	ХСК	мгО ₂ /дм ³	357	
8.	Сухий залишок	мг/дм ³	8200	
9.	Хлориди	мг/дм ³	1700	
10.	Сульфати	мг/дм ³	335	
Повітря				
11.	СО ₂	мг/м ³	0,2	0,2
12.	Пил недиференційований за складом	мг/м ³	0,18	0,5
13.	СО	мг/м ³	2,5	5,0
14.	Ангідрид сірчистий	мг/м ³	0,04	0,5
15.	Формальдегід	мг/м ³	0,012	0,035

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5
Свердловини				
16.	Запах (при 20°C та 60°C)	бали	0	
17.	Смак та присмак (при 20°C)	бали	0	
18.	Забарвленість	градуси	2	
19.	Каламутність	мг/дм ³	0,1	
20.	pH	-	7,61	
21.	Перманганатна окислюваність	мгО ₂ /дм ³	1,9	
22.	Амоній	мг/дм ³	0,05	
23.	Нітрити	мг/дм ³	0,003	
24.	Нітрати	мг/дм ³	0,1	
25.	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	17,6	
26.	Сухий залишок	мг/дм ³	2253	
27.	Хлориди	мг/дм ³	660	
28.	Сульфати	мг/дм ³	319	
29.	Залізо загальне	мг/дм ³	0,09	
30.	Мідь	мг/дм ³	0,006	
31.	Цинк	мг/дм ³	0,008	
32.	Свинець	мг/дм ³	0,01	
33.	Поліфосфати	мг/дм ³	0,38	
34.	Марганець	мг/дм ³	0,013	
35.	Кадмій	мг/дм ³	0,0002	
36.	Біокарбонати	мг/дм ³	відсутні	
37.	Кальцій	мг/дм ³	відсутній	
38.	Калій+Натрій	мг/дм ³	відсутні	
Ґрунт				
39.	Водний показник	-	7,85	н/н
40.	Нітрати	мг/кг	1,0	130,0
41.	Аміак	мг/кг	7,31	н/н
42.	Хлориди	мг/кг	84	н/н
43.	Ртуть	мг/кг	0,4	2,1
44.	Свинець	мг/кг	6,2	20,0

Періодично відбувається профілактичне травлення гризунів відповідно до санітарних норм по договорах. Санітарно-захисна зона по периметру полігону –

500 м. Загальним хімічним аналізом ґрунту встановлено, що відбувається перевищення над ГДК вмісту хлоридів (480÷510 мг/л), сульфатів (700÷900 мг/л), кадмія, бору та ртуті [6].

Відбір проб фільтрату на ММП ТПВ не проводився, тому повний склад фільтрату не відомий, але відповідно до проб води з водозаборів в листопаді 2006 року, у найближчих від полігону точках у напрямку стоку фільтрату маємо наступні дані, наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати відбору проб води із режимних свердловин 5 та 6, що знаходяться на схилі полігону у напрямку стоку фільтрату за 2006 рік

№ з/п	Найменування показника	Од. виміру	Свердл. 5	Свердл. 6
1	2	3	4	5
1.	Загальна жорсткість	мг-екв/л	35,2	18,7
2.	ХПК	мгО ₂ /дм ³	-	12,3
3.	pH	-	7,0	7,7
4.	Сухий залишок	мг/дм ³	4004	2162
5.	Мінералізація	мг/дм ³	3609	2205
6.	HCO_3^-	мг/дм ³	292,8	390,4
7.	SO_4^{2-}	мг/дм ³	1738,8	994,6
8.	Cl^-	мг/дм ³	486,5	163,5
9.	NO_2^-	мг/дм ³	0,02	0,01
10.	NO_3^-	мг/дм ³	35,2	29,6
11.	Ca^{2+}	мг/дм ³	448,9	102,2
12.	Mg^{2+}	мг/дм ³	155,6	165,3
13.	Na^+	мг/дм ³	445,3	305,9
14.	K^+	мг/дм ³	5,8	5,6
15.	NH_4^+	мг/дм ³	-	0,28

Приблизна кількість накопленого біогазу у товщі сміття становить 7 млн. м³ (у т. ч. метан – 40%, сірководень – 0,005 %) [6].

Крім того, в процесі вивчення динаміки виникнення пожеж на території Миколаївської області було проведено аналіз кількості витраченої води на

пожежогасіння на території ММП ТПВ у 2019 році (рис. 1.3).

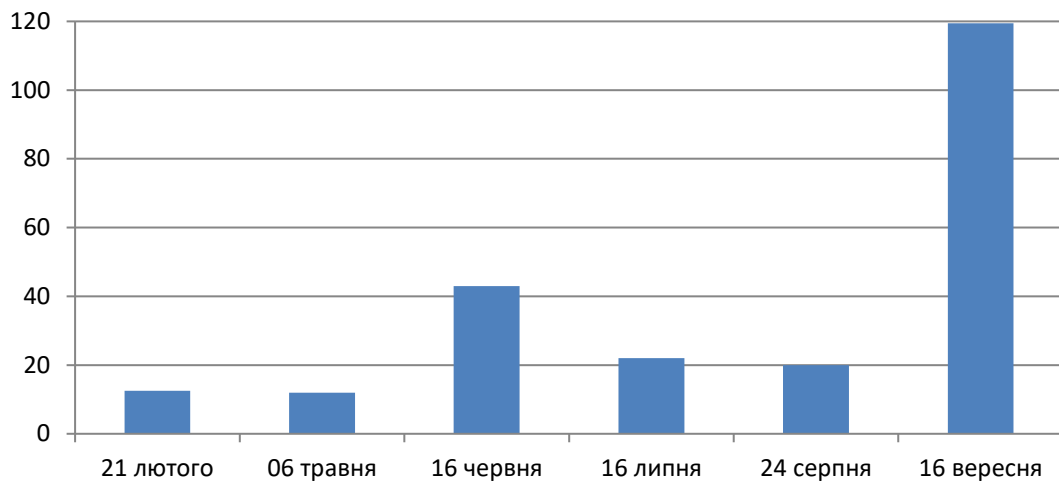


Рисунок 1.3 – Діаграма кількості витраченої води на гасіння пожеж на території ММП ТПВ у 2019 році у тис. л

За наявними даними отримано мінімальні (06.05.2019 – 12 тис. л), максимальні (16.09.2019 – 119,4 тис. л) та середні (за 2019 рік – 38,15 тис. л) значення показника витраченої води на пожежогасіння на ММП ТПВ, загальна кількість води за 2019 рік склала – 228,9 тис. л.

У разі аварійної ситуації (пожежі) здійснюється короточасний вплив на атмосферне повітря, який супроводжується викидом в повітря забруднюючих речовин – продуктів горіння біогазу та інших сполук органічного походження, що перевищують ГДК на межі санітарно-захисної зони до 3÷4 разів [6]. Крім того, досліджено вплив Миколаївського міського полігону ТПВ на атмосферне повітря від 4 джерел: автотракторної техніки полігону, яма для дезінфекції автотранспорту, піч для опалення службових приміщень та ТПВ, захороненні на полігоні, дані представлені у табл. 1.4.

Для опалення у будівлях мехмайстерні, приймального пункту використовується піч на дровах, для забезпечення електропостачання розташована трансформаторна підстанція КТП-10/0,4. Освітлення здійснюється ліхтарями на ремонтному майданчику та в'їзді на полігон. Контрольно-

перепускний пункт виконує функції дезінфекційного бар'єру та охорони, вагова відсутня. Для дезінфекції сміттєвозного транспорту обладнаний майданчик, мийка здійснюється за допомогою асенізаційної машини. Дезінфекційним бар'єром відіграє приямок з дезінфікуючим розчином. До основних виробничих засобів механізації полігону відносяться: бульдозери ДЗ-171 – 2 одиниці, коток-ущільнювач К-701 – 1 одиниця, скрепер ДЗ-20 – 1 одиниця, екскаватор – 30 2625 – 1 одиниця, поливально-мийна машина КДМ-130 – 1 одиниця, трактори Т-130 та Т-130 МТ [4].

Таблиця 1.4 – Перелік та характеристика джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу в результаті роботи ММП ТПВ

№ з/п	Найменування показника	ГДК, ОБРВ	Клас	Потужність викиду, гр/с
1	2	3	4	5
1.	Діоксид азоту	0,0850	2	0,2150
2.	Оксид азоту	0,4000	3	0,0351
3.	Сажа	0,1500	3	0,1187
4.	Ангідрид сірчаний	0,5000	3	0,1333
5.	Сірководень	0,0080	2	0,0218
6.	Окис вуглецю	5,0000	3	0,6688
7.	Хлор	0,1000	2	0,0035
8.	Метан	50,000	-	174,0233

Для забезпечення пожежогасіння на території полігону розташований резервуар ємністю 6 м³. Насосні установки, пожежні водойми, котловани, гідранти та інше відсутні. Гасіння пожежі крім того можливо провести засипанням та трамбуванням. До найближчого вододжерела більше 1,5 км. Для підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій даний район вважається безводним, відповідно до ДСТУ 8767:2018 «Пожежно-рятувальні частини. Вимоги до дислокації та району виїзду, комплектування пожежними автомобілями та проектування».

Висновки до розділу 1

Миколаївський міський полігон твердих побутових відходів, розташований в Миколаївській області, біля селища Велика Корениха, вул. Нова, 16, обслуговується – Комунальним підприємством «МИКОЛАЇВКОМУНТРАНС». Підприємство здійснює свою діяльність у таких напрямках: збирання безпечних відходів; оброблення та видалення безпечних відходів; відновлення відсортованих відходів.

Внаслідок погіршення якості вод на території Миколаївської області значно зменшилася кількість прісних вод по всіх водних комплексах, істотно збільшилася кількість слабосолонуватих і солонуватих вод [3].

Для оперативних дій з гасіння пожеж на території полігону, як правило, необхідне залучення значної кількості сил та засобів. Це у свою чергу створює значні побічні збитки для держави, окрім надмірного впливу на НПС.

Діяльність підприємства створює загрозу для НПС внаслідок значного терміну експлуатації без технічних засобів захисту ґрунту, підземних вод від утвореного фільтрату.

Крім того, ризик виникнення надзвичайних ситуацій за останні роки високий, через підтримання надзвичайного (5 рівня) пожежної небезпеки, що характеризується збільшенням кількості пожеж на відкритих територіях. Внаслідок чого збільшується кількість пожеж і відповідно вогнегасних засобів, поданих на гасіння пожежі на ММП ТПВ, які збільшують навантаження на ґрунт і підземні води фільтрату в процесі інфільтрації.

Для підприємства наявна недостатня кількість води, що можливо використати для пожежогасіння, що обумовлено пожежами у товщах сміття на значних площах та недостатньою кількістю води, що міститься у резервуарах. До найближчих вододжерел відстань більше 1,5 км, район вважається безводним.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА МИКОЛАЇВСЬКОМУ МІСЬКОМУ ПОЛІГОНІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ, ЩО ОБСЛУГОВУЄТЬСЯ КП «МИКОЛАЇВКОМУНТРАНС»

2.1 Аналіз систем водовідведення полігону зберігання відходів ММП ТПВ і зберігання відходів

Захоронення відходів відбувається на схилі балки, висота шару відходів – до 21 м. Технологія складування полягає у розвантажуванні сміттєвозного транспорту – зсипом зі контейнеровозу чи самоскиду, розрівнюванням відходів з ущільненням комбінованим методом – насипом та зсувом, пошаровим укладанням відходів з пересипанням проміжними ізоляційними шарами ґрунту (або іншими матеріалами) – пошаровим укладанням з проміжним ізоляційним шаром, товщиною 40-50 см, висотою шару ТПВ – до 2 м. Добова карта – до 1200 м³, 2500 м³ або 545 т (при щільності 0,218 т/м³), коефіцієнт (кратність) ущільнення – 2,5 (в залежності від морфологічного складу ТПВ). Ізоляційний шар складається з відпрацьованих матеріалів полігону, будівельного сміття, яке завозиться. Складування тюкуванням (брикетуванням) відходів не застосовується [4].

Природний протифільтраційний екран відсутній, на укосах та в днищі балки розвинені глини і суглинки з коефіцієнтом фільтрації – 0,01÷0,005 м/добу. До гідротехнічних споруд полігону для відведення поверхневих дощових і талих вод відносяться часткове обвалування по зовнішньому периметру та захисна дамба в гирлі балки. Природні об'єкти водоскиду відсутні [4].

Дренажна система для відведення фільтрату відсутня. Фільтрат не збирається, височується з-під нижнього уступу звалища в днище балки, надходить на поверхню ґрунту в днищі балки, частково випаровується і частково інфільтрується крізь зону аерації. Насосна станція для перекачування фільтрату, очисні споруди, відстійники на полігоні відсутні [4].

Ґрунтові та підземні води в днищі балки не захищені від забруднення, на схилах – горизонт вапняків захищений шаром глин потужністю 15÷27 м. Віддаленість від найближчих водозаборів – 1 км та 1,7 км. Поверхневий стік і фільтрація забезпечується тимчасовим стоком по балці у період атмосферних опадів і танення снігу, під русловим стоком з днища балки у р. П. Буг. Зона аерації – легкі та середні суглинки (0,5÷4,5 м) на схилах балки, мулові суглинки з вапняним щебенем (0,5÷2 м) у днищі балки [4].

На даний час відповідно до законодавства України пропонується наступна система поводження з фільтратом на території полігонів ТПВ [1]:

- у цілях збору та відведення фільтрату проектується дренажна система (шар дренажу – галька або щебінь та дренажні труби); поверхня дренажних труб повинна бути на 2/3 перфорованою за площею (чи мати прорізи), діаметр їх має бути не менше 300 мм; дренажна система проектується відповідно до СНіП 2.01.28;

- фільтрат збирається у контрольні ставки, а потім направляється на очистку (до очистки проводиться: груба сепарація, седиментація, розподіл фаз);

- чисті води спрямовуються на виробничі потреби, при відсутності споживача – на водоскид, забруднені – до ставка-випарника чи загальних каналізаційних чи/або спеціальних очисних споруд при полігоні; для скиду фільтрату у міську водовідвідну мережу допускається при об'ємі та складі фільтрату відповідно до вимог «Правил приймання стічних вод підприємств в комунальні та відомчі системи каналізації міст і селищ України»;

- на підприємстві повинні бути роздільні системи збору фільтрату та господарчо-побутових стічних вод;

- у теплу пору року проводиться зволоження ТПВ, витрата на води приймається з розрахунку 10 л на 1 м³ ТПВ, для цього використовуються відстояні поверхневі води або фільтрат, що перекачується насосною станцією у збірно-розбірну систему трубопроводів для дощування (розливання води) по поверхні робочих карт; «на ділянку площею 1 га протягом 6 місяців за рік може витрачатися до 30 м³/добу води;

- система збирання та видалення фільтрату повинна працювати від початку до закриття полігону ТПВ.

Крім того, під час пожежі інфільтрація вогнегасних речовин крізь товщу сміття збільшує обсяг фільтрату, що потрапляє до землі. Витрати на зовнішнє пожежогасіння приймаються, для полігонів ТПВ, - 10 л/с.

Відповідно до СНіП 2.04.02 має бути 2 резервуари чи водойми місткістю не менше 50 м³ кожний. Для заповнення цих резервуарів використовується вода із комунальної водомережі. Відповідно до рис. 4 зазначений об'єм пожежних резервуарів практично у всіх випадках перекриває витрати води на гасіння пожеж у 2019 році. Проте на території підприємства наявний лише один резервуар з місткістю 6 м³, що цілком недостатньо, і для пожежогасіння у всі випадках необхідно було використовувати значну кількість техніки або ж виконувати дозаправку водою з найближчих вододжерел.

Це значною мірою збільшує витрату матеріальних та грошових ресурсів держави та крім цього збільшує кількість діоксиду вуглецю, що потрапляє до НПС. На рис. 2.1 різними кольорами показано кількість залученої техніки, що має ємності для транспортування води та кількість одиниць цілком використаних у рамках пожежогасіння ємностей (враховується об'єм води, що був на момент прибуття транспортного засобу).

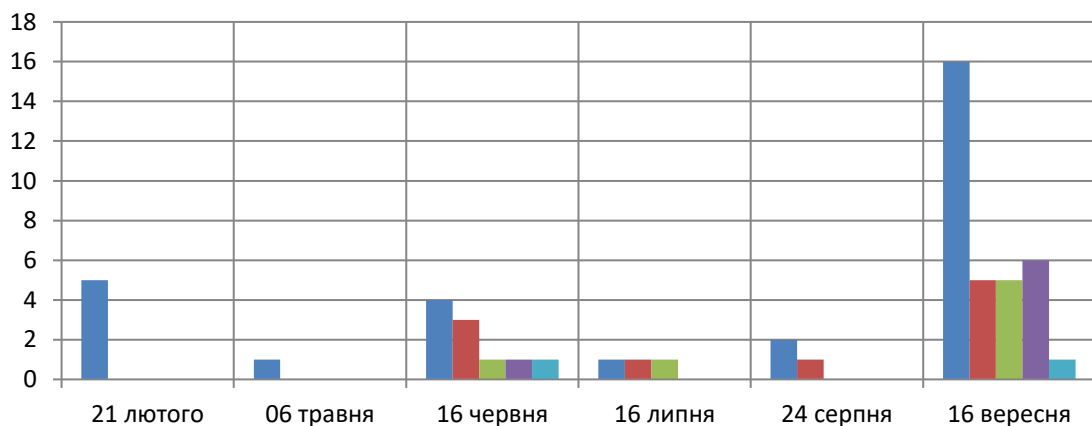


Рисунок 2.1 – Діаграма кількості залученої техніки до кількості повністю злитих ємностей

Тобто, узагальнюючи отримані результати за рис. 1.3 та рис. 2.1, отримуємо невтїшні показники негативного впливу на НПС в умовах діяльності підприємства при надзвичайній ситуації. Окрім отриманого негативного впливу в результаті горіння товщі сміття здійснюється негативний вплив діями з пожежогасіння. Проте як і у випадку пожежогасіння – здійснення дій з гасіння пожеж викликане необхідністю зменшення впливу на НПС горінням сміття, так і випадку знаходження пожежних водоймищ (резервуарів) на території підприємства. Це обумовлене зменшенням часу витраченим на гасіння пожежі (з урахуванням руху до вододжерел для дозаправки пожежної техніки, подачі більшої кількості пожежних стволів, першочерговими діями персоналу з гасіння осередку пожежі та інше).

Загалом, на території полігонів ТПВ необхідно розміщувати технічні засоби накопичення води у достатній для пожежогасіння кількості. Але й виникає інша проблема – це збільшення обсягів накопиченого фільтрату у товщі сміття та його відведення з подальшим вирішенням проблеми його подальшого використання.

2.2 Розроблення рекомендацій щодо нейтралізації шкідливих впливів полігонів зберігання твердих побутових відходів на навколишнє природне середовище

Для вирішення проблеми нейтралізації шкідливого впливу фільтрату, утвореного на полігонах твердих побутових відходів на НПС було проведено аналіз існуючої системи поводження з ним відповідно до керівних документів, після чого здійснено приблизну оцінку усіх операцій, що необхідно провести з відведеними стічними водами підприємства. У загальному випадку – на території полігону ТПВ утворюється фільтрат, який відводиться за допомогою дренажної системи до систем первинного очищення з подальшим направленням отриманих недостатньо очищених стічних вод на дощування (розливання по поверхні ТПВ), чи на міські очисні споруди.

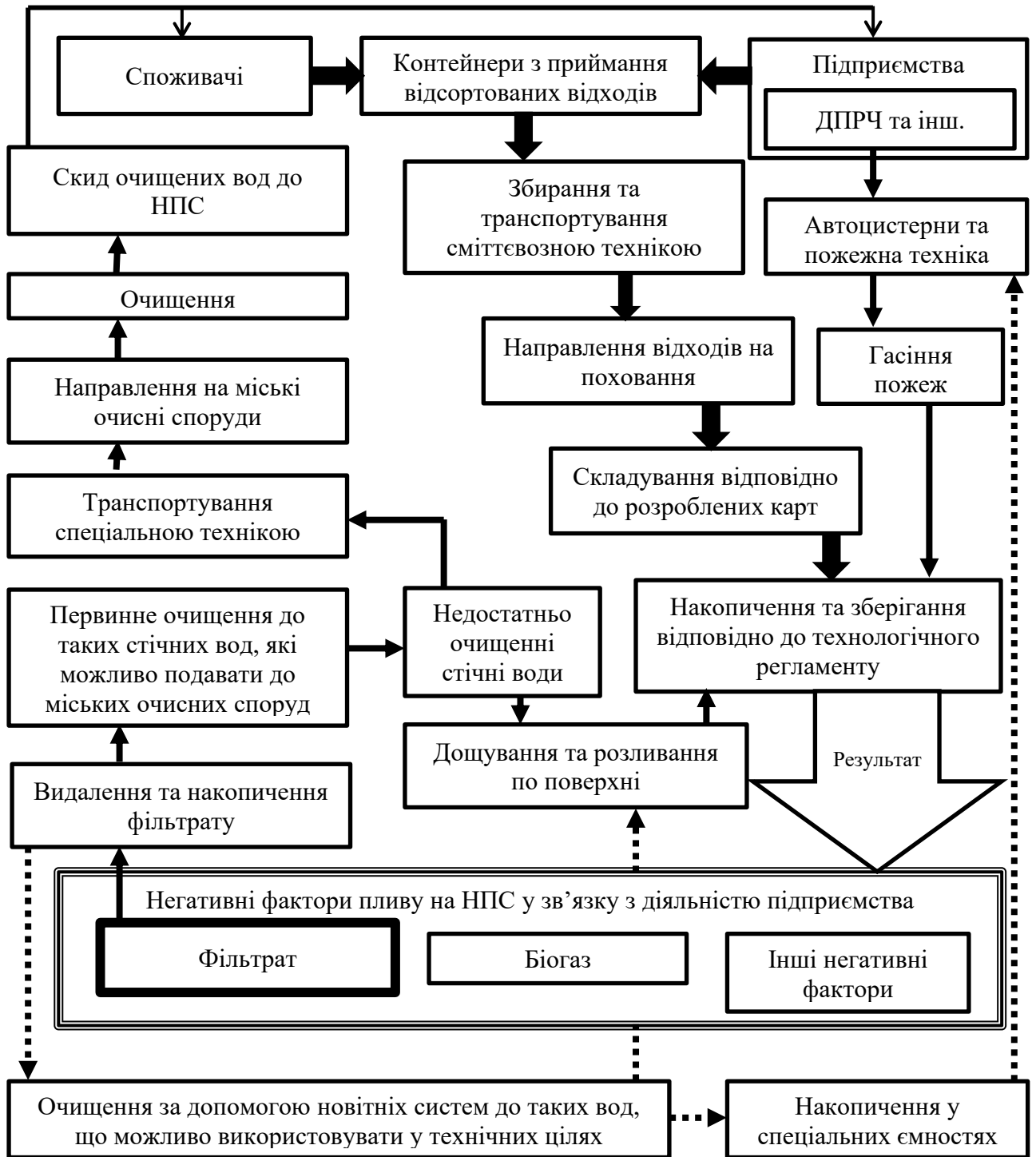


Рисунок 2.2 – Спрощена схема поводження з фільтратом, що утворюється у процесі діяльності підприємства відповідно до законодавства та альтернативна запропонована у роботі

Ці транспортні засоби доставлять їх на міські очисні споруди (у випадку наявності сполучення з зовнішніми каналізаційними мережами – подальший

скид у систему без транспортування). Далі ці води проходять процес очищення та направляються у екосистеми з відти повторно потрапляють споживачам (підприємствам у т. ч. пожежно-рятувальним підрозділам).

Тобто наявна циклічна схема поводження з фільтратом, який після очищення потрапляє до споживача. В рамках «підприємства» також розглядається питання наповнення пожежних водойм (резервуарів) водою за допомогою зовнішніх водопровідних мереж чи/або транспортуванням транспортними засобами). Спрощена схема поводження з фільтратом, що утворюється у процесі діяльності підприємства відповідно до законодавства та альтернативна запропонована у роботі наведена на рис. 2.2.

Для реалізації тверджень, що були запропоновані у кінці минулого підпункту, з метою раціонального використання ресурсів та зменшення впливу на НПС, обумовленого діяльністю підприємством, пропонується отриманий видалений та накопичений фільтрат направляти на системи очищення до стану, що дозволяє використовувати воду у технічних цілях, наприклад для наповнення протипожежних ємностей, також при процесі дощування (розливання води по поверхні), для зменшення рівня акумулювання хімічних сполук у товщі сміття як при використанні недостатньо очищених стічних вод.

Крім цього, для часткового вирішення питання розділу 1, про відсутність у районі розміщення підприємства достатньої кількості джерел протипожежного водопостачання (безводного району), це позитивно вплине на протипожежний стан у населеному пункті.

Але виникає питання очищення стічних вод понад граничну кількість води, що може вмістити підприємство у спеціальних резервуарах та надмірну для дощування (розливання по поверхні ТПВ) кількість. Для вирішення цього питання можливо як розроблення організаційних, технічних рішень щодо скиду достатньо очищених вод у водойми, для поливу та інше.

Тому для полігонів ТПВ є необхідним очищення фільтрату, що зменшить негативний вплив на екосистему, при цьому можливе повторне використання вже очищеного фільтрату у технічних цілях, також для подавання за

допомогою стаціонарних технічних засобів чи/або через проміжну ємність пожежної автоцистерни на гасіння пожежі, та інших цілей.

Як виключення, використання в літній період (пожежонебезпечний період) води для дощування та розливання по поверхні зменшить ризик виникнення пожеж у зв'язку зі зволоженням відходів, зменшенням температури сміття. А відсутність пожеж зменшить кількість нехарактерного для полігону у режимі повсякденної діяльності збільшення фільтрату викликаного режимом роботи при надзвичайній ситуації, це зменшить вірогідність утворення надмірної кількості води після очищення і переповнення ємностей.

2.3 Розробка функціональної схеми нейтралізації шкідливих впливів фільтрату ММП ТПВ

Для нейтралізації шкідливих впливів фільтрату ММП ТПВ на НПС пропонується комплекс заходів щодо очищення фільтрату. На етапі попередньої підготовки відповідно до [1] проводиться: груба сепарація, седиментація, розподіл фаз. На етапі очищення – стічні води на основі проведення попереднього аналізу його властивостей (кількість фільтрату, кислотність (рН), електропровідність, ХПК, БПК₅, концентрація аміаку, нітратів, нітритів, фенолу, хлоридів, сульфатів, ціанідів, у т. ч. що легко вивільнюються, вміст азоту, фосфатів, концентрація важких металів, вміст вуглеводнів) проходять очистку і знешкодження на основі вибраного методу чи способу очистки.

Очищена вода повинна відповідати наказу Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 12.12.2018 № 341 «Про затвердження Порядку повторного використання очищених стічних вод та осаду за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин» або ж наказу МОЗ України від 12.05.2010 № 400 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Ця

вода може направлятися на комплекси накопичення води (ставки, резервуари, пожежні водойми, тощо). Звідти можливе вже використання у процесі діяльності підприємства, а також можливе використання у цілях пожежогасіння населеного пункту (крім того можливе розроблення додаткових технічних засобів для забезпечення доступу до водойми на відстані таких, як наприклад пожежні гідранти відповідно до [8]).

Повний склад фільтрату не досліджений, для проведення точного розрахунку необхідно здійснити повний хімічний аналіз. Для узгодження необхідності проведення очищення фільтрату з ММП ТПВ необхідно провести порівняння наявного стану забруднення стічної води з граничнодопустимими нормами. На підставі чого зробити висновок про надмірну концентрацію забруднюючих речовин та їх потребу усунення. Відповідно до пункту 1.2 розділу 1 роботи, маємо дані щодо розрахункової кількості фільтрату утворюваного на полігоні та приблизного переліку хімічних сполук, що забруднюють НПС у районі розміщення підприємства. Для усунення негативних факторів фільтрату, вивчено передовий досвід у напрямку очищення стічних вод від забруднювачів, у тому числі фільтрату, та запропоновано застосування наступної схеми очистки фільтрату на території КП «Миколаївкомунтранс», представленої на схемі рис. 2.3.

У разі відсутності показників нормування для технічної води, для порівняння можливо взяти дані для нормування питної води відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10. У технологічному процесі очищення обов'язковим є стадія знезараження води.

Після потрапляння фільтрату до дренажної системи, на першому етапі очищення стічна вода проходить решітки, де очищається від крупних нерозчинних зважених часток. Потім вода направляється до гідроциклону, де через вхідний патрубок потрапляє по дотичній в корпус розташований в циліндричній частині.

Тангенціальна подача води і круглий зріз корпусу створюють обертовий рух потоку. Інтенсивний рух стічної води забезпечує розділення піску від

органічних речовин і попереджає випадіння їх в осад. За рахунок дії відцентрових сил пісок прижимається до внутрішніх стінок гідроциклону, втрачає свою кінетичну енергію внаслідок тертя зі стінками, і відділяється від води, звідки видаляється через шламовивідну трубу.

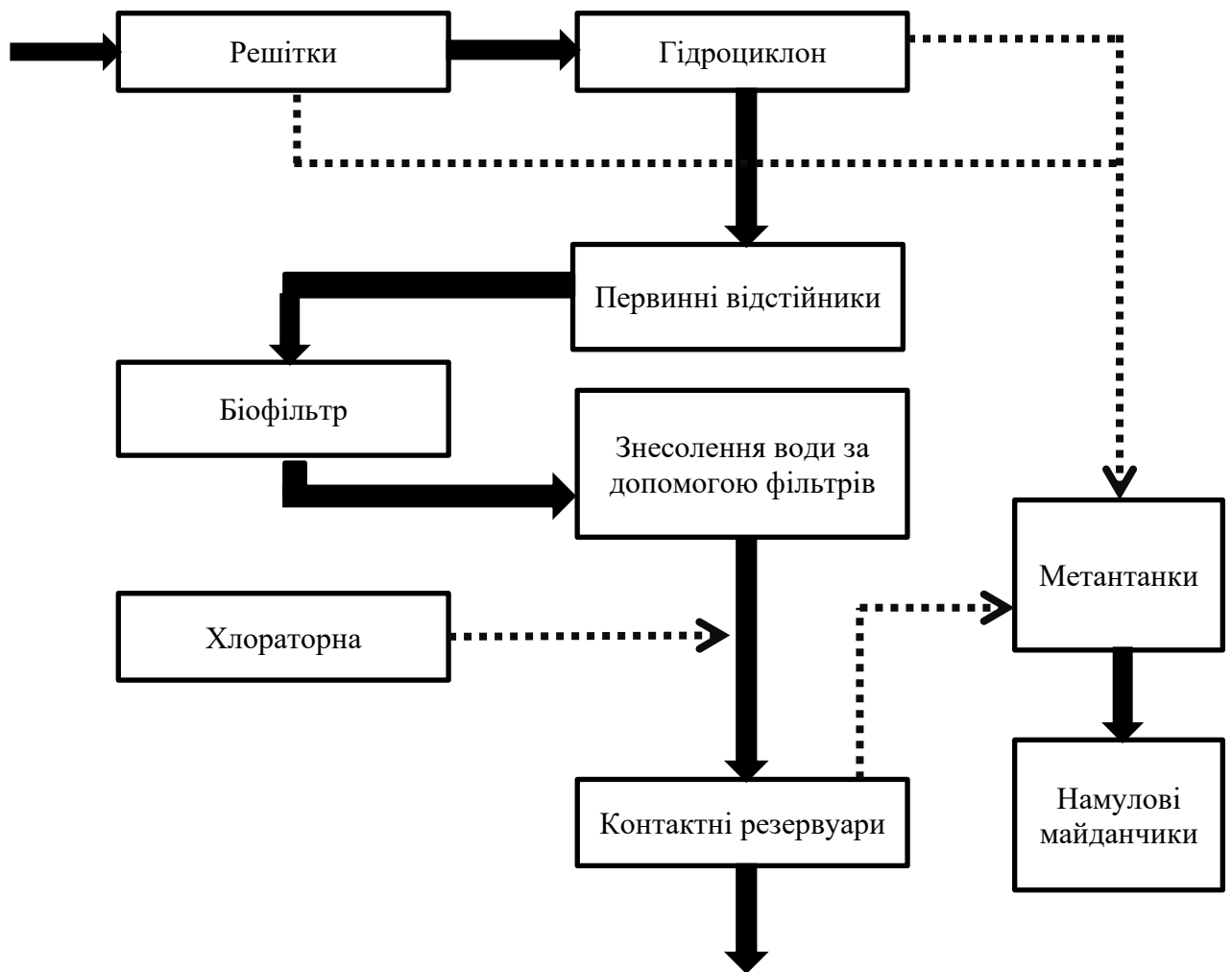


Рисунок 2.3 – Функціональна схема системи очищення фільтрату, яку пропонується впровадити на ММП ТПВ

Очищена вода накопичується в центральній частині і відводиться через патрубков та подається до первинних відстійників, де під дією сили тяжіння відбувається осадження забруднюючих речовин. Потім вода подається до

біологічного фільтра, де стічна вода фільтрується крізь засипний матеріал, покритий біологічною плівкою, утвореною колоніями мікроорганізмів.

Далі стічна вода направляється до споруд знесолення води. Де вода направляється на катіонні фільтри і протікають процеси вилучення катіонів сильних основ Na^+ , K^+ , далі катіонів жорсткості Ca^{2+} , Mg^{2+} , далі вилучаються аніони сильних кислот Cl^- , SO_4^{2-} і потім додатково вилучаються катіони сильних основ. Після чого вода направляється до контактних резервуарів.

Для остаточного очищення до стічної води, що направляється до контактних резервуарів, додається хлорна суміш, після чого відбувається остаточне обеззаражування води. З контактних резервуарів воду можна подавати на подальше зберігання для використання у виробничих цілях.

Крім цього, отриманий шлам з решіток, гідроциклона, первинних відстійників можливо подати до метантанків, де його зброджують, а потім подають до намулових майданчиків і обезводнюють, сушать. Газ, що виділяється у метантанках можливий у використанні в процесі підігріву осаду - як сировина для котельні.

Після контактних резервуарів можливе використання й інших методів очищення в залежності від концентрації забруднюючих речовин на виході.

Наразі існує чимало методів та способів очистки стічних вод і вибір тієї чи іншої системи полягає у багатьох факторах, серед яких: економічне обґрунтування, обсяг території, що можливо використати під очисні споруди, характер та обсяг забруднювачів та інше [9]

На цей час істотного поширення набрали методи очищення засновані на мембранних технологіях – мембранні біореактори [10]. Введення мембранної технології дозволяє збільшити дозу мулу в аеротенку в 2-3 рази, що дає змогу збільшити окиснювальну потужність біореактора і відмовитися від вторинних відстійників чи фільтрів доочистки. В результаті може бути збільшена продуктивність, покращена ступінь очищення чи зменшена площа забудови [11].

2.4 Проектування пристроїв для системи очищення фільтрату від шкідливих компонентів

2.4.1 Розрахунок решіток

Розрахунок решіток проводитимемо за методикою наданою у [12], для розрахунку візьмемо дані розрахункового середнього утворення води за добу ($Q_{\text{доб}}^{\text{сер}}=80 \text{ м}^3/\text{добу}$) та середні дані характерні для випадку гасіння пожеж на території полігону за 2019 рік ($Q_{\text{пож}}^{\text{сер}}=40 \text{ м}^3/\text{добу}$). Приймемо, що використання більшої кількості води для гасіння пожеж не буде необхідним, через початкові дії з пожежогасіння співробітників підприємства за наявності резервуарів з водою та технічних засобів подачі води.

$$Q = \frac{Q_{\text{доб}}^{\text{сер}} + Q_{\text{пож}}^{\text{сер}}}{86400} = 0,0014 \quad , \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.1)$$

Решітки бувають нерухомими, рухомими, а також комбінованими з дробинками. Найбільшого поширення мають нерухомі решітки. Решітки зазвичай виготовляють із металічних стержнів чи прутів і встановлюються на шляху руху вод, що очищаються під кутом $\alpha=60\div 90^\circ$. Проміжки b між ними рівні $16\div 19 \text{ мм}$. Стержні можуть мати круглий чи прямокутний зріз. Стержні з круглим зрізом мають менший опір, але швидше засмічуються, тому частіше використовуються прямокутні стержні, закруглені з боку входу води у решітку. Товщина стержнів S складає $8\div 15 \text{ мм}$.

Розрахунок трубопроводу B , м:

$$B = \sqrt{\frac{4Q}{3,14 \cdot w_{\text{сер}}}} = 0,05 \quad (2.2)$$

де Q – розхід води, $\text{м}^3/\text{с}$; $w_{\text{сер}}$ – середня швидкість руху води у

трубопроводі, м/с. Приймаються $w_{\text{сер}} = 0,6 \div 0,8$ м/с.

Розраховуємо живий перетин трубопроводу F_c , м²:

$$F_c = \frac{Q}{w_{\text{сер}}} = 0,002 \quad (2.3)$$

Зазвичай глибину води h перед решіткою приймаються рівною діаметру трубопроводу: $h=B$.

Визначення кількості прорізів решітки n :

$$n \approx \frac{1,1 \cdot Q}{b \cdot h \cdot w_{\text{пр}}} \approx 2 \quad (2.4)$$

де $w_{\text{пр}}$ – швидкість руху води в прорізах, м/с. Приймається $w_{\text{збаб}} = 0,7 \div 1,0$ м/с.

Для збільшення обсягу фільтрування кількість прорізів приймемо рівним: $n \approx 4$.

Висота решітки B_p , м, становить:

$$B_p = b \cdot n + S \cdot (n - 1) = 0,088 \quad (2.5)$$

З формули $l_1 = \frac{B_p - B}{2 \cdot \text{tg} \varphi}$, де $\varphi = 20^\circ$, знаходимо l_1 :

$$l_1 = 1,37 \cdot (B_p - B) = 0,052 \quad (2.6)$$

$$l_2 = 0,5 \cdot l_1 = 0,026 \quad (2.7)$$

$$l_3 \approx 1 \quad (2.8)$$

$$l_4 \approx 0,5 \quad (2.9)$$

Ескіз розрахованої решітки зображений на рис. 2.4.

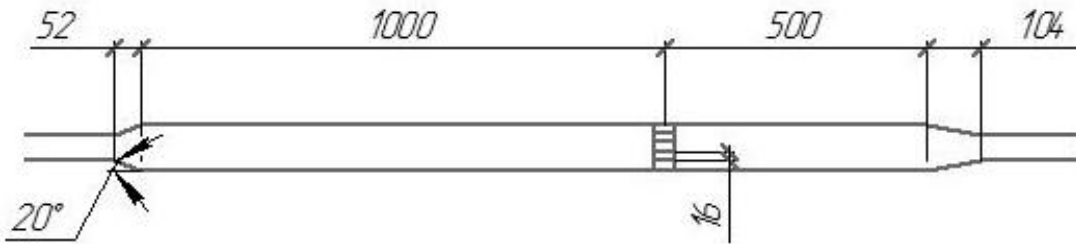


Рисунок 2.4 – Ескіз решітки

Визначення втраченого напору $h_{втр}$, м:

$$h_{втр} = \beta \cdot \left(\frac{S}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \cdot \sin \alpha \frac{W_{сеп}^2}{2 \cdot g} P = 2,037 \quad (2.10)$$

де β – коефіцієнт, що враховує форму решітки (квадратні – 2,72; круглі – 1,72); α – кут нахилу решітки ($\alpha=90^\circ$); P – коефіцієнт, що враховує збільшення напору і зменшення живого перетину решітки за рахунок його засмічення ($P=3$).

У технологічному процесі необхідно передбачити можливість очищення решітки, це можливо досягти встановленням найпростіших решіток з очищенням від забруднень вручну металевими граблями або механізованих. Забруднення скидають у дірчасті жолоби або на дренаючі майданчики, а потім вивозять в закритих контейнерах в відведені місця, де їх знезаражують. У обох випадках рекомендується використовувати 1 основну і 1 резервну решітку.

2.4.2 Розрахунок відкритого гідроциклона

Розрахунок відкритого гідроциклона проводитимемо за методикою [13]. Гідроциклон використовується на першому ступені очищення і повинен затримувати частинки гідравлічною крупністю 0,3 мм/с.

Для розрахунку приймаємо відкритий гідроциклон з конічною діафрагмою і внутрішнім циліндром. Розраховуємо питоме гідравлічне навантаження на гідроциклон, q , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{г})$:

$$q = 3,6 \cdot K \cdot U_0 = 2,14 \quad (2.11)$$

де K – коефіцієнт пропорційності, що залежить від типу гідроциклона (з конічною діафрагмою і внутрішнім діаметром – 1,98); U_0 – гідравлічна крупність, мм/с.

Визначаємо загальну площу дзеркала води в гідроциклоні, м^2 :

$$F_3 = \frac{Q}{q} = 2,4 \quad (2.12)$$

Задається діаметр гідроциклона $D_{\text{гц}}=2$ м і визначається їхня кількість, од.:

$$N = \frac{F}{(\pi \cdot D^2)/4} = 0,8 \quad (2.13)$$

Приймаємо 1 гідроциклон з діаметром $D_{\text{гц}}=2$ м. За таблицею 2.9 [13] розраховуємо всі конструктивні розміри гідроциклона:

- діаметр апарата, $D_{\text{гц}}=2$ м;
- висота циліндричної частини, $H_{\text{ц}}=2,5$ м;

- розмір випускного патрубку, $a_{\text{вх}}=0,05$ м;
- кількість випусків, $n=2$;
- кут конічної частини, $\alpha=60^\circ$;
- кут конуса діафрагми, $\beta=90^\circ$;
- діаметр центрального отвору в діафрагмі, 0,5 м;
- діаметр внутрішнього циліндра, $D_1=0,88$ м;
- висота внутрішнього циліндра, $H_1=1,0$ м;
- висота водозливної стінки діафрагмою, $H_2=0,5$ м;
- діаметр водозливної стінки, $D_2=2,2$ м;
- діаметр напівзануреної перегородки, $D_3=2$ м;
- зазор між корпусом і діафрагмою, $\Delta D=0$ м;
- швидкість потоку на вході у апарат, $V_{\text{вх}}=0,3\div 0,5$ м/с.

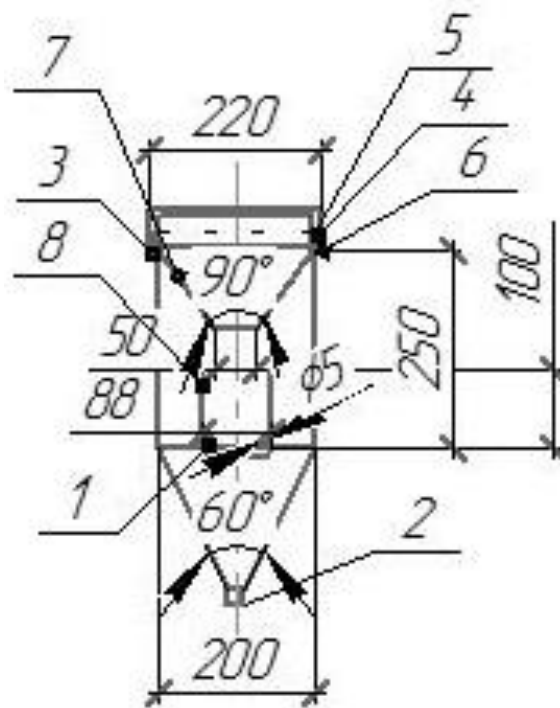


Рисунок 2.5 – Ескіз відкритого гідроциклону

На рис. 2.5 зображений ескіз розрахованого гідроциклону, де: 1 – вхідний патрубок; 2 – шламівивідна труба; 3 – зливна труба; 4 – напівзанурена кільцева стінка; 5 – кільцевий водозлив; 6 – кільцевий водозбірний лоток; 7 – конічна діафрагма; 8 – внутрішній циліндр.

Видалення осаду (шламу) з відкритих гідроциклонів необхідно передбачати безперервним під гідростатичним тиском, гідроелеваторами або механізованими засобами. Спливаючі домішки, масла і нафтопродукти необхідно задержувати напівзануреною перегородкою.

2.4.3 Розрахунок первинного вертикального відстійника

У якості первинного відстійника можливе використання вертикального відстійника. Для його проектування прийmemo: $Q=120,96$ м³/добу; вміст завислих речовин у воді $C_n=350$ мг/дм³; необхідний коефіцієнт освітлення $\varepsilon=40$ %; коефіцієнт $K=0,35$; швидкість руху води в центральній трубі $V_{тр}=15$ мм/с; густина осаду $\rho=1$ т/м³, його вологість $P=95$ %.

Гідравлічна крупність завислих часток, мм/с:

$$U_0 = \frac{1000 \cdot K \cdot H_l}{\alpha t \left(\frac{K \cdot H_l}{h}\right)^n} = 1,4 \quad (2.14)$$

де H_l – розрахункова зона осаджування, $H_l = 2,8$ м; α – коефіцієнт, що враховує середню місячну температуру стічних вод (при 10°C – $\alpha=1,3$); $\left(\frac{K \cdot H_l}{h}\right)^n = 1,19$ (табл. 2.7 [7]); t – тривалість відстоювання, при $\varepsilon=40$ % та $n=0,25$, $t=450$ с (табл. 2.6 [13]).

Приймаємо 2 секції вертикального відстійника, площа однієї секції становить, м²:

$$F_c = \frac{Q}{n \cdot K \cdot U_0} + \frac{Q}{n \cdot V_{тр}} = 1,45 \quad (2.15)$$

Діаметр секції $D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = 1,36$ м.

Площа центральної трубки $f_{ц.тр.} = \frac{Q}{n \cdot V_{тр.}} = 0,02$ м².

Діаметр центральної трубки, м:

$$d_{ц.тр.} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{ц.тр.}}{\pi}} = 0,5 \quad (2.16)$$

Тоді діаметр розтруба $d_p = d_{ц.тр.} \cdot 1,35 = 0,68$ м.

Висота щілини $h_{щ}$ між нижньою кромкою центральної труби і поверхнею відбивного щита при швидкості руху в ній $V_{щ}=0,02$ м/с, м:

$$h_{щ} = \frac{Q}{n \cdot \pi \cdot d_p \cdot V_{щ}} = 0,0164 \quad (2.17)$$

Висота шару між низом відбивного щита і поверхнею осаду приймається $h_{ос}=0,3$ м. Загальна висота циліндричної частини при висоті борту відстійника $h_{борт}=0,5$ м.

$$h_{ц} = H_l + h_{щ} + h_{ос} + h_{борт} = 3,6164 \quad ,м \quad (2.18)$$

Кут нахилу стінок конусної частини до горизонту приймається 60° . Тоді висота конусної частини, м:

$$h_{к} = D \cdot \sqrt{3}/2 = 1,18 \quad (2.19)$$

Об'єм конусної частини, м²:

$$V_{\text{кон}} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h_{\text{к}} = 0,57 \quad (2.20)$$

Маса затриманого осаду за добу, т:

$$M = C_{\text{п}} \cdot \varepsilon \cdot K \cdot Q / 10^6 = 0,006 \quad (2.21)$$

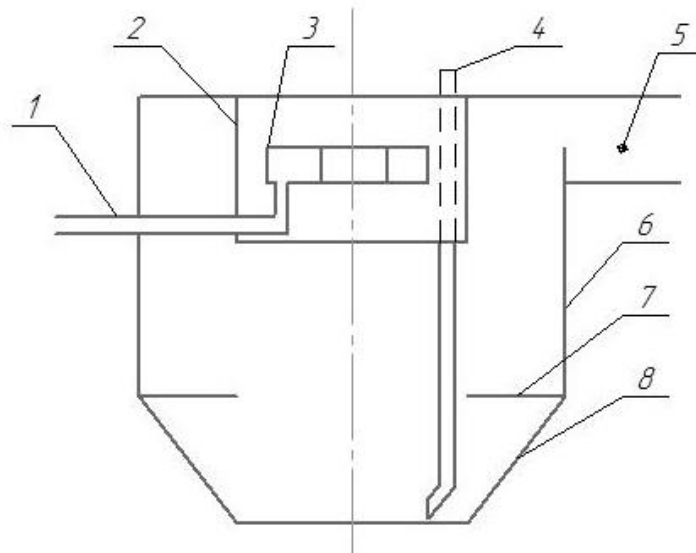


Рисунок 2.6 – Схема вертикального відстійника

На рис. 2.6: 1 – вихід очищеної води; 2 – перегородка; 3 – водозбірник очищеної води; 4 – трубопровід для видалення осаду; 5 – трубопровід для стічної води; 6 – корпус відстійника; 7 – відбивне кільце; 8 – шламозбірник.

Об'єм уловлюваного осаду всіма секціями відстійника, м³/д:

$$W = \frac{100 \cdot M}{(100 - P) \cdot \rho} = 0,12 \quad (2.22)$$

Осаджувальна частина відстійників буде заповнюватися осадом за:

$$t = \frac{n \cdot V_{\text{кон}}}{W} = 9,5 \quad , \text{ діб} \quad (2.23)$$

Для попередження загнивання осаду його необхідно вивантажувати не рідше одного разу на дві доби. Схему вертикального відстійника зображено на рис. 2.8.

2.4.4 Розрахунок біофільтру безперервної дії

Далі вода потрапляє до біофільтру безперервної дії з об'ємним завантаженням, з крапельною подачею рідини. Для його розрахунку приймемо наступні вхідні данні: $Q=120,96 \text{ м}^3/\text{д}$; БСК_{повн} вод, що надходять $L_{\text{п}}=380 \text{ мг}/\text{дм}^3$, БСК_{повн} очищених стічних вод $L_{\text{в}}=5 \text{ мг}/\text{дм}^3$, середньозимова температура стічних вод $T_{\text{з}}=12^{\circ}\text{C}$, середньорічна температура повітря $T_{\text{л}}=7^{\circ}\text{C}$.

Визначаємо коефіцієнт очищення стічних вод K :

$$K = \frac{L_{\text{п}}}{L_{\text{в}}} = 76 \quad (2.24)$$

За таблицею 3.3 [13] в залежності від середньо зимової температури стічних вод і висоти шару засипного матеріалу H визначаємо ближнє значення $K_{\text{табл}}$. Приймаючи, що $H=2 \text{ м}$, $K_{\text{табл}}$ становить – 10,7 при гідравлічному навантаженні на біофільтр $q_{\text{бф}}=2 \text{ м}^2/(\text{м}^3 \cdot \text{д})$.

Площа біофільтру розраховується за формулою:

$$F_{\text{бф}} = \frac{Q}{q_{\text{бф}}} = 60,48 \quad , \text{ м}^2 \quad (2.25)$$

Приймаємо 2 секції прямокутної форми в плані біофільтра з розмірами $A \times B = 6 \times 6$ м і висотою $H = 2$ м. Площа однієї секції $F_{\text{бф}}^1 = 36 \text{ м}^2$, а об'єм $V_{\text{бф}}^1 = 72 \text{ м}^3$.

Відповідно до середньорічної температури повітря і продуктивності біофільтри розташовуємо в неопалюваному приміщенні об'єднаної конструкції. Як матеріал завантаження можливо використовувати: гравій, щебінь, шлак, керамзит тощо – з крупністю фракцій $20 \div 30$ мм. Якщо необхідний ступінь очищення не досягнуто, можливо використовувати рециркуляцію. Ескіз біофільтра зображений на рис. 2.7.

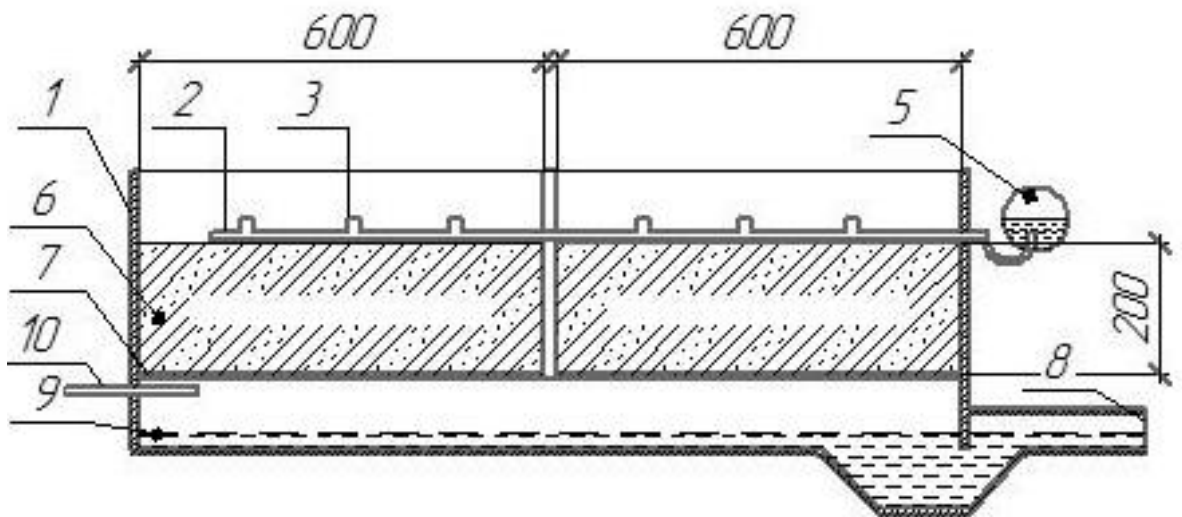


Рисунок 2.7 – Ескіз двосекційного біофільтра:

1 – корпус; 2 – розподільчий трубопровід стічної води, яка йде на очищення; 3 – розприскувач (спринклер); 4 – сифон; 5 – дозувальний пристрій; 6 – завантажувальний (фільтрувальний) матеріал; 7 – опорна решітка; 8; дренажний трубопровід; 9 – стічні очищені води; 10 – трубопровід для стисненого повітря

2.4.5 Розрахунок системи дезінфекції фільтрату

Далі стічна вода надходить до контактних резервуарів. Перед чим вона змішується із підготовленою хлорною сумішшю, підготовка якої відбувається в

хлораторній установці. Для проектування хлораторної установки приймаємо $Q=5,04 \text{ м}^3/\text{год}$.

Доза хлору, що береться для дезінфекції вод $D_{\text{хл}}=5 \text{ г}/\text{м}^3$. Витрати хлору за 1 годину при витратах стічних вод Q , кг/год:

$$q_{\text{хл}} = D_{\text{хл}} \cdot \frac{Q}{1000} = 0,025 \quad (2.26)$$

Витрати хлору за добу $Q_{\text{д}}=0,605 \text{ кг}/\text{д}$.

Передбачається установка двох хлораторів ЛОНП-100К. Один – робочий, інший – резервний.

Визначається, скільки балонів-випалювачі необхідно мати для забезпечення одержаної продуктивності за 1 годину:

$$n_{\delta} = \frac{q_{\text{хл}}}{S_{\delta}} \approx 0,036 \quad (2.27)$$

де $S_{\delta} = 0,7 \text{ кг}/\text{год}$ – вихід з одного балона (табл. 5.1 [13]).

Приймаємо 1 балон об'ємом 40 л, який містить 50 кг рідкого хлору.

Для забезпечення контакту хлору зі стічною водою проектуються контактні резервуари за типом горизонтальних відстійників

Об'єм резервуарів, м^3 :

$$W_{\text{кр}} = \frac{Q \cdot t_{\text{н}}}{60} = 2,52 \quad (2.28)$$

де $t_{\text{н}} = 30 \text{ хв}$ – тривалість контакту хлору зі стічною водою.

При швидкості руху стічних вод в контактних резервуарах $V_{\text{кр}} = 10 \text{ мм}/\text{с}$ довжина резервуара, м:

$$L_{кр} = V_{кр} \cdot t_n = 18 \quad (2.29)$$

Площа поперечного перерізу, м²:

$$F_{кр} = W_{кр} / L_{кр} = 0,14 \quad (2.30)$$

При глибині $H_{кр}=0,7$ м і ширині секції $B_{кр}=0,2$ м, число секцій становить $n=1$.

2.4.6 Розрахунок установки знесолення фільтрату

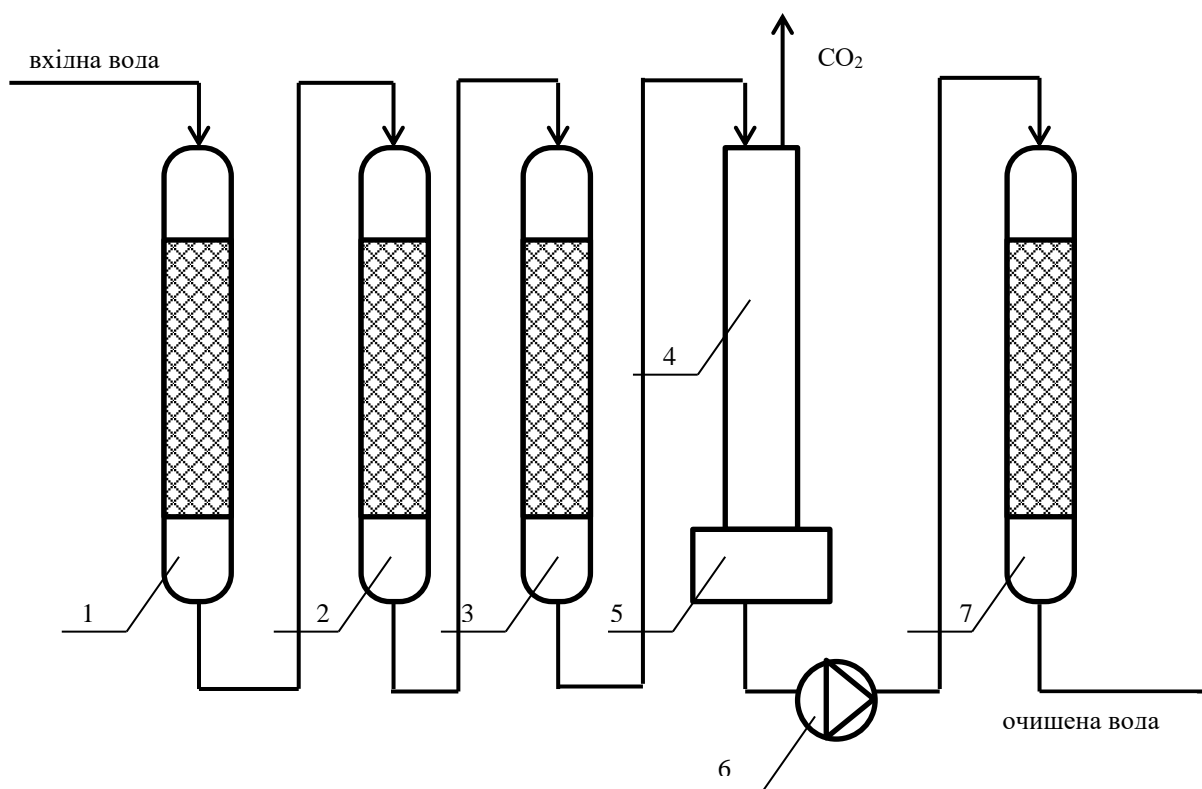


Рисунок 2.8 – Технологічна схема знесолення води:

1 – катіонний фільтр I-го ступеню в Н – формі; 2 – аніонітів фільтр I-го ступеня слабо основним аніонітом в ОН – формі; 3 – катіонітовий фільтр II-го ступеня в

Н – формі; 4 – дегазатор; 5 – ємність знесолення води; 6 – насос; 7 – аніонітів фільтр II-го ступеня завантажений сильно основним аніонітом в ОН – формі.

Так як відсутні кількісні дані катіонів та іонів, що забруднюють фільтрат на ММП ТПВ, то точний розрахунок провести неможливо, проте за данини забору води зі свердловин відомі наступні забруднювачі, табл. 1.3: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ . Розрахунок установки знесолення проводиться за [14]. Для завантаження катіонітового фільтру 1 ступеню використовують катіоніт КУ-2-8-чс. Об'єм катіоніту визначається за формулою:

$$W_k^I = \frac{24 \cdot q_{\text{год}} \cdot (Ж_3 + C_{Na}) \cdot \alpha}{n_p \cdot E_{\text{роб}}^H} \quad , \text{ м}^3 \quad (2.31)$$

де $q_{\text{год}}$ – витрата води, що знесолюється, $\text{м}^3/\text{год}$; $Ж_3$ – загальна жорсткість, мг-екв/л ; C_{Na} – загальна концентрація калію та натрію у вихідній воді, мг-екв/л ; α – коефіцієнт, що враховує потреби води на водоочисній станції, $\alpha=1,1 - 1,35$ (більші значення приймаються при збільшеному вмісті солей та глибокому знесоленні); n_p – число регенерації для кожного фільтру за добу, $n_p = 2 - 3$ рази; $E_{\text{роб}}^H$ – робоча ємність Н – катіоніту, $(\text{г-екв})/\text{м}^3$:

$$E_{\text{роб}}^H = \alpha_H \cdot E_{\text{пов}} - 0,5 \cdot q_{\text{пит}} \cdot C_k \quad (2.32)$$

де α_H – коефіцієнт ефективності регенерації Н – катіоніту, приймають залежно від питомої витрати кислоти, що йде на регенерацію Н – катіонітового фільтру ($\alpha_H=0,85$) при питомій витраті $100 \text{ г}/(\text{г-екв})$ робочої обмінної ємності катіоніту; $E_{\text{пов}}$ – повна обмінна ємність катіоніту. Приймають катіоніт марки КУ-2, для якого обмінна ємність згідно [8, 15] становить $1500 - 1700 (\text{г-екв})/\text{м}^3$ ($E_{\text{пов}} = 1600 (\text{г-екв})/\text{м}^3$). Фільтр регенерують розчином сірчаної кислоти; $q_{\text{пит}}$ –

витрата води на промивку катіоніту після регенерації приймають $q_{\text{пит}} = 4 - 5 \text{ м}^3$ води на 1 м^3 катіоніту; C_k – загальний вміст у воді катіонів Ca, Mg, Na та K в г-екв/м³.

$$C_k = \frac{[Ca]}{e_{Ca}} + \frac{[Mg]}{e_{Mg}} + \frac{[Na]}{e_{Ca}} + \frac{[K]}{e_K} \quad (2.33)$$

Загальна площа катіонітових фільтрів буде дорівнювати, м²:

$$F_k = \frac{W_k^I}{H_k^I} \quad (2.34)$$

H_k^I – висота шару катіоніту у фільтрах приймають 2 – 3,5 м.

Приймаємо стандартний діаметр D_k та кількість катіонітових фільтрів N_k , од. (рекомендований діаметр фільтрів: $D_k = 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,4$ м) [15] і визначають площу одного катіонітового фільтру з уточненням кількості катіонітових фільтрів I ступені.

Після уточнення кількості і загальної площі фільтрів визначають фактичну швидкість фільтрування. Якщо знайдена швидкість знаходиться в межах потрібної швидкості (10 – 25 м/год), то кількість прийнятих катіонітових фільтрів I ступеня не змінюється. Приймають резервні кат іонітові фільтри [8].

Для катіонітових фільтрів II ступеня робочу ємкість катіоніту визначають за формулою:

$$E_{\text{роб}}^H = \alpha_H \cdot E_{\text{пов}} - 0,5 \cdot q_{\text{пит}} \cdot C_{Na} \quad (2.35)$$

де C_{Na} – вміст натрію у воді, яка надходить на кат іонітові фільтри II ступеня, що є наслідком проскоку натрію у фільтрат I ступеня (значення дорівнює концентрації натрію у вихідній воді). При питомій витраті сірчаної

кислоти 100 г/(г·екв), значення α_n буде дорівнювати 0,85, а питома витрата освітленої води $q_{\text{пит}}$ буде прийнята 8 – 10 м³/м³ катіоніту.

Згідно [8, 15] приймають такі параметри катіонітових фільтрів II ступеня:

- швидкість фільтрування $V_{\text{ф}} = 40 - 60$ м/год;
- висота шару катіоніту $H_{\text{кат}} = 1,5$ м;
- робочу об'ємну ємність КУ-2: 400 – 500 г·екв /м³.

Об'єм катіоніту визначають аналогічно фільтрам I ступеня. При чому вважається, що у катіонітовому фільтрі II ступеня вилучаються тільки катіони Na^+ . Це дозволяє розраховувати фільтри з деяким резервом, що виключає проскакування іонів $[Na^+]$ через фільтри II ступеня.

Для завантаження фільтру використовують катіоніт КУ-2-8. Об'єм катіоніту визначають за формулою:

$$W_k^I = \frac{Q_{\text{пов}} \cdot C_{Na} \cdot \alpha}{n_p \cdot E_{\text{роб}}^H}, \text{ м}^3 \quad (2.36)$$

де C_{Na} – загальна концентрація натрію у вихідній воді, мг-екв/л; α – коефіцієнт, що враховує потреби води на водоочисній станції, $\alpha = 1,3$; n_p – число регенерації кожного фільтра за добу $n_p = 2 - 3$ рази; $E_{\text{роб}}^H$ – робочу обмінну ємність Н – катіоніту, г-екв/м³ приймають $E_{\text{роб}}^H = 400 - 500$ г-екв/м³.

Загальна площа катіонітових фільтрів II ступеня, м²:

$$F_k = \frac{W_k^{II}}{H_k^{II}} \quad (2.37)$$

Приймають кількість катіонітових фільтрів (N_k^{II}) і визначають площу одного катіонітового фільтру.

$$f_k = \frac{F_k^{\text{II}}}{N_k^{\text{II}}} \quad , \text{ м}^3 \quad (2.38)$$

Діаметр катіонітового фільтра II ступеня буде дорівнювати:

$$D_k = \sqrt{\frac{f_k^{\text{II}}}{0.785}} \quad , \text{ м} \quad (2.39)$$

Приймають стандартний діаметр катіонітового фільтра II ступеня і визначають фактичну площу катіонітового фільтра II ступеня:

$$f_k = 0,785 \cdot D_k^2 \quad , \text{ м}^2 \quad (2.40)$$

Фактична швидкість фільтрування буде дорівнювати:

$$V_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{пов}}}{24 \cdot N_k^{\text{II}} \cdot f_{\text{к.ф}}^{\text{II}}} \quad , \text{ м/год} \quad (2.41)$$

Якщо знайдена фактична швидкість знаходиться в межах потрібної швидкості (10 – 50 м/год), то кількість прийнятих катіонітових фільтрів II ступеня не змінюється. Додатково приймають катіонітовий фільтр [8].

Об'єм аніонітового фільтра I ступеня визначають за формулою:

$$W_a^{\text{I}} = \frac{Q_{\text{пов}} \cdot C_a \cdot a_1}{n_p \cdot E_p} \quad , \text{ м}^3 \quad (2.42)$$

де C_a – сумарний вміст сульфатних, хлоридних іонів у вихідній воді, г·екв/м³:

$$C_k = \frac{[SO_4]}{e_{SO_4}} + \frac{[Cl]}{e_{Cl}} \quad (2.43)$$

E_p – робоча об’ємна ємність аніоніту, приймають для слабо основного аніоніту марки АН-31, $E_p = 600 - 700$ г-екв/м³.

$$F_a^I = \frac{Q_{пов} \cdot a_1}{n_p \cdot T_1 \cdot V_{AI}} \quad , \text{ м}^2 \quad (2.44)$$

де $Q_{пов}$ – витрата води на станції демінералізації, м³/добу; n_p – кількість регенерацій фільтрів на добу, $n_p = 1..2$ од.; a_1 – коефіцієнт, що враховую витрату води на наступному ступені знесолення = 1,3; T_1 – тривалість роботи кожного фільтра між регенераціями:

$$T_1 = \frac{24}{n_p} - \tau_p \quad , \text{ год} \quad (2.45)$$

де τ_p – загальна тривалість всіх операцій по регенерації фільтрів, приймають 5 год (розпушення 0,25 год, регенерація 1,5 год, відмивка 3 год); V_{AI} – розрахункова швидкість фільтрування, 30 м/год.

Далі визначається висота шару аніоніту у фільтрах, м:

$$h_a^I = \frac{W_a^I}{F_a^I} \quad , \text{ м} \quad (2.46)$$

Якщо висота шару аніонітового фільтра I ступеня не лежить в межах потрібної 1,5 – 2,5 м, то площа аніонітового фільтра I ступеня буде дорівнювати:

$$F_a^I = \frac{W_a^I}{h_a^I} \quad , \text{ м}^2 \quad (2.47)$$

Приймають кількість аніонітових фільтрів (N_a^I) і визначають площу одного аніонітового фільтру.

$$f_a^I = \frac{F_a^I}{N_a^I} \quad , \text{ м}^2 \quad (2.48)$$

Діаметр аніонітового фільтра I ступеня визначають за формулою:

$$D_a = \sqrt{\frac{f_a^I}{0,785}} \quad , \text{ м} \quad (2.49)$$

Приймають стандартний діаметр аніонітового фільтра I ступеня і визначають фактичну площу аніонітовго фільтра I ступеня.

$$f_a^{II} = 0,785 \cdot D_a^2 \quad , \text{ м}^2 \quad (2.50)$$

Фактична швидкість фільтрування буде дорівнювати:

$$F_a^I = \frac{Q_{\text{пов}}}{24 \cdot N_K^I \cdot f_{\text{а.ф.}}} \quad , \text{ м/год} \quad (2.51)$$

Якщо знайдена фактична швидкість знаходиться в межах потрібної швидкості (15 – 25 м/год), то кількість прийнятих катіонітових фільтрів I ступеня не змінюється. Приймають резервні аніонітові фільтри, [8].

Для аніонітових фільтрів II ступеня розрахунок проводять подібно попередньому з врахуванням окремих параметрів:

- швидкість фільтрування $V_{\text{ф}} = 15 - 25$ м/год;
- висота шару аніоніту $H_a = 1,5$ м;

– як завантаження приймають сильно основний аніоніт АВ-17-8.

Робочу об'ємну ємкість визначають відносно поглинання кремнієвої кислоти залежно від концентрації SiO_3^{2-} в очищеній воді. При вмісті кремнієвої кислоти до 0,5 мг-екв/л кремнеємкість аніоніту буде складати 530 г·екв/м³. Залишкова концентрація кремнію в очищеній воді не більше 0,05 мг/л. Робоча обмінна ємкість аніоніту по SiO_3^{2-} буде дорівнювати:

$$E_{роб}^{AII} = E_{SiO_3} - 0,5 \cdot q_{пит} \cdot C_{SiO_3} \quad (2.52)$$

де $q_{пит}$ – питома витрата води, $q_{пит} = 8 \text{ м}^3/\text{год}$; C_{SiO_3} – концентрація SiO_3^{2-} .

Визначають об'єм аніоніту у фільтрах II ступеня:

$$W_A^{II} = \frac{C_{SiO_3} \cdot Q \cdot \alpha}{n_p \cdot E_{роб}^{AII}} \quad , \text{ м}^3 \quad (2.53)$$

де $\alpha = 1,1$; n_p – кількість робочих фільтрів, уточнюється площа одного фільтра і перевіряється швидкість. Кількість резервних фільтрів приймають 1.

Для вилучення CO_2 , що утворився за рахунок підкислення води, після катіонітових фільтрів застосовують вентиляторну градирню з дерев'яною ходовою насадкою. Визначають площу поперечного перерізу градирні:

$$F = \frac{Q_{год}^2}{I} \quad , \text{ м}^2 \quad (2.54)$$

де I – інтенсивність зрошення для дерев'яної насадки, приймають $40 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{м}^2)$.

Діаметр градирні визначають з формули:

$$F = 0,785 \cdot d_{гр}^2 \quad , \text{ м}^2 \quad (2.55)$$

Висоту шару насадки в градирні приймають залежно від вмісту CO_2 у воді:

$$(CO_2)_{заг} = (CO_2)_г + 44 \cdot L_0 \quad , \text{ мг/л} \quad (2.56)$$

де $(CO_2)_г$ – концентрація вільного CO_2 у воді, мг/л; L_0 – лужність вихідної води.

За [15] підбирають висоту шару дегазатора H . Крім того, підбирають вентилятор для подачі повітря. Витрата повітря буде дорівнювати:

$$Q_{п} = q_{п}^{пит} \cdot Q_{год} \quad , \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.57)$$

де $q_{п}^{пит}$ – питома витрата повітря на 1 м³ води, 15 м³/м³.

Напір повітродувки:

$$H_{п} = h_{п}^{п} \cdot H + \Delta h \quad , \text{ м} \quad (2.58)$$

де $h_{п}^{п}$ – питома витрата напору на 1 м висоти втрати насадки, 10 мм; Δh – інші втрати напору, 30 – 40 мм [8, 15].

Висновки до розділу 2

У зв'язку з тим, що на полігоні не розроблені очисні споруди можливо поєднати розробку очисних споруд і ємностей для зберігання води для цілей пожежогасіння чим можливо покращити протипожежний стан безводного району. Накопичену воду в резервуарах можливо буде використовувати у цілях пожежогасіння, для дощування (розливання води по поверхні сміття) у теплу пору року, або ж у інших технічних цілях.

Методи очищення засновані на мембранних технологіях дозволяють збільшити дозу мулу в аеротенку в 2-3 рази, що дає змогу збільшити окиснювальну потужність біореактора і відмовитися від вторинних відстійників чи фільтрів доочистки.

Для зменшення впливу фільтрату на НПС є можливим розроблення заходів передбачених керівними документами, проте можливе застосування і інших методів. У цей час існує чимало технологій, які дозволяють очищати воду від різного роду забруднювачів і розміщення стаціонарних очисних споруд не є лише одним виходом для даної проблеми, також можливо спроектувати і пересувні станції для очищення у межах міста, області, населеного пункту.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТУ НА МИКОЛАЇВСЬКОМУ МІСЬКОМУ ПОЛІГОНІ ТПВ

Між тим, проектування місцевих систем очищення фільтрату не єдиний вихід. Наразі актуальним є розроблення таких технологій очищення, які б можливо було використовувати на декількох полігонах ТПВ у межах розробленого графіку або ж фактичного накопичення фільтрату у попередньо зроблених резервуарах. Це пояснюється відсутністю у більшості полігонів ТПВ систем очищення фільтрату.

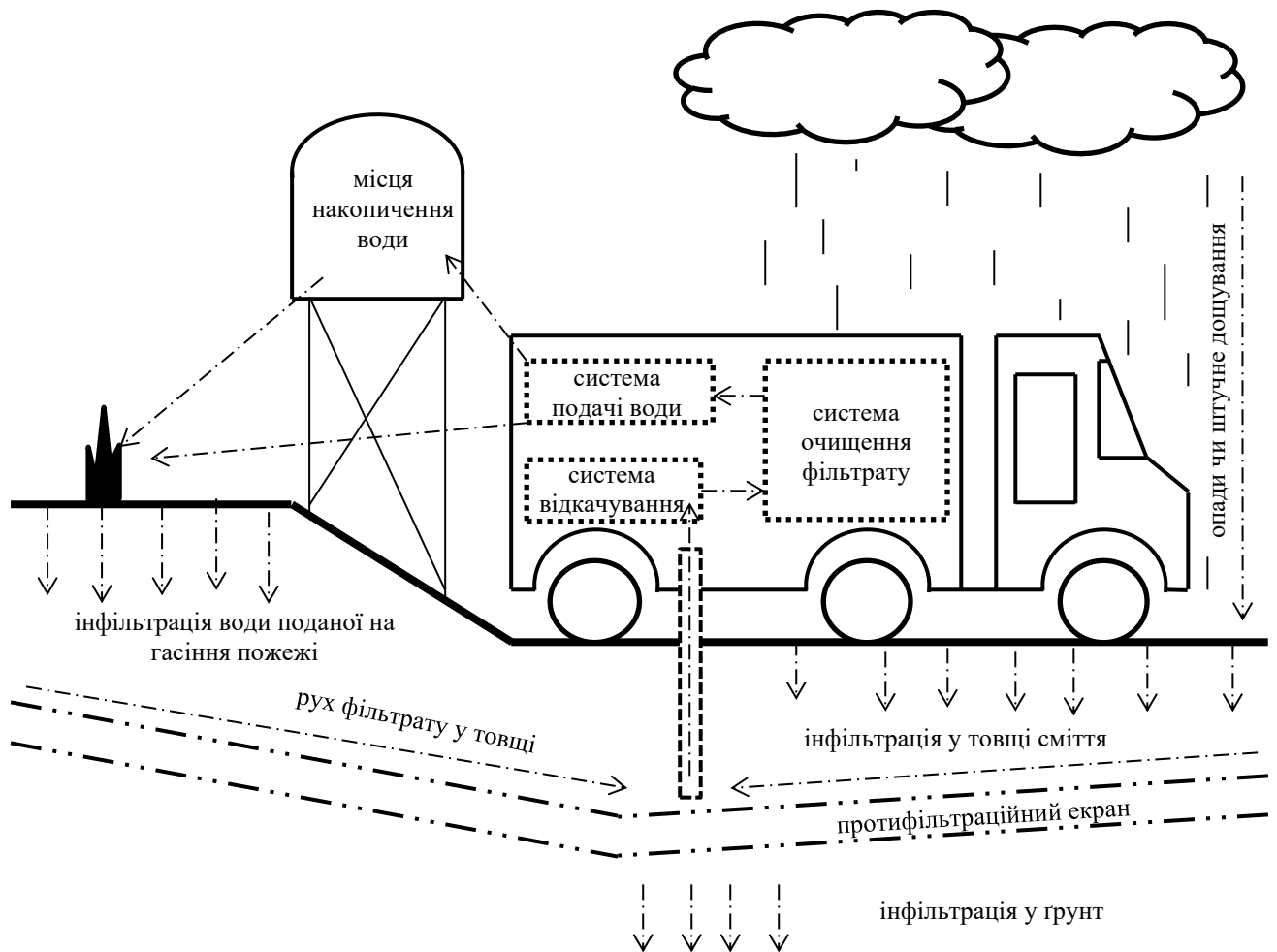


Рисунок 3.1 – Спрощена схема роботи мобільної установки очищення фільтрату полігону ТПВ

Зменшення площі зайнятої очисними спорудами є одним із перспективних шляхів розвитку, тому актуальним напрямом є застосування мобільних установок для очищення стічних вод. Використання подібних установок дозволить уникнути проблеми недостатнього простору для розміщення очисних споруд, крім того можливе використання установки на декількох підприємствах у рамках розробленої організаційної схеми. При виникненні пожежі, у разі необхідності залучення значної кількості техніки, можливо було б залучати такі станції негайно. Використання мобільної установки у такому режимі дозволить зменшити витрати на проектування, створення, експлуатацію установки у межах окремого регіону, району, міста, населеного пункту.

Використання зазначеної установки надасть змогу проводити відкачування фільтрату із місць, де відбувається зосередження вод, що пересуваються по протифільтраційним екранам та звідки вони проникають у товщу і потім вже у ґрунт. Крім того можливе використання установки на полігонах, де фільтрат накопичується у ставках-відстійниках. У випадку гасіння пожежі вказана установка матиме змогу відкачувати воду та подавати її до проміжної ємності чи на пожежогасіння. Загальна схема роботи запропонованої установки представлена на рис. 3.1.

Для зменшення об'єму очисних установок для улаштування в мобільній станції очищення фільтрату можливо використовувати сучасні методи та засоби очисти, серед яких плазменнохімічні пристрої очистки [16-18].

Електроплазменні технології – принципово нові методи, в яких використовується електрично-магнітні поля для знезараження і знесолення стічних вод. При використанні цих установок здійснюється наступний вплив на забруднення:

- 1) електричні розряди в стічних водах - очищають від мікробних і хімічних забруднень, це полягає в ініціюванні хімічних реакції продуктів взаємодії розряду з водою. Імпульсний електричний розряд допомагає

знищувати мікроорганізми в стічних водах, стерилізуючи фільтрат без використання токсичних хімічних речовин або фільтрів.

2) завдяки плазмі створюються високореакційні ОН радикали (наприклад перекис водню, гідропероксид, супероксид O_2), які руйнують органічні забруднення після чого утворюється вуглекислий газ і вода.

Схема мобільної установки із плазмохімічною очисткою і знезараженням стічних вод приведена на рис. 3.2. Використання цієї технології є низькозатратним, практично без витратних матеріалів і побічних продуктів. Основними перевагами електроплазменного методу є: його універсальність, високий ступінь знесолення стічних вод, високий ступінь очищення від органічних забруднювачів, відсутність в потребі розхідних матеріалів (реагентів, фільтруючих матеріалів і т.д.), низькі енергетичні затрати, кількість обслуговуючого персоналу в 3-4 рази менше в порівнянні з звичайними методами, малогабаритність (установка на $20 \text{ м}^3/\text{год}$ площею 8 м^2), не потрібне будівництво капітальних спеціальних споруд, цехів, високий рівень екологічної безпеки, надійності і контролю.

Електроплазменне очищення полягає в зіткненні електрично-активних іонів робочого газу з молекулами забруднювача, що призводить до вибивання останніх з поверхні заготовки. Головна проблема – переведення в осад і усунути іони кальцію і магнію з рециркуляційної системи охолодження, з метою запобігання осадженню карбонату кальцію на робочих поверхнях. В системі водопідготовки використовується безліч способів боротьби з солями жорсткості.

Електроплазменні системи очищення стічних вод, як правило, включають імпульсний електромагнітний активатор; контр-турбінний ежектор; електро-гідрогазоімпульсний реактор; електрогазоіонний стабілізатор; станцію управління.

Стічні води проходять первинну механічну обробку і надходить на імпульсний електромагнітний активатор, де вона піддається подальшій обробці імпульсним електромагнітним полем. Це підвищує розчинність газів, знижує

об'ємну здатність і підвищує сорбційну здатність зважених речовин, збільшуючи показники коагуляції до 45%.

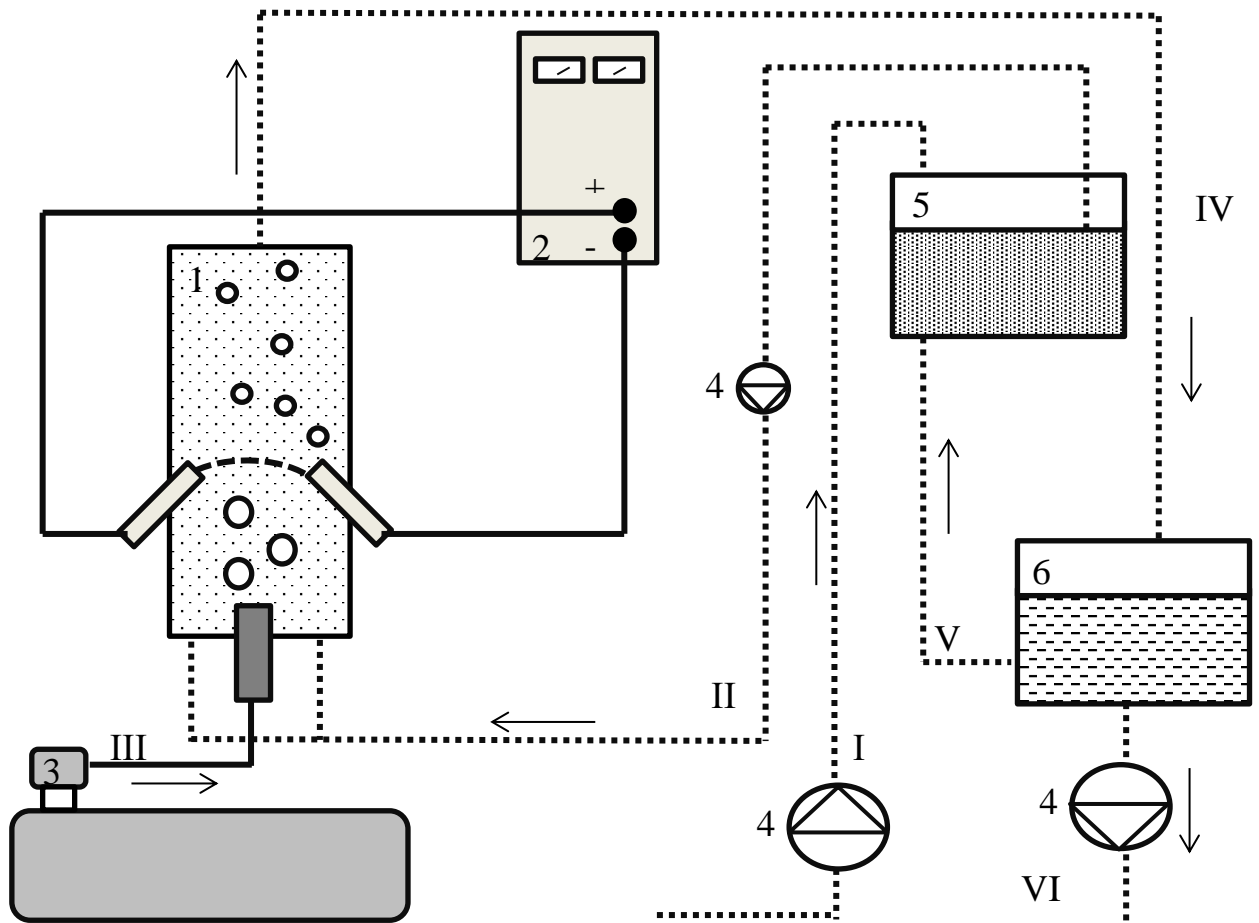


Рисунок 3.2 – Функціональна схема установки відкачування, плазмохімічної очистки і знезараження, подачі води на гасіння мобільної установки
 1 – плазменний модуль, 2 – джерело живлення, 3 – компресор, 4 – насос,
 5 – ємність з забрудненою водою, 6 – ємність з очищеною водою;
 I – лінія подачі фільтрату від установки відкачування до ємності із забрудненою водою, II – лінія подачі забрудненої води в плазменний модуль, III – лінія подачі повітря в плазменний модуль, IV – лінія відводу очищеної води з плазматичного модуля, V – подача води на доочистку, VI – магістраль відводу очищеної води та подачі до зовнішнього резервуару (на пожежогасіння)

Далі стічні води надходять у контртурбінний ежектор, де, обертаючись навколо своєї осі, потік переходить від ламінарного до турбулентного режиму,

одночасно з цим вводять озон, який окислює органічні сполуки і бактерії. Газово-рідинний стік знаходиться у стані повільної кавітації (інтенсивність близько 7 Вт/см^2) при введенні в електро-гідрогазоімпульсний реактор. Там стічні води піддаються обробці імпульсними електричними розрядами. Внаслідок впливу коротких ударних хвиль (від 1 до 50 мс при імпульсному тиску близько 20000 кгс/см^2) підвищується розчинність озонового повітря більш ніж на 30 разів, утворюючи суспендовані речовини флокулянта, що не менше 0,2 мм в діаметрі. Крім цього вода піддається УФ-опроміненню для видалення бактерій та інших патогенів. Флокулянти видаляються шляхом електрокоагуляції і флотації в електрогазоіонному стабілізаторі, зменшуючи ГПК і видаляючи нафтопродукти і жири.

Установку із такою системою очищення фільтрату запропоновано у [19]. Проте для застосування на різних полігонах таких установок потребує попереднього дослідження складу фільтрату.

Між тим, до ємності із забрудненими водами вода має поступати з насосу, що відкачуватиме фільтрат з товщі сміття чи з ставка відстійника. Для забезпечення подачі води на гасіння чи перекачування в проміжний зовнішній резервуар із ємності з очищеною стічною водою необхідно буде використовувати насос. Операції ввімкнення та вимкнення насосів можливо задати автоматично, задля запобігання переповненню зазначених вище ємностей. Розрахунок насосів можливо провести за методикою представленою у [20]. У випадку відкачування фільтрату з товщі сміття необхідно застосовувати установки буріння, вони можуть бути як частиною мобільної установки очищення так і окремим елементом із можливістю під'єднання до насосу мобільної установки. При розрахунку установки для буріння можливо використовувати підхід представлений у [21].

Загальний алгоритм застосування мобільної установки очищення фільтрату полігону ТПВ зображений на рис. 3.3. При повсякденному функціонуванні усіх полігонів захоронення ТПВ у районі застосування вказаної установки очищення фільтрату відбувається згідно попередньо розробленого

графіку. У разі переповнення ставків, накопичувачів фільтрату у межах одного з цих полігонів приймається рішення про зміни в графіку залучення до очищення фільтрату та визначається першочерговість.

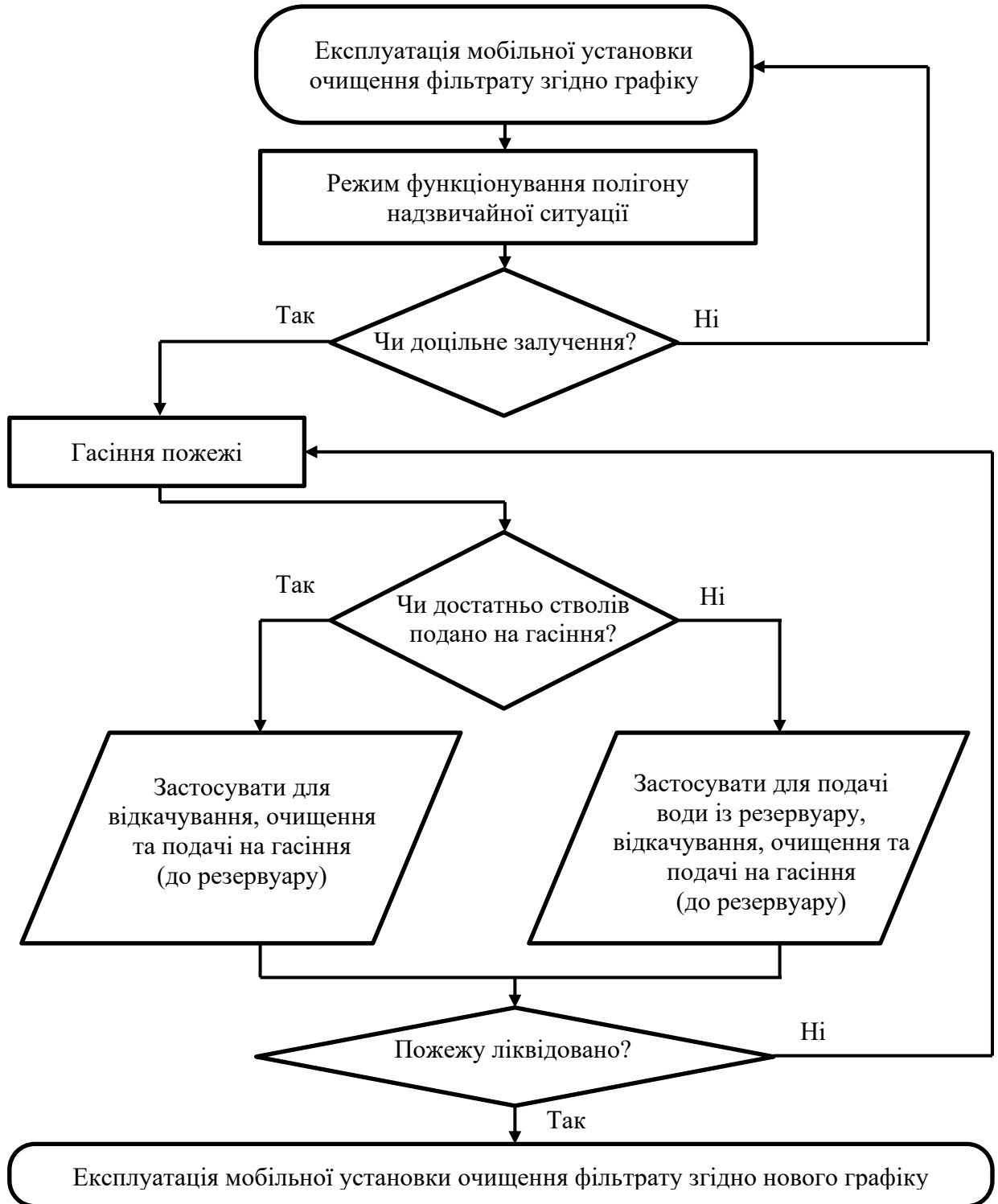


Рисунок 3.3 – Алгоритм застосування мобільної установки очищення фільтрату полігону ТПВ

При зміні режиму функціонування одного із полігонів на надзвичайної ситуації приймається рішення про доцільність (необхідність) залучення. У разі залучення мобільної установки до робіт із гасіння, при прибутті на місце виникнення пожежі, приймаються першочергові рішення щодо варіанту застосування її. Крім того, можливо застосовувати насос (після ємності з очищеним фільтратом) окремо для гасіння пожежі від резервуарів до моменту поки ємність з очищеними стічними водами не буде заповнена у межах допустимих для безперервної роботи насосу. На цьому етапі можливість застосування вказаних режимів роботи установки можливо буде скерувати як і в ручну так і автоматично. Або застосувати установку лише для відкачування, очищення та направлення очищеного фільтрату до резервуарів у випадку коли подана кількість стволів забезпечує у повному обсязі пожежогасіння. Після ліквідації пожежі приймаються рішення щодо завершення робіт в межах даного полігону, прийняття змін у графіку залучення установки, експлуатації установки у межах нового графіку.

Доцільність залучення мобільної установки необхідно буде передбачати із наступних факторів: можливість гасіння пожежі підручними засобами із застосуванням мінімальної кількості води, можливість гасіння пожежі без подачі води із застосуванням екскаваторної техніки та інших. Необхідність застосування установки для подачі з резервуару можна визначити із розрахунку кількості пожежних стволів необхідних для гасіння [22, 23], також у випадку коли установка повністю може забезпечити успіх пожежогасіння можливо передбачити випадок без пожежно-рятувальних підрозділів. Перед впровадженням зазначеної мобільної установки необхідно буде розробити порядок залучення та використання її, в якому відобразити питання: території, що охоплює установка (перелік полігонів), алгоритму її залучення, порядку використання програм для автоматичного визначення необхідності залучення та інших задач (оператору необхідно буде ввести набір параметрів: площа пожежі, час вільного розвитку, тощо), посадові обов'язки осіб, вимоги з техніки безпеки та охорони праці та інші питання.

Висновки до розділу 3

Режим роботи мобільної станції очищення фільтрату залежатиме від режиму функціонування полігону, при повсякденному функціонуванні робота установки буде відповідати попередньо розробленому графіку, у разі переповнення ставків-відстійників фільтрату, зміни режиму функціонування на надзвичайної ситуації прийматиметься рішення про зміни в графіку роботи установки та коригуватиметься графік.

Крім цього, мобільна установка очищення фільтрату до моменту накопичення достатнього об'єму води у ємності з очищеними стічними водами матиме змогу самостійно подавати воду з резервуарів.

РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТУ ПОЛІГОНУ ТПВ У РЕЖИМАХ ПОВСЯКДЕННОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

4.1 Ситуаційний аналіз можливості використання мобільної системи очищення фільтрату у режимах повсякденного функціонування та надзвичайної ситуації полігону ТПВ

У наукових роботах розглядалися питання забезпечення безпеки виконання завдань з пожежогасіння на полігонах ТПВ [24]. Проблемою використання мобільної системи очищення фільтрату на полігоні ТПВ є складність прогнозування поведінки системи у момент пересування, установки та відкачування фільтрату при пожежі та її відсутності. Достатньо поширеними є випадки зсувів та обвалів значного об'єму відходів, що ускладнює можливість застосування зазначеної технології. Такі події неодноразово відбувалися у світі та, навіть, на території України: у 2016 році у м. Гватемала, Республіка Гватемала (4 загиблих); у 2015 році у м. Шенжен, Китай (69 загиблих); у 2016 році у с. В. Грибовичі, Львівської області (4 загиблих) та інші.

У випадку пожежі на Львівському полігоні ТПВ надходження великих обсягів води, поданої у цілях пожежогасіння, призвело до катастрофічного зсуву великих обсягів сміття із загибеллю людей. Крім того внаслідок зсуву сміття відбулося забруднення НПС, оскільки територія, на якій тепер перебуває зрушене сміття, не підготовлена відповідно до вимог законодавства. Тому, можемо зробити висновок, що система протизсувного захисту полігону у цьому випадку не виконала своєї функції.

Для забезпечення безпеки виконання аварійно-рятувальних, інших невідкладних робіт та робіт щодо відкачування фільтрату з полігону є необхідним вдосконалення системи управління безпекою проведення зазначених робіт під час повсякденного функціонування та при надзвичайній

ситуації, зокрема, у напрямку забезпечення міцності несучої конструкції протизсувних споруд.

Проте проведення на практиці експериментів при вирішенні цієї задачі ускладнюється необхідністю відтворення усіх умов пожежі, що пов'язано з великими витратами часу та грошей. При вирішенні цієї проблеми можливо використати методи імітаційного моделювання.

Для визначення можливості використання установки в різних ситуаціях необхідно провести розрахунок конструкцій полігону, які мають витримати вагу мобільної установки при повній масі та забезпечити надійність протягом усього часу знаходження цієї установки у місці накопичення фільтрату. Крім цього, сама установка відкачування фільтрату повинна зберігати експлуатаційні властивості протягом встановленого періоду функціонування, після її встановлення в товщу сміття, під час відкачування фільтрату та демонтажу. Слід відмітити, що робота реальної установки суттєво залежить від багатьох факторів різноманітного походження, що безумовно має впливати на зміст та послідовність процедури розрахунку міцності.

Завдання оцінювання надійності системи в цілому за комбінованих силових та температурних впливів на сьогоднішній день не вирішена у повному обсязі. Зокрема, під час визначення меж вогнестійкості жодним чином не визначається поточний вплив використовуваних засобів пожежогасіння на міцність елементів системи. Проте хід пожежі суттєво залежить від використовуваного режиму пожежогасіння, характеристик використовуваних вогнегасних сумішей, тощо. При цьому, експериментування з реальними конструкціями є недоцільним з позиції вартості повномасштабного відтворення усіх умов пожежі, а також небезпечним стосовно підвищення ризику виникнення надзвичайної ситуації на полігоні.

В залежності від тривалості дії навантаження поділяють на наступні види:

– сталі навантаження, зміна розрахункових значень яких на протязі розрахункового терміну експлуатації є дуже малою у порівнянні з їх середніми значеннями;

- тривалі навантаження, які зберігають розрахункові значення під час експлуатації протягом тривалого часу;
- тимчасові навантаження, тривалість дії розрахункових значень яких є суттєво меншою за термін експлуатації;
- особливі навантаження та впливи, які створюють аварійні ситуації з можливими катастрофічними наслідками, зокрема, внаслідок впливу факторів пожежі та застосовуваних систем та засобів пожежогасіння.

При визначенні умов руйнування мають суттєве значення виникаючі безпосередньо під час пожежі особливі навантаження, обумовлені дією факторів пожежі, а також результатом роботи застосовуваних систем пожежогасіння. Тож урахування подібних ефектів за стандартними методиками є ускладненим.

Температура у зоні горіння під час пожежі є змінною величиною, яка від моменту займання суттєво збільшується. За стандартним температурним режимом її залежність від часу визначається за формулою [25]:

$$T(t) = 345 \lg(8t + 1) + 20 \quad , \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.1)$$

де t – час, що пройшов з моменту займання, хвилини.

Крім того, рівень навантаження залежить від обраного способу та режиму гасіння вогню, адже якщо для ліквідації пожежі до полігону ТПВ подають вогнегасну суміш масою M , деяка її частина M_1 буде випаровуватися, деяка відкачуватися за допомогою мобільної установки M_2 , а інша $M_3 = M - M_1 - M_2$ залишатиметься у товщі сміття, утворюючи додаткове навантаження на елементи системи.

Між тим, сама установка буріння, у випадку відкачування фільтрату із товщі, буде відігравати роль захисту від зсуву та зазнавати подібних навантажень. Проте за умовами забезпечення безпеки виконання робіт установка буде розташовуватися на безпечній відстані від теплової дії пожежі.

4.2 Вдосконалення моделі системи управління безпекою при використанні мобільної установки очищення фільтрату

Для створення моделі системи управління безпекою за основу дослідження було взято створену імітаційну модель підсистеми управління безпекою аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт за міцністю несучої конструкції [24], яка стала основою для вдосконалення системи управління безпекою при використанні мобільної установки очищення фільтрату під час пожежі на полігоні зі зберігання ТПВ. За даною моделлю фактори, що визначають рівень безпеки, задаються множиною максимальних значень $\sigma_{\max}, \tau_{\max}$ нормальних та дотичних напружень в елементах конструкції

$$\Phi = \{ \sigma_{\max}, \tau_{\max} \} \quad (4.2)$$

Результат дії системи управління безпекою є множиною відгуків на впливи цих факторів

$$Z = \varphi_{\varepsilon}(\varphi_F(T_k)) \quad (4.3)$$

Процес функціонування системи розглядається на заданому проміжку часу від t_0 до t_1 . Критерії оцінювання рівня безпеки стану конструкції задаються у наступному формалізованому вигляді

$$\begin{cases} K_1 : \chi_1(\sigma_{\max}) = \bar{\sigma}_{\max} = \frac{\sigma_{\max}}{[\sigma]} ; \\ K_2 : \chi_2(\tau_{\max}) = \bar{\tau}_{\max} = \frac{\tau_{\max}}{[\tau]} , \end{cases} \quad (4.4)$$

де $[\sigma], [\tau]$ – граничні припустимі значення напружень. Тоді

формалізовано процес функціонування системи управління базується на оцінюванні безпеки діючих факторів

$$Z(\sigma_{\max}, \tau_{\max}) \rightarrow \min; \quad (4.5)$$

$$\begin{cases} \chi_1 \leq 1; \\ \chi_2 \leq 1. \end{cases} \quad (4.6)$$

Керуючий імпульс Y на зміну діючих значень факторів є множиною впливів на кожен з них

$$Y = \{Y_j\} \quad (4.7)$$

де $Y_j = y_j(K)$, $j=1..n$, n – кількість факторів, введених до розгляду.

Результатом моделювання є залежності від часу:

$$G(t) = K(t), Y(t) \quad (4.8)$$

Задача їх знаходження формалізується наступним чином:

$$G(t) = M(U(t), B) \quad (4.9)$$

де $U(t)$ – сукупність вхідних параметрів моделювання поведінки системи, до якої входять сукупності фізико-механічних та термодинамічних характеристик матеріалів елементів, множини геометричних параметрів їхніх поперечних перерізів та складеної конструкції, а також сукупність термодинамічних параметрів вогнегасної суміші, що використовується, та значення початкових напружень у елементах конструкції; B – сукупність

обмежень, що регламентують роботу системи за величинами граничних припустимих значень факторів.

В загальному вигляді процес функціонування досліджуваної підсистеми формалізується наступним чином

$$\{U, B\} \rightarrow G : \{K \rightarrow Y\} \quad (4.10)$$

З використанням сформованої моделі алгоритм прогнозування цілісності конструкції при дії небезпечних факторів НС має наступний вигляд (рис. 4.1).

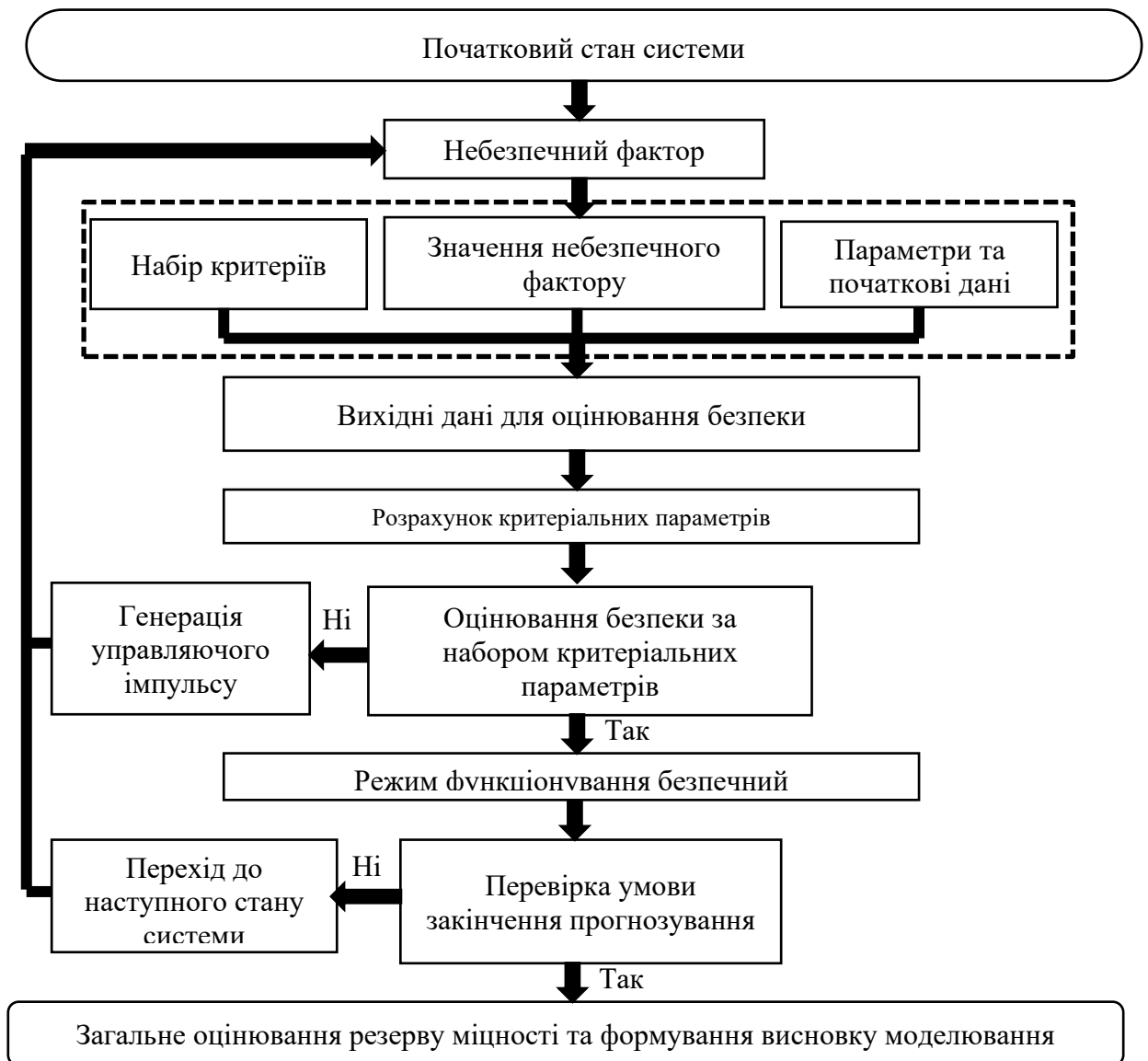


Рисунок 4.1 – Алгоритм прогнозування цілісності протизсувної конструкції

Втім на результати побудови критеріїв суттєво впливає той факт, що властивості використовуваних при зведенні протизсувних конструкцій будівельних матеріалів, зокрема, значення модулю пружності E , теплової деформації ε_T , границь текучості $\sigma_{0,2}$ та міцності σ_B , та навіть питомої теплоємності c_a матеріалу залежать від температури, при чому значення границь, які визначають межу руйнування при зростанні температури зменшуються, а теплові напруження натомість зростають. Означений факт суттєво впливає на результати перевірки умов міцності елементів несучих конструкцій при їх проектуванні, а тим більше при управлінні безпекою робіт.

Під час пожежі при застосуванні засобів пожежогасіння у елементах конструкції споруди виникає складний напружено-деформований стан, який за умови використання гіпотези пружності деформацій визначається комбінацією навантажень:

- 1) стискання у повздовжньому напрямку внаслідок температурних деформацій, спричинених надходженням теплоти від палаючого сміття;
- 2) згинання у поперечному напрямку внаслідок навантаження, спричиненого вагою сміття, повною вагою мобільної установки очищення фільтрату та додатковою вагою поданої у зону ураження вогнегасної суміші, яка накопичується у масах відходів.

З урахуванням факту змін у фізико-механічних характеристиках матеріалів, значенням критеріальних параметрів (4.4), які використовуються в умовах міцності (4.6), у момент часу t слід визначати за наступними узагальненими формулами:

$$\begin{cases} K_1 : \chi_1(t) = \max \frac{\sigma(z, t)}{[\sigma](z, t)}; \\ K_2 : \chi_2(t) = \max \frac{\tau(z, t)}{[\tau](z, t)}, \end{cases} \quad (4.11)$$

де z – координата деякого досліджуваного перерізу; $\sigma(z, t)$, $\tau(z, t)$ –

нормальні та дотичні напруження у цьому досліджуваному перерізі у момент часу t ; $[\sigma](z,t)$, $[\tau](z,t)$ – граничні припустимі значення напружень у цьому перерізі у момент часу t , визначені з урахуванням їхньої залежності від температури елемента.

Запропонована формалізація умов міцності є найбільш повною, оскільки надає можливість аналізу поведінки елементів протизсувної конструкції за складного температурного режиму та змінного навантаження на окремі її ділянки. Однак, для повноцінного застосування критеріїв (4.11) для задач аналізу поведінки конструкцій під час пожежі необхідним є побудова моделей для визначення їхньої вогнестійкості. В основу при розробці подібних моделей слід покладати загальноживані стандартизовані підходи, викладені зокрема у стандартах системи Єврокод.

Питання міцності протизсувних конструкцій розглядається у групі стандартів Єврокод 7 у стандарті ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2010 [26]. Для визначення теплових та механічних навантажень і впливів на споруди при їх проектуванні використовують стандарт ДСТУ Н EN 1991 1 2:2010 [27]. За цим стандартом вогнестійкість – здатність конструктивної системи, частини конструктивної системи або окремої конструкції відповідати обов'язковим вимогам за несучою або огорожувальною здатністю для визначеного рівня навантаження, визначеного вогневого впливу та визначеного проміжку часу. Розрахунок вогнестійкості конструкцій має враховувати такі етапи:

- вибір відповідних проектних сценаріїв пожежі;
- визначення відповідних температурних режимів;
- розрахунок підвищення температури в конструкціях;
- розрахунок механічної роботи конструктивної системи в умовах пожежі.

Однак, повноцінне використання методики ґрунтується на номінальному стандартному температурному режимі, тоді ж як класифікація (меж вогнестійкості) приблизно враховує вищевказані властивості та невизначеності.

Висновки до розділу 4

Запропонована імітаційна модель підсистеми управління безпекою за міцністю несучої конструкції під час пожежі на полігоні ТПВ дозволяє оцінити можливі стани системи, виключивши необхідність експериментувати з її реальним втіленням. Крім того, дозволяє вільно корегувати її для різних матеріалів, елементів конструкції, методів та засобів пожежогасіння, тощо.

На основі запропонованої моделі імітаційних експериментів можливе розроблення програмного забезпечення для ЕОМ, яке дозволить під час проведення розвідки пожежі оцінити можливість застосування тих чи інших методів та засобів пожежогасіння, у тому числі і мобільної установки очищення фільтрату, що у свою чергу забезпечить прийняття рішень, які забезпечать безпеку проведення робіт.

РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Економічний ефект від впровадження на території ММП ТПВ стаціонарних очисних споруд чи мобільної установки очищення фільтрату можливо оцінити за наступними критеріями:

- розрахунок екологічного податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти [28];

- розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів [29];

- розрахунок побічного збитку від пожежі та порівняння із можливим застосуванням мобільної установки очищення фільтрату в процесі пожежогасіння;

- розрахунок орієнтовної вартості реалізації мобільної установки очищення фільтрату та економічного ефекту[30].

За першим критерієм визначити повну суму витрат на виплату екологічного податку неможливо через те, що не відомо повний склад фільтрату полігону та об'єм його, що потрапляє безпосередньо у водні об'єкти. За [28] ставки податку за скиди окремих забруднюючих речовин у водні об'єкти наведені у табл. 5.1. Ставки податку у гривнях за скиди, що не увійшли до цієї таблиці встановлюються за гранично допустимою концентрацією забруднюючих речовин або орієнтовно безпечному рівні впливу, міліграмів на 1 літр за наступним принципом:

- до 0,001 (включно) – 168743,5 грн/т;
- понад 0,001 – 0,1 (включно) – 122347,23 грн/т;
- понад 0,1 – 1 (включно) – 21092,69 грн/т;
- понад 1 – 10 (включно) – 2146,63 грн/т;
- понад 10 – 429,72 грн/т.

За скиди забруднюючих речовин, на які не встановлено орієнтовно

безпечний рівень впливу чи гранично допустиму концентрацію – ставку податку визначають за найменшою величиною гранично допустимої концентрації приведенного вище принципу.

Таблиця 5.1 – Ставки за скиди окремих забруднюючих речовин у водні об'єкти

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини	Ставка податку, гривень за 1 тонну
1	2	3
1.	Азот амонійний	1610,48
2.	Органічні речовини (за показниками БСК-5)	644,6
3.	Завислі речовини	46,19
4.	Нафтопродукти	9474,05
5.	Нітрати	138,57
6.	Нітрити	7909,77
7.	Сульфати	46,19
8.	Фосфати	1287,18
9.	Хлориди	46,19

Сума податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти (P_c), обчислюється за наступною формулою:

$$P_c = \sum_{i=1}^n (M_{ли} \cdot H_{пi} \cdot K_{oc}) \quad (5.1)$$

де $M_{ли}$ – обсяг скиду i -тої забруднюючої речовини в тоннах (т); $H_{пi}$ – ставки податку в поточному році за тонну i -того виду забруднюючої речовини у гривнях з копійками; K_{oc} – коефіцієнт, що дорівнює 1,5 і застосовується у разі скидання забруднюючих речовин у ставки і озера (в іншому випадку коефіцієнт дорівнює 1).

Дану методику можливо застосовувати після використання процесу очищення фільтрату на полігоні при скиді води у водойми.

За другим критерієм, визначення розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів проводиться у наступних випадках [29]:

– забруднення водних об'єктів, у тому числі пов'язаного із самовільними та аварійними скидами у водний об'єкт забруднюючих речовин та фізико-хімічних показників;

– забруднення поверхневих та підземних вод під впливом полігонів (сміттєзвалищ) твердих побутових та промислових відходів.

Так як на ММП ТПВ відсутня система збору та очищення фільтрату, то для розрахунку необхідно використовувати дану методику запроваджену Міністерством охорони навколишнього природного середовища України.

Розмір відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок забруднення вод фільтратом сміттєзвалищ та полігонів ТПВ та промислових відходів, у разі неможливості визначення характеру впливу на водні об'єкти розраховуються наступним чином, у грн:

$$З = K_{\text{кат}} \cdot K_{\text{рп}} \cdot L \cdot [(M_{\Phi i1} \cdot \gamma_{i1}) + (M_{\Phi i2} \cdot \gamma_{i2}) + \dots (M_{\Phi im} \cdot \gamma_{im})] \quad (5.2)$$

де $K_{\text{кат}}$ – коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкта, який визначається згідно із додатком 2 [29]; $K_{\text{рп}}$ – регіональний коефіцієнт дефіцитності підземних вод, який визначається згідно із додатком 10 [29]; L – коефіцієнт, який враховує природну захищеність підземних вод: для ґрунтових – 1,0; для міжпластових безнапірних – 1,3; для міжпластових напірних (артезіанських) – 1,6; m – кількість забруднюючих речовин, що потрапили у підземний водний об'єкт з фільтратом; γ_i – питомий економічний збиток від забруднення водних і ресурсів, віднесений до 1 тонни умовної забруднюючої речовини, грн/т, який визначається за формулою:

$$(\gamma)_i = (\gamma) \cdot A_i \quad (5.3)$$

де (γ) – проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів у поточному році, грн/т, який визначається за формулою:

$$(\gamma) = (\gamma)_п \cdot \frac{I}{100} \quad (5.4)$$

де $(\gamma)_п$ – проіндексований економічний збиток від забруднення водних ресурсів у попередньому році, грн/т; I – індекс інфляції (індекс споживчих цін), середньорічний по Україні за попередній рік, %; A_i – безрозмірний показник відносної небезпечності i -тої забруднюючої речовини, який визначається із співвідношення за формулою:

$$A_i = \frac{1}{ГДК_i} \quad (5.5)$$

де $ГДК_i$ – безрозмірна величина, чисельно рівна $ГДК$ i -тої забруднюючої речовини у воді водного об'єкта відповідної категорії. Для речовин, за якими відсутня величина $ГДК$, показник небезпечності A_i приймається рівним 500, а про $ГДК$ «відсутність» – 10^4 . $M_{\phi i}$ – маса i -тої забруднюючої речовини, що потрапила у підземний водний об'єкт з фільтратом, т, що розраховується за формулою:

$$M_{\phi i} = W_{\phi} \cdot C_i \cdot 10^{-6} \quad (5.6)$$

де C_i – середня концентрація i -тої забруднюючої речовини у фільтраті,

г/м³; W_{ϕ} – об'єм фільтрату за розрахунковий період, м³, який визначається за формулою:

$$W_{\phi} = 10^{-6} \cdot N_{\text{оп}} \cdot S_{\text{п}} + (W_w - W_{\text{фв}}) \quad (5.7)$$

де $N_{\text{оп}}$ – сума опадів на території сміттєзвалища або полігону твердих побутових та промислових відходів за розрахунковий період, мм, за даними гідрометцентру; $S_{\text{п}}$ – площа діючого полігону твердих побутових та промислових відходів, м²; W_w – об'єм води витраченої на зволоження відходів, м³; $W_{\text{фв}}$ – кількість фільтрату, видаленого з полігону твердих побутових та промислових відходів (вивезеного, знешкодженого, утилізованого) за розрахунковий період, м³.

Таблиця 5.2 – Середньостатистичний вміст забруднюючих речовин у фільтраті сміттєзвалищ і полігонів твердих побутових відходів

№ з/п	Показник	Концентрація, г/м ³	№ з/п	Показник	Концентрація, г/м ³
1	2	3	1	2	3
1.	БСК ₅	1400	8.	Сульфати	950
2.	ХСК	1650	9.	Нафтопродукти	250
3.	Азот амонійний	620	10.	Залізо	10
4.	Азот нітритний	12,50	11.	Свинець	0,15
5.	Азот нітратний	1850	12.	Хром (IV)	0,2
6.	Хлориди	1200	13.	Нікель	1,1
7.	Феноли	4	14.	Бор	22

У разі витоку фільтрату за межі полігона і стоку його по рельєфу, незалежно від того, чи зафіксоване втікання фільтрату в поверхневий водний об'єкт і за відсутності даних про забруднення підземних вод приймається, що кількість фільтрату, яка надійшла у поверхневі води за розрахунковий період,

еквівалентна кількості фільтрату, що утворився за той же період. При відсутності даних проведення комплексного дослідження хімічного складу фільтрату полігону ТПВ приймається середньостатистичний вміст забруднюючих речовин у фільтраті згідно з додатком 11 [29], табл. 5.2.

Для підземних вод за ДСТУ 4808:2007 нормативи якості відображені у табл. 5.3. Для сульфатів ГДК становить 250 мг/дм³ [31].

Таблиця 5.3 – Екологічні нормативи якості підземних та поверхневих вод у порівнянні з їх максимальним природним вмістом

№ з/п	Елемент	Вміст хімічних елементів у підземних водах, мг/дм ³			
		1 клас – відмінна, бажана якість води	2 клас – добра, прийнятна якість води	3 клас – задовільна, прийнятна якість води	4 клас – посередня, обмежено придатна, небажана якість води
1	2	3	4	5	6
1.	Залізо	<0,3	0,3-1	1,001-2,0	>2,0
2.	Свинець	<0,01	0,01-0,03	0,031-0,1	>0,1
3.	Хром	<0,7	0,7-1,0	1,001-1,5	>1,5
4.	Нікель	<0,02	0,02-0,05	0,051-0,1	>0,1
5.	Бор	<0,2	0,2-0,5	0,501-1,0	>1,0
6.	Азот амонійний	<0,1	0,1-0,3	0,3-1,0	>1,0
7.	Азот нітритний	<0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	>0,05
8.	Азот нітратний	<0,2	0,2-0,3	0,3-1,0	>1,0
9.	Хлориди	<30	30-100	100-250	>250
10.	Феноли	<1	1-10	11-50	>50
11.	Нафтопродукти	<10	10-50	51-200	>200

Для інших речовин ГДК становлять: БСК₅ – не більше 15 мг/дм³; ХСК – не більше як 80 мг/дм³; завислі речовини – не більше 15 мг/дм³ [32].

При визначенні W_{ϕ} слід також врахувати об'єм води витраченої на

пожежогасіння за розрахунковий період:

$$W_{\Phi} = 10^{-6} \cdot N_{\text{оп}} \cdot S_{\Pi} + (W_w - W_{\Phi B} + W_{\Pi r}) \quad (5.8)$$

де $W_{\Pi r}$ – загальний об’єм витраченої води у цілях пожежогасіння за розрахунковий період, м³. Так як розрахунок проводитимемо за 2019 рік та розрахункова кількість опадів за рік невідома, то замість $(10^{-6} \cdot N_{\text{оп}} \cdot S_{\Pi} + W_w)$ для формули можливо застосувати дані середньорічного об’єму фільтрату, який враховує обсяг опадів, дощування по поверхні, тощо.

Для ММП ТПВ без використання систем збору, накопичення, видалення та очищення фільтрату, об’єм за 2019 рік становитиме:

$$W_{\Phi} = 80 \cdot 365 + 228,9 - 0 = 29428,9 \quad , \text{ м}^3/\text{рік} \quad (5.9)$$

При використанні заходів поводження з фільтратом (з урахуванням втрат, приймемо їх рівними 20 %), загальний об’єм фільтрату, що в процесі інфільтрації потрапить до підземних вод становитиме:

$$W_{\Phi} = 29428,9 \cdot 0,2 = 5885,78 \quad , \text{ м}^3/\text{рік} \quad (5.10)$$

На даний час розмір відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок забруднення вод фільтратом сміттєзвалищ та полігонів ТПВ за 2019 рік становитиме 5,8 млн. грн, при використанні мобільної установки очищення фільтрату (неповному відкачуванні фільтрату через втрати, які прийняті у обсязі 20 %) становитиме – 1,2 млн. грн. З урахуванням того, що при постійному обігу води на підприємстві можливо досягти таких витрат, при яких

надлишку об'єму води після очищення фільтрату не було б, ємності були б наповнені у розрахунковому обсязі та не було б потреби у скиді частини очищеного фільтрату у централізовані системи водовідведення. У іншому випадку, при скиді частини очищеної води, необхідно буде звернути увагу на додаткові витрати у зв'язку із Правилами приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення м. Миколаєва.

За третім критерієм, маємо що на території полігону ТПВ у 2019 році під час пожеж залучалося неодноразово більша кількість сил та засобів ніж один основний транспортний засіб оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, відповідно до табл. 2.1, при цьому під час гасіння пожеж використовувалася наступна кількість пожежних стволів: 06.05.2019 – підручними засобами; 24.08.2019 – 1 ствол «Протекс»; 21.02.2019 – 1 ствол «Протекс»; 16.07.2019 – 1 ствол «Протекс»; 16.09.2019 – 4 стволи «Протекс»; 16.06.2019 – 2 стволи «Протекс», тобто, як правило, більша кількість транспортних засобів залучалася для підвозу води. У випадку, коли мобільна установка очищення фільтрату буде використовуватися одночасно і для відкачування та очищення фільтрату, і для гасіння пожежі, при виникненні подібних пожеж на території ММП ТПВ як у 2019 році – залучення сил і засобів підрозділів Державної служби України із надзвичайних ситуацій буде не необхідним.

Це дозволить скоротити побічні збитки для держави викликані залученням пожежно-рятувальних підрозділів на незначні пожежі, які можливо ліквідувати власними силами підприємства при використанні мобільної установки очищення фільтрату для пожежогасіння. У 2019 році побічні збитки становили: 21.02.2019 (41700 грн); 06.05.2019 (0 грн.); 16.06.2019 (83400 грн); 16.07.2019 (41700 грн); 24.08.2019 (41700 грн); 16.09.2019 (125100 грн). У всіх випадках, окрім пожежі 16.09.2019, можливо було забезпечити успіх пожежогасіння лише використанням подібної установки, тобто уникнути побічного збитку в розмірі 250,2 тис. грн.

Орієнтовна розрахункова собівартість очистки за допомогою мобільної

системи очищення фільтрату за рік розраховується за формулою, в грн:

$$C_{\text{оч}} = Q \cdot H_{\text{витр}} = 530100 + 166912 = 697012 \quad (5.11)$$

де Q – сумарні експлуатаційні витрати, складають 530 100 грн.; $H_{\text{витр}}$ – накладні витрати (амортизація споруди, заробітна плата управлінського персоналу та інше), визначаються за формулою, в грн:

$$H_{\text{витр}} = Z_{\text{осн}} \cdot \left(\frac{H'_{\text{витр}}}{100} \right) = 83456 \cdot \left(\frac{200}{100} \right) = 166912 \quad (5.12)$$

де $H'_{\text{витр}}$ – відсоток накладних витрат по відношенню до основної додаткової зарплати; $Z_{\text{осн}}$ – основна заробітна плата працівників, на очисній мобільній установці має працювати не менше 4 чоловік, тому $Z_{\text{осн}} = 83456$ грн.

Показник загальної економічної ефективності природоохоронних витрат використовується при обґрунтуванні структури й обсягів природоохоронних заходів, обсягів капітальних вкладень природоохоронного призначення [30]. Чистий економічний ефект природоохоронних заходів ґрунтується на порівнянні витрат на їх здійснення з досягнутим завдяки цим заходам економічним результатом. Економічним результатом впровадження природоохоронних заходів (P) є показник річних економічних збитків від забруднення навколишнього середовища, яких вдалося уникнути, також ефект доповнюється річним приростом доходу від поліпшення діяльності підприємства (ΔD). Економічний результат природоохоронних заходів визначається за формулою:

$$P = Y_{\text{пр}} + \Delta D = 4833682,82 \quad (5.13)$$

де $Y_{пр}$ – величина попереднього економічного збитку, грн ($Y_{пр} = 250200,00$ грн).; $\Delta Д$ – річний приріст доходу внаслідок поліпшення виробничих досягнень, грн. У нашому випадку він дорівнює 4583482,823 грн. і є результатом зниження виплати суми відшкодування за скид. Величина попереднього економічного збитку визначається за формулою:

Розрахунковий термін окупності впровадження екологічних заходів:

$$T_{ок} = \frac{IC}{P} = \frac{3500000,00}{4833682,82} = 1 \quad , \text{ років} \quad (5.14)$$

де IC - первісні інвестиції у проект: покупка обладнання, науково-дослідна робота, пусково-налагодочні роботи, підготовка проектної документації, тощо (орієнтовна сума 3500000,00 грн).

Річні витрати на здійснення природоохоронних заходів визначаються за формулою:

$$B = Q + E_n \cdot K = 805000 \quad , \text{ грн} \quad (5.15)$$

де Q – експлуатаційні витрати, грн ($Q=280000,00$ грн); E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (коефіцієнт дисконтування), $E_n = 0,15$; K – одноразові капітальні вкладення, грн., дорівнює 3500000,00 грн.

До експлуатаційних витрати відносяться: витрати виробництва, пов'язані з підтриманням у працездатному стані використовуваних систем, машин та устаткування.

Розмір чистого економічного річного ефекту визначається за формулою:

$$E_{п} = P - B = 4028682,82 \quad , \text{ грн} \quad (5.15)$$

Висновки до розділу 5

Відсутність розроблених на підприємстві систем збору, видалення, очищення фільтрату, організованого скиду очищеного фільтрату у систему загального водовідведення чи у природні вододжерела, в залежності від рівня очищення, є причиною сплати суми збитків заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів не лише під час аварії на підприємстві, а й при повсякденному функціонуванні. Це значно збільшує витрати пов'язані з утворенням фільтрату на полігоні.

У 2019 році під час пожежогасіння забезпечувалося, як правило залученням значної кількості сил і засобів підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій, – наслідком є збільшення побічних збитків для держави. При використанні мобільної установки очищення фільтрату, можливо було б скоротити ці збитки у зв'язку із використанням її як і для очищення фільтрату так і для пожежогасіння.

Розроблення, застосування та реалізація подібної установки очищення фільтрату дозволить забезпечити пожежогасіння, відкачування та очищення фільтрату і орієнтовний розрахунковий термін окупності її становить один рік.

ВИСНОВКИ

За результатами аналізу літератури, встановлено, що на території області збільшилася кількість забруднених вод, область потрапляє до переліку областей з малим забезпеченням питною водою, крім того, більшість полігонів ТПВ на території області не обладнані системами збору, видалення, очищення та відведення фільтрату. Тому, розроблення відповідних систем є однією із головних цілей при розв'язанні проблем негативного впливу діяльності полігонів ТПВ на території області.

При вивченні статистичних даних динаміки виникнення пожеж та їх параметрів зроблено висновок про можливість об'єднання систем очищення фільтрату та засобів пожежогасіння, для зменшення часу на прийняття першочергових дій з локалізації пожежі, зменшення кількості транспортних засобів, що залучаються до гасіння.

Розроблено технологічну схему очищення фільтрату на полігоні ТПВ, відповідно до законодавчих, нормативно-правових актів та проведено розрахунок її елементів.

За допомогою пересувних мобільних очисних станцій можна зменшити витрати на очищення фільтрату, усунути проблему виділення території під очисні споруди та збільшити кількість зацікавлених сторін для фінансування, організувати очищення фільтрату згідно розробленого графіку на декількох полігонах ТПВ, попередньо розробивши ставки-відстійники (для накопичення фільтрату), а також при пожежі її можливо застосовувати не тільки для відкачування та очищення фільтрату, а також для пожежогасіння.

Розроблено імітаційну модель підсистеми управління безпекою під час пожежі на полігоні ТПВ, що дозволяє оцінити можливі стани системи, виключивши необхідність експериментувати з її реальним втіленням. Крім того, дозволяє вільно корегувати її для різних матеріалів, елементів конструкції, методів та засобів пожежогасіння, тощо. На основі такої моделі можливе проведення експериментів за допомогою програмного забезпечення

для ЕОМ, яке дозволить під час проведення розвідки пожежі оцінити можливість застосування тих чи інших методів та засобів пожежогасіння, у тому числі і мобільної установки очищення фільтрату, що у свою чергу забезпечить прийняття рішень при залученні її під час пожежі.

Проведено еколого-економічну оцінку результатів розроблення, застосування та реалізація подібної мобільної установки очищення фільтрату, що дозволить забезпечити пожежогасіння, відкачування та очищення фільтрату і орієнтовний. Розрахунковий термін окупності її становить – один рік.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування».
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2018 році [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://http://ecolog.mk.gov.ua/store/files/RegReport2018.pdf> (дата звернення 22.01.2020) – Назва з екрана.
3. Екологічний паспорт Миколаївської області [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://ecolog.mk.gov.ua/ua/ecoreports/ecopassport/> (дата звернення 22.01.2020) – Назва з екрана.
4. Санітарно-технічний паспорт полігону твердих побутових відходів (м. Миколаїв).
5. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) полигона ТБО в г. Николаеве для реконструкции полигона (х. д. № 33/02/1555 от 25.07.2006)/ СВНЦ НАНУ: П. Т. Бубенко, Н. Н. Чураевская, Б. Д. Львов: Харьков,- 2006.- 173 с.
6. Паспорт місця видалення відходів (МВВ), р. н. № 19/4-12/Д1 від 30.03.2009.
7. Програма поводження з твердими побутовими відходами в Миколаївській області на період до 2020 року, затверджена рішенням Миколаївської обласної ради від 21.11.2008 № 06.
8. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди».
9. Перспективи мікробіологічного способу очищення стічних вод від біорезистентної фармацевтичної продукції / М. С. Бойченко, О. О. Вовк, В. О. Гладишева, С. В. Бойченко, С. Й. Шаманський // Наукоємні технології. - 2018. - № 1. - С. 87-95. - Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/>.
10. Очистка сточных вод в мембранном биореакторе : автореферат дис.

кандидата технических наук : 05.23.04 / Киристаев Алексей Владимирович; [Место защиты: НИИ ВОДГЕО]. - Москва, 2008. - 22 с.

11. Модульные мембранные биореакторы / С. В. Степанов, А. С. Степанов, Ю. Е. Сташок, Л. А. Блинкова // Водоснабжение и санитарная техника. - 2013. - С. 51-55. - Режим доступа: <http://polden.info/sites/default/files/orgs/399541/ef/статьи/>.

12. Очистка сточных вод: метод. указания к курсовому и дипломному проектированию/ Владим. гос. ун-т.: Н. В. Селиванова, Н. А. Андрианов.- 2-е изд., перераб. и доп.- Владимир: Изд-во Владим. го. ун-та, 2010.-44 с.

13. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2: Методи очищення стічних вод/ [Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І.]–Вінниця: ВНТУ, 2014.–254с.

14. Методичні вказівки до виконання фахового курсового проекту з дисципліни «Теоретичні основи водопідготовки промислових підприємств» для студентів спеціальності 8.06010108 «Водопостачання і водовідведення» денної та заочної форм навчання / Орлов В. О., Литвиненко Л. Л., Квартенко О. М. НУВГП;- 2015 р.,- 52с.

15. Орлов В. О., Литвиненко Л. Л., Орлова А. М. Водопостачання промислових підприємств. Навчальний посібник.-К.:Знання, 2014.-278с.

16. Плазмохимические технологии очистки промышленных сточных вод, газовых выбросов, переработки нефти, твердых бытовых отходов (ТБО) и промышленных отходов. Технологии гражданской безопасности. – 2014. – с. 46–51.

17. Плазменно-дуговая очистка воды. Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті.. – 2014. – с. 47–60.

18. Плазмохимической очистке воды [Электронный ресурс] / Ю. Л. Забулонов, С. П. Петров. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://aw-therm.com.ua/o-plazmohimicheskoy-ochistke-vody/>.

19. Вибір методу очищення фільтрату полігону № 5 для мінімізації шкідливого пливу на довкілля: дипломний проект / Турчин Валерії Олегівни;

[Місце захисту: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського». - Київ, 2019. - 100 с.

20. Методика розрахунків водовідливних установок гірничих підприємств. Методичні вказівки для студентів напряму підготовки 0902 Інженерна механіка / Уклад. М. В. Холоменюк. – Д: Національний гірничий університет, 2007. – 67 с.

21. Володин Ю.И. Основы бурения. – М.: Недра, 1978. 373с.

22. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

23. Довідник керівника гасіння пожеж / За загальною редакцією В.С. Кропивницького. – К.: ТОВ «Літера-Друк», 2016 . – 320 с.

24. Імітаційне моделювання системи управління безпекою аварійно-рятувальних робіт під час пожежі на полігонах ТПВ: матеріали Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. – Харків: НУЦЗУ, 2017. 27.

25. ДСТУ Б В.1.1-4-98. Будівельні конструкції. Методи випробування на вогнестійкість. – К.: Держбуд України, 1999. – 19 с.

26. ДСТУ-Н Б EN 1997-1-2:2010 Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 193 с.

27. ДСТУ-Н EN 1991-1-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 81 с.

28. Податковий кодекс України: Закон України №540-IX від 30.03.2020 [Електронний ресурс]// ВВР.-2011.-Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>.

29. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 20.07.2009 № 389 «Про затвердження Методики розрахунку

розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів».

30. Борейко В.І. Економіка довкілля та природокористування: Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2011. – 255 с.

31. Vladyslav V. Goncharuk. Drinking Water: Physics, Chemistry and Biology/ Vladyslav V. Goncharuk. - Kyiv.: National Academy of Sciences of Ukraine, 2014. - 425 с.

32. Постанова КМУ від 25 березня 1999 року № 465 «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» (із змінами від 07.08.2013 № 748) [Електронний ресурс]// ВВР.-2013.-Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF>.

ДОДАТОК А.

Список публікацій за результатами магістерського дослідження

Таблиця А.1. Публікації за результатами магістерського дослідження

№	Назва	Вихідні дані	Автори
1	Імітаційне моделювання систем забезпечення безпеки при надзвичайних ситуаціях	Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції / Національний університет цивільного захисту України. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – С. 58.	Колосков В.Ю., Цюрисов Д.М.
2	Імітаційне моделювання системи управління безпекою аварійно-рятувальних робіт під час пожежі Конкурсна робота, третє місце у II турі	Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт у галузі науки «Безпека життєдіяльності». – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 30 с.	Цюрисов Д.М., Лугова О.В. Науковий керівник – Колосков В.Ю.
3	Імітаційне моделювання впливу системи пожежогасіння на рівень безпеки аварійно-рятувальних робіт Конкурсна робота, третє місце у II турі	Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт у галузі науки «Техногенна безпека». – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 30 с.	Цюрисов Д.М. Науковий керівник – Колосков В.Ю.
4	Імітаційне моделювання системи управління безпекою аварійно-рятувальних робіт під час пожежі	Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. – Х.: НУГЗУ, 2016. – С. 378.	Цюрисов Д.М. Науковий керівник – Колосков В.Ю.
5	Імітаційне моделювання системи управління безпекою аварійно-рятувальних робіт під час пожежі	Безопасность жизнедеятельности в XXI веке [Тезисы]: тез. докл. II Всеукраинской студенческой науч.-практ. конф. (апрель 2016)/ отв. ред. А.С. Беликов.– Днепропетровск: ПГАСА, 2016. – С. 35-36.	Цюрисов Д.М., Лугова О.В. Науковий керівник – Колосков В.Ю.
6	Имитационное моделирование прочности несущих конструкций зданий во время пожара	Обеспечение безопасности жизнедеятельности : проблемы и перспективы : сб. материалов X международной научно-практической конференции молодых ученых: курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов) : В 2-х ч. Ч. 1. – Минск : КИИ, 2016. – С. 58-59.	Цюрисов Д.Н., Луговая Е.В. Научный руководитель – Колосков В.Ю.

Продовження табл. А.1

№	Назва	Вихідні дані	Автори
7	Имитационное моделирование системы управления безопасностью аварийно-спасательных работ во время пожара Закордонне видання	Материалы V международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2016». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 267-271.	Колосков В.Ю., Луговая Е.В., Цюрисов Д.Н.
8	Імітаційне моделювання системи управління безпекою аварійно-рятувальних робіт під час пожежі на полігонах ТПВ Конкурсна робота, перше місце у I турі	Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт у галузі науки «Безпека життєдіяльності». – Х.: НУЦЗУ, 2016. – 30 с.	Цюрисов Д.М., Лугова О.В. Науковий керівник – Колосков В.Ю.
9	Імітаційне моделювання системи забезпечення безпеки під час пожежі за міцністю несучої конструкції Конкурсна робота, перше місце у I турі	Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт у галузі науки «Будівництво та архітектура». – Х.: НУЦЗУ, 2016. – 30 с.	Цюрисов Д.М., Лугова О.В. Науковий керівник – Колосков В.Ю.
10	Имитационное моделирование системы управления безопасностью на полигонах твердых бытовых отходов Закордонне видання	Материалы VI международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2017». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 446-451.	Колосков В.Ю., Цюрисов Д.Н.
11	Имитационное моделирование влияния системы пожаротушения на уровень безопасности полигона твердых бытовых отходов Закордонне видання	Проблемы гражданской защиты: управление, предупреждение, аварийно-спасательные и специальные работы. Материалы Международной научно-практической конференции. 14 марта 2017 г. – Кокшетау: РГУ «КТИ КЧС МВД Республики Казахстан», 2017. – С. 143-146.	Цюрисов Д.Н.
12	Імітаційне моделювання функціонування системи управління безпекою під час пожежі на полігонах ТПВ	Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. – Х.: НУЦЗУ, 2017. – С. 396.	Цюрисов Д.М.

Закінчення табл. А.1

№	Назва	Вихідні дані	Автори
13	Аналіз розподілу кількості пожеж на полігонах ТПВ Миколаївської області	Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. – Х.: НУЦЗУ, 2020. – С. 289.	Alex R., Цюрисов Д.М. Науковий керівник – Колосков В.Ю.
14	Разработка мобильной системы очистки фильтрата полигона твёрдых бытовых отходов	VII Международная заочная научно-практическая конференция «Проблемы экологии и экологической безопасности. Создание новых полимерных материалов» (5 июня 2020). – Минск, Республика Беларусь: Университет гражданской защиты.	Цюрисов Д.Н. Научный руководитель – Колосков В.Ю.