МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема: Технологія нейтралізації і знешкодження відходів буріння

Завідувач кафедри Пляцук Л. Д. _____

Керівник роботи Фалько В. В. _____

Консультант
з охорони праці Васькін Р. А. _____

Виконавець
студент групи ТС-81 Майборода В. С. _____

Суми 2022

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“____” _____ 20___ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Майбороді Владиславу Сергійовичу Група ТС-81

1. Тема кваліфікаційної роботи: Технологія нейтралізації і знешкодження відходів буріння

2. Вихідні дані: Опис технологій буріння свердловин, характеристика складу бурових шламів, перелік методів утилізації відходів буріння.

3. Перелік обов’язкового графічного матеріалу:
   1. Технологічна схема свердловини.
   2. Технологічна схема термічних методів утилізації відходів буріння.
   3. Технологічна схема фільтрувального басейну

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці					+	
5	Оформлення роботи						+

1. Дата видачі завдання 18 квітня 2022 р.

Керівник _____ ст. викл. Фалько В. В.

РЕФЕРАТ

Робота складається із вступу, п’яти розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 26 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 55 сторінки, у тому числі 6 таблиць, 12 рисунків, перелік джерел посилання 4 сторінки.

Мета роботи – зниження техногенного впливу на навколишнє середовище, за рахунок застосування ефективних технологій нейтралізації і знешкодження відходів буріння.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі *завдання*:

– досліджено і проаналізовано процеси буріння свердловин, з точки зору утворення відходів буріння;

– дана характеристика якісного і кількісного складу нафтошламів;

– проведено огляд існуючих методів нейтралізації і знешкодження відходів буріння;

– проаналізовано сучасні технології нейтралізації бурових шламів. Запропоновано технічне рішення для нейтралізації відходів.

Об’єкт дослідження – техногенний вплив на навколишнє середовище, який виникає в ході утворення, накопичення та захоронення відходів нафтогазовидобування.

Предмет дослідження – технології нейтралізації і знешкодження відходів буріння.

Ключові слова: ВІДХОДИ БУРІННЯ, ШЛАМОВІ АМБАРИ, ТЕХНОЛОГІЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ, ВІДХОДИ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....6
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ БУРІННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ГАЗОНАФТОВИХ РОДОВИЩ.....8
1.1 Характеристика технології буріння свердловин.....8
1.2 Оцінка впливу на довкілля під час буріння свердловин.....11
1.3 Проблематика утворення відходів буріння з точки зору впливу на довкілля.....12
РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВІДХОДІВ БУРІННЯ.....15
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ БУРІННЯ.....20
3.1 Характеристика існуючих методів.....20
3.2 Застосування відходів буріння у будівельній промисловості.....29
3.2 Практичне застосування фізичних методів на прикладі технології утилізації «фільтруючий басейн».....32
РОЗДІЛ 4 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ БУРІННЯ.....38
4.1 Коротка характеристика об’єкту дослідження.....38
4.2 Розрахунок обсягів утворення бурових відходів та обґрунтування методу їх нейтралізації.....39
4.3 Характеристика методу реагентної коагуляції.....43
4.4 Розрахунок параметрів процесу реагентної коагуляції.....44
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....47
5.1 Безпека праці на підприємствах з видобування нафти і газу.....47

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510216		
Розроб.		Майборода			*Технологія нейтралізації і знешкодження відходів буріння*	Літ.	Аркуш 4 / Аркушів 55
Перев.		Фалько					СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС-81
Н.Контр		Батальцев					
Затв.		Пляцук					

5.2 Дії працівників підприємства під час виникнення пожежі на підприємстві.....49
ВИСНОВОК.....51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....52

ВСТУП

Актуальність роботи. Одним із найперших і найважливіших етапів розробки нафтових родовищ є етап буріння та розробки свердловин. Негативний вплив на навколишнє природне середовище, на даному етапі, проявляється у забрудненні атмосферного повітря, ґрунтового покриву та утворенні відходів (нафтошлам).

Нафтошлам являється побічним продуктом процесу видобування та переробки нафти. Найбільш розповсюдженим методом поводження з даним типом відходів є складування у відвали. Однак, зважаючи на екологічні ризики та ресурсний потенціал нафтошламів, розробляються та впроваджуються у практику різноманітні шляхи утилізації відходів буріння.

Метою зниження техногенного впливу на навколишнє середовище, за рахунок застосування ефективних технологій нейтралізації і знешкодження відходів буріння.

Завдання, що були поставленні:

– досліджено і проаналізовано процеси буріння свердловин, з точки зору утворення відходів буріння;

– дана характеристика якісного і кількісного складу нафтошламів;

– проведено огляд існуючих методів нейтралізації і знешкодження відходів буріння;

– проаналізовано сучасні технології нейтралізації бурових шламів. Запропоновано технічне рішення для нейтралізації відходів.

Об’єктом роботи є техногенний вплив на навколишнє середовище, який виникає в ході утворення, накопичення та захоронення відходів нафтогазовидобування.

Предметом роботи є технології нейтралізації і знешкодження відходів буріння.

Особистий внесок здобувача. Усі результати дослідження, що описані в роботі, отримані самостійно.

Практична значимість роботи. При реалізації запропонованої технології, знижується негативний вплив на навколишнє середовище здійснюваний відходами, що утворюються при бурінні нафтогазових свердловин.

Методи дослідження: порівняльний метод, в рамках якого проводилось дослідження об'єкта, шляхом, його порівняння з іншими об'єктами; метод системного підходу – здійснення прогнозування можливих змін у навколишньому середовищі, викликаних діяльністю людини; методи прикладної екології застосовані для інженерно-екологічного аналізу рішень, методи реєстрації та оцінки стану навколишнього природнього середовища, які є важливими складовими екологічного дослідження.

РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ БУРІННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ГАЗОНАФТОВИХ РОДОВИЩ

1.1 Характеристика технології буріння свердловин

Сукупність робіт, результатом яких є утворення круглого отвору у товщі гірських порід називається процесом буріння свердловини. Для виконання даного типу робіт застосовують ряд техніки та обладнання, що дозволяє бурити свердловини із мінімальним залученням людських ресурсів.

Свердловиною називають штучний циліндричний отвір у земній корі. Діаметр свердловин варіюється в межах від 0,25 до 1 м, у той час як глибина у межах від 5 до 10 000 м. Так, найбільша у світі свердловина має глибину 15 000 м (Кольська свердловина).

На рисунку 1.1 зображені технологічні елементи свердловини:

- вибій – дно свердловини, що постійно поглиблюється; руйнування вибойу можуть відбуватися двома шляхами: по всій площі, або ж по кільцю свердловини із залученням керна у центральній частині (незруйнований шмат породи);
- стінками називають бічну поверхню свердловини;
- уся - частина земної поверхні, де бере початок стовбур свердловини;
- стовбур – тіло свердловини, що обмежене її стінками;
- вісь свердловини – уявна траєкторія, що описує центр вибою.

Існують різні класифікації свердловин. Так, за методом буріння розрізняють вертикальні, прямі, похідні та криві свердловини. За цільовим призначенням виділяють три категорії свердловин: геологорозвідувальні, експлуатаційні та технічні. З часом, цільове призначення тієї чи іншої свердловини може бути змінено, наприклад, пошукова свердловина може стати експлуатаційною, тощо.

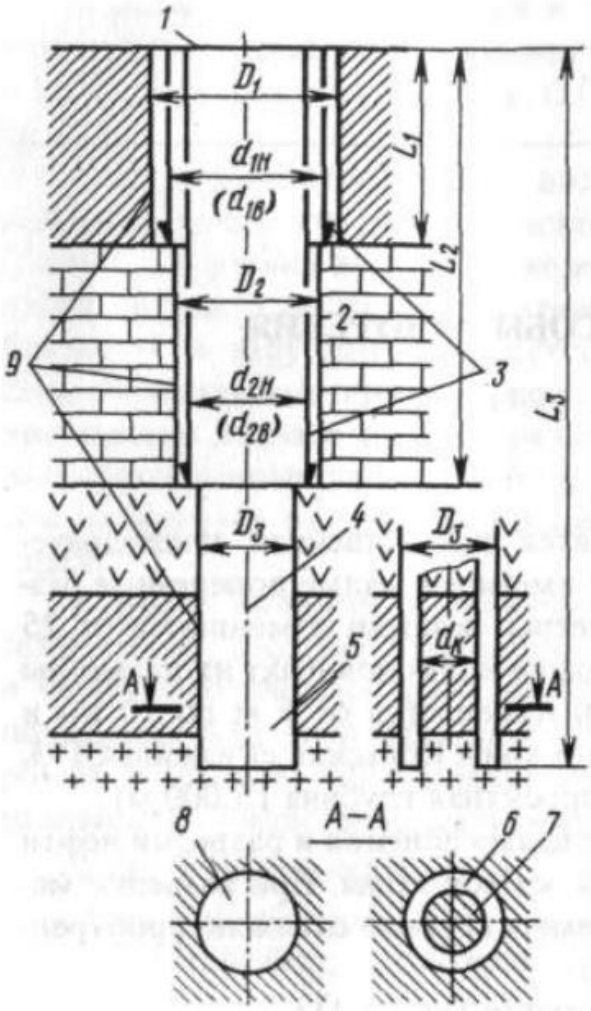

Рисунок 1.1 - Елементи свердловини: 1 - устя, 2 – обсаджений трубами стовбур свердловини, 3, 5 – не обсаджений трубами стовбур свердловини, 4 – вісь свердловини, 6 – кільце свердловини, 7 - керн , 8 – площа свердловини, 9 – стінки свердловини

Існують різні способи буріння свердловин, в залежності від глибини залягання родовища, виду і товщини гірських порід, цільового призначення свердловини, тощо. У таблиці 1.1 наведена класифікація методів та способів буріння свердловин, в основі якої лежать методи руйнування гірських порід. Найбільш широкого застосовування набули методами механічного буріння.

Процес буріння свердловин складається із двох видів робіт: спускопід'ємних та роботи долота. На першому етапі відбувається пропарювання свердловини глибиною 30 – 600 м, перекриття слабких порід чи притоків води

шляхом тампонажу. Тампонаж здійснюється шляхом подання цементного розчину до кільцевого простору свердловини, що заповнює собою увесь затрубний простір. Другий етап продовжується після повного застигання цементного розчину.

Таблиця 1.1 – Класифікація способів буріння свердловин

Спосіб буріння		Різновид буріння
Клас	Група	
Буріння із застосування породо-руйнівних інструментів	Механічний	Ударний Обертальний Обертально-ударний Вібраційний Вібраційно-обертальний Задавлювання інструменту
Буріння без породоруйнівних інструментів	Гідравлічний	Гідромоніторний Гідроімпульсний Гідроударний
	Термічний	Термодинамічний Термостатичний Термоциклічний
	Вибухоударний	Вибухами із застосуванням твердих та рідких вибухових речовин
	Електричний	Електроіскровий або електроімпульсний
	Фізико-хімічний	Руйнування породи розчиненням Руйнування породи плавленням Руйнування породи спалюванням
Комбіновані способи буріння	Гідромеханічний	Гідромоніторно-обертовий Гідромоніторно-ерозійний Гідроударно-ерозійний
	Термосеханічний	Термообертовий Обертовотермоелектродуговий Термоелектромагнітообертовий Термоударний
	Вибухомеханічний	Вибухообертовий

Подальше буріння свердловини здійснюється долотом меншого діаметру. При досягненні проектної глибини, у товщу свердловини опускають колону обсадних труб та цементують її[1, 2].

1.2 Оцінка впливу на довкілля під час буріння свердловин

Видобування корисних копалин супроводжується негативним впливом на довкілля на всіх етапах освоєння родовищ, зокрема під час буріння, освоєння і ліквації свердловин. Негативному впливу піддаються атмосферне повітря, водне та ґрунтове середовище, проте найбільших змін зазнають саме земляні ресурси. Характер та інтенсивність таких впливів визначаються рядом факторів, серед яких технологія буріння та інтенсивність освоєння родовища.

На етапі буріння свердловин можна виділити такі впливи:

- забруднення повітря продуктами згорання палива;
- утворення відпрацьованих паливо-мастильних матеріалів;
- утворення твердих та рідких відходів (відпрацьовані промивні рідини та бурові розчини, буровий шлам).

Загальна назва для усіх відходів, що утворюються в процесі буріння – нафтошлам. Основу нафтошламів складають нафта та нафтопродукти, меншу частину займають розчинні солі, в тому числі й токсичні. Існують випадки, коли до нафтошламів відносять забруднені вуглеводнями воду та ґрунт.

Найбільш поширеним методом поводження із нафтошламами є їх видалення до шламосховищ. Однак, зважаючи на їх склад, доцільнішим напрямом поводження є їх утилізація. Обравши спосіб переробки, можна не лише отримати вторинну сировину, а й значно зменшити негативний вплив на оточуюче середовище.

Існує наступна класифікація нафтошламів (рисунок 1.2):

- аварійні, які є результатом аварійних розливів вуглеводнів;

- бурові, які є побічним продуктом процесу буріння і являють собою суміш бурового розчинну з корисними копалинами;
- технологічні, які є побічним продуктом очищення видобутих вуглеводнів;
- резервуарні, які є осадом, що утворюються під час зберігання вуглеводнів у ємностях.

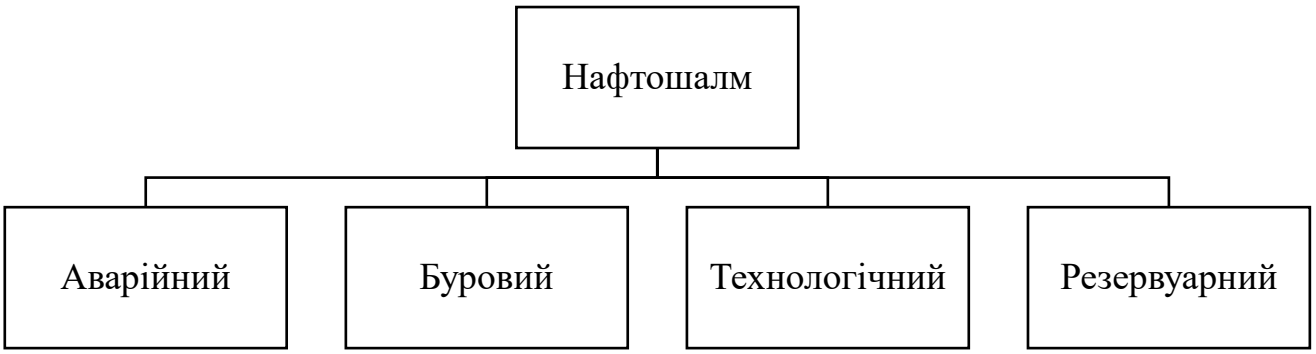

Рисунок 1.2 – Класифікація нафтошламів за походженням

При зберіганні нафтошламів протягом певного часу, відбувається процес його поділу на три шари: осад, що являє собою суміш завислих частинок, середній шар, який складається із розчиненого мастила у воді та верхній шар – власне вуглеводні [3,4].

1.3 Проблематика утворення відходів буріння з точки зору впливу на довкілля

Основною небезпекою відходів буріння є їх негативний вплив на довкілля. Наприклад, нафта (один із основних компонентів нафтошламів), потрапляючи до ґрунтового середовища, здатна мігрувати до нижніх шарів внаслідок пористої структури середовища. Як забруднювач, нафта та нафтопродукти, спричиняють зміну ґрунтових структур та зменшують водопроникність.

Іншим негативним впливом потрапляння відходів буріння до ґрунтового середовища є порушення процесів кругообігу речовин. Так, під вплив нафти та

нафтопродуктів, відбуваються зміни у відношенні вмісту вуглецю та азоту, за рахунок високої концентрації вуглецю у забруднювачу. Наслідок подібного впливу є порушення кореневого живлення рослин, скорочення чисельності мікроорганізмів та збільшення обсягів утворення вуглекислого газу.

Слід зауважити, що нафта та нафтопродукти володіють канцерогенними властивостями.

Обсяг утворення відходів буріння та ступінь їх впливу на довкілля залежить від обраної технології буріння. Середнє значення утворення відходів під час буріння становить до 2 $м^3$ на 1 м.

Процес буріння супроводжується впливом на геологічну складову середовища. Так, під час буріння відбувається зміна складу та властивостей порід, порушення цілісності земної поверхні та втручання у підземні водоносні горизонти [5].

Під час досягнення свердловиною покладів корисних копалин відбуваються різкі забруднення довкілля, спричинені такими явищами, як фонтанування, викиди та потоки вуглеводнів. Розміри такого забруднення визначаються такими факторами, як внутрішній тиск та обсяги корисних копалин родовища.

Також, слід звернути увагу на таку проблему, як міграція підземних вод з одних водоносних горизонтів до інших. Дана проблема виникає при порушенні технології буріння, зокрема при нехтуванні ізоляційними мостами між шарами залягання водоносних горизонтів, порушенні їх герметичності та герметичності затрубних кілець чи інших частин конструкції. Так, міграція високомінералізованих вод може спричинити поступове забруднення прісних водоносних горизонтів. Змішування горизонтів може відбуватися й після консервації свердловини.

Зберігається небезпека аварійних розливів продуктів буріння (технічна вода, бурові розчини, інгібітори, тощо), внаслідок негерметичності ємностей зберігання. У такій ситуації відбувається раптове неконтрольоване забруднення

відкритих ділянок ґрунтового середовища, то ж існує ймовірність забруднення водоносних горизонтів внаслідок міграційної здатності вуглеводнів.

Отже, небезпека забруднення навколишнього природного середовища відходами буріння зберігається на всіх етапах буріння свердловини [6].

РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВІДХОДІВ БУРІННЯ

В роботі вище було описано потенційний склад нафтошламів і зазначено, що вони можуть змінюватися в залежності від обраної технології буріння та характеру допоміжних реагентів. У таблиці 2.1 наведено типовий склад нафтошламу.

Таблиця 2.1 – Характеристика складу нафтошламу

№	Назва реагенту	Характеристика	Клас токсичності
1	2	3	4
1	Нафта	Легкозаймиста рідина з густиною близько 0,85 г/см^3. Досить летка.	3
2	Глиняний порошок	Суха подрібнена глина. Можливо, з додаванням реагентів.	4
3	Сода кальцинована	Порошок білого кольору. Під час буріння може застосовуватися у якості добавки до глиняного порошку.	3
4	Вапно	Порошок білого кольору. Має pH ≤ 7. Під час буріння застосовується для підвищення глиноємкості розчину.	2
5	Крейда	Порошок білого кольору. Складається із тонкозернистої карбонатної породи. Під час буріння може застосовуватись у якості добавки до промивальної рідини.	–
6	Графіт	Порошок срібного кольору. Не розчиняється у воді. Під час буріння може застосовується для змащування спуску обсадних колон.	4
7	Кислота лимонна	Кристали білого кольору. Добре розчинні у воді. Під час буріння може застосовується для зменшення лужної агресії бурового розчину.	–

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
8	Крохмаль	Білий порошок Застосовується в якості добавки для зменшення фільтрації.	4
9	Гідроксид натрію	Кристали білого кольору. Добре розчинні у воді. При реакції з водою виділяють велику кількість тепла.	2
10	Калій хлористий	Кристали білого чи цегляного кольору. Розчинні у воді. Під час буріння можуть застосовується для підвищення стійкості стінок свердловини.	3
11	Натрій хлористий	Безбарвний порошок. Застосовується у якості мінеральної добавки бурового розчину.	3
12	Ксантанова мідь	Біополімер, розсипчастий дрібнодисперсний порошок білого кольору. Немає запаху. Використовується у якості структурної добавки бурового розчину.	4
13	Стабілізатори бурового розчину	Можуть бути у вигляді рідини чи порошку. Добре розчиняються у воді.	4
14	Biocide	Прозора рідина. Володіє легким характерним запахом. Використовується для попередження утворення бактерій у буровому розчині.	-
15	Піногасник	Використовується для попередження та ліквідації піноутворення бурових та тампонажних розчинів.	4

Для розрахунку класу небезпеки нафтошламу було застосовано методику «СОУ 73.1-41-11.00.01:2005 Охорона довкілля. Природоохоронні заходи під час спорудження свердловин на нафту і газ» (формула 2.1):

$$K_i = \frac{\text{ГДК}_i}{(S+0{,}1\cdot F+C_p)^i} \qquad (2.1)$$

де F – коефіцієнт летючості реагенту;

ГДК – гранично допустима концентрація складової відходу, мг/кг;

S – коефіцієнт розчинності речовини у воді, безрозмірний, знаходиться в інтервалі від 0 до 1;

і – порядковий номер речовини;

C_p – загальний вміст речовини у відході, %.

При розрахунку індексу небезпеки (K_i) окремих компонентів, обирають 2 основних компонента з мінімальним значенням K_i, окрім того, мають виконуватися такі умови: $K_1 < K_2 < K_3$ та $2K_1 \geq K_2$.

Сумарний індекс небезпеки визначається за формулою:

$$K = \frac{1}{n^2} \cdot \sum_{i=1}^{n} K_i \qquad (3.2)$$

де $n \leq 3$, після чого визначається клас токсичності за допомогою таблиці 3.2.

Таблиця 2.2 – Класифікація небезпечних речовин на основі ГДК у ґрунті

Розрахункова величина К за ГДК у ґрунті	Клас небезпеки	Ступінь небезпеки
<2	I	надзвичайно небезпечні
2–16	II	дуже небезпечні
16–30	III	помірно небезпечні
>30	IV	малонебезпечні

Результати розрахунку класу небезпеки бурових відходів наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку класу небезпеки відходів буріння

№	Назва реагенту	Вміст у відходах, %	Клас токсичності	Розчинність, S	ОДК в ґрунті, мг/кг	Індекс небезпеки
1	Нафта	3,87	3	0,4	5 000	1 172,0
2	Глиняний порошок	2,18	4	0,1	50 000	21 934,5
3	Сода кальцинована	0,10	3	0,8	2 000	2 211,1
4	Вапно	0,30	2	0,8	8 000	7 288,8
5	Крейда	1,50	–	0	4 000	2 672,1
6	Графіт	0,84	4	0,05	5 000	5 630,6
7	Кислота лимонна	0,08	–	0,9	5 000	5 125,5
8	Крохмаль	1,50	4	1	5 000	1 997,1
9	Гідроксид натрію	0,40	2	0,8	200	**166,7**
10	Калій хлористий	1,49	3	0,8	560	**244,7**
11	Натрій хлористий	2,13	3	0,9	2 500	826,0
12	Ксантанова мідь	0,15	4	0,7	4 000	4 683,0
13	Стабілізатори бурового розчину	0,39	4	0,5	10 000	11 206,0
14	Biocide	0,07	2	0,7	2 000	2 600,5
15	Піногасник	0,25	4	0	5 000	19 744,7

Згідно результатів розрахунку лише два компоненти мають найменше значення індексу небезпеки: гідроскид натрію $К_1$=166,7 та калій хлорид $К_2$=244,7. Перевіряємо на відповідність умовам:

$К_1 < К_2 < К_3$	166,7<244,4	Виконується
$2К1 \geq К_2$	333,4>244,7	Виконується

Розраховуємо коефіцієнт небезпеки

$$К = \frac{1}{2^2}(166{,}7 + 244{,}7) = 102{,}9$$

Отже, за результатами розрахунків коефіцієнт небезпеки відходів буріння становить К=102,9. Наведені хімічні речовини утворюють бурові розчини IV класу небезпеки і відносяться до малонебезпечних.

РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ БУРІННЯ

3.1 Характеристика існуючих методів

Зважаючи, на природу походження нафтошламу, двох ідентичних за складом і властивостями нафтошламів не існує. Проте, за природою походження можна виділити чотири типи нафтошламів: аварійний, буровий, технологічний та резервуарний.

Резервуарний нафтошлам утворюється як продукт реакції нафтопродуктів у закритому середовищі, що характеризується властивостями, такими як вологість та температура середовища, тиск та вміст кисню у повітрі. Також, наявність зважених частинок та їх походження певним чином можуть впливати на характер перебігу реакцій. Кінцевим продуктом взаємодії є не повне окиснення вуглеводнів і утворення смолистих з'єднань.

Резервуарні нафтошлами характеризуються широким діапазоном співвідношень вуглеводнів, води та зважених частинок. Наприклад: вміст води може варіюватися в межах від 1 до 52 %, вуглеводні можуть сягати до 90 % від усього складу відходів, а домішки – 65 %. Результатом такої варіативності складу відходів є відмінність фізичних та хімічних властивостей.

Нафтошлами характеризуються густиною у межах 830–1700 кг/м^3. Діапазон температур самозаймання змінюється від 35 до 120 ˚С.

За наявності води у складі нафтошламів відбувається процес синтезу стійких емульсій вода-масло. Стабілізація суміші відбувається за рахунок стабілізаторів природного походження (із класу смол, парафінів, асфальетнів).

Усі методи утилізації відходів буріння базуються на принципі розділу фаз, з максимальним збереження їх складу та властивостей для можливості подальшого використання. Найбільш поширеним є процес розділу рідкої та

твердої фази. Кінцеві продукти сепарації потрапляють на подальшу переробку, що різниться за методами та технологіями утилізації відповідно.

Єдиного способу поводження з відходами буріння з метою мінімізації їх негативного впливу не існує. Усі методи утилізації умовно розділяються на такі види:

– термічні, що базуються на процесах спалювання у спеціальних установках;

– фізичні, що базуються на процесах сепарації;

– хімічні, що засновані на перебігу хімічних реакцій;

– фізико-хімічні – поєднання фізичних та хімічних методів;

– біологічні, що базуються на здатності живих організмів розкладати нафтопродукти [7,8].

Найбільш розповсюдженішими є термічні методи, що базуються на спалюванні відходів буріння у спеціальних установках. Перевагою даного методу є можливість одночасного спалювання нафтошламу та інших нафтовмісних відходів, як от промаслене ганчір'я та пісок. Продукти горіння, що класифікуються як вторинні відходи, мають IV клас небезпечності, тому видаляються на полігони для подальшого захоронення. Важливим є те, що об'єм вторинних відходів в рази менший за початковий об'єм бурових відходів.

На рисунку 3.1 наведена схема установки, де спалювання відходів відбувається за технологією « киплячого шару». Принцип роботи полягає у наступному: газовий потік проходить через шар матеріалу, при цьому відбувається зміна його кінетичної енергії, а шар матеріалу переходить із спокійного стану у так званий «киплячий».

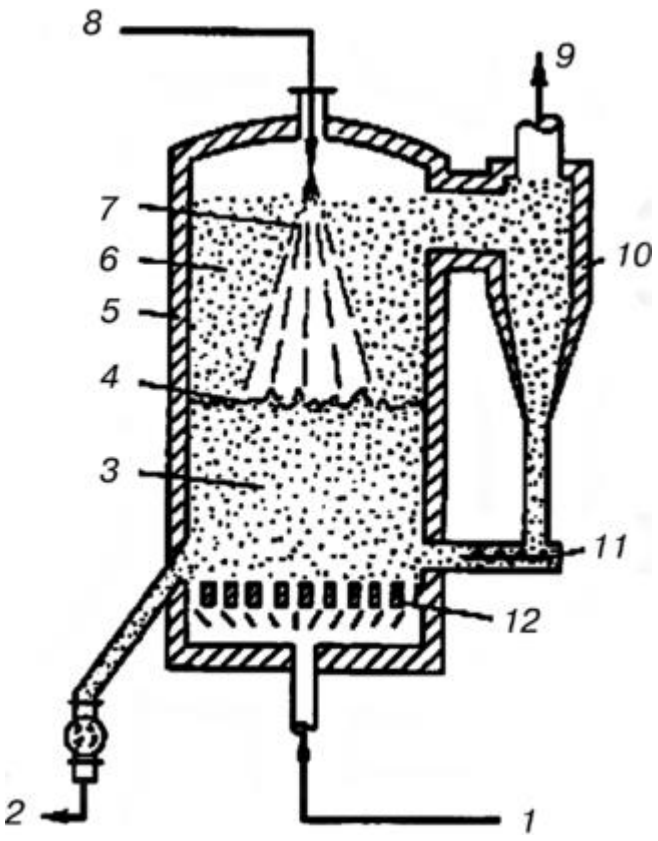

Рисунок 3.1 – Схема реактору котла типу «киплячого шару»: 1 – повітря для псевдозрідження; 2 – твердий продукт; 3 – шар інертного носія (пісок) в твердій фазі; 4 – межа псевдозрідженого шару; 5 – корпус; 6 – віднесення золи; 7 – потік завантажуваних відходів; 8 – завантаження відходів; 9 – гази, що відходять; 10 – сепаратор; 11 – повернення пилу; 12 – грати

Однак, технологія «киплячого шару» не надто підходить для утилізації рідких чи газоподібних відходів буріння. У такому випадку застосовують циклонні спалювальні апарати. На сьогодні, дані апарати широко застосовують при утилізації рідких відходів хімічних та нафтохімічних підприємств. Схема типологічної установки наведена на рисунку 3.2.

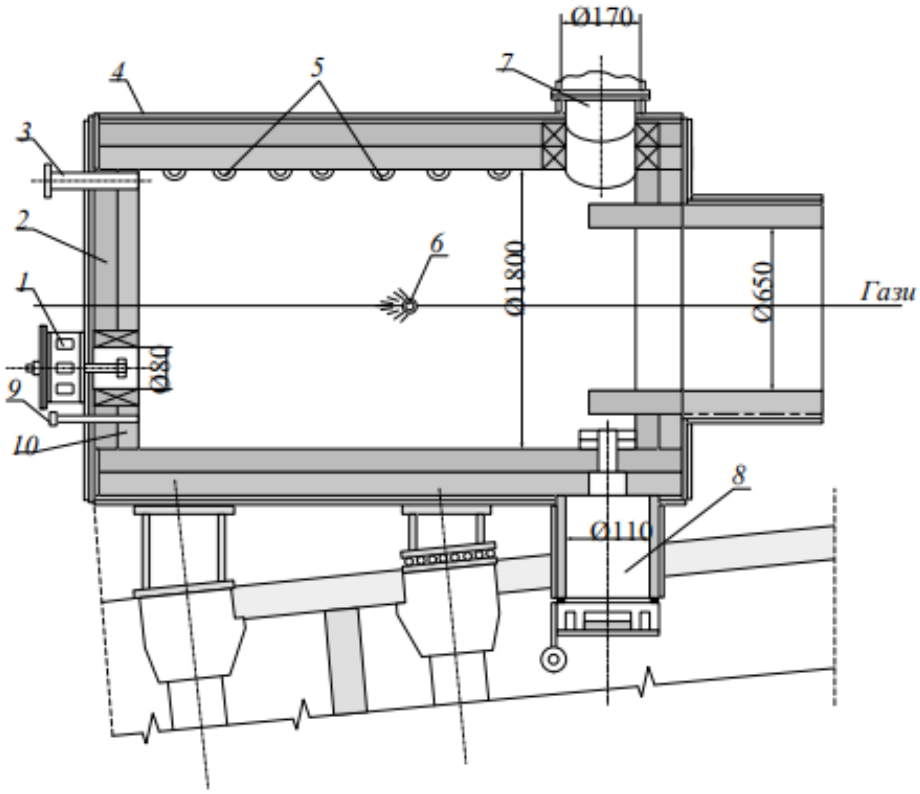

Рисунок 3.2 – Установка спалювання рідких нафтовмісних відходів: 1 – пальник для газу і мазуту; 2 – футерування з шамотної цеглини; 3 – оглядового вікна; 4 – кожух; 5 – сопла для тангенціального введення вторинного повітря; 6 – форсунка для розпилювання стічних вод; 7 – вибуховий клапан; 8 – камера із затвором для видалення рідкої золи; 9 – люк для приладів; 10 – футерування з хромомагнезітової цегли

Аеродинамічні властивості циклонних топок надають їм значну перевагу в порівнянні з іншими установками. Так, вихрова структура газового потоку гарантує високу інтенсивність і стійкість процесу спалювання нафтопродуктів з досить малими втратами при мінімальних надлишках повітря. За таких умов формуються найбільш оптимальні параметри навколишнього середовища для масообміном між двома середовищами (у даному випадку газовим і водним). Завдяки цьому існує можливість до зменшення розмірів установки, при цьому не змінюючи її продуктивність. [9, 10].

До фізичних методів відносять наступні технології:

– гравітаційне відстоювання;
– розділення у відцентровому полі;
– розділення фільтруванням.

До переваг гравітаційного відстоювання можна віднести відсутність значних капітальних та експлуатаційних витрат та наявність методів хімічної обробки. Недоліком є низька ефективність поділу і тривалість процесу. Використання фізичних методів утилізації обмежено через необхідність подальшої обробки великих залишків.

Поширеним стало наступне обладнання для утилізації відходів буріння: фільтри, гідроциклони, центрифуги та сепаратори.

Для зневоднення нафтошламу можна використовувати метод фільтрації. Для цього використовують фільтрувальні сепаратори, які зневоднюють важку масу. Принцип роботи установки відцентрової сепарації напівбезперервний: шлам змішується з нагрітою свіжою олією в трифазний відстійник, який під дією відцентрової сили поділяється на три фази: вуглеводні, воду і механічні домішки (рисунок 3.3). Отримані вуглеводні переробляються, вода очищається, а механічні домішки, багаті вуглеводнями та водою, стають новим типом відходів, які потребують очищення.

Складність такої обробки пояснюється тим, що осад є емульсією, яку важко відокремити. Ця властивість є результатом неоднорідності мулу, склад і властивості якого відрізняються залежно від місця розташування та методу обробки. Крім того, шлам є дуже корозійним продуктом, який потребує попередньої фільтрації та використання обладнання з високоякісного металу з вибухобезпечною конструкцією. Використовуючи традиційні методи очищення з використанням механічних методів, вуглеводні неможливо повністю розділити, залишаючи велику кількість емульгованої олії, що містить воду та тверді частинки. Тому застосовувати принцип центрифугування до окремих видів осаду як методу утилізації недоцільно [11-13].

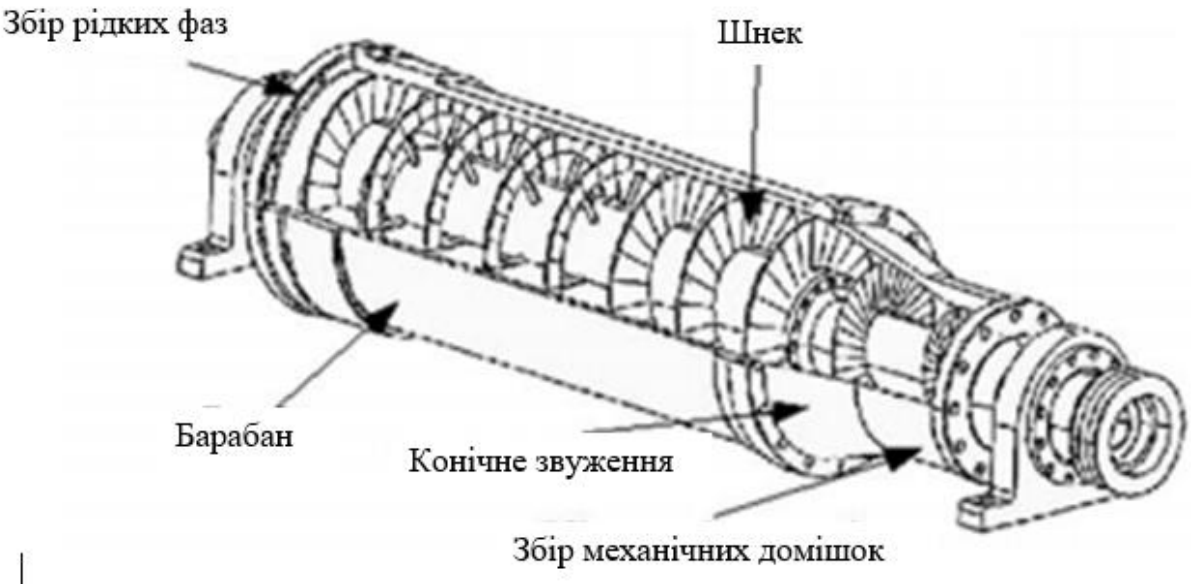

Рисунок 3.3 – Декантер

Швидко розвиваються хімічні методи обробки мулу. Хімічний підхід заснований на інкапсуляції та нейтралізації реагентами на основі оксиду лужноземельних металів. Суть методу хімічного інкапсуляції полягає в хіміко-механічному перетворенні відходів, що містять нафтопродукти, в порошкоподібний екологічно чистий нейтральний матеріал, кожен з яких покритий гідрофобною водонепроникною оболонкою.

Вищезазначений метод заснований на оксидних властивостях мінеральних адсорбентів (CaO, MgO та ін.), які в процесі гасіння збільшують питому поверхню в 15-30 разів і перетворюються на блочну речовину з високою адсорбційною здатністю для вуглеводневої нафти. Реакція гасіння супроводжується виділенням великої кількості тепла. Технічна програма має такі зміни:

- в спеціалізованих установках, що дозволяють обробляти великі обсяги відходів нафтодобувних установ, обладнаних системами електропостачання;
- використання змішувального пристрою для невеликих обсягів нафтопродуктів, утилізація яких економічно виправдана в місці утворення;

– у земляних коморах - для роботи з затором коксівні нафтопродукти замінюють «старий» промисловий нафтопровід.

Існує спосіб обробки мулу або забрудненого нафтою ґрунту розчинником. Як розчинник може використовуватися побічний продукт хлорорганічного виробництва, а також хлорорганічні відходи цих виробництв.

Обробка відбувається наступним чином:

– обробка шламу розчинником;

– випаровування розчинника, конденсація та повернення до технічного процесу;

– випаровування розчинника з чистого мулу або гострого ґрунту водяною парою або димовим газом і подальша конденсація пари розчинника;

– транспортування димових газів, що містять пару розчинника, через забруднений нафтою ґрунт.

Встановлене обладнання сконструйовано наступним чином. Пристрій містить лінію змішування дренажу та масляної емульсії, лінію видалення нафтової фази, лінію видалення концентрату емульсії проміжного шару та лінію видалення газу та дренажу [14].

Суть фізико-хімічного методу заснована на застосуванні спеціально підібраних поверхнево-активних речовин (деемульгатори, диспергатори, сплутувачі та ін.), допоміжних речовин і колоїдів, які діють на зміну стану (розміру частинок) - суспензії частинок у нафтовій і водній фазах. Децентралізовано структура.

Флокулянти використовують для відокремлення осаду - водорозчинних полімерних електролітів, доданих перед центрифугуванням або обробкою фільтр-пресом. Ці речовини стимулюють десорбцію вологи з поверхні твердих частинок, активізують когезію між ними та допомагають швидко та ефективно зневоднювати мул. Вони досить ефективні для очищення побутових стічних вод.

Позитивний ефект спостерігається при використанні флокулянтів у поєднанні з деемульгаторами, які зазвичай використовуються для поділу водно-

нафтової емульсії на етапах видобутку та транспортування нафти. Ефективність деемульгаторів залежить від їх кількості та природи компонентів природного стабілізатора, технічних умов застосування: дозування, місця введення, концентрації робочого розчину, температури, міцності змішування. Правильний вибір деемульгатора забезпечує найбільш ефективне відділення нафти і води від механічних домішок і солей. Складний механізм стабілізації системи емульгування диктує використання деемульгаторних композицій, а не окремих речовин.

Екстракція зазвичай використовується для вилучення з шламів вуглеводневої складової [15,16].

Біологічні методи очищення ґрунтуються на здатності біологічних об'єктів (бактерій, грибних культур, рослин) розщеплювати вуглеводні. Під час біохімічної реакції забруднений шар ґрунту зазнає гниття та часткової гуміфікації.

Як руйнівні мікроорганізми використовуються різноманітні живі організми, такі як родокок, фузаріоз та ін.

В якості біологічних добавок можна використовувати високомолекулярні кислоти (ІМК), отримані при окисленні керогенових сланців у водно-лужних середовищах. Біотрин також використовується як біологічна добавка.

Прикладом може служити біопрепарат Devoroil, який використовується для очищення ґрунту, води, мулу та інших нафтових відходів. Препарат являє собою комбінацію вуглецевих лужних бактерій і дріжджів, які однаково ефективні в різних природних і техногенних системах. Система підходить для середовищ із солоністю до 150 г/л, тобто однаково ефективна як у прісній, так і в морській воді, і здатна до комплексного розкладання розчинних і нерозчинних компонентів у нафті.

Остання властивість препарату значно скорочує час, необхідний для нейтралізації забруднення, запобігає втраті мікробів через вимивання з товщі нафтопродукту. Витрата препарату залежить від рівня забруднення.

Біологічні методи найкраще використовувати в поєднанні з іншими методами утилізації. У цьому випадку ефективність методу можна підвищити до 91% (після первинного вилучення нафтопродуктів із шламу ксилолом та обробки спеціально підібраними біопрепаратами).

Обробку донного осаду можна проводити шляхом біодеградації на місці. Ефективність утилізації залежить від багатьох факторів, включаючи здатність підтримувати необхідні умови для сприяння біодеградації.

Тому методи біологічної очистки використовуються як один із етапів комплексних заходів щодо очищення осаду. Оскільки вміст нафтопродуктів у шламі не дуже високий, цей спосіб технічно, екологічно та економічно недоцільний.

Шлам слід використовувати як добавку у виробництві будівельних матеріалів з урахуванням складу та властивостей шламу до будівельних матеріалів. Наприклад, цей вид відходів можна використовувати для виробництва цегли, керамзиту тощо. [14, 16].

Отже, усю наведену вище інформацію можна систематизувати у таблицю 3.1, де відбувається порівняння переваг та недоліків існуючих методів утилізації відходів буріння.

Таблиця 3.1 – Порівняльний аналіз методів утилізації відходів буріння

Метод	Переваги	Недоліки
1	2	3
Термічний	- відносно низька собівартість; - можливість одночасної утилізації декількох видів відходів; - значне зменшення початкового об’єму відходів.	- необхідність очищення продуктів горіння, - значні енергетичні затрати.

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
Фізичний	- висока ефективність розділення; - можливість повторного використання нафтовмісних продуктів; - невибагливість до початкової якості сировини.	- разом з підвищенням ефективності розділення, зростає вартість обладнання; - потреба у постійній регенерації фільтруючого матеріалу.
Хімічний	- висока ефективність утилізації; - можливість використання продуктів утилізації.	- постійна потреба у реагентах; - коштовність процесу; - потреба у постійній регенерації фільтруючого матеріалу.
Фізико-хімічний	- висока ефективність процесу утилізації; - можливість контролювати перебіг процесу.	- значні енергозатрати; - постійна потреба у реагентах; - коштовність процесу;
Біологічний	- низькі фінансові витрати; - можливість отримання біогазу; - екологічно безпечний процес.	- постійна потреба у підтримці певних умов для перебігу процесу; - необхідінсть утилізації фітокульту.

3.2 Застосування відходів буріння у будівельній промисловості

Велика кількість відходів у вигляді шламу неминуче накопичується в районах видобутку нафти. Однією з найбільш широко використовуваних галузей є будівництво доріг. Відомо, що шлам можна використовувати для просочення та обробки поверхні мінеральних порід для їх стабілізації або гідроізоляції в асфальтобетоні [9].

Включає смоли, асфальтени, важкі ароматичні речовини та парафіни.

У складі шламу він окислюється і твердіє на повітрі, утворюючи добрий водонепроникний шар і забезпечує міцність зчеплення частинок мінерального матеріалу.

Процес створення дорожнього покриття полягає в підготовці фундаменту шляхом нанесення ґрунтового гідроізоляційного шару, нафтошлам на фундаменті виконує роль , ущільнення, укладання мінерального матеріалу(щебінь, гравій або їх суміш). Другим шаром нанести мул, його ущільнення та час витримки залежать від температури навколишнього середовища.

Однак досліджень властивостей шламу мало і немає досвіду. Застосування в дорожньому будівництві вимагають масштабних досліджень, що включають фізичну хімію, фізичну механіку та інші методи аналізу властивостей матеріалів, що розробляються.

Наприклад, технологію розробив MEISSNER GRAUNDBAU. Гідрофобні вироби для дорожнього будівництва отримують шляхом хімічної переробки нафтових відходів [17].

Шлам також можна використовувати у виробництві гідроізоляційних матеріалів. Аналіз показує, що матеріали, які традиційно використовуються як герметичні екрани, не забезпечують необхідного захисту об'єктам навколишнього середовища протягом усього життєвого циклу полігонів твердих побутових відходів. Якісні та кількісні зміни скиду забруднюючих речовин у воду вимагають встановлення систем захисту від витоків,

Протягом певного періоду часу, що вимірюється століттями, це не може забезпечити поточні нормативно-технічні рішення. Перспективним напрямком удосконалення глиняних матеріалів, які використовуються як гідроізоляційні екрани для звалищ, є зниження фільтраційних характеристик і підвищення хімічної стійкості до фільтрату за рахунок добавок.

Органічні гідрофобні сполуки. Такі екрани можна назвати органічними мінералами. Органо-мінеральні екрани забезпечують тривалу стійкість до дії

фільтрату, оскільки додавання до глини олійних продуктів підвищує гідрофобність

Матеріал отримують шляхом запобігання прямому контакту фільтрату з глиною. Розробка нових водонепроникних матеріалів може бути спрямована на зменшення або повністю замінить дефіцитний і дорогий бітум, використовуючи для водонепроникних покриттів такі побічні продукти, як нафтовий осад. Гідрофобні компоненти традиційно використовуються в якості гідроізоляційних матеріалів.

Сучасні дослідження та розробки складів і технологій виробництва гідроізоляційних матеріалів, спрямованих на заміну дорогих і дефіцитних товарів – відпрацьована олія. Використання нафтових відходів не тільки знижує витрату бітуму або нафти, але й одержує матеріали з високими фізико-механічними властивостями. Використання шпаклівки гідроізоляції, особливо в м'яких покрівлях і підвалах.

Матеріал складається із суміші шламу та наповнювача (глини або керамзитового пилу) з pH 7,0-7,5 при нагріванні до 60-90ºС, перемішуйте 20-30 хвилин і охолодіть до кімнатної температури. Отриманий матеріал має високі якісні властивості.

Інша сфера – використання вживаних установок. Розчин служить основою для приготування потрібного цементного складу. Зміцнити свердловину та ізолювати зону поглинання. Перспективним методом обробки мулу є його використання. Це в цегляній технології. Для підвищення механічної міцності, морозостійкості та відкритої пористості цегли, рекомендується додавати 13-15% прискорювача горіння до глиняної сировинної суміші, в якій використовується суміш тирси і шламу в співвідношенні 1: 3.5 і вологість мулу 3-10%.

Нафтовий осад, що вводиться в суміш, є відходом переробки нафти, зібраним під час очищення стічних вод. В'язка рідина щільністю від 0,86 до 0,97 г/см^3, що містить воду, механічні домішки та горючу частину. До складу горючої фракції в основному входять асфальтени.

Карбонати і карбіди, бензол і спирт, бензольні смоли. В якості мулу містяться горючі речовини і механічні домішки. Це і добавка для горіння, і мінеральна добавка, до того ж вода, що міститься в мулі, створює додаткові пори для цегли. Шлам можна використовувати як частину витрат на виготовлення фасадів та керамічної плитки.

Нафтовий шлам також можна використовувати для виробництва теплоізоляційних матеріалів, що складаються з високотемпературних волокон і вогнетривких матеріалів

Глина і поліакриламід. Використання шламу при виготовленні мінераловатних плит забезпечує гідрофобність продукту і зменшує його об'ємність.

Осад також можна використовувати для виробництва керамзиту з метою зниження насипної маси глини та її набухання при виробництві керамзиту та в якості різноманітних органічних добавок [18-19].

3.2 Практичне застосування фізичних методів на прикладі технології утилізації «фільтруючий басейн»

Українська компанія «ЕкоТекОйл» спеціалізується на наданні послуг з утилізації відходів буріння безпосередньо на буровому майданчику за технологією зневоднення «фільтрувальний басейн». Застосування даного методу дозволяє вирішити такі проблемні питання:

- безперервність процесу, що забезпечує оброблення відходів у обсязі понад 200 $м^3$/год;
- знешкодження бурових відходів із максимальним об’ємом води, що повертається в технологічний процес;
- зниження навантаження на довкілля під час роботи транспортних засобів за рахунок відсутності транспортувань;
- можливість повторного використання оброблених відходів.

Фільтруючий басейн виконаний у вигляді збірної круглої металевої конструкції, встановленої у водонепроникній зоні з байпасним каналом для фільтрації води. Стінки виготовлені зі спеціально підібраного фільтрувального полотна. Перед потраплянням в басейн нафтошлам обробляється флокулянтами і коагулянтами для укрупнення дрібних частинок, що в свою чергу призводить до збільшення витрати води. В результаті отримуємо фільтровану технічну воду і зневоднену породу. Розмір басейну та його місткість легко підлаштовуються під проектний об'єм колодязя.

Технологія передбачає додатковий вплив на нафтошлам з метою нейтралізації токсичних компонентів.

Дана технологія добре підходить для безамбарних методів буріння. У ній збережена головна особливість амбару – зберігається та усувається головний недолік – забруднення.

Технологія «фільтруючого басейну» знижує токсичність бурових відходів, розділяє їх на рідку та тверду фази, повторно використовує воду та видаляє породу не як відходи, що потребують обов'язкової утилізації, а як сировину чи матеріал для подальшого використання.

На сьогоднішній день, за технологією «фільтруючий басейн» виконуються роботи по утилізації бурових відходів на 4 промислових майданчиках. На кожному з них обробці піддано понад 4000 м^3 відходів, а в повторне використання повернуто понад 1000 м^3 технічної води.

Опис технології. На першому етапі відбувається вибір ділянки та її облаштування для розміщення фільтрувального ставка потрібного діаметру на промисловому майданчику (рисунок 3.4).

1 2

Рисунок 3.4 – Перший етап:

1 - підготовка та планування ділянки для розміщення фільтрувального басейну;

2 – гідроізоляція майданчика

Після підготовки фундаменту відбувається власне встановлення конструкції, що являє собою каркас виконаний із металевих листів та ємності для фільтрату (рисунок 3.5)

Рисунок 3.5 – Установка «фільтрувальний басейн»

Після встановлення конструкції відбувається закачка бурових відходів, додають реагенти, флокулянти, коагулянти, завдання яких зв’язати всі тверді речовини і відштовхнути воду. Вода проходить через фільтруючий елемент басейну через байпасний канал і повторно використовується для підготовки бурового розчину, що дозволяє економити воду в свердловині (рисунок 3.6).

Рисунок 3.6 - Процес фільтрації води через стінку установки, після оброблення відходів буріння флокулянтами

Після буріння в басейні залишається сухий шлак, який можна використовувати як вторинну сировину для засипки та як будівельний матеріал.

Таким чином, відбувається вирішення двох екологічних проблем: перероблення бурових відходів, щоб вони не потрапляли на сміттєзвалища, та надаємо місцевим громадам ґрунт для засипки звалищ (рисунок 3.7).

Рисунок 3.7 - Використання сухого залишку для підсипки полігону ТПВ

За результатами застосування технології буріння відходів буріння «фільтруючий басейн» можна виділити наступні позитивні моменти:

- нагромадження основних обсягів відходів відбувається безпосередньо на майданчику буріння, що позбавляє від необхідності постійного завантаження напіврідких відходів, транспортування вантажівок та місцевих важливих доріг на місці буріння, полегшуючи роботу та знижуючи соціальну напругу;
- установка для очищення бурових відходів гарантує, що весь проектний об'єм відходів буде прийнятий, оскільки він розроблений та виготовлений індивідуально для кожної бурової установки. Якщо виникають непередбачені обставини і збільшується кількість утворюваних відходів, проблему вирішують встановленням додаткових агрегатів необхідного розміру;
- залежно від площі, доступної на буровій ділянці, можна встановити один блок на весь обсяг відходів або встановити кілька менших установок;

- усі відходи, що утворюються в процесі буріння, переробляються на вторинну сировину, повністю відповідну рівню поводження з відходами;
- установка постійно забезпечує отримання всіх відходів, що утворюються під час процесу буріння, включаючи відходи, що утворюються під час процесу скидання бурового розчину, відходи, що утворюються під час процесу цементування, та заміну використаного бурового розчину, що значно зменшує вартість ризику зупинки буріння через можливі проблеми з навантаженням та видаленням бурових відходів з місця буріння;
- можна отримати аналіз загальної кількості накопичених відходів, отриманих конвертовим методом (5 проб), оскільки зневоднений залишок знаходиться у фільтрувальному резервуарі до кінця буріння. Отримати повний комплект документів, щоб погодитися на подальше використання сухого залишку, таким чином виключивши можливі проблеми через неправильну утилізацію відходів. [20]

РОЗДІЛ 4 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ БУРІННЯ

4.1 Коротка характеристика об’єкту дослідження

Метод нейтралізації відходив буріння застосовано для Роздолівсько-Успенківського родовища, площа якого знаходиться у межах Близнюківського району Харківської та Петропавлівського району Дніпропетровської областей. Вид корисної копалини: нафта, газовий конденсат. Об’єктом дослідження є процес дослідно-промислової розробки родовища корисних копалин Роздолівсько-Успенківська-1 площі, а саме буріння двох розвідувальних свердловин (рисунок 4.1).

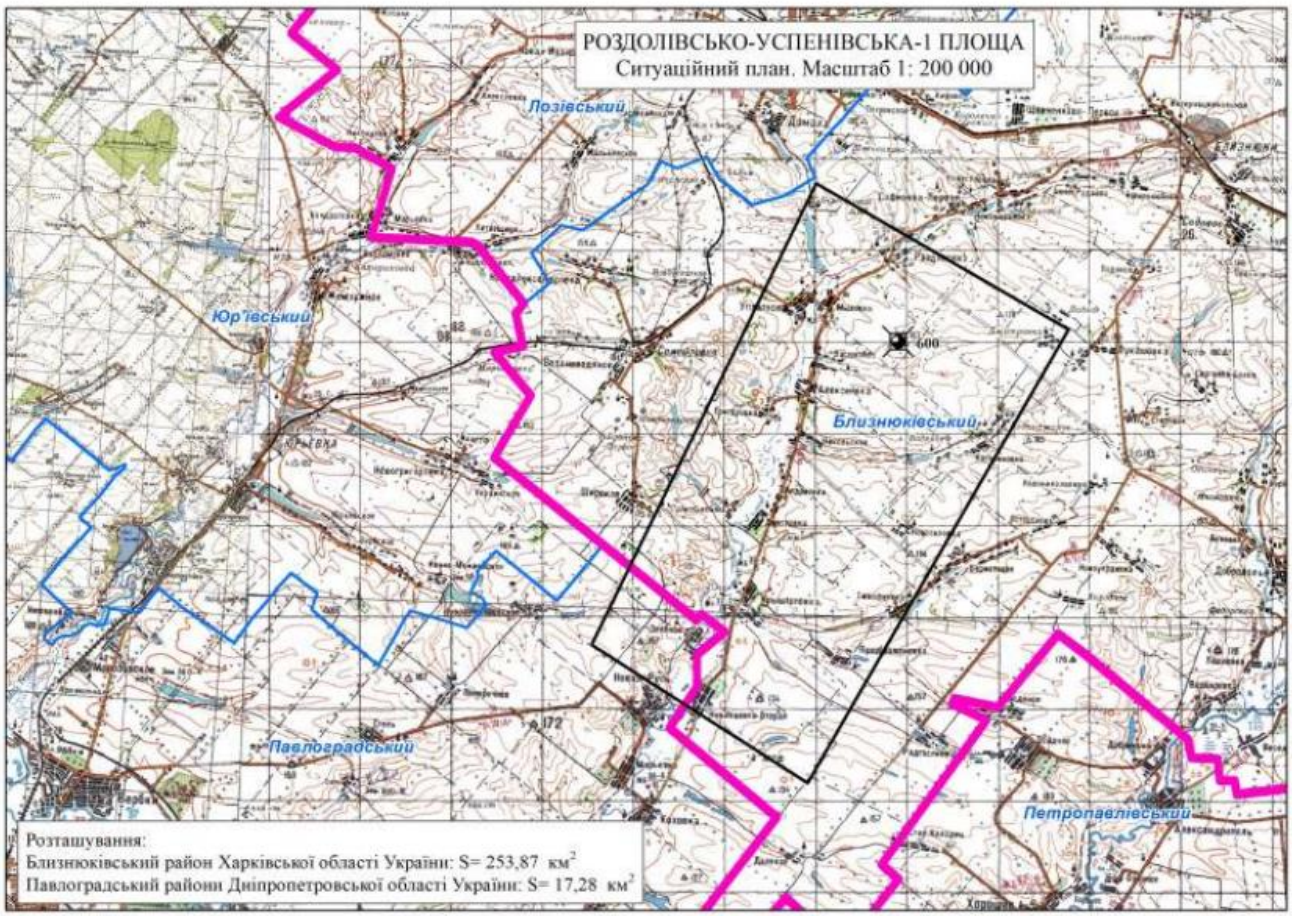

Рисунок 4.1 - Ситуаційний план з нанесеними межами ділянки надр Роздолівсько-Успенівської-1 площі

Пошук і розвідка корисних копалин передбачають сейсмічні дослідження, які в поєднанні з пошуковим бурінням можуть дати додаткову інформацію з метою прогнозування локальних накопичень вуглеводнів, визначення перспективних ділянок і приблизної глибини вуглеводневих пасток.

Для будівництва свердловини передбачається використання бурових установок різної потужності.

Будівництво свердловини включає наступні етапи:

– підготовчо-монтажні роботи, тобто встановлення бурової установки;

– буріння та закріплення стовбура свердловини обсадною колоною та її цементування;

– випробування свердловини на приплив промислового газу;

– демонтаж бурової установки та рекультивація свердловини.

Передбачається застосування типової схеми з'єднання гирла свердловини. Оптимальний маршрут і довжина траси газопроводу буде вибрано виходячи з рельєфу місцевості та наявних комунікацій. Залежно від довжини газопроводу розробка проекту підключення свердловини може становити до чотирьох місяців.

4.2 Розрахунок обсягів утворення бурових відходів та обґрунтування методу їх нейтралізації

У процесі буріння свердловини будуть утворюватися наступні відходи:

– супутня порода;
– відпрацьований буровий розчин;
– стічні води;
– буровий шлам;
– промивні рідини.

Розрахунок обсягів відходів здійснено на підставі ГСТУ 41-00 032 626-00-007-97.

У розрахунках приймаємо найбільшу глибину свердловини – 4300 м. Інтервали буріння наведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Інтервали буріння розвідувальної свердловини

Інтервал	Глибина, м	Інтервал буріння (L_i), м
I	0-200	200
II	200-2120	1920
III	200-3440	1320
IV	3440-4300	860

Розрахунок об'єму вибуреної породи проводиться за формулою 4.1:

$$V_{ПР} = 0{,}785 \cdot К_Р \sum(Д_{ні} \cdot \alpha_i)^2 \cdot L_i \qquad (4.1)$$

де $К_Р$ – коефіцієнт розущільнення породи, $К_Р$ = 1,2;

$Д_{ні}$ – діаметр долота в інтервалі буріння, $Д_I$ = 0,55, $Д_{II}$ = 0,3937, $Д_{III}$ = 0,2953, $Д_{IV}$ = 0,2159;

α_i – коефіцієнт каверзності, α_i = 1,1;

Проводимо розрахунок об'єму вибуреної породи на кожному з інтервалів:

$$V_I = 0{,}785 \cdot 1{,}2 \sum(0{,}55 \cdot 1{,}1)^2 \cdot 200 = 69 \text{ м}^3$$

$$V_{II} = 0{,}785 \cdot 1{,}2 \sum(0{,}3937 \cdot 1{,}1)^2 \cdot 1920 = 339 \text{ м}^3$$

$$V_{III} = 0{,}785 \cdot 1{,}2 \sum(0{,}2953 \cdot 1{,}1)^2 \cdot 1320 = 131 \text{ м}^3$$

$$V_{IV} = 0{,}785 \cdot 1{,}2 \sum(0{,}2159 \cdot 1{,}1)^2 \cdot 860 = 46 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм вибуреної породи на усіх інтервалах становить 585 м^3.

Розрахунок об'єму видаленої породи проводиться за формулою 4.2:

$$V_{ВП} = \sum e_i \cdot V_{ПР} \qquad (4.2)$$

де e_i – розрахунковий коефіцієнт, e_I = 0,15, e_{II-IV} = 0,2;

$V_{ПР}$ – загальний об'єм вибуреної породи

$$V_{\text{ВП}} = \sum (0{,}15 + 0{,}2 + 0{,}2 + 0{,}2) \cdot 585 = 439 \text{ м}^3$$

Розрахунок об'єму розчину для випробування свердловини проводиться за формулою 4.3:

$$V_{\text{В}} = 1{,}5 \cdot 0{,}785 \cdot Д_{\text{в}}^2 \cdot L \qquad (4.3)$$

де $Д_{\text{В}}$ – об'єм випробувальної рідини, $Д_{\text{I}} = 0{,}48$, $Д_{\text{II}} = 0{,}12$;

L – глибина випробування, $L_{\text{I}} = 3310$, $L_{\text{II}} = 990$ м

$$V_{\text{В}} = 1{,}5 \cdot 0{,}785 \cdot (0{,}148^2 \cdot 3310 + 0{,}12^2 \cdot 990) = 102 \text{ м}^3$$

Розрахунок об'єму відпрацьованої промивної рідини проводиться за формулою 4.4:

$$V_{\text{ВБР}} = (3 \cdot \text{e}_{\text{I}} + 1{,}2 \cdot \text{e}_{\text{II}} + 2{,}0 \cdot \text{e}_{\text{III}} + 3{,}0 \cdot \text{e}_{IV}) \cdot V_{\text{ПР}} \qquad (4.4)$$

$$V_{\text{ВБР}} = (3 \cdot 0{,}15 + 1{,}2 \cdot 0{,}2 + 2{,}0 \cdot 0{,}2 + 3{,}0 \cdot 0{,}2) \cdot 585 = 1064 \text{ м}^3$$

Розрахунок об'єму відпрацьованих стічних вод проводиться за формулою 4.5:

$$V_{\text{БСВ}} = 2 \cdot V_{\text{ВБР}} \qquad (4.5)$$

$$V_{\text{БСВ}} = 2 \cdot 1064 = 2128 \text{ м}^3$$

По завершенню буріння, залишається буровий розчин, призначений для безпечного розкриття газоносних горизонтів в інтервалі 3310-4300 м.

Об'єм розчину призначеного для безпечного розкриття розраховується за формулою 4.6:

$$V_{\text{В}} = 0{,}785 \cdot Д_{\text{в}}^2 \cdot L \qquad (4.6)$$

$$V_{\text{В}} = 0{,}785 \cdot (0{,}225^2 \cdot 3310 + 0{,}2159^2 \cdot 990) = 168 \text{ м}^3$$

Приймаємо густині бурового розчинну рівній ρ = 1110 кг/м^3. У такому випадку, вага розчину для розкриття складає

Q = 168 х 1,16 = 195 т

Буровий розчин, що не був використаний у даному технологічному процесу передається на інший буровий майданчик.

На рисунку 4.2 наведений відсотковий склад бурових відходів.

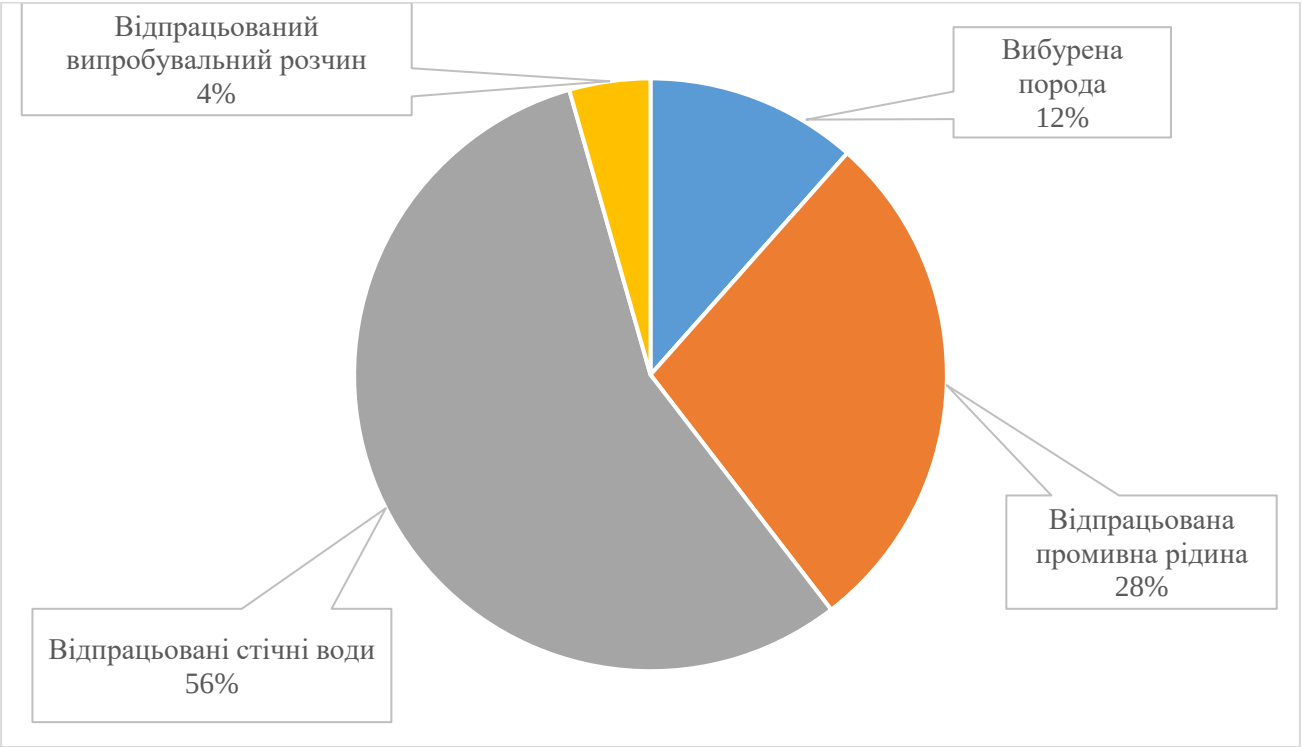

Рисунок 4.2 – Склад бурових відходів при бурінні розвідувальної свердловини на родовищі Роздолівсько-Успенківська- 1

Як видно з діаграми, найбільша частка відходів буріння припадає саме на відпрацьовані стічні води, а саме – 56 %. Загалом, бурові відходи складаються як з твердих, так і з рідких відходів. У даному випадку частка твердої складової відходів становить лише 12 %.

У випадку зберігання бурових відходів у амбарах, розрахунок необхідних амбарів-накопичувачів здійснюється за формулою 4.7:

$$V_{\text{амб}} = 1{,}1 \cdot (V_{\text{ВП}} + V_{\text{ВБР}} + V_{\text{БСВ}} + V_{\text{В}}) \qquad (4.7)$$

$$V_{\text{амб}} = 1{,}1 \cdot (439 + 1064 + 2128 + 168) = 4106{,}3 \text{ м}^3$$

Отже, за умови зберігання утворених відходів при бурінні однієї свердловини, необхідний один амбар-шламонакопичувач об’ємом 4106,3 м^3.

Виходячи з того, що переважна частина бурових відходів – це рідини і при амбарному способі зберігання необхідно облаштувати великі площі. Пропонується застосовувати хімічні методи утилізації, а саме – реагентна коагуляція.

4.3 Характеристика методу реагентної коагуляції

Пропонований метод передбачає очистку бурових стічних вод із застосуванням коагулянта з метою підсилення переведення відкладення мінеральних та органічних забруднювачів у зважений стан і наближає параметри очищеної води до заданих показників, що дозволяє використовувати її для зрошення або повторного використання відповідно до технічних вимог бурових установок. Технологічна схема перебігу процесу наведена на рисунку 4.3.

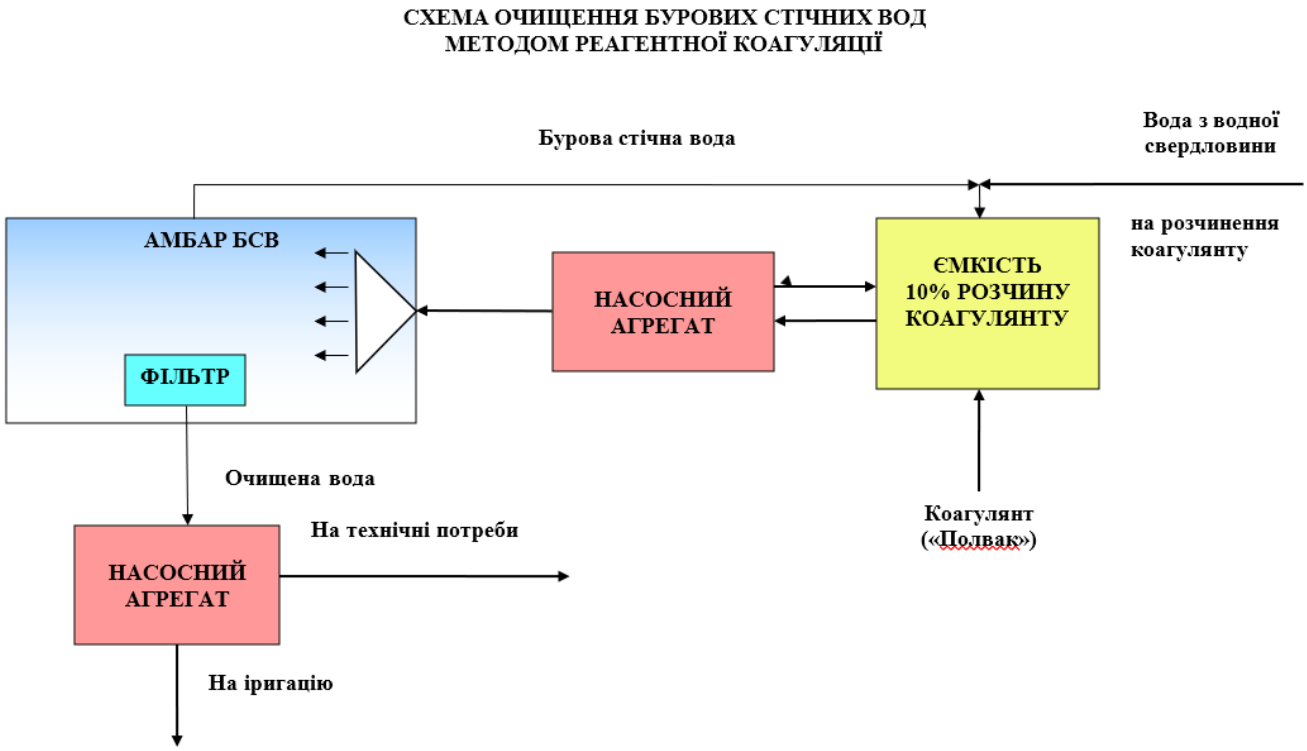

Рисунок 4.3 - Схема очищення відходів буріння методом реагентної коагуляції

При процесі нейтралізації, усі процеси здійснюються за допомогою стандартного нафтопромислового обладнання або із застосуванням спеціалізованих стаціонарних та пересувних установок. При очищенні використовують 10 % розчин коагулянту. Робочий розчин готують на буровому майданчику у металевій ємності.

На першому етапі відбуваються процеси коагуляції за допомогою 10 % розчинку коагулянту. Робочий розчин готують на буровому майданчику у металевій ємності. Відбувається осадження і біологічний розклад органічних сполук бурових відходів.

Далі підготовлені стоки перекачуються за допомогою насосу до амбару бурових стічних вод, куди вводять композицію, що містить фосфогіпс, солому і органічні добрива у таких концентраціях: фосфогіп – 2-3 %, солома – 1-2 %, органічне добриво – 3-5 %.

Після відстоювання очищену воду повертають у технологічний процес, а забруднену суміш направляють на повторне очищення за допогою коагулянта.

4.4 Розрахунок параметрів процесу реагентної коагуляції

Первинна нейтралізація хімічних речовин, що використовуються при обробці бурового розчину, здійснюється шляхом реакції між хімічними речовинами, що циркулюють по свердловині в умовах високого гідростатичного тиску і високої температури. Остаточне очищення та нейтралізація здійснюють шляхом введення коагулянта в відходи буріння.

Метою хімічної обробки є інтенсифікація відкладення мінеральних та органічних забруднюючих речовин шляхом агломерації за присутності коагулянта (сульфат алюмінію).

Основні технічні параметри процесу наведені нижче:

- витрата коагулянта в сухій речовині - 1,0-5,0 кг/м^3;
- час осадження пластівців коагуляції - 12-24 год;
- діапазон робочих температур - 0-40 °С;
- ступінь очищення від нафтопродуктів - 95 %;
- ступінь очищення від органічних речовин - 90 %;
- ступінь очищення від зважених речовини - 98.

Суть методу полягає в наступному: 10% водний розчин алюмінію сульфату з густиною 1050 кг/м^3 рівномірно розпилюють в земляній водонепроникній ємності з буровими відходами. Під час процесу очищення відбувається перемішування шару води за допомогою насосів.

Обсяг 10% розчину ($V_р$), необхідний для процесу очистки визначається за формулою 4.8

$$V_Р = \frac{V_{БСВ} \cdot Д_К}{105} \qquad (4.8)$$

де $Д_К$ – доза коагулянта (1 : 5).

$$V_Р = \frac{3360 \cdot 5}{105} = 160 \text{ м}^3$$

Потреба в коагулянті визначається за формулою 4.9:

$$q = V_Р \cdot 5 \qquad (4.9)$$

$$q = 160 \cdot 5 = 800 \text{ кг}$$

З метою контролю якості процесу очистки бурових стічних вод, на початку і в кінці проводиться лабораторний аналіз на вміст нафтопродуктів, мінеральних солей та pH середовище атестованою лабораторією. За результатами досліджень приймається рішення про достатність очистки.

По закінченню процесу, нейтралізація показників рідких відходів буріння мають відповідати наступним показникам:

– нафтопродукти – 50-100 мг/л;
– мінералізація – не більше 4500 мг/л;
– значення pH в межах 5,5-8.

Якщо параметри очищеної води не відповідають нормам, її очищають шляхом повторної обробки за допомогою коагулянтів і флокулянтів або інших відомих і доступних методів (фільтрація на піщано-гравійних майданчиках, обробка адсорбентами). Поліакриламід (ПАА) використовується як флокулянт.

Після обробки стічних вод коагулянтами реакція (pH) середовища знижується. При pH <5,5 стічні води необхідно нейтралізувати водним розчином вапна або кальцинованої соди.

У разі переважного нафтового (конденсатного) забруднення застосовують метод нейтралізації шляхом прискорення біологічного розпаду органічних сполук. У водонепроникний шламовий бункер вноситься композиція, що містить таку у своєму складі такі компоненти:

– фосфогіпс 2,0-3,0 %;

– солома 1,0-2,0 %;

– органічне добриво 3,0-5,0 %.

Композиція змішується з відходами або періодично додається в амбари.

Потреба кожного з компонентів розраховується за формулою 4.10:

$$Q = (V_{\text{ВП}} + V_{\text{ВБР}} + V_{\text{В}}) \cdot p \cdot q` \qquad (4.10)$$

де - p – розрахунковий коефіцієнт, що становить p = 1,1;

$q`$ - масова доля кожного з компонентів коммпозиції.

$$Q_{\text{фосфогіпс}} = (439 + 1064 + 168) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}02 = 36{,}762 \text{ т}$$

$$Q_{\text{солома}} = (439 + 1064 + 168) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}01 = 18{,}381 \text{ т}$$

$$Q_{\text{органічні добрива}} = (439 + 1064 + 168) \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}03 = 55{,}143 \text{ т}$$

Після нейтралізації бурові відходи закопуються в земляні шламові амбари.

При високому рівні забрудненості нафтопродуктами і при досягненні пластичної міцності ґрунту 0,68-1,00 МПа на поверхню наносять сорбент та деструктор вуглеводнів нафти біопрепарат “Еконадін” (або аналог) з розрахунку 1-2 л на 1 м^2. Потім поверхню переорюють плугом [21].

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Безпека праці на підприємствах з видобування нафти і газу

Сегмент промисловості з видобутку газу та нафти спеціалізується на обслуговуванні свердловин, контролі та організації видобутку та транспортування вуглеводнів. Під час роботи, працівники піддаються впливу наступних небезпечних і шкідливих факторів:

- розташовані на території резервуари зберігання вуглеводнів створюють небезпеку вибуху;
- компресори та насосні агрегати, сепаратори та інше обладнання, що працює під тиском створює небезпеку вибуху;
- усі резервуари зберігання обладнанні дихальними клапанами, а трубопроводи не є повністю герметичними, що дозволяє вуглеводням та іншими летким речовинам потрапляти до атмосферного повітря робочої зони;
- обладнання виробничого для видобутку та переробки нафти й газу, а також транспортні засоби є джерелами шуму та вібрації;
- транспортні засоби та інші пристрої є джерелами шуму та вібрації,

Отже, найбільша небезпека на підприємствах з видобутку нафти й газу пов’язана із вибухонебезпечністю та токсичністю вуглеводнів [22].

З метою попередження виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру, на підприємствах мають діяти посадові інструкція, в яких визначено права і обов’язки кожного працівника.

Так, посадовими інструкціями керівників відділків, цехів, тощо, передбачається, що дану посаду може займати лише людина з відповідною освітою та досвідом роботи. Така ж вимога прописана у посадових інструкціях, майстрів, бригадирів, інженерів та інших спеціалістів.

Організація та контроль безперебійної роботи кожної виробничої ланки виробництва покладається на керівників відділку даного виробництва.

Експлуатація бурових установок чи іншого спеціалізованого обладнання та техніки здійснюється у відповідності до інструкцій з експлуатації особою, що володіє відповідними знаннями та навичками і має відповідні повноваження.

Введення свердловин в експлуатацію, безпосередня її експлуатація та захист здійснюється відповідно до прийнятих правил та інструкцій підприємства з обов'язковим контролем начальника даної дільниці.

Обов'язки з організації та контролю за вдосконаленням супутніх технологій і операцій у галузі видобутку нафти і газу, газового конденсату, механізації та автоматизації виробничих процесів, а також експлуатації робочого обладнання покладається на начальника виробництва.

З метою попередження аварійної зупинки обладнання, розробляється графік технічного огляду й обслуговування такого обладнання. Призначаються відповідальні особи керівником відділку. У разі виявлення порушень чи невідповідностей негайно зупиняється робота даного обладнання до повного усунення порушень.

На виробничому майданчику мають бути забезпечені безпечні та здорові умови праці, пожежної безпеки та реалізовуватися природоохоронні заходи. Відповідальність за виконання даних умов покладається на начальника відділку.

У разі виникнення аварій на місцях чи виробничого травматизмі, необхідно вжити заходів щодо ліквідації їх наслідків, здійснити розслідування причин виникнення таких ситуацій та вжиття заходів щодо їх попередження в майбутньому [23,24].

5.2 Дії працівників підприємства під час виникнення пожежі на підприємстві

Пожежа являється неконтрольованим руйнівним процесом, що супроводжується значним виділенням тепла, при цьому, пожежа здатна завдавати значних матеріальних збитків, шкоди здоров'ю та життю людей.

Пожежа може виникнути з наступних причин:

- порушення правил експлуатації електрообладнання або його несправність;
- невідповідність технічним регламентам;
- недотримання правил пожежної безпеки, наприклад, куріння в приміщенні, несанкціонованих місцях, підпал тощо;
- необережне поводження з вогнем.

Факторами ризику отримання опіків різного ступеня тяжкості є: тепло, погана видимість, небезпека продуктів горіння.

Вибух – це явище, при якому за короткий проміжок часу виділяється велика кількість теплової енергії. Наслідками вибуху є утворення і поширення вибухової хвилі, яка може спричинити механічні пошкодження навколишнього середовища. Основними факторами вибуху є: ударна хвиля та осколки, утворені пошкодженим предметом.

У разі виникнення пожежі працівники повинні вжити таких заходів:

1.1 У небезпеці вибуху ляжте на живіт, закрийте голову руками та тримайтеся подалі від вікон, скляних дверей, проходів чи сходів.

1.2 У разі вибуху не панікувати і при необхідності надати першу допомогу.

1.3 При виявленні перших ознак пожежі (дим, запах гару тощо) необхідно вжити таких заходів:

- негайно зверніться до пожежної охорони, не гаючи часу зателефонувати в пожежну частину (за телефоном «101»), вказавши адресу, місце пожежі, свої дані;

- швидко евакуюйте людей, якщо це можливо, подбайте про матеріальні цінності.

1.4 Після прибуття на місце пожежі керівний персонал підприємства та уповноважений з питань пожежної безпеки персонал зобов'язані:

- повторити запит до пожежної частини та повідомити керівництво про виникнення пожежі;
- якомога швидше організувати евакуацію людей;
- перевірити наявність систем протипожежного захисту;
- при необхідності вимкнути живлення та використати всі можливі заходи боротьби з вогнем;
- негайно припинити будь-яку виробничу діяльність, крім тих, що пов'язані з гасінням пожежі;
- вивести всіх працівників із зони небезпеки, крім тих, що беруть участь у заходах з гасіння пожежі.;
- вжити заходів щодо гасіння пожежі до прибуття рятувальників;
- вживати заходів щодо збереження матеріальних цінностей;
- у разі наявності на підприємстві легкозаймистих та вибухонебезпечних матеріалів повідомити рятувальників [25].

ВИСНОВОК

В кваліфікаційній роботі бакалавра, розв’язано актуальну екологічну проблему, яка стосується принципів раціонального природокористування та підвищення рівня екологічної безпеки на територіях із видобутку нафти та газу, на основі використання технології нейтралізації відходів буріння.

В ході виконання роботи були вирішені наступні завдання:

1. Досліджено і проаналізовано процеси буріння свердловин, з точки зору утворення відходів буріння. Дано характеристику технології буріння свердловин.

2. Проведена оцінка впливу на довкілля під час буріння свердловин, та пов’язані з цим проблеми утворення відходів буріння. Встановлено, що значні об’єми небезпечних відходів утворюються на етапі буріння свердловини.

3. Надана характеристика якісного і кількісного складу та обґрунтування небезпечності відходів буріння.

4. Проведено огляд існуючих методів нейтралізації і знешкодження відходів буріння.

5. Проаналізовано сучасні технології нейтралізації бурових шламів. Запропоновано технічне рішення для нейтралізації відходів.

6. Проведено розрахунки обсягів утворення бурових відходів та процесу їх нейтралізації. Реалізація запропонованої технології нейтралізації дозволить зменшити негативний вплив відходів буріння на довкілля.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Технологія буріння. / П.П. Вирвінський, Ю.Л. Кузін, В.Л. Хоменко – Д.: Національний гірничий університет, 2014
2. Розробка та експлуатація нафтових та нафтогазових родовищ: посібник для студ. ВНЗ / під ред. д-ра. техн. наук, проф. І. М. Фика. – Харків, 2019
3. Довідник з нафтової справи / За заг. Ред. докторів технічних наук В.С. Бойка, Р.М. Кондрата, Р.С. Яремійчука. – К.: Львів, 1996.
4. Методы переработки и утилизации [Текст]: монография / Ф. Р. Хайдаров. – Уфа: Экология, 2003. – 74 с.
5. Аналіз методів переробки нафтошламів. Проблеми та рішення / Афанасьєв, С.В., Кравцова, М.В., Паіс, М. А., Носарєв, Н.С.– Харків., 2001
6. Проблемы утилизации нефтешламов и механических примесей на нефтегазовых месторождениях / Л.А. Холодкова. – Харьков: ХЦНТЭИ, 2004
7. Васильченко З.А., Ковальова В.І., Ляшенко М. М. Критерії віднесення небезпечних відходів до класів небезпеки для навколишнього природного середовища: методичний посібник із застосування, 2003
8. Дослідження складу та структури бурового шламу з метою обґрунтування вибору методу його подальшої утилізації / Аблєєва І. Ю., Пляцук Л. Д., Будьоний О. П. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського, 2014.
9. Аналіз способів утилізації нафтовмісних відходів і розробки нового комплексного способу утилізації нафтошламів резервуарного типу / Тімошин, А.Ф., Ніколаєв, А.П., Нітяговський, А.М., Ложкіна, Д.А. Міжнародний журнал прикладних і фундаментальних досліджень, 2016.
10. Технологія переробки нафтових продуктів. Науково-дослідний і проектний інститут ВАТ «Укрнафта», від 10.09.2008

11. Дослідження складу та структури бурового шламу з метою обґрунтування вибору методу його подальшої утилізації. / Аблєєва І. Ю., Пляцук Л. Д., Будьоний О. П. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського, 2014
12. Переробка і якість корисних копалин: підручник. / Білецький В.С., Смирнов В.О. - Донецьк: Східний видавничий дім, 2005
13. Еколого-економічна оцінка знешкодження нафтовмісних відходів біотехнологічними та термічними методами. / Чугайнова, А.А., Халецька, М.І., Лобовіков, А.О. - International scientific journal, 2016
14. Еколого-технологічні принципи утилізації і переробки відходів нафтогазового комплексу / Рудько Г.І., Орфанова М.М. - Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ: Держ. міжвідом. н.-т. зб. − Івано-Франківськ, 1999
15. Аналіз системних втрат нафтопродуктів на підприємствах нафтогазового комплексу України / С. А. Диняк, О. В. Диняк О.В. // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2004
16. Підвищення рівня екологічної безпеки при утилізації відходів нафтогазового видобутку : автореферат... канд. техн. наук, спец.: 21.06.01 - екологічна безпека / Аблєєва І. Ю. - Суми: СумДУ, 2016
17. Екологічні аспекти утилізації нафтошламів за допомогою біологічних методів / В.В. Івашина, Л.Д. Пляцук // Сучасні технології в промисловому виробництві : матеріали II Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції, м. Суми, 17-20 квітня 2012 р.: у 3-х ч. / Ред.кол.: О.Г. Гусак, В.Г. Євтухов. — Суми : СумДУ, 2012
18. Можливості використання нафтошламів для приготування дорожньо-будівельних матеріалів / М. Мик. Орфанова, М. Мих. Орфанова, В. І. Пустогов // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції за участю молодих науковців “Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів” – Х.: ХНАДУ, 2013
19. Біологічні методи охорони навколишнього середовища від забруднення

нафтопродуктами: Монографія / Шапорев В. П., Шестопалов О. В., Мамедова О. О., Бахарєва Г. Ю. та ін. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015

20. Вперше в Україні майже 7000 м3 відходів буріння перероблено у вторинну сировину [Режим доступу : https://cutt.ly/WKrQ5fD]
21. Звіт з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності з геологічного вивчення нафтогазоносних надр, в тому числі дослідно-промислової розробки родовищ, з подальшим видобуванням нафти і газу (промислова розробка родовищ) (нафта, природний газ, конденсат) Розділовсько-Успенівської-1 площі, розташованої на території Близнюківського району Харківської області Павлоградського району Дніпропетровської області, АТ «Укргазвидобування».
22. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду зареєстрованого в Міністерстві юстиції України № 729/15420 від 8.08.2008 р. «Правила охорони праці для нафтохімічних підприємств» [Режим доступу : https://dnaop.com/html/41200/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-1.19-08]
23. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду зареєстрованого в Міністерстві юстиції України № 497/15188 від 02.07.2008 «Правила безпеки в нафтогазодобувній промисловості України» [Режим доступу : https://dnaop.com/html/41210/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_11.1-1.01-08]
24. Інструкція для посади "Начальник цеху з добування нафти і газу" [Режим доступу : https://www.borovik.com/index_instruction.php?Gins=itytq&lang_i=1]
25. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: навч. посіб. / Шестопалов О. В., Бахарєва Г. Ю., Мамедова О. О. та ін.– Х. : НТУ «ХПІ», 2015
26. Охорона праці та цивільний захист: Курс лекцій для студентів зварювальних спеціалізацій : навч. посіб. для студ. спеціальності 131

«Прикладна механіка», спеціалізацій: «Технології та інжиніринг у зварюванні», «Автоматизовані технологічні системи у зварюванні», «Споріднені технології зварювання та ресурсозбереження» / О. Г. Левченко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018