

Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра прикладної екології та природокористування

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «**Еколого-технологічний аналіз методів спорудження та
ліквідації шламових амбарів**»

601-мТЗ

№ЗК 10700753 ПЗ

Виконала студентка групи 601-мТЗ
спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»

А.С.ШВЕДЮК

Керівник:

д.т.н., професор

В.В.ВАМБОЛЬ

Рецензент:

Геолог геологічного відділу
ГПУ «Полтавагазвидобування»

В.І.ГРИЗОДУБ

АНОТАЦІЯ

Шведюк А.С. Еколого-технологічний аналіз методів спорудження та ліквідації шламових амбарів. Рукопис. Кваліфікаційна робота на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» за освітньо-професійною програмою «Технології захисту навколишнього середовища», Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024.

Робота складається з вступу, 4 (чотирьох) розділів, висновків та списку використаних інформаційних джерел з 42 найменувань. Кваліфікаційна робота викладена на 109 аркушах.

Ключові слова: відходи буріння, амбарний і безамбарний методи буріння, шламовий амбар.

Оцінка впливу на довкілля є ключовим етапом у визначенні можливих негативних наслідків від провадження діяльності з видобування корисних копалин чи іншої діяльності, пов'язаної з надрами. Вона дозволяє зрозуміти, як діяльність з надрокористування може вплинути на навколишнє середовище та вичерпність природних ресурсів.

Здійснення аналізу еколого-технологічний аспектів методів амбарного та безамбарного буріння на сьогодні є актуальним завданням, оскільки дає можливість визначити переваги та недоліки цих методів й відповідно прийняття ґрунтовних комплексних рішень на різних етапах розробки та використання нафтогазових родовищ та мінімізації їх впливу на довкілля.

Мета даної роботи: провести аналіз методів спорудження та ліквідації шламових амбарів, їх порівняння із особливостями безамбарного методу буріння та розробити рекомендації щодо мінімізації навантаження на навколишнє середовище під час застосування амбарного методу.

Об'єкт дослідження – методи спорудження та ліквідації шламових амбарів та безамбарні методи буріння.

Предмет дослідження – еколого-технологічні аспекти амбарних і безамбарних методів буріння.

Дана кваліфікаційна робота спрямована на розроблення рекомендацій у сфері управління різними методами буріння.

У першому розділі проводиться аналіз законодавчих положень, що регулюють господарську діяльність в сфері експлуатації нафтогазоконденсатних об'єктів.

У другому розділі проведено стисло характеристику технології функціонування нафтогазоконденсатних об'єктів та виділено ключові етапи технології їх функціонування.

У третьому розділі проведено аналіз існуючих методів поводження з відходами буріння, описано загальну характеристику амбарного методу від спорудження до ліквідації та проведено розрахунок обсягів утворення відходів буріння. Також проведено аналіз альтернативних методів буріння без використання шламових амбарів.

Четвертий розділ надає рекомендації щодо мінімізації техногенних навантажень на навколишнє середовище під час експлуатації об'єктів буріння.

ANNOTATION

Shvedyuk A.S. Ecological and technological analysis of methods of construction and liquidation of sludge pits. Manuscript. Qualification work for the second (master's) level of higher education in the specialty 183 "Environmental Protection Technologies" under the educational and professional program "Environmental Protection Technologies", National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic", Poltava, 2024.

The work consists of an introduction, 4 (four) chapters, conclusions and a list of 42 references. The qualification work is presented on 109 pages.

Keywords: Analysis of legislative provisions, subsoil, pit and pitless drilling methods, drilling waste, construction technologies.

Environmental impact assessment is a key stage in determining possible negative consequences of mining or other subsoil-related activities. It helps to understand how these activities may affect the environment and natural resources.

Conducting a study that compares pit and pitless drilling is a very worthwhile task, as it can highlight different aspects of the two methods and identify their advantages and disadvantages. Such a comparative analysis can be important for making rational decisions in oil and gas production.

The results of such work can be useful for making informed decisions at different stages of oil and gas field development and utilization.

The purpose of this paper is to analyze the methods of construction and abandonment of slurry pits, compare the relevance of these methods and highlight the positive and negative aspects of pit and pitless drilling methods.

The object of the study is to analyze the methods of construction and abandonment of sludge pits and alternative drilling methods.

The subject of research is slurry pits and their consequences.

This qualification work is aimed at developing recommendations in the field of management of various drilling methods.

The first section analyzes the legislative provisions regulating economic activities in the field of oil and gas condensate facilities operation.

The second section provides a brief description of the technology of operation of oil and gas condensate facilities and identifies the key stages of the technology of operation of oil and gas condensate facilities.

The third section analyzes the existing methods of drilling waste management, describes the general characteristics of the pit method from construction to liquidation, and calculates the volume of drilling waste generation. An alternative drilling method without the use of cuttings pits is also presented.

The fourth section provides recommendations for minimizing the technological load on the environment during the operation of drilling facilities.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.....	8
ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЗАКОНОДАВЧИХ ПОЛОЖЕНЬ, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ ГОСПОДАРСЬКУ ДІЯЛЬНІСТЬ В СФЕРІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	13
Висновки до розділу 1.....	21
РОЗДІЛ 2 СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	22
2.1 Ключові етапи технології функціонування нафтогазоконденсатних об'єктів.....	22
2.2 Розрахунок обсягів утворення відходів буріння.....	26
Висновки до розділу 2.....	30
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ БУРІННЯ.....	32
3.1. Загальна характеристика існуючих методів поводження з відходами буріння.....	32
3.2. Аналіз специфіки використання амбарного методу буріння.....	37
3.2.1. Загальна характеристика амбарного методу.....	37
3.2.2. Різновиди шламових амбарів.....	39
3.2.3. Послідовність спорудження шламового амбару.....	40
3.2.4. Спосіб складування відходів буріння під час будівництва свердловини на особливо охоронюваній природній території.....	42
3.2.5. Ліквідація шламового амбара.....	48
3.2.6. Аналіз відомих варіантів застосування амбарного методу.....	49
3.2.7. Детальна характеристика способу спорудження та експлуатації	

					601-мТЗ №ЗК 10700753 ПЗ				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Еколого-технологічний аналіз методів спорудження та ліквідації шламових амбарів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Розробив</i>		Шведюк А.С.						6	109
<i>Керівник</i>		Вамболь В.В.							
<i>Консультант</i>									
<i>Н. Контр.</i>		Ілляш О.Е.							
<i>Зав.кафед.</i>		Ілляш О.Е.							Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Кафедра ПЕтаП

комплексу з двох земляних амбарів-накопичувачів для відходів буріння та пластового флюїду.....	54
3.3 Аналіз специфіки використання безамбарного методу буріння.....	63
3.3.1. Пересувна установка для переробки відходів буріння.....	63
3.3.2. Пересувна установка для переробки відходів буріння у інертні відходи.....	65
3.3.3. Пересувна установка для переробки відходів буріння в готовий міцний сипучий формований будівельний матеріал.....	67
3.4. Особливості методів й технологій безамбарного буріння.....	74
3.5. Характеристика технологічного процесу безамбарного буріння.....	77
3.5.1. Специфіка технологічного процесу безамбарного буріння.....	77
3.5.2. Принципи інженерно-екологічного зонування та еколого-економічна ефективність кушового безамбарного буріння.....	81
3.5.3. Обладнання циркуляційних сисм для безамбарного буріння.....	87
Висновки до розділу 3.....	94
РОЗДІЛ 4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ БУРІННЯ.....	96
4.1. Порівняльна характеристика амбарного та безамбарного методу буріння.....	96
4.2. Рекомендації щодо мінімізації навантаження на навколишнє середовище під час застосування амбарного методу.....	99
Висновки до розділу 4.....	100
ВИСНОВКИ.....	103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	106

					601-мТЗ №ЗК 10700753 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розробив</i>		Шведюк А.С.			Еколого-технологічний аналіз методів спорудження та ліквідації шламових амбарів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Вамболь В.В.					7	109
<i>Консультант</i>						Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Кафедра ПЕтаП		
<i>Н. Контр.</i>		Ілляш О.Е.						
<i>Зав.кафед.</i>		Ілляш О.Е.						

Форма № Н-9.01

Національний університет
 «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
 Навчально-науковий інститут нафти і газу
 Кафедра прикладної екології та природокористування
 II рівень вищої освіти – магістр
 Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____/_____/_____
 (підпис) / (ПІБ)
 _____ 20__ року
 (дата)

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ШВЕДЮК АННІ СЕРГІЙВНІ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Еколого-технологічний аналіз методів спорудження та ліквідації шламових амбарів**

Керівник роботи **Вамболь Віола Владиславівна, д.т.н., професор,**
 затверджені наказом Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» від «__» _____ 20__ року №_____

2. Строк подання студентом роботи _____
 (дата)

3. Вихідні дані до роботи: дані ГПУ «Полтавагазвидобування», дані Яблунівського та Шебелинського НГКР

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз законодавчих положень, що регулюють господарську діяльність в сфері експлуатації нафтогазоконденсатних об'єктів.

2. Стисла характеристика технології функціонування нафтогазоконденсатних об'єктів.

3. Аналіз існуючих методів поводження з відходами буріння.

4. Рекомендації щодо мінімізації техногенних навантажень на навколишнє середовище під час експлуатації об'єктів буріння.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

10 аркушів формату А3 + титульний та заключний аркуші

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз законодавчих положень, що регулюють господарську діяльність в сфері експлуатації нафтогазоконденсатних об'єктів	01.09.2023	
2	Розділ 2. Стисла характеристика технології функціонування нафтогазоконденсатних об'єктів	10.11.2023	
3	Розробка графічної частини	10.12.2023	
4	Розділ 3. Аналіз існуючих методів поводження з відходами буріння	25.12.2023	
5	Розділ 4. Рекомендації щодо мінімізації техногенних навантажень на навколишнє середовище під час експлуатації об'єктів буріння	10.01.2024	
6	Розробка графічної частини	15.01.2024	
7	Оформлення роботи	20.01.2024	
8	Захист кваліфікаційної роботи	24.01.2024	

Студентка

(підпис)

А.С. ШВЕДЮК

Керівник роботи

(підпис)

В.В. ВАМБОЛЬ

ВСТУП

Актуальність теми. Шламові амбари є важливою складовою інфраструктури промислових об'єктів нафтогазовидобутку, де утворюються значні об'єми промислових відходів та шламу. Ефективне та екологічно безпечне управління цими амбарами є важливим завданням. У даній роботі проводиться детальний еколого-технологічний аналіз різних методів спорудження та ліквідації шламових амбарів та здійснюється порівняння їх характеристик з альтернативними методами буріння без використання шламових амбарів. Так як усі процеси буріння та експлуатації нафтогазових свердловин мають значний вплив на навколишнє середовище, то відповідно питання його зменшення є одним із ключових при розвитку галузі, що вимагає проводити пошук та використовувати технології, спрямовані на зменшення витрат хімікатів, розробку систем управління відходами та використання екологічно безпечних методів обробки й видалення відходів.

Мета даної роботи: провести аналіз методів спорудження та ліквідації шламових амбарів, їх порівняння із особливостями безамбарного методу буріння та розробити рекомендації щодо мінімізації навантаження на навколишнє середовище під час застосування амбарного методу.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні **завдання:**

- 1) провести аналіз головних законодавчих вимог, що регулюють господарську діяльність в сфері експлуатації нафтогазоконденсатних об'єктів;
- 2) надати характеристику технології функціонування нафтогазоконденсатних об'єктів з точки зору утворення відходів буріння;
- 3) провести детальний аналіз специфіки амбарного методу буріння та застосування різних способів його використання;

- 4) провести аналіз перспективних напрямів застосування безамбарного методу буріння;
- 5) провести порівняльний аналіз еколого-технологічних аспектів амбарного та безамбарного методів буріння та надати рекомендації щодо вибору оптимального методу й застосування заходів, спрямованих на мінімізацію техногенних навантажень на навколишнє середовище.

Об'єкт дослідження – методи спорудження та ліквідації шламових амбарів та безамбарні методи буріння.

Предмет дослідження – еколого-технологічні аспекти амбарних і безамбарних методів буріння.

У роботі відповідно до поставлених завдань використано такі **методи дослідження**: аналіз і синтез, системно-структурний аналіз; порівняльний аналіз, метод вибору оптимальних рішень.

Наукова новизна одержаних результатів: проведено детальних аналіз еколого-технологічних аспектів окремих методів амбарного та безамбарного буріння, виділені їх переваги та недоліки та сформульовані рекомендації щодо загальної послідовності проведення робіт з планування/розрахунку шламового амбару, які є визначальними для подальшої еколого-безпечної експлуатації амбару.

Практичне значення одержаних результатів:

- розроблені рекомендації щодо вибору оптимальних методів буріння, виходячи із їх еколого-технологічних аспектів, зокрема для умов Яблунівського родовища Полтавської області;
- матеріали магістерської роботи можуть бути використані в навчальному курсі «Управління відходами» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Очікувані результати та внесок:

В результаті дослідження очікується отримання комплексного аналізу, який надасть змогу розробити рекомендації для покращення

екологічної ефективності методів спорудження та ліквідації шламових амбарів. Ці результати будуть важливим внеском у розробку стратегій управління відходами та виробництва, спрямованих на забезпечення сталого розвитку та екологічної безпеки.

Апробація результатів магістерської роботи була здійснена в рамках 75-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023, з доповіддю та публікацією тез на тему «Аналіз еколого-технологічний аспектів методу безамбарного буріння» (керівник – к.т.н., доцент Ілляш О.Е.).

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЗАКОНОДАВЧИХ ПОЛОЖЕНЬ, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ ГОСПОДАРСЬКУ ДІЯЛЬНІСТЬ В СФЕРІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ОБ'ЄКТІВ

Поняття «надра» відноситься до верхніх шарів земної кори, які зазвичай містять корисні копалини, такі як нафта, природний газ, вугілля, метали, мінерали та інші природні ресурси. Цей термін описує глибинні шари земної кори, які знаходяться під поверхнею землі [1].

Надра є джерелом корисних ресурсів, які використовуються людством для виробництва різних товарів та енергії. Освоєння надр, включаючи видобуток корисних копалин, є важливою галуззю господарства для багатьох країн.

Однак важливою є і охорона надр як складової частини навколишнього середовища, адже їх використання може мати значний вплив на екологію та природні ресурси. Тому контроль за освоєнням надр, врахуванням екологічних аспектів та створенням правильних регуляцій важливі для збалансованого використання цих ресурсів.

Кодекс України про надра встановлює основні принципи та норми щодо використання надр України, регулює гірничі відносини та визначає порядок користування природними ресурсами. Основні завдання цього Кодексу включають [1]:

- **Раціональне використання надр:** Створення механізмів для ефективного та економічно обґрунтованого використання мінеральних ресурсів, щоб задовольняти потреби суспільства в мінеральній сировині.
- **Охорона надр:** Забезпечення заходів щодо збереження та раціонального використання природних ресурсів, у тому числі заходів із збереження біорізноманіття та екологічної безпеки.

- Безпека та охорона: Гарантування безпеки для людей, майна та навколишнього середовища під час освоєння та використання надр.

- Захист прав та інтересів суб'єктів господарювання: Забезпечення захисту прав та законних інтересів підприємств, установ, організацій та громадян, які займаються видобутком та використанням мінеральних ресурсів.

- Регулювання гірничих відносин: Встановлення порядку проведення гірничих робіт, укладення договорів та використання природних ресурсів.

Цей Кодекс створений для забезпечення ефективного та відповідального використання надр, з урахуванням потреб суспільства, екологічних аспектів та інтересів різних учасників господарювання.

Виходячи з Статті 3 українського законодавства стосується регулювання гірничих відносин, використання надр та угод про розподіл продукції. Він надає зрозуміле визначення того, які нормативні акти визначають умови користування надрами в Україні.

Конституція України визначає загальні принципи та основи правового регулювання, включаючи використання надр, а Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [2] встановлює основні норми щодо збереження природних ресурсів під час гірничої діяльності.

Крім того, особливості користування надрами, пов'язані з угодами про розподіл продукції (які включають надання, передачу, обмеження, заборону та припинення права користування надрами), регулюються Законом України «Про угоди про розподіл продукції». Цей закон визначає порядок укладення таких угод та відносин між сторонами у контексті використання природних ресурсів.

Земельні, лісові та водні відносини також підпадають під регулювання відповідним законодавством України [3, 4, 5]. Це включає

закони, які встановлюють правила та умови користування земельними, лісовими та водними ресурсами країни.

В цілому, зазначені акти законодавства формують правову базу для регулювання використання надр та інших природних ресурсів в Україні, встановлюючи права, обов'язки та відповідальність сторін у цих відносинах.

Так, коли різні закони містять відмінні норми від Кодексу про надра, застосовуються положення саме цих законів. Це означає, що коли Закон України "Про нафту і газ" [6], "Про газ (метан) вугільних родовищ" або "Про угоди про розподіл продукції" містять інші, відмінні від Кодексу, норми, вони мають пріоритет перед положеннями Кодексу України про надра у відповідних питаннях, що стосуються користування нафтогазоносними надрами.

Такий пріоритет дозволяє забезпечити конкретніші, деталізовані норми для регулювання гірничих відносин, користування нафтогазоносними надрами та укладання угод про розподіл продукції в галузі нафти та газу [7].

У таких випадках, де існують різниці між положеннями Кодексу та інших законів, застосовуються норми, які передбачені конкретними законами про нафту, газ та угоди про розподіл продукції.

Закони визначають важливі принципи власності на надра в Україні, підкреслюючи, що надра є виключною власністю українського народу. Вони наголошують на тому, що надра можуть бути надані лише у користування, а будь-які дії або угоди, що порушують це право власності, є недійсними.

Ці закони також розкривають механізми, якими український народ здійснює своє право власності на надра через Верховну Раду України, Верховну Раду Автономної Республіки Крим та місцеві ради. Такий підхід підтримує демократичний процес прийняття рішень стосовно

користування надрами та розподілу прибутку від видобутку корисних копалин між державою та громадянами [8].

Також важливою є інформація про те, що громадяни України мають право на частину доходу державного бюджету, який надходить від рентної плати за користування надрами для видобування корисних копалин. Це забезпечує участь громадян у вигодах від використання природних ресурсів країни.

Нарешті, ці закони визначають можливість делегування окремих повноважень щодо розпорядження надрами відповідним органам виконавчої влади. Це може означати передачу певних прав і відповідальності за управління надрами від центральних органів до регіональних або місцевих органів. Усі ці положення визначають рамки правового регулювання користування надрами та розподілу прибутку від користування природними ресурсами в Україні.

Державний фонд надр і Державний фонд родовищ корисних копалин, які формуються центральним органом виконавчої влади, відповідальним за геологічне вивчення та раціональне використання надр.

Державний фонд надр включає в себе як використовувані, так і невикористовувані ділянки надр, включаючи континентальний шельф і виключну (морську) економічну зону. Це означає, що він охоплює широкий спектр територій та областей, де можуть розміщуватися корисні ресурси.

Родовища корисних копалин - це області з нагромадженням мінеральних ресурсів, придатних для промислового використання, і вони можуть бути як природного, так і техногенного походження. Техногенні родовища - це місця, де утворилися відходи видобутку, збагачення та переробки мінеральної сировини, але ці відходи мають промислове значення [8].

Усі родовища корисних копалин, включаючи техногенні, з розціненими запасами, що мають промислове значення, утворюють

Державний фонд родовищ корисних копалин, а резерв цього фонду - попередньо оцінені родовища. Ці фонди є частиною Державного фонду надр.

Формування цих фондів відбувається через центральний орган виконавчої влади, відповідальний за геологічне вивчення та раціональне використання надр. Такий підхід дозволяє систематизувати та контролювати розміщення корисних ресурсів, їх видобуток та використання відповідно до законодавства та економічних потреб країни [9].

Органи, що відповідають за державне управління у галузі геологічного вивчення, використання та охорони надр, включають Кабінет Міністрів України, центральні органи виконавчої влади, що керують політикою у сфері охорони навколишнього середовища, геологічного вивчення та раціонального використання надр, а також органи влади на рівні Автономної Республіки Крим та місцеві органи виконавчої влади, інші державні органи та органи місцевого самоврядування відповідно до законодавства України.

Ці органи мають забезпечувати прозорість у видобувних галузях, що означає оприлюднення інформації у визначеному обсязі та порядку, встановленому відповідним законом про забезпечення прозорості у видобувних галузях. Це може включати розміщення даних про видобуток, використання ресурсів, відомості про дозволи на користування надрами, інформацію про організації, що займаються видобуванням тощо [10].

Окрім того, ці органи мають гарантувати дотримання норм законодавства, що регулює відносини з користування надрами, встановлених законом про забезпечення прозорості у видобувних галузях. Це означає захист прав та законних інтересів учасників видобувних процесів та забезпечення стабільності норм, що регулюють цю сферу.

Стаття 12 включає важливе положення що означає, що громадяни та їх об'єднання мають право брати участь у розробленні та реалізації заходів,

пов'язаних з раціональним використанням та охороною надр. Це стосується заходів, які здійснюють органи виконавчої влади, органи влади Автономної Республіки Крим та органи місцевого самоврядування в цій сфері [11].

Це право гарантує громадянам можливість брати участь у прийнятті рішень, які стосуються використання природних ресурсів, у тому числі надр. Це може включати участь у громадських слуханнях, обговорення планів розвитку та охорони надр, висловлення думок та пропозицій з цих питань.

Громадяни та їх об'єднання, які активно цікавляться раціональним використанням та охороною надр, мають можливість вносити свої думки, пропозиції та рекомендації в процес прийняття рішень органами влади, що відповідають за ці питання. Це важливий механізм демократичного участі громадян у формуванні та реалізації політики у сфері природокористування.

Стаття 13 Кодексу про користування надрами визначає, хто може бути користувачем надр, а також кого не допускають до цього права.

Основні точки цієї статті визначають:

- Користувачі надр: Серед можливих користувачів надр зазначаються підприємства, установи, організації, громадяни України, іноземці, особи без громадянства, іноземні юридичні особи та об'єднання юридичних осіб. Угоди про розподіл продукції також можуть укладатися з вказаними суб'єктами, які відповідають вимогам законодавства.

- Обмеження користувачів: До категорій осіб, які не можуть користуватися надрами, відносяться юридичні особи, пов'язані з державою, яка визнана Україною державою-агресором. Це також стосується юридичних осіб, в яких істотну участь мають особи з держави-агресора або які мають істотну участь у власності бенефіціарних власників, що також визнані державою-агресором.

- Визначення "істотної участі" та "кінцевого бенефіціарного власника": Для цілей законодавства вживаються визначення, наведені в Законі України "Про запобігання та протидію легалізації доходів, одержаних злочинним шляхом, фінансуванню тероризму та фінансуванню розповсюдження зброї масового знищення".

- Спеціальні економічні обмеження (санкції): Особи, до яких застосовано спеціальні економічні обмеження (санкції) відповідно до законодавства України, не мають права на користування надрами, і це може призвести до анулювання або зупинення дії спеціальних дозволів на користування надрами.

Ці положення мають на меті захистити суверенітет та інтереси України, запобігти незаконному використанню надр та забезпечити відповідність користувачів надрами законодавчим вимогам та стандартам.

Стаття 15 [12] розглядає основні цілі і області використання надр та визначає спеціальні дозволи на різноманітні види користування надрами. Проаналізувавши можна виділити основні моменти та строки спеціальних дозволів які згадуються:

- Від 3 до 20 років на використання для геологічного вивчення та видобування корисних копалин: Надра можуть використовуватися для геологічного вивчення, дослідно-промислової розробки, корисних копалин з подальшим видобуванням цих корисних копалин (промисловою розробкою родовищ).

- Від 3 до 50 років на створення підземних споруд і об'єктів не пов'язаних з видобуванням корисних копалин: Це може включати будівництво і експлуатацію підземних споруд, які не мають безпосереднього стосунку до видобування корисних копалин. Сюди входить зберігання різних речовин, переробка вод, а також геотермальні споруди та інші.

- Від 3 до 50 років на створення геологічних територій та об'єктів важливого значення: Це створення спеціальних об'єктів і

територій, які мають значення з наукових, культурних, санітарно-оздоровчих аспектів, за винятком нафтогазових надр.

- Угоди про розподіл продукції: Такі угоди дозволяють виконувати різні роботи, передбачені договором про розподіл продукції.

Це важливий документ, який визначає механізми і правила користування надрами в Україні та види спеціальних дозволів для різних галузей промисловості та діяльності.

Так, строк дії спеціальних дозволів на користування нафтогазоносними надрами визначається конкретними положеннями Закону України "Про нафту і газ". Цей закон встановлює важливі правила та умови для видобування, транспортування, зберігання і реалізації нафти і газу, включаючи процедури отримання та умови видачі дозволів на експлуатацію цих ресурсів. Такі дозволи зазвичай мають визначений строк дії, який встановлюється відповідно до вимог законодавства.

Це дозволяє регулювати і контролювати видобуток нафти і газу, а також встановлювати відповідні умови користування нафтогазоносними надрами відповідно до вимог закону і національної енергетичної стратегії [13].

Це дуже важливий аспект, що регулює використання надр з урахуванням його впливу на довкілля. Оцінка впливу на довкілля є ключовим етапом у визначенні можливих негативних наслідків від провадження діяльності з видобування корисних копалин чи іншої діяльності, пов'язаної з надрами. Вона дозволяє зрозуміти, як ця діяльність може вплинути на навколишнє середовище та природні ресурси.

Ця оцінка сприяє:

- Ідентифікації Ризиків: Вона визначає можливі негативні впливи на природне середовище через проведення конкретної діяльності.

- Плануванню Заходів Мінімізації: На основі цієї оцінки розробляються та впроваджуються заходи для зменшення або уникнення негативних наслідків.

- Публічному Обговоренню: Часто оцінка впливу на довкілля включає в себе консультації з громадськістю та зацікавленими сторонами, що робить процес більш прозорим та доступним.

- Затвердженню Проектів Рекультивації: У випадках, коли земля порушена через проведення діяльності, що стосується надр, оцінка впливу на довкілля також передбачає плани рекультивації, тобто процеси з відновлення землі.

Це дозволяє забезпечити більш збалансований підхід до використання надр, максимізуючи користь від їх видобутку, при цьому мінімізуючи потенційний негативний вплив на довкілля [13].

Висновки до розділу 1

Аналіз законодавчих положень, які регулюють господарську діяльність в сфері експлуатації нафтогазоконденсатних об'єктів, розкриває низку ключових аспектів, які важливі для розуміння та управління цією галуззю.

По-перше, визначається необхідність сучасного оновлення та адаптації законодавства до сучасних технологічних та екологічних стандартів, що дозволить врахувати нові виклики та ризики, забезпечуючи високий рівень технічної та екологічної безпеки галузі.

По-друге, підкреслюється важливість розвитку механізмів взаємодії між бізнесом, владою та громадськістю. Співпраця у цій сфері є ключовою для забезпечення балансу між комерційними інтересами компаній, державною політикою та необхідністю збереження природних ресурсів. Залучення громадськості може сприяти відкритості в управлінні енергетичним сектором.

По-третє, підкреслюється важливість впровадження інноваційних рішень в галузі нафтогазовидобутку, спрямованих на підвищення ефективності видобутку та одночасне зменшення негативного впливу на довкілля.

РОЗДІЛ 2

СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ОБ'ЄКТІВ

2.1 Ключові етапи технології функціонування нафтогазоконденсатних об'єктів

Перед паливно-енергетичним комплексом України постають складні завдання, насамперед щодо значного підвищення продуктивності праці. Висока продуктивність праці відчутно впливає на ефективне, безперебійне та безпечне забезпечення населення України паливними ресурсами, в тому числі газом. Це завдання можна вирішити завдяки впровадженню інноваційних технологій на основі використання досягнень науки й техніки [14].

В Україні застосовуються два способи буріння нафтогазових свердловин — амбарний і безамбарний (рис. 2.1). При амбарному — відходи буріння збираються, зберігаються, нейтралізуються, затвердіваються і захороняються у гідроізольованих шламових амбарах, безпосередньо на буровому майданчику (рис. 2.1, а). При безамбарному — накопичуються у контейнерах та металевих ємностях і вивозяться в інші місця (амбари, накопичувачі, полігони) для їх оброблення чи видалення (рис. 2.1, б).

До відходів буріння відноситься: вибурена порода (*дали* — *ВП*) або буровий шлам (*дали* — *БШ*), відпрацьовані бурові розчини (*дали* — *ВБР*), та бурові стічні води (*дали* — *БСВ*). При бурінні утворюються й інші відходи, але обсяги їх відносно незначні. Всі ці три складові відходів буріння у різних пропорціях містять воду, частки вибуреної породи, компоненти бурового розчину та інколи нафту (чи інші вуглеводні), яка може потрапляти у відходи при проходженні нафтоносних пластів, або додається

як змащувальна добавка до бурового розчину. Склад відходів буріння в основному залежить від геологічного розрізу (гірських порід), типу бурових розчинів та хімреагентів, що використовуються для оброблення промивних рідин [15].



а)



б)

Рис. 2.1 – Місця для накопичення відходів буріння Шебелинського НГКР: а) при амбарному бурінні; б) при безамбарному бурінні

Переважає більшість свердловин буриться у Дніпровсько-Донецькій западині (далі — *ДДЗ*): Чернігівська, Сумська, Полтавська та Харківська області.

Наведемо типовий геологічний розріз однієї зі свердловин у *ДДЗ*, з яких і складається вибурена порода (буровий шлам) [16]:

- від 0 до 300 м — лес, суглинки, глини, піски, пісковики, мергелі, алевроліти;
- від 300 до 1000 м — крейда, мергелі, глини, піски, пісковики;
- від 1000 до 1500 м — глини, аргіліти, алевроліти, піски, пісковики, глинисті вапняки;
- від 1500 до 2300 м — глини, аргіліти, вапняки, алевроліти, пісковики, конгломерати, галечники;
- від 2300 до 3400 м — кам'яна сіль, глини соляні, ангідрити, гіпси, аргіліти, алевроліти глинисті, глини, вапняки, доломіти, пісковики;

- від 3400 ÷ 3500 і до вибою (5000–6000 м) — пісковики, алевроліти, аргіліти, сланці, вапняки, зустрічаються прошарки вугілля тощо.

Як видно з наведеного геологічного розрізу, за мінералогічним складом тверда фаза відходів буріння (буровий шлам (рис. 2.2) із залишковою кількістю бурового розчину) класифікуються, до 2300 м як глиниста (з переважанням у складі глин, аргілітів, мергелів, крейди), з 2300 до 3400 м — галоїдно-сульфатна (тверда фаза складається в основному з кам'яної солі, гіпсу та/або ангідриту) і лише з глибини 3400 м тверда фаза складена міцними породами (пісковики, алевроліти, аргіліти, сланці тощо). Глибини залягання порід можуть суттєво різнитися, у залежності від місця розташування родовища в тій чи іншій частині ДДЗ [17].



а)



б)

Рис. 2.2 – Відходи буріння в шламовому амбарі Шебелинського НГКР: а) вибурена порода з БСВ; б) вибурена порода з ВБР

БШ — це напіврідка суспензія, яка відділяється при очистці бурового розчину, тверда частина якої складається з дрібних частинок гірських порід, що утворюються при її руйнуванні в процесі буріння.

ВБР — це складні багатокомпонентні дисперсні системи глинистих, емульсійних рідин, що використовувалися для промивання свердловини у процесі буріння, які втратили свої технологічні властивості (рис. 2.3, а).

Розрізняють такі основні типи бурових розчинів: глинисті, безглинисті, мінералізовані розчини з повним насиченням в переважній більшості сіллю NaCl, розчини на вуглеводневій основі, емульсійні тощо. Найбільш поширеними є глинисті розчини на водній основі.

Буровий розчин у свердловині виконує цілий ряд різноманітних функцій, зокрема [18]:

- видалення (винос) вибуреної породи зі свердловини;
- охолодження долота під час роботи його на вибої;
- розмивання гірської породи на вибою;
- зміцнення стінок свердловин тощо.

Таким чином, склад ВБР також залежить від геологічного розрізу, води, солей та хімреагентів якими оброблявся цей розчин.

БСВ — води що беруть участь у технологічних процесах при бурінні свердловин, які забруднені диспергованою глиною, хімреагентами, поверхнево-активними речовинами, вибуреною породою солями тощо (рис. 2.3, б).



а)



Рис. 2.3 – Відходи буріння Шебелинського НГКР: а) відпрацьований буровий розчин з вибуреною породою; б) бурові стічні води.

До складу БСВ можуть потрапляти дощові і талі води, особливо при невдалому плануванні бурових майданчиків, з яких ці води можуть стікати в амбари.

Середньорічна кількість опадів у Полтавській області становить від 450 до 580 мм на рік, а площа бурового майданчика 2,5–3,8 га. Навіть при коефіцієнті поверхневого стоку для ґрунтових поверхонь, який становить 0,2 отримаємо значне збільшення обсягів БСВ. А коефіцієнт стоку талих вод, становить ще більше 0,5–0,7. Крім цього, може бути нераціональне водокористування працівниками бурової бригади. При цьому слід зазначити, що при безамбарному бурінні обсяг рідких відходів значно менший, але зростають затрати на транспортування відходів буріння.

2.2 Розрахунок обсягів утворення відходів буріння

Розглянемо типову (орієнтовну) конструкцію свердловини (рис. 2.4). Як видно з рисунка, буріння під кожен обсадну колону здійснюється різними діаметрами доліт. Об'єм вибуреної породи:

$$V_{ВП} = 0,785 \cdot K_p (D_{ні} \cdot \alpha_i) \cdot 2 \cdot L_i,$$

де K_p — коефіцієнт розуцільнення породи приймається 1,2;

$D_{\text{нi}}$ — діаметр долота в інтервалі буріння, м;

α_i — середній коефіцієнт кавернозності свердловини;

L_i — інтервал буріння, м, у тому числі за інтервалами:

$$0-30 \text{ м: } V_{\text{ВП}} = 0,785 \times 1,2 (0,9144 \times 1,10)^2 \times 30 = 29 \text{ м}^3$$

$$30-260 \text{ м: } V_{\text{ВП}} = 0,785 \times 1,2 (0,6604 \times 1,10)^2 \times 230 = 114 \text{ м}^3$$

$$260-2300 \text{ м: } V_{\text{ВП}} = 0,785 \times 1,2 (0,4445 \times 1,04)^2 \times 2040 = 411 \text{ м}^3$$

$$2300-4500 \text{ м: } V_{\text{ВП}} = 0,785 \times 1,2 (0,3111 \times 1,27)^2 \times 2200 = 323 \text{ м}^3$$

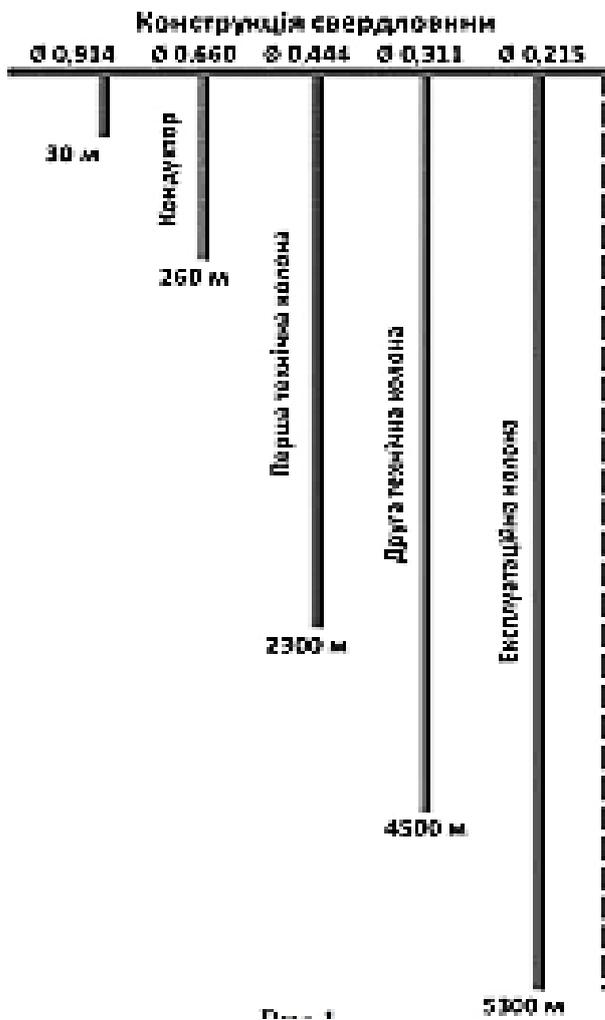
$$4500-5300 \text{ м: } V_{\text{ВП}} = 0,785 \times 1,2 (0,2159 \times 1,20)^2 \times 800 = 51 \text{ м}^3.$$

$$\text{Всього} = 928 \text{ м}^3$$

При очищенні бурового розчину не весь обсяг вибуреної породи з нього видаляється. Тому для розрахунку беруться наступні показники:

- на віброситі ступінь очистки становить – 20 %,
- на гідроциклоні та муловідділювачі – 20 %,
- на центрифугі – 20 %,
- відстоювання у жолобах та приймальних ємностях – 15 %.

Разом приблизно 75 %.



Таким чином, загальний об'єм ВП, що відділяється з бурового розчину для цієї свердловини становить:

$$V_{\text{ВП}} = 928 \text{ м}^3 \times 0,75 = 696 \text{ м}^3$$

Як видно з геологічного розрізу, конструкції даної свердловини та поінтервального розрахунку обсягів вибуреної породи, до глибини 3400 м залягають переважно м'які глинисті породи, глина, мергелі, крейда,

кам'яна сіль, ангідрити, гіпси тощо.

Розрахуємо обсяг цих м'яких глинистих порід:

$$V_{\text{ВП}} = (29 \text{ м}^3 + 114 \text{ м}^3 + 411 \text{ м}^3 + 323/2) \times 0,75 = 537 \text{ м}^3$$

З глибини 3400 й глибше залягають міцні пісковики, алевроліти, аргіліти, сланці, вапняки.

Обсяг цих міцних порід з 3400 до 5300 м становить:

$$V_{\text{ВП}} = 696 \text{ м}^3 - 537 \text{ м}^3 = 159 \text{ м}^3$$

Рис. 2.4 - Типова конструкція свердловини

Розрахунок об'єму відпрацьованої промивної рідини проводиться за формулою: $V_{\text{ВБР}} = (3 \cdot eI + 1,2 \cdot eII + 2,0 \cdot eIII + 3,0 \cdot eIV) \cdot \text{ВПР}$ (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:

$$V_{\text{БСВ}} = 2 \cdot V_{\text{ВБР}}$$

$$V_{\text{БСВ}} = 2 \cdot 821 = 1641 \text{ м}^3$$

Згідно з розрахунком об'єм відпрацьованої промивної рідини становитиме 1641 м^3 .

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

$$V_{\text{В}} = 1,5 \cdot 0,785 \cdot \text{ДВ}^2 \cdot L$$

де ДВ – об'єм випробувальної рідини,

ДІ = 0,48, ДІІ = 0,12; L – глибина випробування,

ЛІ = 3310,

$$LII = 990 \text{ м } V_{\text{В}} = 1,5 \cdot 0,785 \cdot (0,1482 \cdot 3310 + 0,122 \cdot 990) = 102 \text{ м}^3$$

Крім цього, об'єм розчину для випробування свердловини (РВС) - 102 м^3 .

$$V_{\text{БСВ}} = 2 \cdot V_{\text{ВБР}} = 2 \cdot 1641 = 3282 \text{ м}^3$$

Об'єм бурових стічних вод становитиме 3282 м^3 .

Всього загальний об'єм відходів буріння для свердловини з проектною глибиною 5300 м орієнтовно становитиме:

$$V_{\text{ВВ}} = 696 + 1641 + 102 + 3282 = 5721 \text{ м}^3.$$

Як видно з цього розрахунку, переважна частина, майже 88 % це рідкі і напіврідкі відходи буріння (рис. 2.5). Причому тверді і напівтверді відходи для цієї свердловини становлять всього 696 м³, або 12 %. Виключно тверді — 159 м³, або ≈ 2.8 %. Слід зауважити, що в залежності від технологічної дисципліни, на різних бурових, обсяг рідких відходів може бути значно меншим від розрахункового.

У Карпатському нафтогазоносному регіоні у переважній більшості представлені так звані карпатський флішем, потужною серією міцних осадових гірських порід переважно уламкового походження, що характеризуються ритмічним чергуванням декількох літологічних різновидів шарів, гранулометричний склад яких характеризується зменшенням зернистості знизу вгору (від піску до алевриту та пеліту) [19].

Процентне співвідношення відходів буріння однієї зі свердловин у ДДЗ: БШ/ВБР/РВС/БСВ

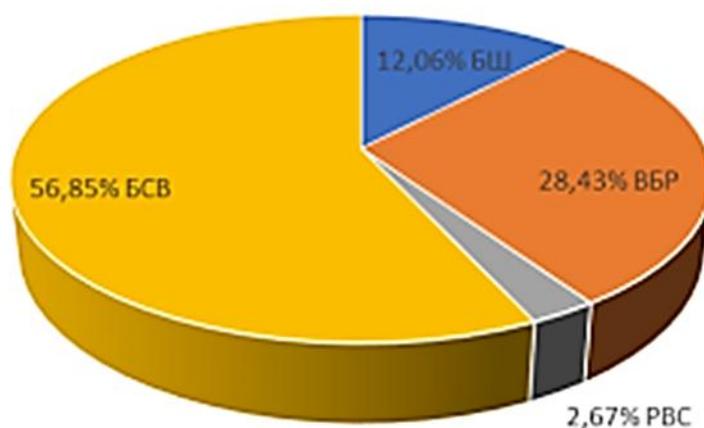


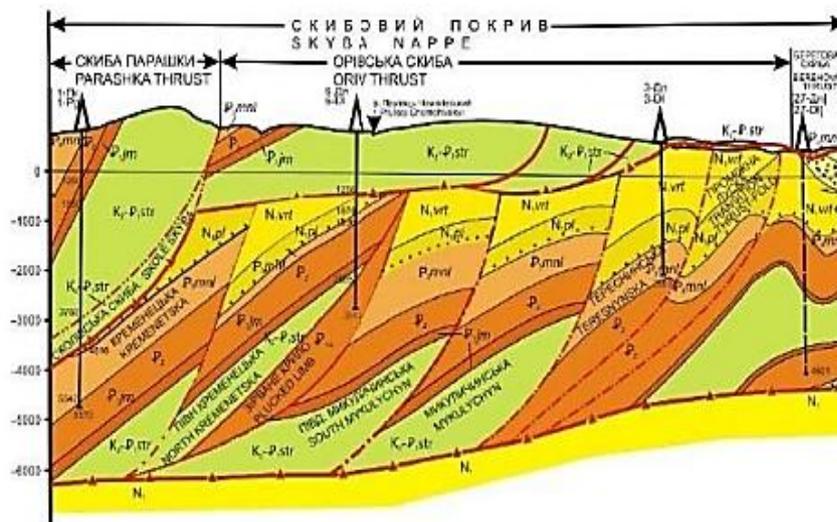
Рис. 2.5 – Відносний склад відходів буріння

Починаючи із самої поверхні, і до вибою свердловин, фліш складається з численних невеликих циклів, які часто називаються ритмами. Отже, флішеві осадові породи — це ритмічне чергування прошарків аргілітів, сланців, алевролітів, пісковиків, мергелю і вапняку. І геологічний

розріз має багатоповерхову структуру, тобто одні й ті ж породи зустрічаються декілька разів (рис. 2.6). Хоча також зустрічаються глинисті пачки порід.



а)



б)

Рис. 2.6 – Складчасті Карпати: а) карпатський фліш; б) геологічний розріз

Висновки до розділу 2

У рамках даного розділу були розглянуті етапи технології функціонування нафтогазоконденсатних об'єктів на прикладі об'єктів Дніпровсько-Донецької западини та нафтогазоносного регіону в Карпатах, які є важливим енергетичними районами для видобутку нафти, газу та конденсату. До ключових з них відносяться 2 способи буріння - амбарний і

безамбарний. При амбарному — відходи буріння збираються, зберігаються, нейтралізуються, затвердіваються і захороняються у гідроізольованих шламових амбарах, безпосередньо на буровому майданчику. При безамбарному — накопичуються у контейнерах та металевих ємностях і вивозяться в інші місця (амбари, накопичувачі, полігони) для їх оброблення чи видалення.

Надано характеристику амбарного та безамбарного методу та проведено розрахунок обсягів утворення відходів буріння, таких як: вибуреної породи, відпрацьованої промивної рідини, відпрацьованих стічних вод, випробувальної рідини, бурових стічних вод та загальний об'єм всіх відходів буріння.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ БУРІННЯ

3.1. Загальна характеристика існуючих методів поводження з відходами буріння

Згідно з ієрархією управління відходами на більшості свердловин вживаються заходи щодо запобігання утворенню відходів буріння. Здійснюється планування бурового майданчика так, щоб мінімізувати потрапляння дощових і талих вод у шламові амбари. Амбари, як правило, обваловуються. Ведеться облік водоспоживання. Для миття обладнання та оброблення бурових розчинів використовуються стічні води тощо [20].

З метою підготовки відходів до повторного використання здійснюється попередня очистка БСВ. ВБР також проходять відповідну очистку та рециклінг і можуть перевозитися на інші свердловини для використання.

Найбільш актуальним питанням є методи утилізації БШ.

Існують такі основні методи оброблення відходів буріння: термічні, хімічні, біохімічні (біологічні); фізичні, фізико-хімічні та інші [20].

Термічний метод. Цей метод доволі поширений. До нього належить сушка, піроліз, термодесорбція, електровогнева обробка, термоліз, термообробка.

При ньому БШ не вимагають попередньої підготовки (очистка від сміття, каменів, нафтопродуктів). Об'єм переробленого продукту в рази менший за початковий об'єм БШ. Але під час спалювання в атмосферу виділяється велика кількість забруднюючих речовин. Економічну ефективність термічних методів зменшує необхідність осушки бурового шламу з високою вологістю.

Метод термічної обробки БШ є загалом досить дорогим процесом, і в основному спалюється (висушується) вода, що міститься в ньому та спікається гірська порода. Причому що відходи буріння не відносяться до небезпечних відходів, які необхідно спалювати.

Крім цього, виникла Глобальна кліматична криза, яка стала системною проблемою, а її вирішення потребує системних кроків на міжнародному та національному рівні. Саме тому Україна має впроваджувати амбітну кліматичну політику та скорочувати викиди парникових газів [21].

Фізичний метод утилізації. Заснований на зміні фізичних властивостей БШ під впливом різних факторів.

Умовно можна виділити такі процеси:

- Гравітаційне відстоювання;
- Розділення у відцентровому полі;
- Розділення фільтруванням.
- Фізико-хімічні методи.

Основою цього методу є застосування флокулянтів, коагулянтів тощо, що змінюють фізико-хімічні властивості, з подальшим обробленням на спеціальному обладнанні.

В Україні найчастіше використовують фізико-хімічні методи оброблення БШ. З допомогою вібросит, гідроциклонів, муловідділювачів та центрифуг з бурового розчину відділяється БШ і скидається у шламові амбари, де за допомогою різноманітних препаратів відбувається його нейтралізація, затвердівання та захоронення.

При безамбарному бурінні БШ після часткового зневоднення, на блоці очистки, скидається у спеціальні контейнери, для додаткового гравітаційного відстоювання, після чого електротельфером завантажується у самоскиди і вивозиться в інші спеціально облаштовані місця. Інколи використовують так звані фільтрувальні басейни [21].

Відділену з бурового розчину напівтверду фазу скидають у шламові ємності (рис. 3.1, а), де вона перемішується з БСВ, і знову набухає, і при наповненні ємностей цю суміш направляють шламовим насосом у фільтрувальний басейн (рис. 3.1, б). Відділена БСВ знову стікає у шламові ємності. Після певної осушки БШ з басейну мають вивозити у спеціально облаштовані місця, яких на жаль в Україні майже немає. Були й інші неодноразові спроби рециклінгу БШ, який у певних пропорціях змішували з цементом, рідким склом та планували використовували як будівельний матеріал для підсипки майданчиків та під'їзних доріг.

Однак, як виявилось на практиці, що не все так просто, оскільки твердих відходів, які реально можуть бути використані для будівельних матеріалів у ДДЗ дуже мало 2–3 %. Навіть якщо взяти всі тверді і напівтверді відходи, це складе не більше 12 %, і це переважно глина, мергелі, що містять хлориди (сіль) (рис. 3.1, б).



а)



б)

Рис 3.1 - Фільтрувальний басейн з відходами буріння Шебелинського НГКР: а) загальний вигляд басейну; б) фільтрат з хлоридами

Глина для бетонних сумішей є шкідливою домішкою. Максимально допустимий вміст пиловидних і глинистих часток розміром менше 0,05 мм, що визначається відмулюванням або піпетковим методом, у щільних пісках всіх видів, для бетонних сумішей дозволяється не більше 5–7 %. У даному випадку ця норма перевищена у рази [22].

На даний час при бурінні свердловин використовуються потужні бурові насоси, і долота з насадками, що мають невеликі отвори 3–5 мм, через які рідина тоненькою цівкою, під великим тиском (200–250 атм.) «розрізає» породи, відбувається так званий гідромоніторний ефект, внаслідок чого порода подрібнюється (розмивається) до дрібних колоїдних частинок, розміром $< 0,05$ мм.

В Україні на початку 2000-х років у Полтавській області був збудований вузол з перероблення і утилізації відходів буріння, але працював лише декілька разів у вигляді демонстраційного процесу, в результаті було виготовлено декілька зразків цементно-глинистої суміші, з різним вмістом цементу. Причому відходи з цього родовища розміщались у шламонакопичувачі, що був збудований поруч. Навіть було розроблено технічні умови на шлам буровий зневоднений, але жодного кілометра дороги так і не збудовано.

Дана установка (вузол) розрахована на одне родовище, так як перевозити велику кількість відходів з інших родовищ на значні відстані, переважно недоцільно. Краще оброблення проводити безпосередньо на буровій [22].

Причому собівартість такої цементно-глинистої суміші становитиме понад 4,0 тис. грн/м³.

Відповідно рентабельність використання такої цементно-глинистої суміші для автодорожньої галузі дуже низька.

Інший варіант: використання певної кількості цих відходів можна для перешарування ТПВ на полігонах й звалищах побутових відходів.

Крім цього, БШ містить значну кількість ВБР та БСВ, які також не є корисним компонентом для будівельних матеріалів.

Аналіз проблеми утилізації ВБР. Основними складниками глинистих бурових розчинів є вода, глинопорошок вибурена порода та хімреагенти. В інтервалах, де знаходяться горизонти прісних підземних вод (0–300 м і більше) заборонено використовувати небезпечні хімреагенти, тому буріння проводиться, як правило на воді з використанням бентонітової глини, кальцинованої соди, харчової добавки карбоксиметилцелюлози та графіту [23].

Однак, при проходженні глинистих горизонтів відбувається так зване явище самозамісу, промивна рідина, розмиває (розчиняє) глинисті породи, в результаті чого зростає густина і в'язкість, тому частина розчину з вибуреною породою, вже як ВБР, скидається в амбари, а для розрідження додається вода.

Явище самозамісу присутнє і в інших інтервалах навіть до глибини 3400–3500 м. Тому в цих інтервалах (до 3500 м) найбільше утворюється ВБР. Але це вже буровий розчин, який оброблений хімреагентами, у т. ч. хлористим калієм чи натрієм (KCl, NaCl), особливо при бурінні соленосних товщ, розчин обробляється до перенасичення KCl чи NaCl. Крім цього, при бурінні крейди, гіпсів та ангідритів розчин збагачується і цими породами. Як правило, після спуску технічних колон на більшості свердловин відбувається заміна бурового розчину на інший тип, а цей наявний скидається в амбари як ВБР.

Після закінчення буріння та освоєння свердловини, майже весь буровий розчин, у т. ч. від зачистки ємностей, скидається в амбари. Частково, лише незначні обсяги бурових розчинів, можуть перевозитися на інші свердловини для повторного використання [23].

3.2. Аналіз специфіки використання амбарного методу буріння

3.2.1. Загальна характеристика амбарного методу

Будівництво нафтогазових свердловин на суші за амбарною технологією, що передбачає спорудження тимчасових бурових шламових амбарів або шламонакопичувачів, неминуче супроводжується утворенням значного обсягу відходів буріння, які розміщуються, як правило, в шламових амбарах, споруджених безпосередньо на території бурового майданчика і призначених або для тимчасового накопичення строком до 6 місяців, та/або розміщення на строк, що перевищує 6 місяців [24].

Ведення бурових робіт є найважливішим аспектом розвитку процесу розроблення ділянки родовища природних вуглеводнів. З урахуванням екологічної вразливості природи, наявності територій традиційного природокористування та особливо охоронюваних територій, пошук шляхів оптимізації екологічної безпеки робіт, що проводяться на нафтогазових родовищах, є важливим завданням, що повинно вирішуватися з урахуванням охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Під час будівництва свердловин під час ведення гірничих робіт на поверхню зі стовбура свердловини виносяться бурові відходи, що складаються з відпрацьованого бурового розчину (ВБР), бурового шламу (БШ), бурових стічних вод (БСВ) [24].

ВБР - це розчин, використаний у технологічному процесі та непридатний для буріння свердловини надалі, а також буровий розчин і пластовий флюїд, викинуті при проявах свердловини на денну поверхню.

Буровий шлам (БШ) - суміш вибуреної породи з буровим розчином, причому ця суміш надходить у збірник відходів - шламонакопичувач після попереднього очищення в циркуляційній системі очисного обладнання. Вибурена порода, що являє собою основну частину обсягу БШ, за своїм

мінеральним складом нетоксична, але, диспергуючись в обробленому хімічними реагентами буровому розчині, її частинки адсорбують на своїй поверхні токсичні компоненти, які в результаті стають небезпечними для навколишнього середовища.

БСР напрацьовуються в процесі буріння свердловини, експлуатації та ремонту обладнання і являють собою буровий розчин, розбавлений технічною водою і атмосферними опадами, що потрапляють у чашу шламонакопичувача.

Фракційний склад твердої фази відходів буріння варіюється від декількох мікрон (дисперговані частинки бентонітової глини, обважнювачі тощо) до 25 мм (вибурена порода).

Для підтримки необхідних показників бурового розчину здійснюють його розведення. Обмежені обсяги резервуарів (ємностей), призначених для збору рідких відходів буріння, змушують скидати частину бурового розчину в шламонакопичувач, у результаті чого відбувається забруднення навколишнього середовища, включно з ґрунтом, ґрунтовими та поверхневими водами, за рахунок проникнення рідких джерел забруднення через стінки і дно шламонакопичувача, особливо в разі їх пошкодження. У разі потрапляння атмосферних опадів під час зворотного засипання відходів після їх знешкодження, підвищується вологість відходів, виникає ризик їх видавлювання на поверхню і, як наслідок, просочування забруднювальних речовин у навколишнє середовище [25].

Забруднювальна здатність відходів буріння зумовлена, зокрема, токсичністю хімічних реагентів, що застосовуються для обробки бурового розчину, який подається на забій свердловини і вибурену породу, що знаходиться на поверхні. В результаті промивання очисних пристроїв і розведення залишків бурового розчину технічною водою утворюються бурові стічні води, які разом із твердою фазою бурового шламу розміщують у шламонакопичувачах. Рідкі відходи буріння та нафтовидобутку є джерелами забруднення навколишнього середовища.

3.2.2. Різновиди шламових амбарів

Існує кілька різновидів шламових амбарів, які можуть відрізнятися за розміром, конструкцією, функціональністю та специфічними характеристиками залежно від вимог процесу буріння, об'єму оброблюваних шламів і технологічних особливостей.

Деякі типи шламових амбарів включають [26]:

1. Напівнакопичувальні амбари (контейнери): Це зазвичай ємності або контейнери, що розміщуються на родовищі для тимчасового зберігання і часткового оброблення бурових шламів до їхнього остаточного оброблення або утилізації.

2. Повністю функціональні амбари: Більші й обладнаніші шламові амбари, у яких здійснюється повне опрацювання та перероблення бурових шламів, включно з процесами очищення, розділення компонентів і можливе повторне використання бурових рідин.

3. Мобільні шламові установки: Це спеціальні установки, які можуть бути переміщені або встановлені на різних родовищах для обробки шламів на місці, забезпечуючи гнучкість і зручність в обробці шламів у різних місцях.

4. Модульні системи обробки шламів: Ці системи складаються з різних модулів, що дають змогу налаштувати й адаптувати амбар під конкретні вимоги кожного родовища або типу шламів, що обробляються.

5. Установки з ефективними системами фільтрації та очищення: Шламові амбари, оснащені передовими системами фільтрації, центрифугами та іншими пристроями для максимальної ефективності оброблення шламів і поділу їхніх компонентів.

Кожен тип шламового амбару має свої переваги та особливості, і вибір конкретного залежить від специфіки процесу буріння, вимог до обробки шламів та особливостей родовища.

3.2.3. Послідовність спорудження шламового амбару

Шламіві амбари, що використовуються для збору та обробки бурових шламів у нафтогазовій промисловості, можуть мати різні конструкції та технології залежно від конкретних умов, вимог і масштабів операцій. Однак, загалом, процес створення шламового амбару включає кілька ключових етапів [26]:

1. Планування та проектування:

- Визначення вимог: Визначення об'єму шламів, який буде оброблятися, типів матеріалів і характеристик шламів.
- Проектування амбару: Розробка креслень, визначення розмірів і форми амбару, врахування технологічних процесів обробки шламів.

2. Вибір матеріалів і будівництво:

- Вибір матеріалів: Вибір матеріалів для конструкції амбара, враховуючи його міцність, стійкість до хімічних впливів шламів і довговічність.
- Будівництво: Підготовка майданчика, зведення стін, встановлення системи дренажу та фільтрації, монтаж обладнання для обробки шламів.

3. Встановлення системи обробки:

- Системи очищення і фільтрації: Встановлення обладнання для очищення і фільтрації бурових шламів, включно з центрифугами, фільтрами, осаджувальними ємностями та іншими пристроями для розділення твердих і рідких компонентів.

4. Тестування і запуск:

- Перевірка функціональності: Тестування роботи системи очищення та обробки шламів для переконання в її правильній роботі та відповідності вимогам.
5. Експлуатація та обслуговування:

- Навчання персоналу: Навчання операторів обладнанню та процесам обробки шламів.

- Регулярне обслуговування: Проведення планового обслуговування системи, контроль за справністю обладнання, чищення та технічне обслуговування.

Шламові амбари зазвичай розробляють з урахуванням вимог до збирання, оброблення та перероблення бурових шламів з метою зменшення відходів, оптимізації ресурсів і дотримання екологічних стандартів. Кожен амбар проєктується з урахуванням конкретних умов і потреб підприємства або родовищам [27].

На сьогодні в реальних умовах ведення бурових робіт шламові амбари є важливою частиною інфраструктури нафтогазової промисловості. Вони пропонують низку переваг і відіграють ключову роль в обробці та управлінні буровими шламами:

1. Обробка та утилізація шламів: Шламові амбари дають змогу збирати й обробляти бурові шлами, що сприяє зниженню довкілля та зменшує ризик забруднення ґрунту й водойм.

2. Економічна ефективність: Шляхом очищення і переробки шламів в амбарах можна витягувати цінні компоненти бурових рідин для їх повторного використання, що сприяє економії ресурсів і зниженню витрат на нові матеріали.

3. Відповідність нормам і стандартам: Шламові комори відіграють ключову роль у дотриманні нормативів і стандартів у сфері екології та охорони навколишнього середовища, оскільки обробка шламів дає змогу знизити ризик забруднення природи.

4. Зменшення обсягів відходів: Застосування шламових амбарів сприяє скороченню обсягів відходів, адже ефективна обробка дає змогу повторно використовувати бурові рідини та зменшити кількість відходів, які спрямовують на звалище або утилізацію.

5. Підвищення безпеки: Обробка і контроль шламів за допомогою шламових амбарів сприяють зниженню ризиків аварійних

ситуацій на родовищах, пов'язаних з недотриманням правил поводження з відходами.

б. Дотримання регулювань: Використання шламових амбарів дає змогу компаніям дотримуватися законодавчих норм і вимог щодо управління відходами, що є суттєвим для їхнього функціонування та репутації.

3.2.4. Спосіб складування відходів буріння під час будівництва свердловини на особливо охоронюваній природній території

Винахід належить до охорони навколишнього природного середовища в нафтогазовій промисловості, зокрема до способів безпечного для фауни складування відходів буріння [27]. Споруджують земляний амбар. Оснащують його нафтопасткою. Її відкрити зверху поверхню перекривають із зазором 0,15-0,35м. від верхньої горизонтальної кромки суцільною горизонтальною панеллю. По її периметру жорстко закріплені ребра. Ребра спрямовані вниз і рівновіддалені від бічних стінок нафтопастки. Площа суцільної панелі на 15-20% перевищує площу поверхні нафтопастки. За 5-10 днів до весняного прильоту птахів із "Червоної книги" поверхню амбара і нафтопастки покривають сіткою. Суцільну маскувальну сітку встановлюють на каркасі із зазором 0,75-1,2м. від максимального прогнозного рівня відходів. Нижні кромки бічної поверхні сітки кріплять якорями до ґрунтової основи. Періодично відкачують нафту з нафтопастки. Забезпечується безпечно для фауни складування відходів буріння, безперервний цикл будівництва свердловини. Знижується забруднення вуглеводнями атмосферного повітря.

До причин, що перешкоджають досягненню зазначеного нижче технічного результату під час використання відомого способу, прийнятого за прототип, відноситься те, що у відомому способі під час будівництва

свердловини на особливо охоронюваній природній території не забезпечується екологічна безпека складування відходів буріння в земляному амбарі-накопичувачі, зокрема: нафта, яка плаває на поверхні нафтовловлювача, незважаючи на незначні розміри її площі, порівняно з площею всього амбара-накопичувача, становить серйозну загрозу для птахів при їхньому польоті.

Нафта, що плаває в нафтопастці, під час випаровування забруднює атмосферне повітря.

В умовах сухих степів, на території яких немає відкритих водойм і водотоків, будь-яка відкрита водна поверхня привертає увагу птахів, зокрема занесених до "Червоної книги", наприклад дрохви і стрепета, незважаючи на відлякувальні пристрої. Використання птахами з амбару для пиття рідини, що містить шкідливі хімічні реагенти, може призвести до їхньої загибелі [27].

Сутність винаходу полягає в такому.

Будівництво нафтогазових свердловин на особливо охоронюваній природній території зумовлює пильну увагу природоохоронних органів, громадськості, руху GREENPEACE до забезпечення екологічно безпечного буріння і, зокрема, до способу складування відходів буріння. Одними з основних вимог є повне припинення (консервація) бурових робіт у період сезонного проживання "червонокнижних" птахів у районі будівництва свердловини або використання "безамбарного" методу збору відходів буріння навіть за наявності сприятливих гідрогеологічних умов. Однак "безамбарний" метод передбачає застосування складного й дорогого обладнання та відповідного обслуговування. Крім цього, відходи буріння, зібрані на території бурового майданчика в металевих ємностях, періодично повинні вивозитися спеціальним автотранспортом на централізований полігон для знешкодження та захоронення промислових відходів. Відсутність або значна віддаленість полігонів від місця буріння, а також неминучі втрати (розливи) рідких відходів буріння на шляху

прямування на полігон у поєднанні з низькою екологічною культурою обслуговуючого персоналу ставлять під сумнів екологічну безпеку такого методу. Водночас відходи буріння, що складуються в амбарі-накопичувачі, можуть бути причиною забруднення не тільки атмосферного повітря, підземних вод і ґрунтів, а й становити небезпеку для птахів, що мешкають у районі будівництва свердловини, особливо для "червонокнижних" [26, 27].

Призупинення (консервація) будівництва свердловин у період сезонного проживання "червонокнижних" птахів (з квітня по жовтень) з урахуванням необхідності забезпечення безперервного ведення бурових робіт для унеможливлення виникнення аварійних ситуацій призведе до різкого зниження техніко-економічних показників будівництва, простою бурового устаткування та бурової бригади, невиправданого збільшення строків оренди земельного відводу, наданого в тимчасове користування на період будівництва свердловини, який піддається водночас неминучому забрудненню.

Зазначений технічний результат при здійсненні винаходу досягається тим, що у відомому способі, який містить відривання котловану на території бурового майданчика, зведення ґрунтового обвалування, гідроізоляцію дна та бокових стінок котловану, оснащення нафтовловлювачем, установлення по периметру бурового майданчика та земляного шламового амбара-накопичувача відходів буріння пристроїв, що відлякують птахів, заповнення амбара відходами буріння та періодичне відкачування нафти з нафтовловлювача. Крім того, особливість способу полягає в тому, що за 5-10 днів до весняного прильоту птахів, занесених до "Червоної книги", на час їхнього сезонного перебування в районі будівництва свердловини й аж до відльоту "червонокнижних" птахів до теплих країв, водну поверхню амбару-накопичувача відходів буріння й нафтовловлювача додатково вкривають суцільною маскувальною сіткою, яка має горизонтальне полотнище і нафтові сітки, що мають горизонтальне

полотнище і нафту, яка має горизонтальне полотнище, і нафту, що не має нафтового полотнища, що має горизонтальне полотнище та бокові стінки, встановлену над амбаром на каркасі із зазором 0,75-1,2м. від максимального прогнозного рівня рідких відходів у амбарі, а нижні кромки бокової поверхні маскувальної сітки кріплять якорями до ґрунтової основи. Особливість пропонованого способу полягає ще й у тому, що суцільну панель із жорстко закріпленими ребрами встановлюють над нафтовловлювачем на шарнірі з можливістю повороту панелі вгору на осі шарніра [28].

Перекриття відкритої зверху поверхні нафтопастки з плаваючим шаром нафти суцільною горизонтальною панеллю з периферійними ребрами, направленими донизу та рівновіддаленими від бічних стінок нафтопастки, забезпечує гарантоване запобігання потраплянню "червонокнижних" та інших птахів до нафтопастки, яка містить плаваючу нафту, та відповідно загибелі видів тварин, які особливо охороняють; можливість здійснення безперервного циклу будівництва нафтогазової свердловини на шарнірі нафтогазової свердловини на особливо охоронюваній природній території незалежно від знаходження на ній "червонокнижних" птахів; значне скорочення випаровування вуглеводнів із нафтопастки та зниження забруднення атмосферного повітря.

Крім цього, наявність суцільної маскувальної комбінованої сітки, виконаної з пофарбованого переплетеного шнура і тканини, над шламовим амбаром-накопичувачем відходів буріння виключає саму можливість фізичного потрапляння птахів до амбару, за одночасної можливості випаровування рідкої фази відходів буріння з амбару без плаваючих плівок нафти, скорочуючи об'єм відходів, які складають у амбар.

Встановлення суцільної панелі з жорстко закріпленими ребрами над нафтовловлювачем на шарнірі дає змогу піднімати (повертати) панель догори на осі шарніра, відкриваючи таким чином доступ до

нафтовловлювача для огляду та проведення профілактичних і ремонтних робіт.

Спосіб здійснюється такими послідовними діями в порядку викладення [28]:

- Відривають у мінеральному ґрунті котлован на території бурового майданчика;
- Зводять по периметру котловану ґрунтове обвалування;
- Гідроізольюють дно і бічні стінки котловану;
- Оснащують гідроізольований і обвалований котлован нафтопасткою;
- Встановлюють по периметру бурового майданчика і земляного шламового амбара пристрої, що відлякують птахів;
- Перекривають відкриту зверху поверхню нафтовловлювача із зазором 0,15-0,35м. суцільною панеллю з жорстко закріпленими по периметру ребрами, що має площу, яка на 15-20% більшу за площу нафтовловлювача;
- Заповнюють амбар відходами буріння;
- Періодично відкачують насосом нафту з нафтоловушки;
- Періодично повертають суцільну панель за допомогою шарніра для огляду та проведення профілактичних і ремонтних робіт;
- Додатково покривають маскувальною сіткою водну поверхню амбара-накопичувача і нафтовловлювача за 5-10 днів до весняного прильоту "червонокнижних" птахів, на час їхнього сезонного проживання в районі будівництва свердловини і аж до відльоту птахів у теплі краї;
- Демонтують маскувальну сітку після масового відльоту "червонокнижних" птахів у теплі краї;
- Складують відходи буріння до закінчення будівництва свердловини.

Здійснення зазначених вище дій забезпечує екологічну безпеку будівництва нафтогазових свердловин, екологічно безпечний для фауни

спосіб складування відходів буріння на особливо охоронюваній природній території та дає змогу унеможливити загибель "червонокнижних" видів тваринного світу.

Формула винаходу

1. Спосіб складування відходів буріння під час будівництва свердловини на особливо охоронюваній природній території в земляній амбарі, що включає відривання котловану на території бурового майданчика, зведення по периметру котловану ґрунтового обвалування, гідроізоляцію дна та бокових стінок котловану, оснащення нафтовловлювачем, установлення по периметру бурового майданчика та земляного амбара-накопичувача відходів буріння пристроїв, що відлякують птахів, подальше заповнення амбара відходами буріння та періодичне відкачування нафти з нафтовловлювача, що відрізняється тим, що відкриту зверху поверхню нафтовловлювача перекривають із зазором 0,15-0,35м. від верхньої її горизонтальної кромки суцільною горизонтальною панеллю з жорстко закріпленими по периметру ребрами, спрямованими донизу та рівновіддаленими від бокових стінок нафтовловлювача, нижня горизонтальна кромка ребер перебуває на одному рівні з верхньою горизонтальною кромкою нафтопастки, при цьому площа суцільної панелі на 15-20% перевищує площу поверхні нафтопастки, причому за 5-10 днів до весняного прильоту птахів, занесених до "Червоної книги", на час їхнього сезонного проживання в районі будівництва свердловини й аж до відльоту птахів у теплі краї водну поверхню амбара-накопичувача відходів буріння та нафтопастки додатково вкривають суцільною маскувальною сіткою, що має горизонтальне полотнище і бічні стінки, встановленої над амбаром на каркасі із зазором 0,75-1,2м. від максимального прогнозного рівня рідких відходів у амбарі, а нижні кромки бічної поверхні маскувальної сітки кріплять якорями до ґрунтової основи [29].

2. Спосіб за п.1, який відрізняється тим, що суцільну панель із жорстко закріпленими ребрами встановлюють над нафтопасткою на шарнірі з можливістю повороту панелі догори на осі шарніра.

3.2.5. Ліквідація шламового амбара

Процедура ліквідації шламового амбару - це процес завершення її роботи та демонтажу споруди, який зазвичай включає теж декілька етапів [30]:

1. Підготовка до ліквідації

- **Оцінка стану:** проведення оцінки стану амбара для визначення його поточного стану, рівня забруднення прилеглої території, наявності небезпечних матеріалів та інших чинників, які можуть вплинути на процес ліквідації.

- **Розробка плану ліквідації:** складання плану дій з демонтажу, очищення території, утилізації відходів і забезпечення безпеки під час робіт.

2. Очищення та вивезення відходів

- **Видалення шламів:** очищення амбара від залишків шламів, фільтрів, обладнання та інших матеріалів, які можуть бути утилізовані або перероблені.

- **Утилізація відходів:** відходи, такі як забруднений ґрунт або матеріали з високим вмістом шкідливих речовин, мають бути утилізовані або рекультивовані відповідно до екологічних норм і правил.

3. Демонтаж амбара

- **Розбирання конструкції:** демонтаж амбара, включно з розбиранням стін, зняттям даху, демонтажем устаткування і систем.

- **Утилізація матеріалів:** поділ матеріалів на такі, що переробляються, і такі, що утилізуються, для подальшої утилізації або переробки.

4. Очищення території та відновлення місцевості

- **Очищення території:** видалення залишків будівельних матеріалів, очищення землі від забруднень і усунення слідів діяльності, пов'язаної з амбаром.

- **Відновлення ландшафту:** відновлення місцевості, зокрема відновлення ґрунту, відновлення рослинності та інші заходи з відновлення екосистеми.

5. Контроль та утилізація залишків

- **Моніторинг:** після ліквідації може знадобитися моніторинг ділянки для контролю за можливими залишками забруднень або іншими можливими проблемами.

- **Утилізація остаточних залишків:** Будь-які матеріали або залишки, що залишилися, повинні бути утилізовані або оброблені згідно з нормами і правилами, зокрема забруднений ґрунт.

Кожен етап ліквідації шламового амбара повинен проводитися з дотриманням екологічних стандартів і правил безпеки для мінімізації впливу на навколишнє середовище і забезпечення безпеки робітників.

3.2.6. Аналіз відомих варіантів застосування амбарного методу

На сьогодні відомими є декілька методів будівництва свердловин та розміщення на їх території відходів буріння, орієнтованих на максимальне дотримання вимог в галузі захисту довкілля [30].

- 1. Спосіб включає створення чаші шламонакопичувача, влаштування протифільтраційного екрана на днищі та бортах чаші.** Перед створенням чаші по її периметру з відступом на 1,0-5,0 м від зовнішнього краю прокладають вузьку траншею, глибина якої збігається з висотою бортів чаші. У траншеї монтують огорожувальну конструкцію, герметично зібрану з модульних панелей, що виступають після установки над бортами чаші на 0,1-0,2 м, потім траншею рівномірно заповнюють ґрунтом, використовуваним під час будівництва шламонакопичувача.

Після влаштування екрана з гідроізоляційного матеріалу і розміщення на ньому відходів буріння у вигляді твердої фази бурового шламу та/або знешкоджених відходів буріння їх накривають ізоляційним шаром у вигляді мінерального ґрунту до рівня, що не перевищує 0,3-0,4 м від зовнішнього краю чаші, потім знову укладають гідроізоляційний шар. Кінці обох гідроізоляційних шарів заводять за край огорожувальної конструкції, що виступає, і заглиблюють на 0,3-0,5 м, після чого укладають шар мінерального ґрунту і потім рекультиваційний шар ґрунту товщиною 0,3-0,4 м. Для гідроізоляційного шару використовують синтетичний матеріал. Підвищується безпека для навколишнього середовища [31].

Даний спосіб може бути використано під час будівництва пошуково-розвідувальних та експлуатаційних свердловин для розміщення бурових шламів на території нафтогазових родовищ, де формують, складують і тривалий час зберігають значну кількість відходів буріння.

2. Відомий спосіб спорудження протифільтраційного резервуара для зберігання відходів виробництва, який полягає в тому, що під час спорудження протифільтраційного резервуара **дно та стінки попередньо підготовленої ділянки місцевості під резервуар зміцнюють тампонажним розчином**, як якого використовують суглинисту суспензію складу, мас. %: суглиниста суспензія 85-90, цемент 9-14, рідке скло 1-5, зміцнення стінок проводять шляхом встановлення опалубки і заливки в неї зазначеної суспензії, при цьому висоту опалубки і заливки нарощують поетапно в міру заповнення резервуара відходами виробництва.

Недоліки цього рішення зумовлені громіздкістю, трудомісткістю і матеріаломісткістю і пов'язані з необхідністю поетапного нарощування опалубки, а також порушенням складу ґрунту через застосування цементу, який при взаємодії з водою, наприклад атмосферними опадами, водними розчинами солей та іншими рідинами, утворює пластичну масу, яка потім твердне і перетворюється на каменеподібне тіло.

3. Відомий спосіб ліквідації відстійно-поглинального котловану, що включає заповнення котловану відпрацьованим буровим розчином, розшарування відпрацьованого бурового розчину на загущену й освітлену фази та засипку відстійно-поглинального котловану мінеральним ґрунтом, при цьому загущену фазу затверджують частково з утворенням верхнього твердого шару, причому затвердіння проводять після нанесення непроникного екрана, причому перед заповненням буровим розчином стінки і дно відстійно-поглинального котловану покривають глинистою пастою [31].

Недоліки пов'язані з тим, що спосіб реалізується тільки для одного виду бурових відходів - відпрацьованого бурового розчину, яким заповнено котлован, при цьому процес багатостадійний і передбачає, зокрема, розділення розчину на фази: загущену та освітлену.

4. Відомий спосіб захисту ґрунтів і ґрунтових вод від забруднення нафтою і нафтопродуктами, що включає формування рідкого капілярного екрану, при цьому у верхній шар ґрунту цьому у верхній шар ґрунту або ґрунту вносять природні мінеральні та/або органічні сорбенти, що мають водоутримувальні властивості, з подальшим зволоженням ґрунтового або ґрунтового середовища до стану польової вологості, причому як мінеральні сорбенти використовують цеоліти, глини або доломіти в кількості 1-33% від маси сухого ґрунту, як органічні сорбентів - торф, целюлозу, лігнін, тирсу, подрібнену кору, солому, біомасу культурних і дикорослих рослин і гумову крихту, мінеральні сорбенти вносять у вигляді суміші з ґрунтом шаром 20-25 см, органічні сорбенти вносять окремим шаром завтовшки 5-20 см, що знаходиться під шаром ґрунту або суміші ґрунту з мінеральним сорбентом товщиною 5-20 см.

Недоліки цього рішення пов'язані з розсіюванням використовуваних речовин і хімічних сполук за межі оброблюваної території, а також ненадійним захистом зверху, що призводить до забруднення навколишнього середовища [32].

5. Відомий протифільтраційний екран сховищ, переважно шламонакопичувачів і золовідвалів, що включає двошаровий водотривкий елемент, причому верхній водоутримувальний шар виконаний із суміші золи й ущільненого активного мулу за такого співвідношення компонентів, мас. %: зола - 50-75, ущільнений активний мул - 25-50, а нижній підстильний шар виконано з золошлакової.

6. Відомі способи будівництва протифільтраційних екранів навколо амбарів або котлованів із рідкими відходами, що включають створення чаші котловану (шламонакопичувача) і протифільтраційних екранів навколо неї шляхом проходки по периметру котловану вузької щілиноподібної траншеї заданої глибини з подальшим її заповненням, наприклад, глинисто-грунтовою пастою або еластичними оболонками

7. Відомий спосіб спорудження та експлуатації комплексу, щонайменше, з двох земляних амбарів-накопичувачів відходів буріння і пластового флюїду, що включає відривання котловану в мінеральному ґрунті, нанесення гідроізолюючого шару у вигляді глини з урахуванням результатів інженерно-геологічних вишукувань і подальше їх заповнення відходами.

8. Відомий спосіб гідроізоляції накопичувачів рідких токсичних відходів, що полягає в тому, що за допомогою вертикальної порожнистої фрези з лопатками для відкидання ґрунту і радіальними отворами вибирають ґрунт зі щілини по периметру об'єкта, одночасно з цим у стінки під тиском через отвори у фрезі нагнітають водополімеризуючий матеріал, далі у виробку подають стиснене гаряче повітря, при цьому за допомогою механічної лопати і транспортера вироблений ґрунт подають у бункер-змішувач, де він змішується з матеріалом, що водополімеризується матеріалом, і далі отримана високотекуча суміш надходить назад у вироблений простір.

Недоліки цього рішення пов'язані з використанням речовин і хімічних сполук (компаундів) для оброблюваної траншеї, необхідністю

використання дорогого обладнання, що складається з декількох сполучених модулів, ведення робіт за температури довкілля тільки до 0°C, необхідністю утилізації маси полімеризованого ґрунту після ліквідації об'єкта розміщення відходів.

9. Спосіб спорудження та експлуатації комплексу з двох земляних амбарів-накопичувачів для відходів буріння та пластового флюїду, що включає створення чаші котловану в мінеральному ґрунті, гідроізоляцію його дна та стінок або металевими листами, або полімерною плівкою, або залізобетонними плитами, або дерев'яними щитами, покритими бітумом, або композиціями на основі глини, вапна, цементу, після чого чашу заповнюють відходами.

До недоліків цього способу належить використання як матеріалу для гідроізоляції дорогих металовиробів та інших будівельних матеріалів, які підлягають захороненню разом із буровими відходами. Крім цього, не передбачено захисний верхній екран, що накриває відходи і не випаровування у довкілля [32].

Крім того, створення котлованів, що входять до комплексу, здійснюється до початку буріння, а експлуатація, наприклад, амбара для накопичення пластового флюїду - тільки за можливих нафтогазових проявів і на заключному етапі будівництва свердловини - її освоєння, тобто в той час, коли шар захисного гідроізолюючого покриття вже зазнав інтенсивного метеорологічного впливу, зокрема сонячної радіації та вивітрювання, а також руйнування пагонами та кореневою системою рослин, що призводить до розтріскування захисної поверхні і, як наслідок, не забезпечує необхідний захист ґрунтових вод від забруднення через підвищене скупчення опадів у чаші та заболочування ґрунту [32]. При цьому відходи, які накопичуються у двох амбарах, відрізняються один від одного за генезисом, токсичністю та фільтраційними властивостями, а це означає, що захисного шару, виконаного тільки з одного матеріалу, - природної глини, недостатньо для захисту ґрунтових вод від забруднення,

тому що з підвищенням мінералізації розчинів за рахунок солей: NaCl і CaCl, коефіцієнт проникності глин також зростає, причому основне збільшення коефіцієнта проникності відбувається при концентрації солей 10-30 г/л.

Технічний результат, на який спрямовані вище описані способи, полягає у створенні споруди, що слугує для розміщення відходів буріння, з підвищеною безпекою для навколишнього середовища.

Однак за результатами проведеного аналізу вище наведених способів виділяємо як один із найбільш оптимальних способів з техніко-екологічної точки зору – спосіб №9.

3.2.7. Детальна характеристика способу спорудження та експлуатації комплексу з двох земляних амбарів-накопичувачів для відходів буріння та пластового флюїду

Технічний результат використання даного способу **за першим варіантом** досягається тим, що в способі спорудження шламонакопичувача для розміщення відходів буріння свердловин нафтогазових родовищ, що включає створення чаші шламонакопичувача, влаштування протифільтраційного екрана на днищі та бортах чаші, згідно з винаходом перед створенням чаші шламонакопичувача по її периметру з відступом на 1,0-5,0 м від зовнішнього краю прокладають вузьку траншею, глибина якої збігається з висотою бортів чаші шламонакопичувача, при цьому відмітка дна траншеї від рівня ґрунтових вод не перевищує 0,3 м, після чого в траншеї монтують огорожувальну конструкцію, герметично зібрану з модульних панелей, що виступають після встановлення над бортами чаші на 0,1-0,2 м, потім траншею рівномірно заповнюють ґрунтом, використовуваним під час будівництва шламонакопичувача, а після влаштування протифільтраційного екрана з гідроізоляційного матеріалу і розміщення на ньому відходів буріння у вигляді твердих ньому

відходів буріння у вигляді твердої фази бурового шламу та/або знешкоджених відходів буріння їх накривають ізоляційним шаром у вигляді мінерального ґрунту до рівня, що не перевищує 0,3-0,4 м від зовнішнього краю чаші, потім знову укладають гідроізоляційний шар, при цьому кінці обох гідроізоляційних шарів заводять за край огорожувальної конструкції, що виступає, і заглиблюють на 0,3-0,5 м, після чого укладають шар мінерального ґрунту і потім рекультиваційний шар ґрунту товщиною 0,3-0,4 м, при цьому для гідроізоляційного шару використовують синтетичний матеріал [33].

Технічний результат використання даного способу **за другим варіантом** [33] досягається тим, що у способі спорудження шламонакопичувача для розміщення відходів буріння свердловин нафтогазових родовищ, що включає створення чаші шламонакопичувача, влаштування протифільтраційного екрана на днищі та бортах чаші, згідно з винаходом перед створенням чаші шламонакопичувача по її периметру з відступом на 1,0-5,0 м від зовнішнього краю прокладають вузьку траншею, глибина якої збігається з висотою бортів чаші шламонакопичувача, при цьому відмітка дна траншеї від рівня ґрунтових вод не перевищує 0,3 м, після чого в траншеї монтують огорожувальну конструкцію, герметично зібрану з модульних панелей, що виступають після встановлення надбортами чаші на 0,1-0,2 м, потім траншею рівномірно заповнюють ґрунтом, використовуваним під час будівництва шламонакопичувача, а після влаштування протифільтраційного екрана з гідроізоляційного матеріалу і розміщення на ньому відходів буріння у вигляді твердих ньому відходів буріння у вигляді твердої фази бурового шламу та/або знешкоджених відходів буріння їх накривають гідроізоляційним шаром, при цьому кінці обох гідроізоляційних шарів заводять за край огорожувальної конструкції, що виступає, і заглиблюють на 0,3-0,5 м, після чого укладають шар мінерального ґрунту і потім рекультиваційний

шар ґрунту товщиною 0,3-0,4 м, при цьому для гідроізоляційного шару використовують синтетичний матеріал.

Вибір відстані між зовнішнім краєм чаші шламонакопичувача та огорожувальною конструкцією залежить, зокрема, від вологості, несучих властивостей ґрунту майданчика.

Глибина відмітки дна траншеї не вище 0,3 м від рівня ґрунтових вод є мінімальною відміткою дна шламонакопичувача по відношенню до рівня ґрунтових вод.

Як мінеральний ґрунт застосовують, наприклад, пісок або раніше знешкоджені відходи буріння не вище IV класу небезпеки відходу [33].

Як синтетичний матеріал для гідроізоляційного шару використовують, наприклад, матеріал типу "Нетва-Теплоніт", поліетилен товщиною 3 мм, мати бентонітові для гідроізоляції підземних споруд типу Bentolock-Story (Бентолок-Строй), Voltex (Волтекс), Bentomat (Бентомат) або їхні аналоги, що мають необхідними гідроізоляційними властивостями.

Як матеріал для рекультиваційного шару застосовують, зокрема, крихту торфо-піщаної суміші або пісок.

Товщина рекультиваційного шару, що дорівнює 0,3-0,4 м, забезпечує можливість посадки трав-меліорантів і використання для їхнього обробітку мотокультиваторів і причіпних дискових борін діаметром 0,1-0,2 м. За такої товщини рекультиваційного шару, що наноситься рекультиваційного шару, що наноситься, застосовувані агрегати не пошкоджують нижчий шар гідроізоляційного матеріалу.

Рідку фазу відходів буріння після освітлення, нейтралізації та осадження мулистих частинок у рідині закачують у систему нафтозбору або транспортують на очисні споруди родовища.

Використання модульної огорожувальної конструкції дає змогу уникнути виникнення морозобійних явищ, що сприяють деформації та руйнуванню гідроізоляційного шару, а в разі їх виникнення - виносу

хімічних елементів, що не є фоновими, разом із ґрунтовими та поверхневими водами у навколишнє середовище.

Модульні панелі забезпечені шпунтовим і/або кріпильним з'єднанням [33].

З метою ущільнення шламу перед його розміщенням у чаші шламонакопичувача на протифільтраційний екран із гідроізоляційного матеріалу додатково може бути розміщений дренажний шар (на кресленні не показано) зі щебеню товщиною 5-10 см, який надалі слугуватиме основою для монтажу текстильного мішка у формі труби, виготовленого за технологією, наприклад, Geotech (геотуб) або аналогічним чином і призначеного для фільтрації. Щебінь укладають із приямком. У фільтрувальному мішку (геотуб), виконаному з водонепроникної тканини заданого розміру та об'єму, відбувається утримання твердих частинок бурового шламу. Заповнення об'єму геотуб буровим шламом проводиться шляхом нагнітання відповідних рідких сумішей заданого складу через впускні рукави, розташовані на певній відстані один від одного. Застосування фільтрувального мішка дає змогу ефективно зневоднювати бурові шлами зі значною економією часу і грошових коштів порівняно з традиційними технологіями, при цьому не порушуючи екології та природного природного балансу.

Рідина, що просочилася через стінки мішка (геотуб), за допомогою гравіметричного дренажу і тиску осаду підлягає відкачуванню з приямка і подальшій утилізації. Після закінчення процесу ущільнення шламу зверху на геотуб, що містить зневоднений і ущільнений осад, наносять шари, згідно з першим або другим варіантом заявлюваного винаходу.

При здійсненні способу за першим варіантом по периметру майданчика, призначеного для спорудження шламонакопичувача, у якому планують розміщувати відходи буріння, на відстані 1,0-5,0 м від зовнішнього краю чаші шламонакопичувача прокладають вузьку траншею, глибина відмітки дна якої від рівня ґрунтових вод не вище 0,3 м. У траншеї

встановлюють вертикальну огорожувальну конструкцію 1, герметично зібрану з модульних панелей (стінок), забезпечених шпунтовим з'єднанням, що передбачає відповідну взаємодію панелей між собою, та/або кріпильним з'єднанням, наприклад, болтовим. Крім того, панелі оснащені ребрами жорсткості та пристосуваннями для стропування, виконаними, наприклад, у вигляді петель або наскрізних отворів. Під час встановлення панелей їх рівномірно засипають ґрунтом, використовуваним для будівництва тіла насипу [33].

Використання в пропонованому способі будівництва огорожувальної модульної конструкції дає змогу віднести цей об'єкт будівництва - шламонакопичувач - до об'єкта капітального будівництва, допускається, на відміну від тимчасових будівель, як накопичення відходів, так і їх розміщення, що передбачає зберігання або захоронення. Таким чином таким чином, споруда, що зводиться відповідно до заявленого способу, належить до об'єктів капітального будівництва.

Усередині заданого контуру створюють (викопають) чашу котловану (шламонакопичувача), днище і борти якого захищають протифільтраційним екраном 2. При цьому за першим варіантом протифільтраційний екран 2 виконаний у вигляді шару гідроізолюючого матеріалу, як який використовують, наприклад, синтетичний матеріал типу "Нетва-Теплоніт", поліетилен товщиною 3 мм, мати бентонітові для гідроізоляції підземних споруд типу Bentolock-Stroy (Бентолок-Строй), Voltex (Волтекс), Bentomat (Бентомат) або інші матеріали, що мають міцні гідроізоляційні властивості. Кінці гідроізолюючого матеріалу заводять за виступаючі краї огорожувальної конструкції 1, висота якої над поверхнею чаші після встановлення не перевищує 0,1-0,2 м, і заглиблюють на 0,3-0,3 м, при цьому гідроізолювальний матеріал: рулонний або листовий, укладають внахлест або його стики, з урахуванням властивостей застосовуваного матеріалу, з'єднують, наприклад, за допомогою термосварки.

Потім розміщують бурові відходи 3 (тверда фаза) та/або знешкоджені відходи буріння не вище IV класу небезпеки відходу, які накривають ізоляційним шаром 4 у вигляді природного мінерального ґрунту, наприклад піску, на який укладають верхній шар гідроізоляційного покриття 5, виконаного з тих самих матеріалів, що й гідроізоляційний шар 2. При цьому кінці гідроізолюючого матеріалу 5 також заводять за край огорожувальної конструкції, що виступає над поверхнею майданчика огорожувальної конструкції і заглиблюють на 0,3-0,5 м. Поверх гідроізоляційного шару 5 наносять другий шар мінерального ґрунту 6 у вигляді піску і потім рекультиваційний шар 7 у вигляді торфо-піщаної суміші товщиною 0,3-0,4 м, причому рекультиваційний шар складається з шару ґрунту (основи) і верхнього шару у вигляді торфо-піщаної суміші, при цьому висота кожного шару перебуває в інтервалі не менш ніж ніж 0,15-0,20 м. Співвідношення компонентів у торфо-піщаній суміші використовуваної марки торфу і природно-кліматичних умов, що забезпечують тривалість вегетаційного періоду для рослин-меліорантів.

Загальна товщина рекультиваційного шару, що заявляється, становить не менше ніж 0,30-0,40 м, дає змогу сформувати міцний штучний ґрунтовий покрив для посадки трав-меліорантів і використовувати для їхнього обробітку, а також перемішування ґрунту мотокультиватори та/або причіпні дискові борони діаметром 0,10-0,20 м.

За такої товщини рекультиваційного шару, що наноситься, застосовувані агрегати не пошкоджують нижчерозташований шар гідроізоляційного матеріалу [33, 34].

За другим варіантом винаходу після розміщення на гідроізоляційному шарі 2 бурового шламу та/або знешкоджених відходів буріння 3 не вище IV класу небезпеки, укладають верхній гідроізоляційний шар 5, причому кінці матеріалу, використовуваного для шарів 2 і 5, заводять за краї огорожувальної конструкції і заглиблюють на 0,3-0,5 м. Потім наносять ізоляційний шар 6 і потім рекультиваційний шар 7.

За першим і другим варіантом перед нанесенням рекультиваційного шару загальний рівень вмісту шламонакопичувача не повинен перевищувати 0,3-0,4 м від рівня зовнішньої кромки чаші шламонакопичувача.

Для виїмки та транспортування вмісту з метою подальшої його переробки або знешкодження шламонакопичувач розкривають у зворотній послідовності.

Модульні панелі витягують для подальшого використання, а демонтовані гідроізоляційні шари підлягають утилізації.

Завдяки пропонованому способу спорудження шламонакопичувача атмосферні опади не проникають у тіло розміщених відходів буріння, а стікають за зовнішній край огорожувальної конструкції, а потім виносяться за межі майданчика. Крім того, ґрунтові води також не проникають у тіло насипу, і, отже, при цьому не відбувається виносу водорозчинних шкідливих речовин за межі шламонакопичувача.

Заявлений спосіб дає змогу багаторазово використовувати огорожувальну конструкцію при будівництві інших об'єктів, що значно знижує вартість будівництва нового об'єкта для розміщення відходів [34].

Можливі наступні технічні модифікації при використанні даного способу:

1. Спосіб спорудження шламонакопичувача для розміщення відходів буріння свердловин нафтогазових родовищ, що включає створення чаші шламонакопичувача, влаштування протифільтраційного екрана на днищі та бортах чаші, що відрізняється тим, що перед створенням чаші шламонакопичувача по її периметру з відступом на 1,0-5,0 м від зовнішнього краю прокладають вузьку траншею, глибина якої збігається з висотою бортів чаші шламонакопичувача, при цьому відмітка дна траншеї від рівня ґрунтових вод не перевищує 0,3 м, після чого в траншеї монтують огорожувальну конструкцію, герметично зібрану з модульних панелей, що виступають після установки над бортами чаші на 0,1-0,2 м, потім

траншею рівномірно заповнюють ґрунтом, використовуваним під час будівництва шламонакопичувача, а після влаштування протифільтраційного екрана з гідроізоляційного матеріалу і розміщення на ньому відходів буріння у вигляді твердих ньому відходів буріння у вигляді твердої фази бурового шламу та/або знешкоджених відходів буріння їх накривають ізоляційним шаром у вигляді мінерального ґрунту до рівня, що не перевищує 0,3-0,4 м від зовнішнього краю чаші, потім знову укладають гідроізоляційний шар, при цьому кінці обох гідроізоляційних шарів заводять за край огорожувальної конструкції, що виступає, і заглиблюють на 0,3-0,5 м, після чого укладають шар мінерального ґрунту і потім рекультиваційний шар ґрунту товщиною 0,3-0,4 м, при цьому для гідроізоляційного шару використовують синтетичний матеріал.

2. Спосіб за п. 1, що відрізняється тим, що як ізоляційний шар застосовують, наприклад, раніше знешкоджені відходи буріння не вище IV класу небезпеки відходу або техногенні ґрунти.

3. Спосіб за п. 1, що відрізняється тим, що як синтетичний матеріал для гідроізоляційного шару використовують, наприклад, матеріал типу "Нетма-Теплоніт", поліетилен товщиною 3 мм, мати бентонітові для гідроізоляції підземних споруд типу Bentolock-Stroy (Бентолок-Строй), Voltex (Волтекс), Bentomat (Бентомат) [34].

4. Спосіб за п. 1, що відрізняється тим, що рекультиваційний шар складається з піску.

5. Спосіб за п. 1, що відрізняється тим, що перед розміщенням бурового шламу додатково укладають дренажний шар, виконаний, наприклад, зі щебеню.

6. Спосіб спорудження шламонакопичувача для розміщення відходів буріння свердловин нафтогазових родовищ, що включає створення чаші шламонакопичувача, влаштування протифільтраційного екрана на днищі та бортах чаші, що відрізняється тим, що перед створенням чаші шламонакопичувача по її периметру з відступом на 1,0-5,0 м від

зовнішнього краю прокладають вузьку траншею, глибина якої збігається з висотою бортів чаші шламонакопичувача, при цьому відмітка дна траншеї від рівня ґрунтових вод не перевищує 0,3 м, після чого в траншеї монтують огорожувальну конструкцію, герметично зібрану з модульних панелей, що виступають після установки над бортами чаші на 0,1-0,2 м, потім траншею рівномірно заповнюють ґрунтом, використовуваним під час будівництва шламонакопичувача, а після влаштування протифільтраційного екрана з гідроізоляційного матеріалу та розміщення на ньому відходів буріння у вигляді твердої фази бурового шламу/або знешкоджених ньому відходів буріння у вигляді твердої фази бурового шламу та/або знешкоджених відходів буріння їх накривають гідроізоляційним шаром, при цьому кінці обох гідроізоляційних шарів заводять за край огорожувальної конструкції, що виступає, і заглиблюють на 0,3-0,5 м, після чого укладають шар мінерального ґрунту і потім рекультиваційний шар ґрунту товщиною 0,3-0,4 м, при цьому для гідроізоляційного шару використовують синтетичний матеріал.

7. Спосіб за п. 6, що відрізняється тим, що як ізоляційний шар застосовують,

наприклад, раніше знешкоджені відходи буріння не вище IV класу небезпеки відходу або техногенні ґрунти.

8. Спосіб за п. 6, що відрізняється тим, що як синтетичний матеріал для гідроізоляційного шару використовують, наприклад, матеріал типу "Нетма-Теплоніт", поліетилен товщиною 3 мм, мати бентонітові для гідроізоляції підземних споруд типу Bentolock-Stroy (Бентолок-Строй), Voltex (Волтекс), Bentomat (Бентомат).

9. Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що рекультиваційний шар складається з піску.

10. Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що перед розміщенням бурового шламу додатково укладають дренажний шар, виконаний, наприклад, зі щебеню.

3.3 Аналіз специфіки використання безамбарного методу буріння

Під час буріння нафтових свердловин утворюються відходи, що містять буровий шлам, відпрацьований буровий розчин, бурові стічні води, які скидаються в спеціальні шламові амбари. У процесі експлуатації свердловин амбари з відходами буріння заповнюються відпрацьованими буровими і тампонажними розчинами, буровими стічними водами і шламом, пластовими водами, продуктами випробування свердловин, матеріалами для приготування свердловин, матеріалами для приготування та хімічної обробки бурових і тампонажних розчинів, паливно-мастильними матеріалами, господарсько-побутовими стічними водами і твердими побутовими відходами, зливовими стічними водами.

Амбари з виробничо-технологічними відходами буріння займають великі площі, а їхній вміст є постійним джерелом забруднення навколишнього середовища. У міру заповнення амбарів у них додають природний пісок і цемент, суміш перемішують і вивантажують на спеціальний майданчик для подальшого затвердіння, зберігання та/або утилізації. Склад виробничо-технологічних відходів буріння не дає змоги отримувати з них корисні продукти, **тому розробляються так звані безамбарні способи, призначені для переробки відходів буріння, що містять буровий шлам, відпрацьований буровий розчин, бурові стічні води, і відповідно обладнання для реалізації цих способів [35].**

3.3.1. Пересувна установка для переробки відходів буріння

Метод спрямований на підвищення мобільності установки та зниження транспортних витрат установки для переробки відходів буріння в готовий міцний сипучий формований будівельний матеріал - штучний камінь.

Пересувна установка для переробки відходів буріння містить функціональні модулі, що включають комплекс пристроїв, з'єднаних у технологічній послідовності насосами та конвеєрами, і відрізняється тим, що установка містить модуль завантаження та підготовки відходів, модуль фільтрування, модуль змішування і пресування, модуль попереднього твердіння і вивантаження брикетів, при цьому модуль завантаження та підготовки відходів містить приймально-буферну ємність з мішалкою, приймальні бункери природного піску, сорбенту та пластифікатора, з'єднані шнековими дозаторами з приймально-буферною ємністю [35].

Модуль фільтрування містить шламовий насос, за допомогою якого приймально-буферна ємність з'єднана з фільтр-пресом. Фільтр-прес з'єднаний із ємністю зливу фільтрату, насосами і фільтром очищення фільтрату, а стрічковими конвеєрами – з двовальним змішувачем.

Модуль змішування і пресування містить бункер цементу і бункер прискорювача твердіння, з'єднані шнековими дозаторами з двовальним змішувачем, у якому бункер вивантаження суміші зневоднених відходів буріння, цементу і прискорювача твердіння стрічковим транспортером з'єднаний із завантажувальним бункером брикетувального преса.

Модуль попереднього твердіння і вивантаження брикетів містить стрічковий перевантажувальний і стрічковий штабелювальний транспортери для передачі брикетів на твердіння, з'єднані з брикетувальним пресом із модуля змішування та пресування. Приймально-буферна ємність із модуля завантаження і підготовки відходів шламовим насосом з'єднана з фільтр-пресом з модуля фільтрування.

Метод належить до безамбарної технології утилізації відходів буріння і може бути використаний під час розроблення пересувних установок для переробки відходів буріння нафтогазових свердловин в екологічно чистий штучний камінь, який може бути використаний у процесі експлуатації нафтового родовища [35].

3.3.2. Пересувна установка для переробки відходів буріння у інертні відходи

Обладнання для реалізації способів переробки відходів буріння розробляється з урахуванням складу відходів буріння, способу переробки, виду та якості корисного продукту, одержуваного в результаті переробки, а також з урахуванням стаціонарності або мобільності. Так, відома пересувна установка для переробки відходів буріння у корисні інертні відходи, які можуть бути використані під час відсипання доріг, кущових майданчиків, рекультивації тощо [35].

Установка містить кілька взаємопов'язаних між собою технологічних блоків: блок промивання твердої фази, обладнаний віброситом, ємність збору очищеної води, блок промивання твердої фази містить пісковіддільник гідроциклонного типу в складі лінійного ситогідроциклонного сепаратора, щонайменше одну щонайменше одну буферну ємність, причому вібросито і ситогідроциклонний сепаратор оснащені душовими установками, встановленими над сітковими поверхнями. Установка додатково містить блок завантаження твердої фази, обладнаний бункером, сполученим із ємністю збору очищеної води та похилим шнековим конвеєром для виведення і транспортування осадженого шламу з бункера, блок коагуляції рідкої фази, що містить паровий теплообмінник, з'єднаний щонайменше з однією відстійною ємністю, блок зневоднення осаду, оснащений центрифугою, ємність збору фугату, блок термічного знесолення, що містить зворотно-осмотичний мембранний модуль і випарний апарат, блоки з'єднані між собою трубопроводами, оснащені насосами і засувками.

На діючій буровій установці рідку фазу відходів буріння - буровий шлам - скидають у спеціальні герметичні сталеві напівкороби, з яких вакуумними агрегатами закачують в автоцистерни і транспортують на окрему установку, де порціями об'ємом до 1,5 м³ за допомогою

фронтального навантажувача подають на решітку блоку завантаження. Рідку фазу відходів буріння - буровий шлам - промивають освітленою і знесоленою водою. Промивну воду, що містить зважені частинки шламу, перемішують для унеможливлення осідання зважених частинок і додатково промивають очищеною водою. У результаті промивання твердої фази відходів буріння, що не є небезпечними для навколишнього середовища, виходить вибурена порода, що є інертним матеріалом, яка може використовуватися під час відсіпання доріг, кущових майданчиків, рекультивації тощо.

Таким чином, переробку відходів буріння за допомогою даної установки здійснюють промиванням бурового шламу водою. Обсяг виходу корисного продукту за такого способу переробки не може перевищувати 20% від маси відходів буріння, однак при цьому потрібна велика витрата води, оскільки промивну воду, що містить зважені частинки шламу, додатково промивають водою [35].

3.3.3. Пересувна установка для переробки відходів буріння в готовий міцний сипучий формований будівельний матеріал.

Установка містить блок приймання, блок грубого механічного очищення для розділення твердої та рідкої фаз, обладнаний віброситом, пісковіддільником, муловіддільником, нагнітальні трубопроводи, ємності, насоси і засувки, а також блок інертизації твердої фази, блок тонкого механічного очищення рідкої фази, блок освітлення рідкої фази і ємності для приймання розділених фаз, при цьому блок інертизації твердої фази з'єднаний із блоками приймання, грубого, тонкого очищення й освітлення рідкої фази. У окремому випадку виконання блок інертизації виконаний у вигляді змішувального модуля примусової дії, що складається з нерухомої металевої ємності та двовалкового змішувача й оснащеного пультом

керування та тензодатчиками для вагового дозування, які необхідні для інертизації сипучих реагентів.

У окремому випадку виконання блок освітлення рідкої фази містить промисловий сепаратор і сорбційний фільтр.

Блоки мобільного варіанта відомої установки можуть базуватися на зварній рамі двовісного причепа, який встановлюють на бетонному майданчику поруч зі шламовим амбаром. Зі шламової комори відходи завантажують у двовальний змішувач, де механічно перемішують із портландцементом і тонкодисперсною активною добавкою. Потім у змішувач додають розчин активатора твердіння і знову ретельно перемішують. Затверділу суміш вивантажують для подальшого використання. Пристроїв (блоків) формування та твердіння відома установка не містить, на ній отримують неформований сипучий і пухкий матеріал [36].

Завдання справжнього винаходу полягає у створенні пересувної установки для переробки відходів буріння в готовий міцний сипучий формований будівельний матеріал. Запропоновано пересувну установку з переробки відходів буріння, що містить функціональні модулі, що включають комплекс пристроїв, з'єднаних у технологічній послідовності насосами та конвеєрами, при цьому установка містить модуль завантаження та підготовки відходів, модуль фільтрування, модуль змішування і пресування, модуль попереднього твердіння і вивантаження брикетів, при цьому модуль завантаження і підготовки відходів містить приймально-буферну ємність з мішалкою, приймальні бункери природного піску, сорбенту та пластифікатора, з'єднані шнековими дозаторами з приймально-буферною ємністю, модуль фільтрування містить шламовий насос, за допомогою якого приймально-буферна ємність з'єднана з фільтр-пресом, фільтр-прес з'єднаний з ємністю зливу фільтрату, насосами та фільтром очищення фільтрату, а стрічковими конвеєрами – з двовальним змішувачем, модуль змішування і пресування містить бункери цементу і

прискорювача твердіння, з'єднані шнековими дозаторами з двовальним змішувачем, у якому бункер вивантаження суміші зневоднених відходів буріння, цементу і прискорювача твердіння стрічковим транспортером з'єднаний із завантажувальним бункером брикетувального преса, модуль попереднього твердіння і вивантаження брикетів містить стрічковий перевантажувальний і стрічковий штабелювальний транспортери для передачі брикетів на твердіння, з'єднані з брикетувальним пресом з модуля змішування і пресування, при цьому приймально-буферна ємність з модуля завантаження і підготовки відходів шламовим насосом з'єднана з фільтр-пресом із модуля фільтрування.

Модульний принцип компонування обладнання в заявленій установці запропоновано для підвищення мобільності установки і зниження транспортних витрат. Кожен із базових 4-х модулів містить комплекс пристроїв, з'єднаних у технологічній послідовності: у модулі завантаження та підготовки відходів отримують підготовлений шлам; у модулі фільтрування - зневоднені відходи буріння у вигляді кеку, у модулі змішування та пресування - суміш для брикетування; у модулі попереднього твердіння і вивантаження брикетів - брикети, з яких у подальшому отримують міцний штучний камінь. Така технологічна послідовність розміщення обладнання дає змогу більшу частину операцій з переробки відходів здійснювати в модулях переміщеного контейнера, при цьому модуль завантаження і підготовки відходів буріння, що містить приймально-буферну ємність, може перебувати на кущовому майданчику, а модуль попереднього твердіння і вивантаження брикетів - на критому складі під навісом.

Новий технічний результат, що досягається у даній установці, полягає в підвищенні мобільності установки та зниженні транспортних витрат установки для переробки відходів буріння в готовий міцний сипучий формований будівельний матеріал - штучний камінь [36].

Метод ілюструється кресленням, де представлена технологічна схема установки для переробки відходів буріння [37].

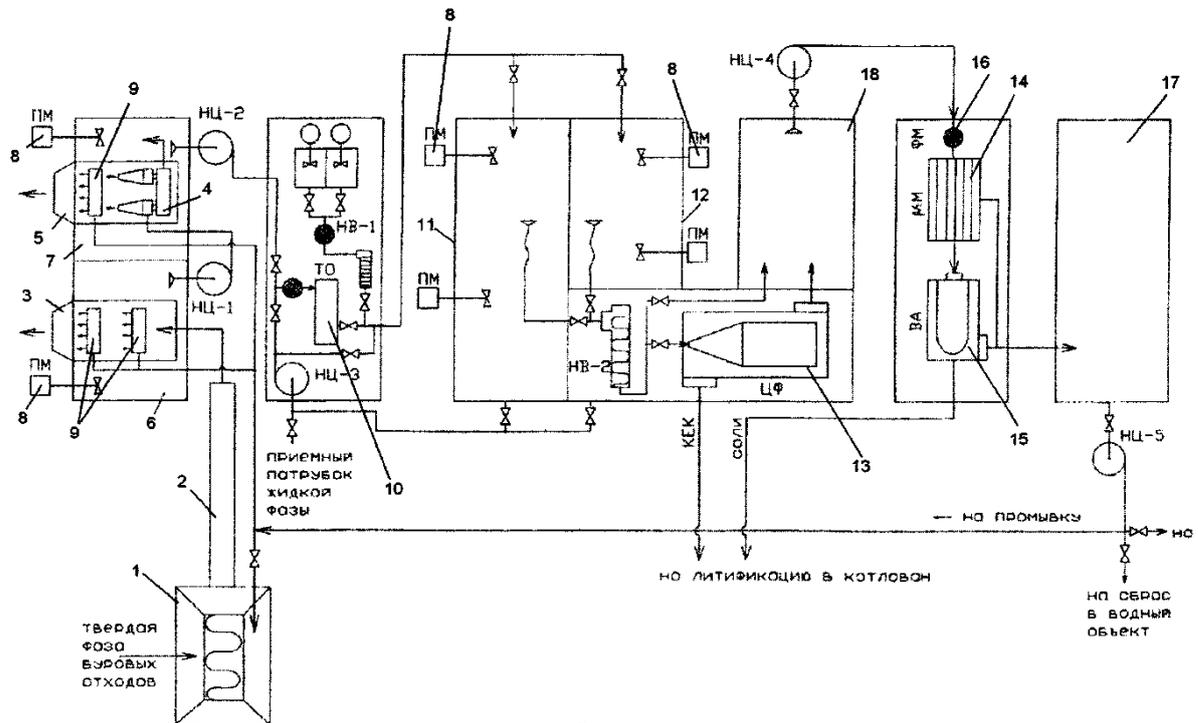


Рис 3.2 - Пересувна установка для переробки відходів буріння у готовий міцний сипучий формувальний будівельний матеріал

До складу установки входять 4 базові модулі: I - модуль завантаження та підготовки відходів буріння; II - модуль фільтрування; III - модуль змішування та пресування; IV – модуль попереднього твердіння і вивантаження брикетів. Залежно від специфіки технологічних завдань до складу установки можуть бути додані додаткові функціональні модулі.

Модуль завантаження та підготовки відходів містить приймально-буферну ємність із мішалкою 1, приймальний бункер природного піску 2, приймальний бункер сорбенту 3, приймальний бункер добавки-пластифікатора 4, з'єднані шнековими дозаторами з приймально-буферною ємністю 1, насос подачі води 5. Модуль фільтрування містить шламовий насос 6, з'єднаний із фільтр-пресом 7, який з'єднаний із системою очищення фільтрату, що включає ємність для зливу фільтрату 8, насос подачі фільтрату 9, насоси відкачування фільтрату 10 і 11, фільтр для

очищення фільтрату 12, а також за допомогою стрічкового конвеєра 13 - з двовальним змішувачем 14. Модуль змішування і пресування містить приймальний бункер цементу 15 і приймальний бункер прискорювача твердіння 16, з'єднані шнековими дозаторами з двовальним змішувачем 14, що має бункер вивантаження суміші зневоднених відходів буріння, цементу і соди 17, який стрічковими транспортерами 18 і 19 з'єднаний із завантажувальним бункером 20 брикетувального преса 21. Модуль вивантаження та попереднього твердіння брикетів містить стрічковий 22 і штабелювальний 23 транспортери для передачі брикетів на твердіння, з'єднані з брикетувальним пресом 21, при цьому приймально-буферна ємність 1 шламовим насосом 6 з'єднана з фільтр-пресом 7.

Приймально-буферна ємність відходів 1 має решітку для відділення сторонніх великих предметів від завантажуваних у бункер екскаватором відходів буріння, яка розташована над бункером. Шламовий насос 6 має максимальний тиск на виході в напірному патрубку - 12 бар. Приймальний бункер природного піску 2 оснащений вібрситом і загальною кришкою. Приймальний бункер сорбенту 3 оснащений розтарювачем біг-бегів і загальною верхньою кришкою з ущільненням. Приймальний бункер добавки-пластифікатора 4 має кришку. Фільтр-прес 7 характеризується тиском фільтрування і віджимання - 0,8 і 1,6 МПа.

Насос подачі суспензії - потужністю 15 кВт. Приймальний бункер цементу 15 оснащений розтарювачем біг-бегів і загальною верхньою кришкою з ущільненням. Приймальний бункер прискорювача твердіння 16 оснащений верхньою кришкою з ущільненням. Двовальний змішувач 14 оснащений верхньою кришкою з патрубками підведення компонентів і приймачем для підвідного конвеєра. Брикетувальний прес 21 - валковий із прокаткою у формувальному бандажі з автоматичним розвантаженням брикетів (під власною вагою) на стрічковий конвеєр. Максимальне зусилля притискання валків 50-60 МПа. Установа містить стрічкові конвеєри зі швидкістю стрічки до 0,8 м/с [37].

Металеві конструкції виготовлені зі стандартного металопрокату зі сталі звичайної якості. Модулі фільтрування відходів буріння, змішування і пресування, розвантаження штучного каменю розміщені в контейнері, що являє собою мобільну будівлю, оснащену металевими опорними конструкціями типу "санчата" або "салазки". конструкціями типу "санчата" або іншої конструкції, що забезпечують стійкість на основах із допустимим питомим тиском 20 т/м².

Установку розміщують на майданчику для переробки відходів буріння на підготовлену вирівняну основу з щебеню, піщано-гравійної суміші, піску тощо. т.п. Зі шламової комори відходи буріння за допомогою екскаватора подають у приймально-буферну ємність 1. Пісок природний екскаватором завантажують у приймальний бункер 2, який далі через шнековий дозатор порційно надходить у приймально-буферну ємність. У приймальні бункери 3 і 4 завантажують відповідно сорбент і добавку-пластифікатор, які через шнекові дозатори також надходять у приймально-буферну ємність 1. За потреби для зниження концентрації шламу в ємність насосом 5 подають певну кількість води. Приймально-буферна ємність оснащена перемішувальним пристроєм, за допомогою якого відходи буріння, пісок, сорбент, пластифікатор і вода змішуються з утворенням однорідної суміші. Із приймально-буферної ємності 1 отриману суміш шламовим насосом 6 подають на фільтр-прес 7, за допомогою якого з відходів видаляють частину води. Частково зневоднений кек за допомогою стрічкового конвеєра 13 подають у двовальний змішувач 14.

Фільтрат із фільтр-преса надходить у збірну ємність 8, з якої за допомогою відцентрового насоса 9 може подаватися на розрідження відходів буріння в приймально-буферну ємність 1 або насосом 10 на очищення у фільтр 12. Частина фільтрату з фільтр-преса потрапляє на стрічковий транспортер 13, збирається і насосом 11 перекачується в збірну ємність 8. Очищений таким чином і не використаний фільтрат збирається в ємності для зберігання (не показана) [37].

У приймальний бункер 15 завантажують цемент, а в приймальний бункер 15 - добавку-прискорювач твердіння. З бункерів цемент і прискорювач твердіння через шнекові дозатори надходять у двовальний змішувач 14, де вони перемішуються з кеком до однорідної напівсухої маси. Зі змішувача 14 через бункер вивантаження суміші 17 отриману суміш стрічковими транспортерами 18 і 19 дозовано подають у завантажувальний бункер 20 валкового брикетувального преса 21, за допомогою якого із суміші формуються брикети. Спресовані брикети падають вниз на перевантажувальний стрічковий транспортер 22, потім надходять на радіально-штабелювальний стрічковий конвеєр 23, за допомогою якого транспортуються на спеціальний майданчик для попереднього твердіння, критий навісом, який запобігає потраплянню на брикети дощових опадів [37].

Затверділі брикети у вигляді прес-щебеню за допомогою автотранспортування транспортуються на відкритий склад для зберігання, де вони набувають необхідної міцності.

Конструкція заявленої установки забезпечує її переміщення слідом за рухом бурової установки від свердловини до свердловини за мінімальної трудомісткості не більш як ніж за 1 добу. Отриманий на установці штучний камінь у вигляді прес-щебеню має такі характеристики:

- насипна щільність - 900-1100 кг/м³;
- гранулометричний склад: розмір шматків 40-70 мм у кількості не менше 80%,
- решта - пропресовані зерна розміром менше 40 мм;
- марка за міцністю на стиск - 400-1200;
- стираність - I-IV;
- морозостійкість - F10-F25;
- водопоглинання - не більше 30% за масою.

Заявлена пересувна установка дає змогу з високим ступенем мобільності переробляти відходи буріння в готовий міцний сипучий сипучий формований будівельний матеріал - штучний камінь.

Пересувна установка для переробки відходів буріння, що містить функціональні модулі, що містять комплекс пристроїв, з'єднаних у технологічній послідовності насосами та конвеєрами, що відрізняється тим, що установка містить модуль завантаження та підготовки відходів, модуль фільтрування, модуль змішування і пресування, модуль попереднього твердіння і вивантаження брикетів, при цьому модуль завантаження та підготовки відходів містить приймально-буферну ємність із мішалкою, приймальні бункери природного піску, сорбенту і пластифікатора, з'єднані шнековими дозаторами з приймально-буферною ємністю, модуль фільтрування містить шламовий насос, за допомогою якого приймально-буферна ємність з'єднана з фільтр-пресом, фільтр-прес з'єднаний з ємністю зливу фільтрату, насосами і фільтром очищення фільтрату, а стрічковими конвеєрами - з двовальним змішувачем, модуль змішування і пресування містить бункер цементу і бункер прискорювача твердіння, з'єднані шнековими дозаторами з двовальним змішувачем, у якому бункер вивантаження суміші зневоднених відходів буріння, цементу і прискорювача твердіння стрічковим транспортером з'єднаний із завантажувальним бункером брикетувального преса, модуль попереднього твердіння і завантаження брикетів містить стрічковий перевантажувальний і стрічковий штабелювальний транспортери для передачі брикетів на твердіння, з'єднані з брикетувальним пресом з модуля змішування і пресування, при цьому приймально-буферна ємність із модуля завантаження і підготовки відходів шламовим насосом з'єднана з фільтр-пресом із модуля фільтрування [37].

3.4. Особливості методів й технологій безамбарного буріння

Безамбарне буріння охоплює різні методи і технології, кожен з яких має свої унікальні особливості. До основних методів безамбарного буріння та їхніх основних процесів відносяться наступні [38]:

1. Метод гідравлічного буріння

Основні процеси:

- **Подача бурового розчину:** Буровий розчин подається в свердловину через спеціальні насоси. Вона служить кільком цілям: охолоджує і змащує бурове обладнання, підтримує стінки свердловини, запобігає обвалам і зволожує породу для кращого її руйнування.

- **Процес руйнування породи:** Буровий розчин циркулює через бурову колону і досягає долота. Під дією тиску бурова рідина допомагає руйнувати породу, працюючи в поєднанні з обертовими буровими інструментами (голівками, долотами тощо).

- **Винесення породних відходів:** Під час руйнування породи утворюються відходи і буровий розчин допомагає їх виносити на поверхню. Це робиться за допомогою циркуляції: відходи піднімаються вгору по простору між буровою колоною і стінками свердловини, а потім виштовхуються на поверхню.

- **Контроль тиску і потоку:** Дуже важливо контролювати тиск і потік бурового розчину для підтримки стабільності процесу і безпеки. Це допомагає уникнути обвалень, запобігає втраті контролю над свердловиною і забезпечує ефективне буріння.

Гідравлічне буріння є високотехнологічним процесом, що вимагає точного налаштування обладнання і безперервного моніторингу параметрів [38].

Воно дає змогу ефективно видобувати нафту і газ, знижує знос обладнання і забезпечує безпечніші умови для роботи на родовищах.

2. Метод роторного буріння.

Основні процеси:

- Бурова установка: На буровій установці встановлюють бурову колону, в якій розміщена бурова головка або долото. Ця головка зазвичай має ріжучі елементи (наприклад, твердосплавні вставки), які руйнують породу під час обертання.

- Обертання бурової головки: Механізм бурової установки застосовує крутний момент, обертаючи бурову головку або долото. Це обертання передається через бурову колону і передає енергію руйнування породи.

- Буровий розчин: Під час роторного буріння буровий розчин циркулює через бурову колону. Вона виконує кілька функцій: охолоджує і змащує бурові інструменти, видаляє відходи, що утворюються, і підтримує стінки свердловини, запобігаючи обвалам.

- Руйнування породи: Роторна головка або долото, обертаючись і під час контакту з породою, здійснюють руйнування гірських порід. Ріжучі елементи головки діють як інструменти для руйнування та видалення породи.

- Видалення породних відходів: Буровий розчин, циркулюючи через бурову колону, виносить породні відходи на поверхню. Вони піднімаються в просторі між буровою колоною і стінками свердловини, потім викидаються на поверхню.

Роторне буріння ефективно за різних геологічних умов і може застосовуватися для буріння як вертикальних, так і горизонтальних свердловин. Воно є основним методом буріння в багатьох нафтових і газових проєктах завдяки своїй ефективності та здатності адаптуватися до різних типів гірських порід [38].

3. Метод безкореневих систем з директорами (стержнями)

Основні процеси:

- Спеціалізовані директори: Це інноваційні інструменти, які спрямовують бурову головку або інші бурові інструменти всередині свердловини. Вони можуть бути виконані у вигляді гнучких труб, кабелів або спеціальних механізмів, які дозволяють передавати обертальний рух або інші типи енергії без використання штанг.

- Передача енергії: Директори застосовуються для передачі енергії від бурової установки до бурових інструментів, що знаходяться внизу свердловини. Це може бути виконано за допомогою гнучких механізмів, технологій управління або навіть використання спеціальних матеріалів, що забезпечують передачу енергії.

- Напрямок буріння: Директори дають змогу контролювати напрямок буріння без прямого контакту з буровою установкою. Вони можуть бути керованими і давати змогу змінювати кут або напрямок буріння залежно від необхідності.

- Ефективність і гнучкість: Безкореневі системи з директорами забезпечують гнучкість у роботі, даючи змогу долати перешкоди в свердловині, оминати складні геологічні формації або виконувати горизонтальне буріння без необхідності постійного встановлення та зняття штанг.

Цей підхід до буріння дає змогу ефективно працювати в умовах, де традиційні методи буріння можуть бути неефективними або неможливими через особливості геологічної будови свердловини. Він також знижує знос обладнання та підвищує гнучкість процесу буріння [38].

4. Спеціалізовані технології

Існує низка спеціалізованих технологій безамбарного буріння, які використовуються для поліпшення ефективності процесу. Вони можуть включати в себе комбінацію різних методів та інноваційних підходів для забезпечення більш ефективного і точного буріння свердловин.

Основні процеси:

- Гібридні системи буріння: Це інтеграція декількох методів буріння (наприклад, гідравлічного і роторного) для оптимізації процесу. Вони дозволяють використовувати переваги різних методів для досягнення кращої продуктивності.

- Системи управління бурінням: Сучасні комп'ютерні системи управління можуть бути використані для контролю й автоматизації процесу буріння. Вони можуть аналізувати дані про геологічні характеристики свердловини і автоматично регулювати параметри буріння для оптимальних результатів.

- Нанотехнології в бурінні: Застосування наноматеріалів і нанотехнологій для створення більш ефективних бурових інструментів, поліпшення бурових рідин і збільшення точності процесу.

- Системи моніторингу та діагностики: Використання сенсорів, телеметрії та інших технологій для безперервного моніторингу параметрів буріння. Це допомагає операторам швидко реагувати на зміни в умовах свердловини та запобігати можливим проблемам.

- Розробка нових матеріалів: Використання більш міцних і зносостійких матеріалів для бурових інструментів і обладнання, що сприяє збільшенню терміну служби і продуктивності.

Ці технології є галуззю в нафтогазовій промисловості, що постійно розвивається. Їхньою метою є підвищення ефективності, зниження витрат і ризиків під час буріння свердловин, а також поліпшення точності та контролю над процесом [38].

3.5. Характеристика технологічного процесу безамбарного буріння

3.5.1. Специфіка технологічного процесу безамбарного буріння

Технологічний процес безамбарного буріння залежить від конкретного методу, використовуваного обладнання та умов свердловини.

Однак, загальні етапи технологічного процесу характеризуються наступним [39]:

1. Підготовка до буріння:

- Інженерно-геологічні вишукування: Аналіз геологічних даних для визначення складу ґрунту, наявності корисних копалин та інших характеристик свердловини.

- Планування буріння: Розробка стратегії буріння, вибір оптимального методу і технологій для конкретної свердловини.

2. Підготовка бурової установки:

- Встановлення обладнання: Встановлення бурової установки, підготовка бурової колони, бурових інструментів і систем циркуляції бурового розчину.

3 Початок буріння:

- Запуск буріння: Початок процесу буріння відповідно до обраного методу (гідравлічне, роторне, безкореневе).

- Контроль і моніторинг: Безперервний моніторинг параметрів свердловини та процесу буріння для забезпечення ефективності та безпеки.

4. Розвідка та вилучення породи:

- Руйнування породи: Застосування бурових інструментів для руйнування геологічних утворень і вилучення породи.

- Циркуляція бурового розчину: Використання рідини для охолодження, змащення інструментів і виносу породних відходів.

5. Управління свердловиною та виробництво:

- Контроль тиску та напрямку: Управління параметрами буріння для контролю глибини, кута та напрямку свердловини.

- Встановлення обсадних труб: Встановлення захисних труб для забезпечення стабільності стінок свердловини та запобігання обвалам.

- Підготовка до експлуатації: Підготовка свердловини до подальшої експлуатації або видобутку.

6. Зупинка буріння та завершення процесу:

- Зупинка буріння: Припинення процесу буріння і підготовка до подальших операцій або капітального ремонту обладнання.

- Оцінювання результатів: Аналіз даних про свердловину та результатів буріння для визначення ефективності та можливих поліпшень.

Технологічний процес безамбарного буріння вимагає інтеграції різних методів і технологій, а також постійного моніторингу та управління для забезпечення безпеки та ефективності всього процесу [39].

Безамбарне буріння в нафтогазовій галузі має низку переваг, які варіюються залежно від конкретних умов і застосованих технологій, але зазвичай охоплюють такі:

- Підвищена ефективність: Безамбарне буріння часто має більшу швидкість і продуктивність порівняно з традиційними методами. Це пов'язано з поліпшеною технологією, яка дає змогу швидше й ефективніше здійснювати процес буріння.

- Зниження зносу обладнання: Оскільки безамбарне буріння не вимагає передачі енергії через штанги, знос бурового обладнання може бути значно знижений. Це сприяє збільшенню терміну служби обладнання і знижує витрати на його заміну та обслуговування.

- Зменшення часу простою: Завдяки підвищеній ефективності та скороченню часу на обслуговування обладнання, безамбарне буріння може скоротити час простою і збільшити продуктивність роботи родовища.

- Кращий контроль над свердловиною: Безамбарні технології забезпечують більш точний контроль над напрямком і кутом буріння, що дає змогу здійснювати більш точне і передбачуване буріння свердловин.

- Менший вплив на довкілля: Деякі методи безамбарного буріння можуть бути менш руйнівними для довкілля завдяки більш точному управлінню процесом і зменшенню кількості відходів.

- **Можливість буріння в складних умовах:** Безамбарні методи можуть бути більш ефективними в складних геологічних умовах, таких як м'які або нерівномірні породи, де традиційні методи можуть бути менш ефективними або взагалі незастосовні.

Ці переваги роблять безамбарне буріння привабливим вибором для нафтових і газових компаній, які прагнуть підвищити ефективність і знизити витрати на видобуток, особливо в умовах сучасної індустрії, де ефективність і вартісні параметри відіграють важливу роль [38, 39].

Хоча безамбарне буріння має безліч переваг, у цього методу також є деякі **недоліки**:

- **Складність технічної реалізації:** Розробка і застосування безамбарних технологій вимагає високотехнологічного обладнання та спеціалізованих знань. Впровадження та підтримання таких систем можуть бути дорогими і вимагати досвідчених фахівців.

- **Високі витрати:** Деякі технології безамбарного буріння можуть мати більш високі витрати на обладнання та обслуговування порівняно з традиційними методами.

- **Обмеження в застосуванні:** Деякі типи геологічних утворень можуть бути менш придатні для безамбарного буріння через їхні особливості, що створює обмеження в застосуванні цього методу.

- **Складнощі в контролі свердловини:** У деяких випадках може бути складно забезпечити такий самий суворий контроль над напрямком і кутом буріння, як під час використання традиційних методів.

- **Вимоги до безпеки:** Впровадження нових технологій завжди вимагає посиленої уваги до аспектів безпеки, тому що нові методи можуть вносити нові ризики, які потребують посиленого контролю і моніторингу.

- **Необхідність спеціального навчання:** Перехід на безамбарне буріння вимагає навчання персоналу для роботи з новими технологіями, що може зажадати часу і ресурсів.

- Незважаючи на ці недоліки, багато з них активно досліджуються і розробляються з метою поліпшення та оптимізації технологій безамбарного буріння, щоб мінімізувати ці проблеми і розширити сферу їх застосування.

3.5.2. Принципи інженерно-екологічного зонування та еколого-економічна ефективність кушового безамбарного буріння

Обґрунтування вибору технічних об'єктів та їх розміщення на території родовища має відповідати критеріям еколого-господарської оптимізації. Під нею розумітимемо досягнення найраціональнішої екологічної рівноваги під час господарської діяльності, тобто за максимуму економічної вигоди - мінімум шкоди для навколишнього природного середовища [38, 39].

Еколого-господарська оптимізація базується на проведенні відповідних природоохоронних заходів, які спрямовані, з одного боку, на збереження навколишнього природного середовища, з іншого - на дотримання безпеки виробництва.

Основою еколого-господарської оптимізації є еколого-економічні компроміси. Це означає, що необхідними є оцінка та збалансоване врахування природних, соціально-господарських, технічних і технологічних показників з будівництва та експлуатації інженерних споруд, розвідки та розроблення надр. Така оцінка може бути виконана на основі функціонального інженерно-екологічного зонування. Суть такого зонування полягає у виділенні ділянок різного функціонального призначення та екологічного режиму використання.

Як приклад розглянемо Яблунівське нафтогазоконденсатне родовище, яке розташоване в Глинсько-Солохівському районі Полтавській області. Продуктивні горизонти залягають у породах докембрію на глибині близько 5000м. Родовище характеризується складними гірничо-

геологічними, інженерно-геологічними та екологічними умовами, що ускладнює його освоєння. Особливо слід відзначити наявність зон аномально високого тиску пластових розсолів (що залягають на глибинах близько 1800 м), розбурювання яких призводило раніше до ускладнень і аварійних ситуацій [39].

В роботі використано такі критерії еколого-економічної оптимізації під час проведення зонування Яблунівського родовища:

- Екологічна цінність ландшафтів та їхніх компонентів, яка визначається за значущістю виконуваних ними середовищезахисних, середовищеутворювальних, біостаційних та інших функцій;

- Цінність природних ресурсів (лісових основного і побічного користування, водних поверхневих і підземних, промислових тварин і риб тощо) з погляду їхньої значущості для місцевих землекористувачів;

- Природоохоронні обмеження, що висуваються законодавством, у якому обґрунтовується виділення водоохоронних, нерестових, мисливськопромислових, горіхопромислових та інших зон охорони природи й особливо охоронюваних природних територій;

- Стан екосистем, антропогенна порушеність яких знижує їхню екологічну та ресурсну цінність;

- Пожежонебезпека територій, що визначається класом горючості лісів;

- Динамічні категорії ландшафтів, що включають корінні, удавано корінні, серійні та стійко тривало похідні групи фацій;

- Рівень розвитку ландшафтів (оптимальний, обмежений, редукований);

- Техногенна стійкість ландшафтів, що визначається за співвідношенням чутливості, відновлюваності та здатності до асиміляції забруднювачів (буферність);

- Інженерно-геологічні умови - міцність ґрунтів, крутизна схилів, наявність багаторічної мерзлоти та зон розвантаження підземних

вод, їхня геологічна захищеність, розвиток геодинамічних процесів, зокрема небезпечних та катастрофічних, наприклад, зсувів, просідань ґрунтів, повеней і паводків у долинах річок тощо;

- Гірничотехнічні умови буріння свердловин, що ускладнюють їхню проходку, - поглинання бурових розчинів карстовими порожнечами й тріщинами в зоні аерації та інтенсивного водообміну при розміщенні свердловин на високих вододілах плато, що призводить до збільшення обсягів буріння, зростання ризику аварійності в зонах аномально високого пластового тиску мінералізованих вод (розсолів);

- Схема розміщення (кустування) свердловин, що забезпечує повний відбір (дренаж) газу продуктивних горизонтів.

Для розглянутих критеріїв запропоновано систему оціночних показників, виконану за трибальною шкалою. В узагальненому вигляді показники поділяються на п'ять груп. Показники першої групи пов'язані із загальними природоохоронними обмеженнями, другої - з умовами ведення лісового та мисливського господарства, третьої - з інженерно-геологічними умовами будівництва та експлуатації інженерних споруд, четвертої та п'ятої визначаються гірничотехнічними умовами буріння свердловин і схемою розміщення кушів. Інтегральна інженерно-екологічна оцінка є підсумком перерахунку сумарних значень трибальної шкали в п'ятибальну. За прийнятою термінологією бал називається класом екологічного бонітету [39].

У зоні I класу бонітету найвищі обмеження на розміщення промислових об'єктів. Тут представлені особливо охоронювані й цінні в екологічному та господарському відношеннях природні об'єкти та ресурси, ландшафти зі зниженою техногенною стійкістю. Для зони характерні несприятливі інженерно-геологічні та гірничотехнічні умови. Сітка кушів видобувних свердловин не забезпечує необхідних параметрів вилучення газу. Водночас землі цієї зони найпривабливіші для ведення мисливського та лісового господарства.

У зоні V класу бонітету, навпаки, немає особливих природоохоронних обмежень, ландшафти мало значущі в екологічному та ресурсному плані, стійкі до техногенних впливів. Тут переважають гарі, вирубки, техногенні пустки і порушені вторинні ліси. Інженерно-геологічні умови сприятливі для будівництва та експлуатації інженерних споруд, не виявляються геологічні ускладнення для буріння, витримується розрахункова сітка кустування свердловин [38]. Тому такі землі не становлять особливої цінності як лісові та мисливські угіддя, але як ділянки надр сприятливі для розміщення об'єктів газового промислу, буріння та експлуатації свердловин. Розробку Яблунівського газоконденсатного родовища планується здійснювати з використанням технологій кушового безамбарного буріння. Це складний технічний і технологічний процес, що вимагає особливо скрупульозного ставлення до питань еколого-господарської оптимізації.

Як зазначалося, під еколого-економічною ефективністю розуміють отримання найбільшого економічного та екологічного ефекту за мінімуму зусиль. Вона досягається за допомогою різних технічних, технологічних, проектних, нормативно-правових та інших рішень, що забезпечують найвигідніший економічний варіант, мінімізацію шкоди навколишньому середовищу, зниження виробничих витрат і витрат на проведення природоохоронних заходів.

Стосовно буріння та експлуатації свердловин на нафту і газ здешевлення собівартості продукції та зменшення техногенного впливу на природні комплекси відбувається завдяки застосуванню прогресивних технологій та екологізації виробництва. У сукупності вони спрямовані на отримання більшої кількості видобутої вуглеводневої сировини, зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище і, як наслідок, зниження платежів за вилучення земель, інших природних ресурсів та об'єктів, їх порушення, забруднення, рекультивацію. При цьому

вимоги до екологічного стану території в зоні техногенного впливу мають регламентуватися природоохоронним законодавством.

Кущове похиле безамбарне буріння розглядають як засіб організації економічно та екологічно ефективного будівництва пошуково-розвідувальних та експлуатаційних свердловин, видобутку сировини. Воно дає змогу повніше, раціональніше і комплексніше здійснювати освоєння та охорону надр, вирішувати природоохоронні завдання [39].

Кущове буріння полягає в проходці з одного майданчика пучка свердловин, однієї вертикальної і декількох, зазвичай до 4-7, похилих. Уперше його стали застосовувати під час буріння з морських платформ на шельфі. Однак згодом такий спосіб знайшов застосування і на суші. Сьогодні найбільш розроблена технологія безамбарного буріння в таких великих компаніях як British Petroleum, Rust Environment & Infrastructure, Baker Hughes Inteq, Ethyl Corporation, Great Lake Chemical Corporation та інших.

Існує багатий світовий досвід розробки родовищ корисних копалин методами глибокого кущового безамбарного буріння з дотриманням норм екологічної безпеки [3]. Більшість провідних компаній світу засновують свою доктрину на концепціях допустимого ризику. Багато виробників вкладають великі фінансові кошти в охорону навколишнього природного середовища як гарант зниження загального ризику виробництва, забезпечення економічної вигоди (прибутку) при дотриманні норм охорони навколишнього середовища.

Кущове безамбарне буріння має наступні переваги:

✓ Будівництво, проходка та експлуатація кущів свердловин дає змогу скоротити виробничі витрати завдяки облаштуванню одного майданчика, замість кількох за традиційного вертикального буріння.

✓ Завдяки централізації відбувається спрощення виробничої та соціально-господарської інфраструктури, пов'язаної з будівництвом та експлуатацією інженерних споруд і обслуговуванням персоналу.

✓ Скорочується протяжність лінійних споруд - доріг, трубопроводів, ліній електропередачі та зв'язку.

✓ Зменшується кількість майданчикових об'єктів, насамперед бурових майданчиків, УППГ, компресорних станцій, запірної арматури, житлових селищ тощо. Особливе значення зниження площ тимчасового і постійного землевідведення має в районах із природоохоронними обмеженнями.

✓ Буріння з одного майданчика похилих свердловин, що розходяться в різні боки, дає змогу дренувати більшу площу продуктивного горизонту, зокрема ділянок надр, розміщених під територіями з несприятливими інженерно-геологічними та екологічними умовами, а також уникнути проходки свердловин у зонах розломів та аномально-високого тиску розсолів, у місцях, слабо вивчених пошуково-розвідувальним буровими та геофізичними методами.

До обмежень кушового похилого буріння в умовах Яблунівського родовища належать: подовження стовбура похилої свердловини, нестача потужності вітчизняних бурових верстатів для буріння свердловин завдовжки більше ніж 6000 м, необхідної для досягнення глибини забою 3000 м у радіусі забору газу 2000 м [39]. Використовувані зарубіжні верстати та обладнання мають значно більшу вагу, габарити і ціни. Тому вартість робіт, з урахуванням витрат на перевезення і монтаж обладнання, навчання персоналу, перевищує казахстанські, що знижує рентабельність виробництва і термін окупності.

Крім того, **технологія безамбарного буріння** дає змогу проводити очищення забрудненої промивної рідини, що надходить зі свердловини, на спеціальних установках без використання котлованів-відстійників. У цьому разі цикл повторного водоспоживання стає замкнутим, знижується ємнісний парк. Для дотримання природоохоронних вимог очищення застосовується спеціально розроблений токсикологічний контроль. Екологічно позитивним фактором є також скорочення землевідведення під

комори, унеможлиблюються порушення навколишнього природного середовища під час їхнього будівництва та експлуатації, фільтрація забруднювачів у підстилаючі горизонти.

Існують і об'єктивні технологічні та технічні складнощі, які знижують економічну значущість безамбарного буріння. Вони пов'язані з переналаштуванням очисних споруд у разі використання різних типів бурових розчинів, що застосовуються під час проходки пластів у зоні аерації та інтенсивного водообміну, прісних водоносних горизонтів, сольових і підсольових горизонтів у зоні уповільненого водообміну.

Однак проаналізований підхід до облаштування Яблунівського газоконденсатного родовища на основі функціонального інженерно-екологічного зонування, орієнтованого на застосування кущового безамбарного буріння, дає змогу підвищувати рентабельність газового промислу, знижувати рівень техногенного впливу на довкілля, знаходити компромісні рішення з іншими землекористувачами, забезпечувати екологічну безпеку виробничого процесу, відповідає принципам комплексного природокористування та раціонального освоєння надр у сировинних районах, вимогам природоохоронного законодавства [35, 36]. Крім усього іншого необхідне також комплексне і збалансоване врахування еколого-соціальних чинників, економічних і позаекономічних показників, що впливають на ефективність надрокористування.

3.5.3. Обладнання циркуляційних систем для безамбарного буріння

За період 1990-2010 роки відбулося доволі повне переоснащення циркуляційних систем новим сучасним обладнанням, що забезпечує розв'язання технологічних та екологічних проблем у сфері промивання свердловин. На сьогодні його якість і надійність зростають, як підсумок зміцнюється тенденція закупівлі буровими компаніями дешевших виробів

вітчизняного виробництва. Крім цінових питань, для бурових компаній тим самим вирішується і проблема запасних частин, сервісу та кваліфікації обслуговуючого персоналу [34].

На жаль, усі сучасні розробки раніше і зараз виконуються на ініціативній основі і не фінансуються ні бюджетом, ні нафтогазовидобувними підприємствами. Існуюча тендерна система закупівель часто проводиться за недостатньої участі технічних фахівців, що призводить до придбання дешевшого, але не завжди якісного обладнання. Внаслідок цього науково-виробничі компанії, що займаються створенням нових виробів, обмежені в збуті своєї більш сучасної продукції та у фінансуванні власних наукових розробок.

Циркуляційна система бурової установки (ЦС) призначена для забезпечення технологічно правильної циркуляції бурового розчину, його очищення, приготування, підтримання необхідних властивостей, запобігання забрудненню довкілля відходами буріння, причому, вимоги екологічної безпеки буріння стають далеко не останніми.

Циркуляційна система являє собою досить складну систему розподілу потоків бурового розчину і хімреагентів, водо- та електропостачання, опалення тощо. Основні складові ЦС: блок очищення, проміжні та приймальні ємності, блоки приготування бурових розчинів і хімреагентів.

Основи екології буріння, безсумнівно, лежать в очищенні бурових розчинів. Грамотне оснащення блоків очищення необхідним обладнанням у 2-3 рази знижує об'єм напруцювання бурового розчину, а одержуваний шлам у цьому разі нетекучий, легко піддається транспортуванню і знешкодженню за відомими технологіями.

Вібросито є першим ступенем очищення і видаляє шлам розміром від 100 мкм і вище. Фактично ним видаляється не більше 10-20% грубодисперсної вибуреної породи. Очисна і пропускна здатність вібросит визначається площею ситової поверхні, розміром осередку ситової касети і

віброприскоренням. Ці фактори для вітчизняних та імпортованих вібросит практично ідентичні, тобто їхні технологічні характеристики близькі. Визначальними для вибору вібросита є, як правило, цінові характеристики, надійність і конструктивні параметри. Останній фактор дуже важливий під час оснащення діючих установок [39].

Другий і третій ступені очищення - пісковідокремлювачі ПГ 60/300 і муловідокремлювачі ПГ 45М або ПГ 45/75. Як показали наші дослідження, ці гідроциклонні установки справляються зі своїм завданням за якістю очищення. Мінімальний розмір частинок, що видаляються на 90% (граничне зерно поділу): пісковіддільників - 70-80 мкм, муловіддільників - 40-50 мкм. Загалом гідроциклони можуть виділити до 30-40% вибуреної породи.

Блоки очищення комплектуємо установкою очищення на базі центрифуги ОГШ-50, розробленою ще у 80-ті роки та ініціативно доведеною до промислового виробництва на початку 90-х р.

Визначальні фактори під час вибору центрифуг - вартість, ступінь очищення, надійність, простота експлуатації та ремонту.

Ступінь очищення залежить від діаметра, довжини і частоти обертання ротора. Зазвичай під час буріння використовують центрифуги з частотою обертання не більше 2000-2200 об/хв, тому що робота на більш високих швидкостях різко збільшує знос і знижує термін служби [38, 39].

Продуктивність центрифуг за розчином є побічним фактором, що завищується багатьма фірмами в рекламних цілях. Її збільшення різко зменшує якість очищення, оскільки схильний до диспергування дрібний шлам залишається в буровому розчині. Регулювання продуктивності центрифуги здійснюється простою зміною подачі живильного насоса.

Надійність центрифуг висока. Термін служби становить 4-6 років і більше.

Двадцятирічний досвід роботи з вітчизняними та імпортними центрифугами засвідчив, що найпростішими в експлуатації, монтажі та обслуговуванні є ОГШ-50 з діаметром ротора 500 мм [5].

Окремий напрям у виробництві обладнання для промивання свердловин містить наступні складові:

- Мобільні циркуляційні системи (МЦС), які слугують для буріння свердловин малого діаметру, других стовбурів і комплектації пересувних бурових установок.

- Особливості проєктування та виготовлення мобільних циркуляційних систем визначаються такими чинниками:

- Зменшений порівняно зі звичайним бурінням необхідний об'єм промивної рідини на денній поверхні і невисока її витрата (8-20 л/с);

- Занижена висота гирла (не більше 2,5-3 м);

- Мінімальні габарити транспортних блоків;

- Висока монтажездатність;

- Низька енергоємність;

- Засоби очищення повинні виділяти шлам зниженої вологості (нетекучий) з метою зменшення обсягу вивезених відходів буріння.

Виходячи з цього, застосування звичайних засобів очищення, приготування і зберігання бурового розчину не завжди доцільне, а іноді просто неможливе. Тому, крім обладнання звичайних ЦС, в комплектацію мобільних ЦС входить спеціальне малолітражне малогабаритне обладнання [37, 38].

Так, спеціально для мобільних ЦС налагоджено виробництво лінійного вібросита СВ1ЛМ-02, що має довжину 2400 мм і висоту рівня переливу бурового розчину 600 мм. Для буріння з витратою промивної рідини до 12 л/с розроблено і випускається однокасетне вібросито СВМ з площею ситової поверхні 1,2 м² і висотою рівня переливу 440 мм.

Воно ж застосовується для осушення шламу пісковіддільників. У малогабаритних пісковідділювачах використовуються, як правило,

гідроциклони діаметром 150 мм, з яких набирається батарея циклонів на будь-яку необхідну витрату рідини. Є модифікація з гідроциклонами, що відключаються, що зручно при бурінні з різними витратами рідини в міру поглиблення свердловини. У мобільних ЦС доцільне застосування центрифуг невеликої потужності (до 12 кВт) типу ОГШ-32 і ОГШ-35. За подачі бурових насосів до 15 л/с, центрифуги дають змогу без розбавлення бурити на густині 1,1 г/см³, а в комплекті з віброситом і ситогідроциклонним сепаратором є достатнім набором засобів для ефективного очищення бурових розчинів у мобільних блоках очищення з виходом нетекучого шламу.

Для приготування бурових розчинів у мобільних ЦС використовуються стандартні гідрозмішувачі в комплекті з насосом 6Ш8-2 або малолітражні гідрозмішувачі, які працюють від спеціальних безсальникових заглибних насосів типу ПН потужністю до 12 кВт і продуктивністю до 60 м³/год. Ці ж насоси застосовуються для обв'язки пісковіддільника, а в комплекті з автоматичним регулятором рівня і для перекачування розчину зі спеціальної гирлової ємності на вібросито в разі недостатньої висоти гирла бурової установки. Насоси типу ПН потребують лише періодичного змащування підшипникового вузла [39].

Термін служби перших насосів, що експлуатуються нині, перевищує 8 років. Для приготування бурових розчинів у малогабаритні ЦС вбудовується система приготування, аналогічна блоку БПР-2, або безпосередньо використовується БПР-2.

Як правило, з огляду на недостатню висоту гирла і необхідність мати на денній поверхні необхідний обсяг бурового розчину, експлуатація МЦС проводиться в стаціонарному варіанті, а не з транспортного засобу. Намітилася тенденція великоблочного виконання МЦС з можливістю перевезення без демонтажу обладнання і швидкороз'ємним з'єднанням блоків, що унеможливило додаткові транспортні витрати, втрати часу на монтаж, вихід з ладу обладнання під час збирання, розбирання та

перевезення. За рахунок цих факторів додаткові витрати бурових компаній на придбання більш сучасного обладнання швидко окупаються.

Потрібно зазначити, що варіантів компоновання мобільних ЦС досить багато, а їхнє проєктування і постачання здійснюється за разовими технічними вимогами з прив'язкою до різних типів бурових установок і умов буріння.

Як би ефективно не працювала система очищення, на буровій завжди утворюються значні об'єми шламу, надлишкового бурового розчину і бурових стічних вод.

Надлишковий буровий розчин насичений колоїдною глиною, що не сепарується з розчину звичайними засобами очищення. Для відділення глини некондиційний розчин потрібно обробити коагулянтами і флокулянтами з подальшим поділом у центрифугі на технічну воду і згущений шлам.

Процес обробки розчину здійснюється в блоці коагуляції та флокуляції БКФ, званому також блоком хімічного посилення центрифуги. Він являє собою систему ємностей для замішування реагентів, дозувальних насосів, витратомірів і трубопровідної обв'язки.

Надлишковий буровий розчин спеціальним дозувальним насосом подають у змішувальний трубопровід, і в нього дозувальними насосами вводять кислоту, коагулянт і флокулянт із подальшим надходженням суміші до центрифуги, у якій воду відокремлюють від твердої фази, і їх окремо виводять із центрифуги. Освітлена рідина надходить знову в БКФ для контролю і відкачується спеціальним насосом у ємності зберігання. Тверда фаза спрямовується в шламоприймачі або комору.

Продуктивність блоку за розчином - до 3-4 м³/год - дає змогу переробляти 40-50 м³ розчину на добу.

Важливим завданням, яке має бути вирішене під час буріння свердловин у природоохоронних зонах, є захоронення або утилізація шламу. Широко поширений метод знешкодження шламу шляхом

змішування його з порошкоподібними поглиначами такими, як цемент, доломіт та інші матеріали. Після змішування шлам набуває властивостей нешкідливого мінерального ґрунту.

Він складається зі скребкових транспортерів, двовального змішувача і бункера порошкоподібного матеріалу з дозатором. Шлам, що підлягає знешкодженню, екскаватором подається на перший транспортер, який направляє його до змішувача. Одночасно з бункера в змішувач дозовано надходить порошок. Отримана суміш вивантажується на другий транспортер і далі в кузов самоскида або на спеціальний майданчик. Через добу суміш являє собою суху грудкову масу, що не розмокає у воді, схожу на ґрунт.

Продуктивність установки по шламу становить 4-5 м³/год. Вона може встановлюватися як на свердловині, так і на стаціонарному полігоні.

За необхідності комплекс обладнання циркуляційної системи оснащується блоком очищення бурових стічних вод, що загалом розв'язує задачу екологічно безпечного, в т.ч. і безамбарного буріння [37, 39].

Але є недопрацьовані складові технології використання обладнання ЦС, а саме:

- ✓ відносна надійність обладнання ЦС у зв'язку з недостатньою якістю його експлуатації. Так, за поганого натягу ситова касета на віброситі виходить з ладу за 50-100 год. При правильному натягу відповідно до інструкції термін її експлуатації збільшується до 400-500 годин і більше;

- ✓ недовговічність роботи вібраторів, які виходять з ладу через негерметичність введення силового кабелю зменшеного перетину в клемну коробку електродвигуна. Хоча кабель потрібного перетину поставляється в комплекті з віброситом, на монтаж він часто не потрапляє. Центрифуга ОГШ-50 вельми надійна в експлуатації, якщо після зупинки її промивати, під час запуску користуватися автоматикою, наявною в силовій шафі, і не подавати в неї розчин до повного розгону ротора.

Відродно, що намітилася тенденція спеціального навчання інженерів з очищення, чому ми певною мірою необхідно завдячувати сервісним зарубіжним компаніям з бурових розчинів, які висувають підвищені вимоги до засобів очищення і якості обслуговування.

Висновки до розділу 3

Проведений аналіз методів поводження з відходами буріння свідчить про різноманітність та комплексність існуючих методів, кожен з яких має свої переваги та недоліки, що може бути зумовлено як характеристиками проведення самого процесу буріння, так й умовами довкілля.

1. Традиційні методи:

- *Переваги:* Досвід та надійність у використанні.
- *Недоліки:* Часто супроводжуються значними екологічними ризиками та вимагають великої площі для зберігання відходів.

2. Технології вторинного використання:

- *Переваги:* Зменшення кількості відходів та ефективне використання ресурсів.
- *Недоліки:* Вимагає ретельного сортування та обробки, може бути витратним у впровадженні.

3. Інноваційні екологічно безпечні технології:

- *Переваги:* Мінімізація негативного впливу на довкілля та підвищення ступеня переробки відходів.
- *Недоліки:* Високі витрати на впровадження та необхідність постійного моніторингу.

4. Безамбарне буріння:

- *Переваги:* Зменшення кількості утворених відходів та покращення безпеки робочих умов.
- *Недоліки:* Вимагає високих витрат на спеціальне обладнання та підготовку персоналу.

Існуючі методи поводження з відходами буріння суттєво розрізняються за кількістю відходів, що можуть бути оброблені, та різноманітністю технологій їхнього оброблення. Оптимальний підхід може полягати в комбінації різних методів з урахуванням специфіки кожного конкретного випадку та впровадження інноваційних, екологічно безпечних технологій для зменшення негативного впливу на довкілля та забезпечення сталого розвитку об'єктів нафтогазовидобутку .

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ БУРІННЯ

4.1. Порівняльна характеристика амбарного та безамбарного методу буріння

Кожен метод буріння має свої переваги та недоліки, головними з яких є наступні (табл. 4.1) [40].

Таблиця 4.1

Порівняльна характеристика амбарного та безамбарного методу буріння

Амбарний метод буріння		
№	Переваги	Недоліки
1	<i>Обробка та утилізація шламів:</i> Шламів амбари дають змогу збирати, локалізувати й обробляти бурові шлами, що сприяє зниженню шкідливого впливу на довкілля та зменшує ризик забруднення ґрунту й водою.	<i>Забруднення довкілля:</i> Використання шламових амбарів може призводити до забруднення ґрунту і водних ресурсів, особливо ґрунтових вод, через відходи бурових рідин.
2	<i>Економічна ефективність:</i> Шляхом очищення і переробки шламів в амбарах можна відокремити цінні компоненти бурових рідин для їх повторного використання, що сприяє економії ресурсів і зниженню витрат на нові матеріали.	<i>Необхідність обробки відходів:</i> Шламів амбари потребують спеціальної обробки та утилізації відходів, що може бути витратним і створювати проблеми з управлінням відходами.
3	<i>Відповідність нормам і стандартам:</i> Шламів амбари відіграють ключову роль у дотриманні нормативів і стандартів у сфері	<i>Обмеження на місцевості:</i> Розміщення шламових амбарів вимагає певної площі та може обмежувати доступ до навколишніх територій.

	<p>екології та охорони навколишнього середовища, оскільки обробка шламів дає змогу знизити ризик забруднення довкілля</p>	
4	<p><i>Зменшення обсягів відходів:</i> Застосування шламових амбарів сприяє скороченню обсягів відходів, адже ефективна обробка дає змогу повторно використовувати бурові рідини та зменшити кількість відходів, які спрямовують на звалище або утилізацію.</p>	<p><i>Ризик витоку та аварій:</i> Існує ризик витоку бурових рідин з амбарів, що може призвести до негативного впливу на навколишнє середовище та спричинити аварії.</p>
5	<p><i>Підвищення безпеки:</i> Обробка і контроль шламів за допомогою шламових амбарів сприяють зниженню ризиків аварійних ситуацій на родовищах, пов'язаних з недотриманням правил поведження з відходами.</p>	<p><i>Збільшені витрати:</i> Обслуговування шламових амбарів, їх очищення та утилізація відходів вимагають додаткових ресурсів і фінансових витрат.</p>
6	<p><i>Дотримання регулювань:</i> Використання шламових амбарів дає змогу компаніям дотримуватися законодавчих норм і вимог щодо управління відходами, що є суттєвим для їхнього функціонування та репутації.</p>	<p><i>Регулятивні обмеження:</i> Деякі регіони мають суворі правила та нормативи щодо використання та обробки бурових відходів, що може ускладнити процес роботи зі шламовими амбарами.</p>
Безамбарний метод буріння		
№	Переваги	Недоліки
1	<p><i>Підвищена ефективність:</i> Безамбарне буріння часто має більшу швидкість і продуктивність порівняно з традиційними методами. Це пов'язано з удосконаленою технологією, яка дає змогу швидше й ефективніше здійснювати процес буріння.</p>	<p><i>Складність технічної реалізації:</i> Розробка і застосування безамбарних технологій вимагає високотехнологічного обладнання та спеціалізованих знань. Впровадження та підтримання таких систем можуть бути дорогими і вимагати досвідчених фахівців.</p>
2	<p><i>Зниження зносу обладнання:</i> Оскільки безамбарне буріння не вимагає передачі енергії через</p>	<p><i>Високі витрати:</i> Деякі технології безамбарного буріння можуть мати більш</p>

	штанги, знос бурового обладнання може бути значно знижений. Це сприяє збільшенню терміну служби обладнання і знижує витрати на його заміну та обслуговування.	високі витрати на обладнання та обслуговування порівняно з традиційними методами.
3	<i>Зменшення часу простою:</i> Завдяки підвищеній ефективності та скороченню часу на обслуговування обладнання, безамбарне буріння може скоротити час простою і збільшити продуктивність роботи родовища.	<i>Обмеження в застосуванні:</i> Деякі типи геологічних утворень можуть бути менш придатні для безамбарного буріння через їхні особливості, що створює обмеження в застосуванні цього методу.
4	<i>Кращий контроль над свердловиною:</i> Безамбарні технології забезпечують більш точний контроль над напрямком і кутом буріння, що дає змогу здійснювати більш точно і передбачуване буріння свердловин.	<i>Складнощі в контролі свердловини:</i> У деяких випадках може бути складно забезпечити такий самий суворий контроль над напрямком і кутом буріння, як під час використання традиційних методів.
5	<i>Менший вплив на довкілля:</i> Деякі методи безамбарного буріння можуть бути менш руйнівними для довкілля завдяки більш точному управлінню процесом і зменшенню кількості відходів.	<i>Вимоги до безпеки:</i> Впровадження нових технологій завжди вимагає посиленої уваги до аспектів безпеки, тому що нові методи можуть вносити нові ризики, які потребують посиленого контролю і моніторингу.
6	<i>Можливість буріння в складних умовах:</i> Безамбарні методи можуть бути більш ефективними в складних геологічних умовах, таких як м'які або нерівномірні породи, де традиційні методи можуть бути менш ефективними або взагалі незастосовні.	<i>Необхідність спеціального навчання:</i> Перехід на безамбарне буріння вимагає навчання персоналу для роботи з новими технологіями, що може зажадати часу і ресурсів.
Незважаючи на ці недоліки, багато з них активно досліджуються і розробляються з метою поліпшення та оптимізації технологій безамбарного буріння, щоб мінімізувати ці проблеми і розширити сферу їх застосування.		

Таким чином, кожен метод має свої переваги та недоліки, і вибір між ними часто залежить від конкретних умов родовища, екологічних стандартів, економічних чинників і стратегії компанії.

4.2. Рекомендації щодо мінімізації навантаження на навколишнє середовище під час застосування амбарного методу

Рівень техногенного навантаження на довкілля в процесі спорудження та подальшої експлуатації шламового амбару значно залежить від продуманості та ретельності виконання процедури планування амбару та процедури його закриття [41].

Процедура планування шламового амбару має кілька ключових кроків, щоб визначити його розміри, місткість, конструкцію і необхідне обладнання для обробки бурових шламів. Однак, конкретні розрахунки можуть залежати від безлічі чинників, включно з обсягами шламів, що обробляються, складом шламів, технологічними вимогами і характеристиками родовища.

Тому у даній роботі надаються рекомендації щодо загальної послідовності проведення робіт з планування/розрахунку шламового амбару, які є визначальними для подальшої еколого-безпечної експлуатації амбару [41]:

1. **Визначення обсягу шламів**: необхідно почати з визначення щоденного/щотижневого/щомісячного обсягу шламів, що утворюються на родовищі. Це може бути розраховано на основі даних про виробничий процес, потужність свердловини і тип бурових операцій.

2. **Аналіз складу шламів**: на основі комплексу лабораторних аналізів необхідно визначити хімічний склад шламів, їхні фізичні властивості (густина, в'язкість тощо), для можливості подальшого вибору необхідних етапів обробки та очищення шламів.

3. **Визначення технологічних вимог:** виходячи із відомих/економічно доступних методів обробки шламів (фільтрація, розділення фаз, видалення твердих частинок тощо), необхідно визначити ті технологічні процеси та обладнання (центрифуги, фільтри, осаджувальні ємності тощо), що можуть бути необхідними.

4. **Проектування конструкції амбара:** виходячи із планованих (відомих фактичних) обсягів утворення шламів та їх типу (ів), наявних природно-геологічних, гідрологічних та інших умов, а також експлуатаційних вимог до застосовуваного обладнання, необхідно підібрати конструкцію амбара, тобто визначити: розміри, форму, матеріали, системи дренажу та фільтрації.

5. **Визначення інженерних параметрів:** проводиться розрахунок необхідних параметрів амбара для забезпечення його оптимальної роботи: міцність конструкції, необхідна потужність обладнання й стабільність системи очищення та фільтрації.

6. **Техніко-економічне обґрунтування:** проводиться аналіз ефективності проекту шламового амбара з урахуванням витрат на будівництво, експлуатацію та обслуговування порівняно з прогнозованою економією від повторного використання бурових рідин і зниження впливу на навколишнє середовище.

Це є головні етапи планування амбару, а детальні розрахунки амбара вимагають детального аналізу даних і вимог конкретного виробництва [41].

Висновки до розділу 4

Під час роботи над розділом були визначені основні характеристики амбарного і безамбарного методу буріння, також була створена порівняльна таблиця переваг і недоліків кожного з цих методів. Проаналізувавши таблицю, ми бачимо що кожен метод має свої переваги та недоліки, і вибір між ними часто залежить від конкретних умов

родовища, екологічних стандартів, економічних чинників і стратегії компанії.

Однак, виходячи із проаналізованих еколого-технологічних характеристик вище описаних методів можна рекомендувати до застосування як один із найбільш оптимальних методів з точки зору екологічних стандартів – **метод кушового безамбарного буріння із використанням спеціалізованих технологій** (гібридних систем буріння, комп'ютерних систем управління бурінням, застосування наноматеріалів і нанотехнологій, застосування системи моніторингу та діагностики).

Метод кушового безамбарного буріння є одним із способів видобутку нафти та газу. Він використовується для отримання доступу до родовища, не пошкоджуючи поверхневих шарів ґрунту та природного середовища. Цей метод використовує спеціалізовані технології для прокладання підземних отворів і видобутку ресурсів.

Основна ідея полягає в тому, що бурові штанги здійснюють вертикальний спуск, а потім гнучкі шланги з обладнанням прокладають шляхи горизонтального напрямку для отримання доступу до шарів нафти або газу. Такі технології дозволяють здійснювати видобуток зі складних геологічних формацій, які можуть бути недосяжними для звичайного вертикального буріння.

Цей метод відкриває можливості для збільшення ефективності видобутку, мінімізації впливу на природне середовище та зменшення викидів в атмосферу. Технології, які використовуються у кушовому безамбарному бурінні, постійно розвиваються, щоб забезпечити більш точний та ефективний спосіб видобутку нафти та газу.

Метод безамбарного буріння, який не включає використання бурильних розсувних муфт (амбарами), може бути високо оцінений з точки зору зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Ось кілька аспектів, які підкріплюють таку рекомендацію:

- **Мінімізація втрат бурових розсувних муфт:** відсутність бурових розсувних муфт дозволяє уникнути витоків бурових розчинів та інших рідин у навколишнє середовище, що може призвести до забруднення ґрунту та водойм.

- **Зниження ризику аварій:** безамбарне буріння може зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій та витоків, що може суттєво зменшити екологічні ризики.

- **Ефективне використання ресурсів:** технологія безамбарного буріння може дозволити більш ефективно використання бурових розчинів, зменшуючи їхнє споживання та відходи.

- **Дотримання екологічних стандартів:** врахування методу безамбарного буріння відповідає сучасним екологічним стандартам та вимогам.

Зважаючи на ці переваги, головною рекомендацією є перевага у використанні методу безамбарного буріння, а конкретні розрахунки можуть залежати від багатьох чинників, зокрема, від обсягів шламів, що утворюються й потребують оброблення, від складу шламів, від технологічних вимог й характеристик самого родовища.

Однак якщо за будь-яких причин не можна уникнути використання шламового амбару, то у даній роботі надані рекомендації щодо загальної послідовності проведення робіт з планування/розрахунку шламового амбару, які є визначальними для подальшої еколого-безпечної експлуатації амбару.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра на тему «Еколого-технологічний аналіз методів спорудження та ліквідації шламових амбарів» вирішена екологічна задача вибору оптимального методу буріння свердловин, а саме метод кушового безамбарного буріння є ефективним способом видобутку нафти та газу, особливо в складних геологічних умовах. Цей метод передбачає використання спеціалізованих технологій для буріння горизонтальних свердловин у відносно близьких до вертикалі точках.

Спеціалізовані технології, які застосовуються в цьому методі, включають горизонтальне буріння, удосконалені системи керування свердловинами, інструменти для вимірювання тиску та температури в свердловинах, а також технології для гідродинамічного розриву породи для збільшення продуктивності свердловини. з екологічної, технологічної, та економічної точки зору.

Однак якщо за будь-яких причин не можна уникнути використання шламового амбару, то у даній роботі надані рекомендації щодо загальної послідовності проведення робіт з планування/розрахунку шламового амбару, які є визначальними для подальшої еколого-безпечної експлуатації амбару.

В рамках даної роботи були розглянуті етапи технології функціонування нафтогазоконденсатних об'єктів на прикладі об'єктів Дніпровсько-Донецькій западини та нафтогазоносного регіону в Карпатах, які є важливим енергетичними районами для видобутку нафти, газу та конденсату. До ключових з них відносяться 2 способи буріння - амбарний і безамбарний.

Під час розкриття теми роботи був проведений аналітичний огляд відомих інформаційних джерел, стосовно амбарного та безамбарного методу буріння свердловин, також була створена порівняльна таблиця переваг і недоліків кожного з цих методів. Проаналізувавши таблицю, ми

бачимо що кожен метод має свої переваги та недоліки, і вибір між ними часто залежить від конкретних умов родовища, екологічних стандартів, економічних чинників і стратегії компанії.

З екологічної точки зору кожний з цих методів буріння шкідливий для навколишнього середовища, навіть при застосуванні передових технологій та строгих екологічних стандартів, існують ризики для природи:

1. **Забруднення води:** Використання великих обсягів води та хімічних реагентів може призвести до забруднення ґрунтових вод або поверхневих водних джерел.

2. **Викиди в атмосферу:** Процеси буріння можуть викидати шкідливі гази, такі як метан, оксиди азоту чи сірки, що сприяють кліматичним змінам та забруднюють повітря.

3. **Вплив на екосистеми:** Зміни у ландшафті та забруднення можуть впливати на рослинність, тваринний світ та екосистеми навколишнього середовища.

4. **Ризик аварій:** Незважаючи на технологічний прогрес, аварії під час буріння можуть мати серйозний вплив на природу через розливи нафти чи інших матеріалів.

Оскільки це процес, пов'язаний з експлуатацією підземних ресурсів, існує ризик негативного впливу на довкілля. Тому важливо постійно розвивати нові технології та стандарти, спрямовані на мінімізацію цього впливу, а також розвивати та сприяти використанню альтернативних джерел енергії, які менше шкодять природі.

Підводячи підсумки моєї роботи існуючі методи поводження з відходами буріння суттєво розрізняються за кількістю відходів, що можуть бути оброблені, та різноманітністю технологій їхнього оброблення. Оптимальний підхід може полягати в комбінації різних методів з урахуванням специфіки кожного конкретного випадку та впровадження інноваційних, екологічно безпечних технологій для зменшення

негативного впливу на довкілля та забезпечення сталого розвитку об'єктів нафтогазовидобутку .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кодекс України «Про надра» №132/94 – ВР від 27.07.1994 р.
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264 – XII від 25.06.1991 р.
3. Земельний кодекс України № 2768-III від 25.10.2001 р.
4. Лісовий кодекс України № 3852 X-II від 21.01.1994 р.
5. Водний кодекс України № 213/95 – ВР від 06.06.1995 р.
6. Закон України «Про нафту і газ» № 2665 – III від 12.07.2001 р.
7. Закон України «Про управління відходами» № 2320 – IX від 20.06.2022 р.
8. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» № 2059 – VIII від 23.05.2017 р.
9. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» № 2245 – II від 18.01.2001 р.
10. Наказ Мінприроди «Про затвердження Правил розробки нафтових і газових родовищ» № 118 від 15.03.2017 р.
11. ГСТУ 41-00032626-00-007-97 «Охорона довкілля. Спорудження розвідувальних та експлуатаційних свердловин на нафту та газ на суші. Правила проведення робіт» від 01.03.1998 р.
12. НАКАЗ «Про затвердження Правил безпеки в нафтогазодобувній промисловості» № 2610 від 27.04.2023 р.
13. ГСТУ 41-00032626-00-007-97 «Охорона довкілля. Спорудження розвідувальних та експлуатаційних свердловин на нафту та газ на суші. Правила проведення робіт» від 01.03.1998 р.
14. База патентів України «Шламований амбар для відходів нафтогазових свердловин»
15. База патентів України «Застосування ґрунтоцементу як протифільтраційного екрана амбарів-шламонакопичувачів для відходів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин»

16. Римчук, Д. В. Обладнання для буріння свердловин і видобутку нафти та газу : навч. посібник / Д. В. Римчук, В. В. Пономаренко, О. Л. Шудрик ; дар. Д. В. Римчук ; НТУ - ХПШ. - Харків : ХНАДУ, 2019. - 252 с
17. Самохвал М. О. Монтаж та експлуатація бурового обладнання / М. О. Самохвал. - Київ: Видавництво київського політехнічного університету, 2010. - 312 с.
18. Білецький В.С. Мала гірнича енциклопедія / В.С. Білецький. - Донбас, 2007. - 665с.
19. Орловський В. М., Білецький В. С., Вітрик В. Г., Сіренко В. І. Бурове і технологічне обладнання. Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, НТУ «ХПШ», ТОВ НТП «Бурова техніка», Львів, Видавництво «Новий Світ - 2000», 2021. - 358 с.
20. Буріння свердловин. т.2. Київ: «Інтерпрес ЛТД», 2002. - 303 с.
21. Орловський В. М., Білецький В. С., Вітрик В. Г., Сіренко В. І. Бурове і технологічне обладнання: навчальний посібник для студентів спеціальностей 184 «Гірництво» і 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, НТУ «ХПШ», ТОВ НТП «Бурова техніка». — Львів : Новий Світ—2000, 2021 р. 9
22. Білецький В. С. Основи нафтогазової інженерії: підруч. для студ. спец. 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г.; НТУ «ХПШ», Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. — Полтава : ТОВ «АСМІ», 2018 р.
23. Зоценко М. Л. Шламові амбари для відходів буріння й експлуатації нафтогазових свердловин з ґрунтоцементним протифільтраційним екраном / М. Л. Зоценко, К. А. Тимофєєва // Вісник НУВГП. Технічні науки: зб. наук. праць. — Рівне: НУВГП, 2014 р.

24. Тимофєєва К. А. Спосіб виконання гідроізоляції амбарів-накопичувачів відходів при будівництві свердловин на нафту та газ // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка.

25. Кожевников А.А. Дослідження термомеханічного руйнування гірських порід при розвідувальному бурінні з генеруванням теплової енергії тертя; Звіт про НДР / ДГІ / ; Керівник А.А.Кожевников, - № ГР01850043527; - Дніпропетровськ, 1986 р.

26. Кожевников А.А., Гошовський С.В., Мартиненко І.І. Імпульсні технології буріння геологорозвідувальних свердловин. - Київ. УкрДГГРІ. 2003 р.

27. Електронний ресурс компанії «Weatherford»
<https://www.weatherford.com/products-and-services/production-and-intervention/artificial-lift-systems/>

28. Рикусова Н. І. Сучасні методи переробки та утилізації відходів буріння нафтогазових свердловин /Н.І. Рикусова// Екологічні науки : науково-практичний журнал. – 2018 р.

29. Стаття у газеті «Сьогодні»
<https://economics.segodnya.ua/ua/economics/business/dobycha-bez-ushcherba-ekologii-v-ukraine-buryat-skvazhiny-bezambarnym-metodom-1237980.html>

30. Стаття у журналі «Cleaner Production»
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965262103287X>

31. Стаття у журналі «SLB» <https://www.slb.com/resource-library/oilfield-review/defining-series/defining-mud-logging>

32. Стаття у журналі «Cleaner Production»
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352554123003649>

33. Електронний ресурс компанії «DTEK»
https://dtek.com/investors_and_partners/reports/2020/

34. Електронний ресурс компанії «Shell Global»
<https://www.shell.com/energy-and-innovation.html>

35. Коцкулич Я.С. Малоглиниста промивальна рідина для первинного розкриття продуктивних горизонтів / Я.С. Коцкулич, Б.А. Тершак, А.М. Андрусак, Є.Я. Коцкулич // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2016.

36. Лужаниця О.В, Педенко Ю.О. Спосіб безамбарного збирання відходів буріння. - 2004.

37. Технологія і техніка буріння. Узагальнююча довідникова книга. / В.С. Войтенко, В.Г. Вітрик, Р.С. Яремійчук, Я.С. Яремійчук – Львів: Вид-во «Центр Європи», 2012.

38. Електронний ресурс компанії «Naftogaz» <https://www.naftogaz.com/environment>

39. Morillon, A., J. F. Vidalie, U. S. Hamzah, S. Suripno, and E. K. Hadinoto, 2002, «Drilling and Waste Management», SPE 73931, presented at the SPE International Conference on Health, Safety, and the Environment in Oil and Gas Exploration and Production, March 20–22, 2002.

40. E&P Forum, 1993, "Exploration and Production (E&P) Waste Management Guidelines", Report No. 2.58/196, September.

41. Bansal, K. M., and Sugiarto, 2010, «Exploration and Production Operations - Waste Management A Comparative Overview: U.S. and Indonesia Cases», SPE 54345, SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference, Jakarta, Indonesia, April 20–22, 2010.

42. Електронний ресурс компанії «GoodZon» <https://good-zon.com.ua/ua/blagoustriy/geomaterial/geomembrana/>