

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності

183 Технології захисту навколишнього середовища

Тема роботи: Наукові основи технології перероблення рідких відходів буріння

Виконала:
студентка Кабанець
Оксана Сергіївна

Керівник:
старший викладач, к.т.н. Фалько
Віра Володимирівна

Залікова книжка
№ 22510350

Підпис: _____
дата, підпис

Підпис: _____

Консультант з охорони праці:
старший викладач Фалько В.В.

Підпис: _____
дата, підпис

Захищена з оцінкою

оцінка, дата

Секретар ЕК
старший викладач Батальцев Є.В.

Суми 2023

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ _____ ” _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
Кабанець Оксана Сергіївна

1. Тема проекту (роботи) Наукові основи технології перероблення рідких відходів буріння. затверджена наказом по університету від “21” листопада 2023 р. № 1315-VI
 2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 26 грудня 2023 року
 3. Вихідні дані до проекту (роботи) патентна база щодо методів переробки відходів буріння; кількісний склад нафтовидобувних відходів; хімічний склад рідких відходів буріння, методи переробки відходів буріння, технології перероблення рідких відходів буріння.
 4. Зміст розрахунково–пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) склад відходів нафтогазового буріння;
вплив процесу видобування нафти і газу на компоненти довкілля;
аналіз методів та провідних технологій утилізації відходів буріння;
робота з інформаційними базами даних для знаходження кращих методів утилізації рідких відходів буріння.
- Перелік графічного матеріалу: частота публікацій за роками; частота публікацій за країнами; напрями дослідження питання; схема поводження з буровими відходами .

5. Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Фалько В.В		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд за досліджуваною проблематикою	Листопад 2023 р.	
2	Аналіз впливу об'єктів нафтогазовидобутку на екологічну безпеку	Листопад 2023 р.	
3	Вплив на навколишнє природне середовище бурових робіт та відходів буріння	Грудень 2023 р.	
4	Аналіз ефективності очищення бурових стічних вод та бурового шламу	Грудень 2023 р.	
5	Робота над розділом «Охорона праці та захист у надзвичайних ситуаціях»	10.12.23	
6	Оформлення роботи	16.12.23	

6. Дата видачі завдання 25.09.2023 року

Студент _____

О. С. Кабанець

Керівник проекту _____

В. В. Фалько

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 24 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 49 с., у тому числі 4 рисунка, список використаних джерел на 3 сторінках.

Мета роботи – зниження техногенного впливу на навколишнє середовище, за рахунок застосування ефективних технологій утилізації рідких відходів буріння.

Для досягнення поставленої мети було вирішено ряд завдань: провести літературний огляд за досліджуваною тематикою; провести критичний аналіз способів та технологій очищення бурових стічних вод; зробити аналіз способів утилізації нафтового шламу; визначити оцінку вартості витрат на проведення природоохоронних заходів та еколого-економічний ефект.

Об'єкт дослідження – технології очищення рідких відходів буріння нафтогазових свердловин і процеси впливу їх на навколишнє природне середовище.

Предмет дослідження – підвищення рівня екологічної безпеки шляхом провадження технологічного рішення з очищення та утилізації рідких відходів буріння.

Ключові слова: БУРОВІ СТІЧНІ ВОДИ, БУРОВИЙ ШЛАМ, ЦЕНТРИФУГУВАННЯ, КОАГУЛЯЦІЯ, ФЛОКУЛЯЦІЯ, ВІДЦЕНТРОВЕ ПОЛЕ.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1. Аналіз впливу об’єктів нафтогазовидобутку на екологічну безпеку.....	8
1.1 Бібліографічний аналіз технології перероблення рідких відходів буріння.....	8
1.2 Класифікація відходів при нафтогазовому видобутку.....	11
1.3 Вплив на навколишнє природне середовище нафтогазовидобування.....	13
1.4 Вплив бурового шламу на компоненти довкілля.....	18
Розділ 2. Підвищення екологічної безпеки шляхом очищення та утилізації рідких відходів буріння.....	21
2.1 Екологічні проблеми поводження з рідкими відходами буріння	
Свердловини	22
2.2 Аналіз ефективності очищення бурових стічних вод.....	28
2.2.1 Характеристика основних методів переробки та утилізації бурових стічних вод.....	28
2.3 Утилізація нафтового шламу.....	31
Розділ 3. Сучасні технології нейтралізації відходів буріння.....	37
3.1 технології перероблення і утилізації відходів буріння	37
Розділ 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуація.....	41
4.1 Безпека праці на підприємствах з видобування нафти і газу	41
Висновки	46
Перелік джерел посилання.....	47

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподр.	

						ТС 11032768		
Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат				
Розроб.	Кабанець				Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перев.	Фалько					4	49	
Н.Контр	Батальцев				СумДУ, ф-т ТеСЕТ			
Затв.	Пляцук				гр. ТС.м–21			
<i>Наукові основи технології перероблення рідких відходів буріння</i>								

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЗР – забруднюючі речовини;

НПС – навколишнє природне середовище;

БШ – буровий шлам;

ВБР – відпрацьований буровий розчин;

БСВ – бурові стічні води;

БР – буровий розчин;

ПАР – поверхнево активні речовини;

ГДК – гранично допустима концентрація.

Інв. Підподл.	Підп. і дата	Інв. №дубл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Підп. і дата		Арк
							ТС 11032768	5
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат				

ВСТУП

Актуальність теми: У процесі буріння свердловин для отримання газу та нафти утворюється велика кількість бурових шламів, відпрацьованих бурових розчинів і бурової стічної води які забруднюються важкими металами, хімічними речовинами та нафтопродуктами. Відходи зберігаються в шламових амбарах, шламонакопичувачах і відстійниках. За рахунок випаровування забруднюючих речовин до атмосферного повітря та їх міграція до ґрунту та до поверхневих і підземних вод ці об'єкти мають тривалий негативний вплив на навколишнє середовище. У місцях масового видобутку нафти та газу відбувається значне порушення екологічної рівноваги, що робить ці місця екологічно небезпечними.

Таким чином, рішення проблеми розміщення та утилізації рідких відходів буріння покращує екологічну безпеку об'єктів, розташованих у зоні впливу відходів. Переробка бурових стічних вод та бурових шламів дозволяє використовувати їх ресурсний потенціал. Це не лише запобігає забрудненню навколишнього середовища, але й вирішує проблеми розумного використання природних ресурсів .

Мета роботи – зниження техногенного впливу на навколишнє середовище, за рахунок застосування ефективних технологій утилізації рідких відходів буріння.

Для досягнення поставленої мети було вирішено ряд завдань: провести літературний огляд за досліджуваною тематикою; провести критичний аналіз способів та технологій очищення бурових стічних вод; зробити аналіз способів утилізації нафтового шламу; визначити оцінку вартості витрат на проведення природоохоронних заходів та еколого-економічний ефект.

Інв. №	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №	Підп. і дата	Підп. і дата	Арк	ТС 11032768	Арк

Об'єкт дослідження – технології очищення рідких відходів буріння нафтогазових свердловин і процеси впливу їх на навколишнє природне середовище.

Предмет дослідження – підвищення рівня екологічної безпеки шляхом провадження технологічного рішення з очищення та утилізації рідких відходів буріння.

Наукова новизна роботи полягає у створенні концепції поводження із рідкими відходами нафтогазовидобування, яка дозволяє використати їх ресурсний потенціал.

Особистий внесок здобувача. Усі результати, наведені у кваліфікаційній роботі магістра, отримані самостійно.

Інв. Мелподл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. Мелдубл.	Підп. і дата	ТС 11032768				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

РОЗДІЛ 1 . АНАЛІЗ ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВИДОБУТКУ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ

Під час розроблення нафтогазових родовищ значного техногенного впливу зазнають як прилеглі території так і усі компоненти довкілля, а саме: відбувається техногенний вплив на ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води. Зрештою це впливає на зміну ландшафтів, спостерігається негативна дія на фауну, та має негативний вплив на здоров'я людини. Вплив нафтодобувної галузі на навколишнє середовище залежить від токсичності та кількості забруднюючих речовин, які надходять в природне середовище.

Основними джерелами утворення забруднювальних речовин під час буріння та випробування свердловин із вуглеводневою продукцією є: бурова установка (робота силових установок дизельних агрегатів) і самі свердловини, які викидають забруднювачі в атмосферне повітря під час випробування [1].

1.1 Бібліографічний аналіз технології перероблення рідких відходів буріння

З метою дослідження теми кваліфікаційної магістерської роботи, було проведено бібліометричний аналіз, для визначення актуальності та популярності дослідження технологій перероблення рідких відходів буріння. Бібліографічний аналіз відображає частоту дослідження різними авторами питання за його географічною та часовою ознаками та визначає найбільш поширені напрями дослідження даної теми.

Здійснивши бібліометричний аналіз дослідження публікацій Scopus за напрямом “ технології перероблення рідких відходів буріння” розроблено ряд спостережень:

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

ТС 11032768

Арк

8

Вип Арк № докум. Підп. Дат

Поняття «технології перероблення рідких відходів буріння» почали досліджувати у XXI столітті з 2002 року (рис.1.1). Також варто зазначити, що більш активно аналізувати дане питання почали не так давно, а саме з кінця 2013 року, це обумовлено зростанням усвідомленості щодо проблем з екологією та забрудненням навколишнього середовища. Також причиною цього є економічні переваги та технологічний розвиток у сфері переробки рідких відходів буріння.

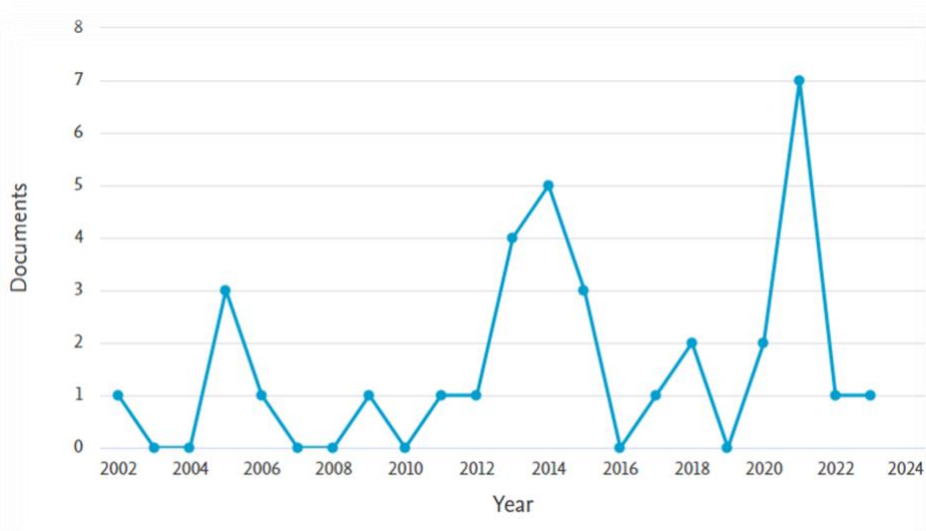


Рисунок 1.1 – Частота публікацій за роками (створено за допомогою Scopus Preview)

Аналіз даного дослідження проводили в багатьох країнах світу, найбільш активно розглядали дане питання в Китаї, Росії та Сполучених Штатах (рис.1.2). Автори які досліджували технології перероблення рідких відходів буріння: Чень Міан, Батинич Іван, Босіков Ірен, Цао Пінлу, Чен Ганг, Чень Цзяньсін, Чень Інчао, Глушаківа Ірина, Ея Ян Тор та інші. За походженням найбільше публікацій від Китайської національної нафтової корпорації, Китайського університету нафти у Пекіні, Сіанського нафтового університету та компаній «Cairn India Limited», «Thermtech AS», «China Oilfield Services Ltd.» та інших.

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

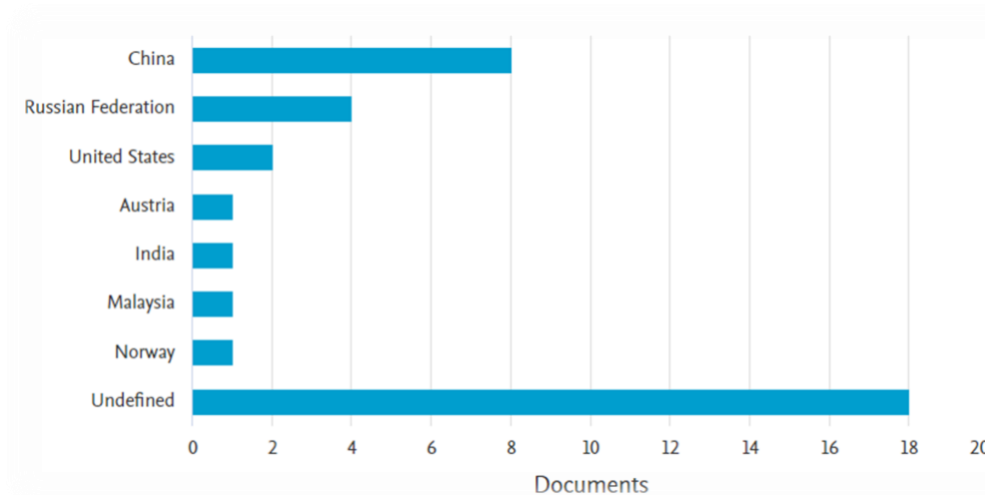


Рисунок 1.2 – Частота публікацій за країнами (створено за допомогою Scopus Preview)

Провівши аналіз публікацій в Scopus ми побачили, що найбільше роботи присвячені напрямам: інженерія, екологія, науки про землю та планети, хімічна інженерія, матеріалознавство, фізика, астрономія, хімія, біологія, економіка, математика, медицина та соціальні науки (рис. 1.3).

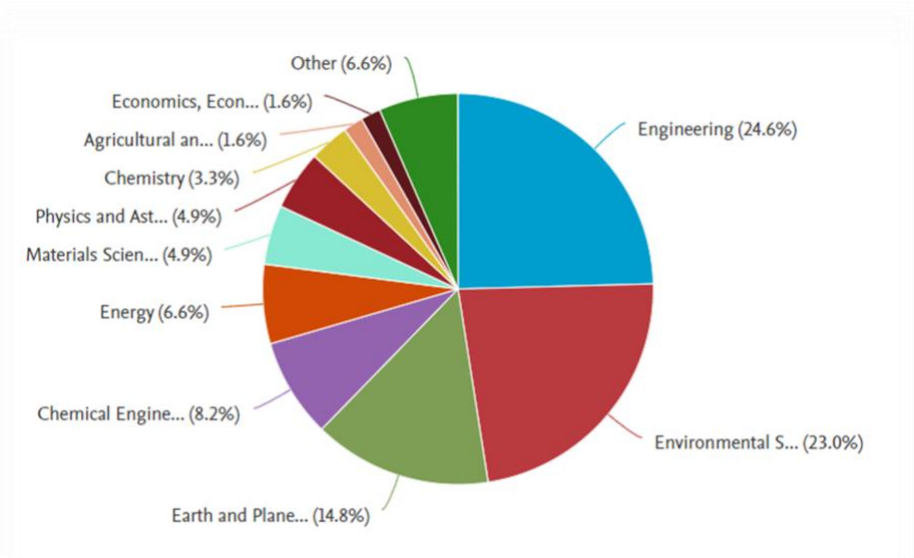


Рисунок 1.3 – Напрями дослідження питання

За аналізом дослідження публікацій в Scopus можна зробити висновок про не високий рівень дослідженості науковцями даної теми, але також можна

Підп. і дата	
Інв. Надубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Наподл.	

зазначити, що зацікавленість в аналізі з кожним роком до цієї теми стрімко росте. Тому це свідчить про актуальність питання та підкреслює доцільність більш детального аналізу існуючого наукового доробку.

1.2 Класифікація відходів при нафтогазовому видобутку

Глибина нафтогазових свердловин в Україні, складає в середньому від 2500 метрів до 6000 метрів. Технологічно процес буріння зводиться до трьох основних операцій [2]:

- Механічне руйнування гірських порід у свердловині
- Видалення гірських порід на поверхню за допомогою бурового розчину (БР), який готується на поверхні і подається насосами в свердловину під тиском.
- Кріплення стінок свердловини обсадними трубами (колонами – технічними, експлуатаційною).

Процес видобутку нафти супроводжується виникненням бурових відходів (БВ) які є результатом відповідних процесів:

- відходи процесів буріння нафтових і газових свердловин: бурові шлами (БШ), бурові стічні води (БСВ), відпрацьований буровий розчин (ВБР), відпрацьовані масла, господарсько-фекальні стічні води, механічне сміття;
- відходи процесів нафтогазовидобування: пластовий пісок, пластові води, відпрацьовані масла, господарсько-фекальні стічні води, сміття;
- відходи, що утворюються при випробуваннях нафтових і газових свердловин: буровий розчин та продукція випробування (нафта, газ, пластовий пісок, пластові води);
- відходи, під час функціонування інфраструктури родовищ: тара з-під хімічних реагентів, відходи автотранспортних підрозділів (відпрацьовані

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

ТС 11032768

Арк

11

паливні та оливні фільтри, шини, акумулятори), відходи що утворилися під час життєдіяльності робочих груп (побутові відходи).

Для зберігання бурових відходів різних видів застосовують спеціально облаштовані технологічні об'єкти: шламові амбари, ставки-відстійники, шламонакопичувачі, нафтові пастки [3].

Бурові відходи на поверхні проходять систему очистки (наприклад, використовується очистка за допомогою вібросита та гідроциклону) далі направляються в шламові амбари, де вони розділяються на три основних видів отходів буровий шлам (БШ), відпрацьований буровий розчин (ВБР) та бурові стічні води (БСВ). Буріння свердловин здійснюють в основному в осадових відкладеннях, де більш всього присутні глинисті породи. Вибурені частинки глинистих порід, піднімаючись на поверхню, з'єднуються з фільтратом бурового розчину та набрякають [2].

Буровий шлам – це складна суміш відпрацьованого бурового розчину з різними добавками, що мають різні хімічні властивості, і вибурених твердих частинок, які при захороненні значно забруднюють навколишнє середовище.

Мінералогічний склад бурового шламу визначається літологічним складом порід, які розбурюються, він може змінитись по мірі заглиблення свердловини.

Хімічний склад бурового шламу залежить від його мінерального складу і властивостей бурового розчину. В середньому буровий шлам складається з 30-45% вибурених твердих часток (часток глини і піску), 30-45% бурового розчину і 10-20% ґрунтових вод і нафти.

Відпрацьований буровий розчин (ВБР). Склад відпрацьованого бурового розчину визначається конкретним типом бурового розчину, який використовується при бурінні свердловини. Усі бурові розчини можна поділити на три групи: водні, вуглеводні та полімерні. Найбільш небезпечним для

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

ТС 11032768

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дат

12

навколишнього природного середовища є буровий розчин на вуглеводневій основі. ВБР чинять найбільш негативний вплив на верхні частини ґрунтів.

Бурові стічні води (БСВ) – це сукупність мінеральних, мікромолекулярних органічних та високомолекулярних добавок, які утворюють складну стабільну багаторівневу систему стічних вод, які включають зважені речовини, високомолекулярні сполуки і колоїдні розчини.

Хімічний склад БСВ може відрізнятися в залежить від бурового розчину, глибини буріння, географо-геологічного регіону та кліматичних умов розташування свердловини.

Бурові стічні води створюють значне техногенне навантаження на гідро- і літосфери внаслідок їх здатності просочуватися у середовищах накопичувати забруднюючі речовини (ЗР) [2].

Одже, при бурінні нафтових свердловин спричиняється первинне забруднення та негативний вплив на екосистеми, головним чином через утворення таких основних відходів: бурових стічних вод, бурового розчину та бурового шламу.

1.3 Вплив на навколишнє природне середовище нафтогазовидобування

Видобуток нафти і газу є екологічно небезпечним видом господарської діяльності, що негативно впливає на навколишнє природне середовище шляхом порушення ґрунтів, порушення поверхневих і підземних вод, викидів в атмосферу забруднюючих речовин (діоксид азоту, оксид сірки, оксид вуглецю тощо).

Забруднення навколишнього середовища в нафтогазопромислових зонах є результатом природних і техногенних процесів. В основному природна складова забруднення незначна, домінуючою і визначальною є техногенна складова.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ТС 11032768	Арк
						13

До аварійних причин відносять:

- газоводопрояви в процесі експлуатації свердловин;
- прориви трубопроводів у процесі експлуатації родовища; розливи технологічної рідини для привибійного оброблення свердловин;
- порушення режимів роботи обладнання збирання газу;
- порушення герметичності системи збирання і транспортування видобутої вуглеводневої продукції.

До постійних джерел відносяться шламові амбари, з яких відбувається фільтрація і витік рідких відходів. Тимчасові джерела характеризуються непередбачуваністю, нерівномірним і мінливим складом забруднення.

Амбарами називають споруди, що призначені для накопичування, знешкодження і захоронення відходів, утворених при бурінні свердловин із видобутку нафти і газу. Амбари використовують для збору відпрацьованої промивної рідини та вибуреної породи, для збору та відстоювання бурових стічних вод, а також, для збору вже очищеної(освітленої) води. Для їх розміщення виділяють великі площі земель, очищаючи їх від деревних насаджень та видаляють пригрунтовий покрив, що негативно впливає на геологічне середовище [3,5].

Будівництво та експлуатація нафтових свердловин негативно впливає на такі компоненти НПС [3] :

- 1) геологічне середовище – можливе виникнення аварій при спорудженні та процесу буріння свердловин;
- 2) ґрунт – займання земельної ділянки із зняттям родючого шару ґрунту може призвести до ерозії та формування «белендів» (від англ. погана земля);

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

ТС 11032768

Арк

15

Вип Арк № докум. Підп. Дат

- 3) водне середовище – надходження нафтопродуктів та хімічних реагентів до підземних і поверхневих вод, що може супроводжуватися зниженням інтенсивності фотосинтезу, замору риби і загибелі нерестовища та впливати на життєвий цикл фітопланктону, тощо;
- 4) атмосфера – викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря при роботі дизель-генераторів при аварійних відключеннях електроенергії, випаровуванні вуглеводнів із шламових амбарів. Шумове забруднення від роботи бурових установок та дизель-генераторів.

Екологічно небезпечні властивості БШ визначаються мінерологічним складом гірської породи, типом пластового флюїду (пластова вода, нафта, газ, газовий конденсат), і залишками БР.

Склад бурового шламу визначається значним вмістом небезпечних для НПС органічних сполук (поліакріламід, КМЦ, крохмалю, сульфід спиртової барди, та ін.), і розчинних неорганічних солей, токсичних для ґрунту та рослинного покриву.

Ступінь небезпеки відходів буріння для довкілля визначають реагенти, що використовуються при бурінні.

Частина використаного бурового розчину, а також води після промивання бурової установки та технологічного обладнання потрапляє в обладнання для накопичення бурового розчину з утворенням бурових стічних вод (БСВ). Фізико-хімічний склад БСВ істотно змінюється і залежить від кількості бурового розчину і хімічних реагентів, присутніх в розчині.

Для надання буровим розчинам необхідних властивостей і параметрів для конкретного періоду буріння в сучасній практиці використовується близько 40 основних реагентів і понад 100 їх модифікацій, що зумовлює класифікацію бурових розчинів за типами. Потенціал забруднення бурового розчину залежить

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

ТС 11032768

Арк

16

від кількості та токсикологічних властивостей хімічних речовин, які використовуються у виробництві БР.

Хімічний склад БР, який використовується при бурінні свердловин, коливається в досить широкі межі залежно від його призначення, геолого-технічних умов буріння, конкретної тривалості буріння і способу буріння, а також від набору необхідних компонентів.

До складу бурового розчину можуть входити такі компоненти як: глина, для структурування та в'язкості; каустична сода, як регулятор рН; поверхнево-активні речовини (ПАР) такі як сульфолон, савенол, дісолван, стеарокс, савенол, жиринокс, неолон та різні оксиетильовані спирти; реагенти-піногасники; вапно, бікарбонат натрію, різні типи солей, термостабілізатори, емульгатори, змащувальні домішки, інгібітори корозії, біоциди тощо.

Коли суспензія (відпрацьований БР і вибурена гірська порода) піднімається зі свердловини на поверхню, частинки породи розсіюються в середовищі БР. Хімічно отруйні речовини забруднюють вимиту очищену породу, що є однією з основних причин, які зумовлюють негативно впливає БШ на навколишнє середовище під час зберігання і захоронення.

ВБР можуть завдавати значної шкоди верхнім шарам літосфери, особливо лужним суглинками та глинистим ґрунтам [2,4].

Розрахунок індексу небезпеки для нафтогазовидобувних районів.

Для розрахунку класу небезпеки відходів буріння застосовують методику «СОУ 73.1-41-11.00.01:2005 Охорона довкілля. Природоохоронні заходи під час спорудження свердловин на нафту і газ» (формула 1.1):

$$K_i = \frac{ГДК_i}{(S+0,1 \cdot F + C_p)^i} \quad (1.1)$$

де F – коефіцієнт летючості реагенту;

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

Підп. і дата	
Інв. Надубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Наподл.	

ТС 11032768

Арк

17

Вип Арк № докум. Підп. Дат

фільтрування бурових і тампонажних розчинів; зміни мінерального складу та параметрів фільтраційної здатності порід у приствольній частині свердловини; зміни хімічного складу підземних вод; утворення техногенних відкладів [5,6].

Проникаючи в ґрунт буровий шлам, руйнує структури ґрунту та його фізико-хімічні властивості, впливає на кореневе живлення рослин, що в майбутньому призводить до повної загибелі рослинного покриву. При малій концентрації забруднюючої речовини ґрунти можуть самостійно самоочищатися та відновитися, але якщо їх вміст перевищує ГДК вони становлять небезпеку для всіх живих організмів.

Вплив бурового шламу на водне середовище. Найбільше небезпечні забруднювачі водного басейну — нафта та нафтопродукти. Вони ускладнюють всі види водокористування, шкодять трофічним зв'язкам і кругообігу речовин, забруднюють береги річок, озер і узбережжя морів і океанів, де живуть багато рослин і тварин, і погіршують фізичні властивості (колір, в'язкість, рН,) і органолептичні властивості такі як смак, запах.

Основною причиною негативного впливу бурового шламу на підземні та поверхневі води є непроектне облаштування шламового амбару. Непроєктне облаштування включає відсутність земляних обвештувань, водовідвідних траншей, порушення або відсутність гідроізоляції амбару. Негативний вплив також може виникати при контакті БШ, який знаходиться не в амбарах, з атмосферними опадами, та під час підтоплення території бурової в період інтенсивного танення снігу. У результаті чого солі бурового шламу розчиняються у воді та потрапляють у водоносні горизонти. [2].

Вплив бурового шламу на водне середовище призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу та ступеня виживання фітопланктону.

Вплив бурового шламу на атмосферу. Щорічно в атмосферу Землі викидається від 50 до 90 млн. т вуглеводнів. Багато цих викидів є результатом діяльності підприємств нафтопереробної та нафтогазовидобувної промисловості.

Інв. №	№ подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 11032768	Арк
							19
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			

Питомі втрати вуглеводню за рахунок їх випаровування на нафтопереробних заводах (НПЗ) різних країн світу становлять 1,1 – 1,5 кг на 1 т. продукту [2,6].

Інв. Методл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	TC 11032768	Арк
						20
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

2.1 Екологічні проблеми поводження з рідкими відходами буріння свердловин

Поводження з рідкими відходами буріння свердловин створює кілька екологічних проблем:

1) Забруднення ґрунту та води: неправильна утилізація або витік бурових рідин, таких як шлам, може забруднити ґрунт та джерела води. Хімічні речовини в цих рідинах, такі як важкі метали, вуглеводні та бурові добавки, можуть просочуватися в землю, впливаючи на родючість ґрунтів та забруднюючи ґрунтові та поверхневі води.

2) Забруднення повітря: леткі органічні сполуки (ЛОС) і тверді частинки, що виділяються під час обробки відходів, їх зберігання та утилізації можуть сприяти забрудненню повітря. Це забруднення може впливати на здоров'я прилеглих громад і дикої природи, викликаючи проблеми з диханням та інші проблеми зі здоров'ям.

3) Вплив на довкілля: розливи або витіки відходів буріння можуть завдавати шкоди місцевим екосистемам. Водне життя в річках, морях та інших водоймах може постраждати від введення токсичних речовин, що призведе до порушення харчового ланцюга та втрати біорізноманіття.

4) Ризики витіку під час зберігання: неправильно сконструйовані або обслуговувані сховища для рідких відходів буріння збільшують ризик витіків або розливів, що призводить до безпосередньої небезпеки для НС.

Стічні води, що утворюються в процесі розвідки і розробки родовищ нафти і газу за способом утворення поділяються на: баластні; бурові; використовувані для охолодження; нафтоводнева суміш; пластові; виробничо-дошові; господарсько-побутові; господарсько-фекальні [7].

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

ТС 11032768

Арк

22

Бурові стічні води. Поняттям бурові стічні води (БСВ) об'єднують сукупність рідких відходів, що утворюються при частковому скиданні відпрацьованого бурового розчину (ВБР), охолодження штоків насосів, обмивання різьбових з'єднань бурильних труб, очищення сіток вібросит, миття обладнання і виробничих майданчиків.

Фізико-хімічні характеристики БСВ можуть варіюватись у широкому діапазоні через кількісні та якісні якості між їх переліченими складовими частинами. Хімічний склад БСВ на різних бурових установках відрізняється залежно від вихідного БР, місця розташування свердловини та глибини буріння, що створює додаткові перешкоди для очищення [8].

Основними видами відходів від буріння є такі: шлам на водній основі містить важкі метали, неорганічні солі, вуглеводні, біоциди та тверді частинки; відпрацьований шлам на нафтовій основі містить важкі метали, неорганічні солі, вуглеводні, тверді частинки та поверхнево-активні речовини; відпрацьований шлам на водній основі містить важкі метали, неорганічні солі, вуглеводні, тверді частинки.

БСВ являють собою агрегативно – стійку колоїдно-дисперсну систему, стабілізовану хімреагентами, використовуваними для обробки бурових розчинів. У своєму складі вони містять різні мінеральні та органічні речовини, представлені глиною, обважнювачами (баритом, гематитом), нафтопродуктами, хімічними реагентами різної природи, розчинними солями, містять залишки бурового розчину і інші сполуки. В складі бурових стічних вод можуть бути такі екологічно небезпечні хімічні речовини як миш'як, нікель, мідь, хром, цинк, аліфатичні вуглеводні, поліароматичні вуглеводні (ПАВ), антрацен, флуорантен, нафталін, фенантрен, пірен і радіоактивні матеріали [8].

Такі речовини як сірководень (H₂S), оксид вуглецю (СО) і оксид азоту (NO₂) є головними забруднювачами атмосфери в місцях видобутку нафти. У місцях зі зниженим рельєфом спостерігається найбільше забруднення

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

ТС 11032768

Арк

23

Вип Арк № докум. Підп. Дат

атмосферного повітря. У людей, які проживають поблизу місця отримання бурових стічних вод, спостерігається залежність між захворюваністю та хімічною сполукою бурових стічних вод, таких як сірководень, які спричинюють захворювання органів дихання, нервової системи та органів чуття, а також оксиди нітрогену, які викликають захворювання крові та кровотворних органів [7].

Вибір методу очищення БСВ залежить від кількох факторів. Це включає ступінь дисперсності частинок, фізико-хімічні характеристики та концентрацію домішків, а також вимоги, пов'язані з напрямком утилізації очищеної води.

БСВ очищаються, щоб їх можна було повторно використовувати для технічних потреб або для створення бурових розчинів і розчинів реагентів.

Найпоширенішими методами очищення стічних вод є фізико-хімічні методи та механічне очищення за допомогою системи гідроциклонів. Фізико-хімічні методи видаляють тверді та рідкі частини, мінеральні та органічні речовини зі складу води. Це включає коагуляцію та електрокоагуляцію, адсорбцію, іонний обмін, екстракцію, флотацію, ректифікацію та інші методи. З усіх перерахованих методів очищення бурових стічних вод найчастіше виконується за допомогою двох перших методів [7,8].

В основному для очищення БСВ та зневоднення шлама використовують стрічкові вакуум-фільтри; пульсуючі, осаджувальні або осаджувально-фільтрувальні центрифуги використовують рідше. Усі ці пристрої можуть підтримувати вологу в межах від 28 до 35 відсотків на вакуум-фільтрах і від 25 до 32 відсотків на центрифугах.

Відпрацьований буровий розчин. Буровий розчин який використовується в нафтовій і газовій промисловості, стає відпрацьованим після його використання в бурових операціях. Поводження з ВБР викликає кілька екологічних проблем через його потенціал забруднення та впливу на екосистеми.

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

ТС 11032768

Арк

24

Вип Арк № докум. Підп. Дат

Відпрацьовані бурові розчини здатні завдавати негативного впливу ґрунтам, під час його утилізації на землі чере введення токсичних речовин, забруднювати воду при неправильній утилізації, а саме скидання у водойми або неналежне очищення перед скиданням. Неправильне збурігання або висушування ВБР може призвести до вивільнення летких органічних сполук (ЛОС) у повітря, сприяючи забрудненню повітря, що є потенційним ризиком для здоров'я населення. Щоб зменшити негативний ВБР вод на навколишнє природне середовище застосовують розроблені методики регенерації та повторного використання відпрацьованих бурових вод [8].

Пластові води. Пластовою водою у нафтовидобутку називають сольовий розчин, який відділяють від нафти після викачування її на поверхню. У пластовій воді переважають хлориди натрію з концентрацією 100–160 г/дм³. Газомісткість пластової води зазвичай становить 0,2–0,5 мг/т і не перевищує 1,5–2,0 мг/т. У пластовій воді присутні водорозчинні гази, такі як метан, азот, вуглекислий газ, гомологи метану, гелій і аргон. Коли мінералізація пластової води збільшується, розчинність газів зменшується.

Очищення пластових вод є досі однією з головних проблем нафтогазової промисловості. Усі виробничі об'єкти нафтової та газової промисловості стикаються з проблемою їх утилізації. Важливість цього питання в тому, що пластові води, як агресивна речовина, викликають сильну корозію обладнання при розливах пластових вод, що призводить до засолення ґрунтового покриву та ґрунтових вод при просочуванні та загибелі рослин. Розлив пластових вод також потенційно супроводжується надходженням деяких тонн нафти щорічно у навколишнє середовище. Пластові води містять у своєму складі багато токсичних речовин. Так, пластові води, крім нафти, містять токсичні поліароматичні вуглеводні, такі як бенз(а)пірен і дибензантрацен, що мають найвищу активність. Також пластові води є основним постачальником радіоактивних елементів на поверхню. При контакті води з мінеральними породами родовища, вона вилугує радіонукліди (наприклад, дочірні радіонукліди рядів урану та торію), а

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

ТС 11032768

Арк

25

також мінерали (наприклад, залізо, алюміній, марганець тощо). Найпоширенішим способом утилізації пластової води є очищення та повторне використання [8,9].

Як показано на малюнку 1, безамбарний спосіб утилізації відходів є найкращим способом утилізації відходів. Використовується для розділення відходів на бурову стічну воду (БСВ), відпрацьований буровий розчин (ВБР) і буровий шлам (БШ) без прямого скидання відходів у амбар. Процес розподілу починається відразу після завершення технологічного циклу. Після очищення обладнання, бурової площадки та інструментів під час буріння свердловини стічна вода надходить у спеціальний резервуар. Після накопичення певного обсягу БСВ направляють у центрифугу, де відділяються забруднені частинки вибуреної породи. Далі їх направляють у ємність з буровим шламом. Стічну воду очищують за допомогою коагулянтів і флокулянтів. У полімерних виробках використовують згашену фазу, яка осіла на дно резервуара за допомогою коагулянту та флокулянту. Такий метод очистки дозволяє використовувати значно менше води, оскільки очищена вода повертається в процес [10].

На очистку свердловини подаються технологічні відходи, такі як буровий шлам і відпрацьований буровий розчин. Первинна груба очистка складається з суміші відпрацьованого розчину з породою, яка обробляється віброситом, піском і муловловлювачем, а також центрифуги, де відбувається остаточне розділення відпрацьованого бурового розчину та твердої фази (бурового шламу) [10].

Потім відходи що утворилися можна використовувати в інших галузях. Рационально буде використовувати висушений буровий шлам для виготовлення грубої кераміки. А відпрацьований буровий розчин можна повторно використовувати для буріння, висушити та додати до полімерних виробів разом із згущеною фазою БСВ. У полімерних виробках використання відпрацьованого бурового розчину значно зменшує кількість відходів буріння[10].

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

ТС 11032768

Арк

26

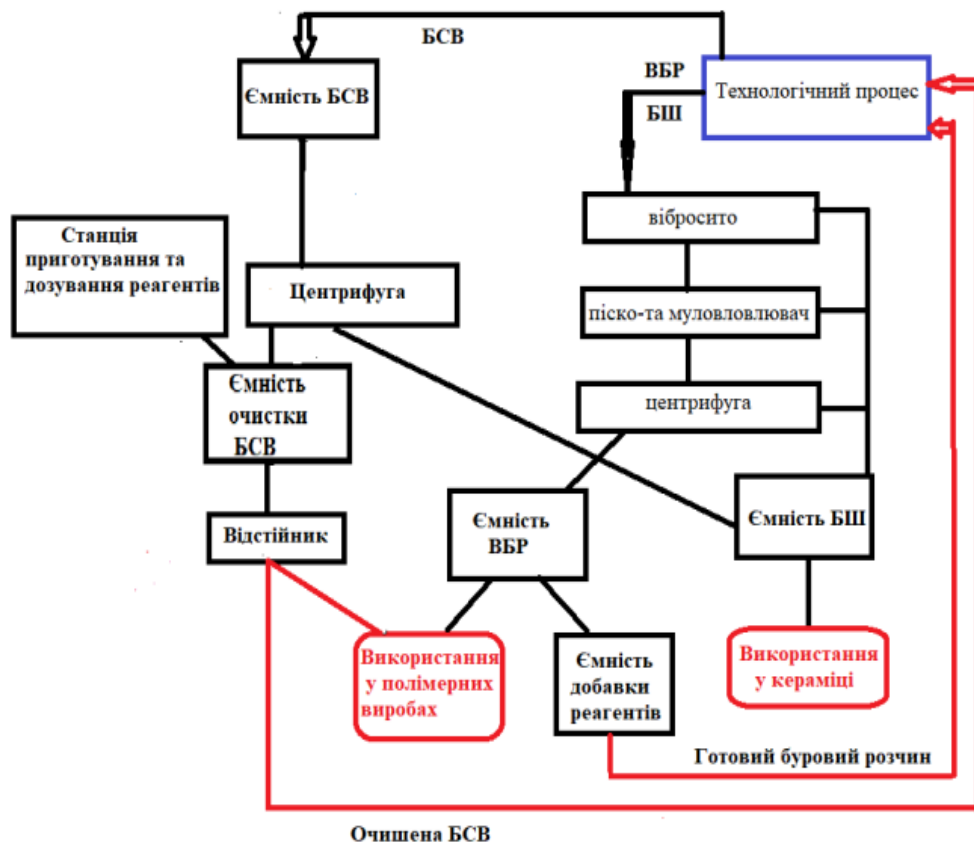


Рисунок 2.1. - Схема поводження з буровими відходами

Вирішення екологічних проблем які пов'язані з поводженням рідких відходів буріння вимагають впровадження належних методів поводження з даними відходами, включаючи передові технології переробки або повторне використання, покращені системи утримання та суворі нормативні рамки для забезпечення дотримання екологічних стандартів.

2.2 Аналіз ефективності очищення бурових стічних вод

Бурові стічні води складаються з рідких відходів, які виділяються під час різних процесів, які відбуваються під час буріння свердловини, включаючи часткове скидання відпрацьованого бурового розчину та очищення віброситових сіток, охолодження стоків насосів, господарські стоки.

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

ТС 11032768

Арк

27

БСВ складається з багатьох компонентів, але основними компонентами забруднення БСВ є завислі і речовини, органічні речовини та нафтопродукти.

За зовнішнім виглядом бурові стічні води представляють собою суміш коричневого чи темно-коричневого кольорів, майже непрозорої та з легким запахом нафти [11].

Бурові стічні води є одним із важливих джерел забруднення навколишнього середовища, тому саме очищення БСВ має важливе значення для зменшення впливу на навколишнє середовище. Тому переробка бурових стічних вод включає різні методи переробки які спрямовані на видалення забруднюючих речовин і видалення води, придатної для безпечного скидання або повторного використання.

2.2.1 Характеристика основних методів переробки та утилізації бурових стічних вод.

Фізичні методи обробки. Даний метод базується на видаленні зважених твердих речовин, відокремлюючи їх від води використовуючи такі методи, як сидементація, фільтрація та центрифугування.

Сидементація: дозволяє зваженим речовинам осісти, відокремлюючи їх від води.

Фільтрація: пропускає стічні води через фізичні бар'єри (наприклад, пісок, мембрани або тканини) для видалення твердих частинок.

Центрифугування: використовує відцентрову силу для видалення зважених твердих частинок суміші на високих швидкостях.

Фізичний метод перероблення БШ поділяють на гравітаційний метод, розділення у відцентровому полі, розділення фільтруванням, заморожування.

Центрофуги, фільтри, гідроциклони та сепаратори є найпопулярнішими апаратами для розділення нафтових відходів та подальшої їх переробки.

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

						ТС 11032768	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			28

Хімічні методи. При даному методі використовують хімічних речовин (коагулянтів і флокулянтів) для злипання дрібних частинок, полегшуючи їх видалення шляхом процесу коагуляції, флокуляції чи окиснення.

Коагуляція – процес злипання частинок колоїдної системи при їх зіткнення у процесі теплового (броунівського) руху, перемішування або спрямованого перемішування у зовнішньому силовому полі. Коагуляція супроводжується прогресуючим укрупненням частинок (збільшення розмірів і маси агрегатів) і зменшення їх частин в рідині [12].

Метою коагуляційного методу очищення – інтенсифікація осадження мінеральних і органічних забруднювальних речовин, що перейшли в стан суспензії, і доведення параметрів очищеної води до нормативних показників, які дозволяють використовувати її в цілях іригації або повторного використання для потреб бурової установки. Для кращої дії метод коагуляції потрібно попередньо провести процес відстоювання стічних вод від нафти і зважених частинок у шламових коморах [12].

Високу ефективність очищення бурових стічних вод можна отримати якщо в якості коагулянта використовувати сірчаноокислий алюміній.

Флокуляція – є видом коагуляції, під час якої дрібні частинки, що знаходяться у зваженому стані в рідкому середовищі утворюючи пухкі скупчення (флуколи). Флокуляція відбувається лише тоді, коли в рідку дисперсну систему добавляють спеціальну речовину – флокулянт [12].

Поєднання коагуляції і флокуляції забезпечує очищення бурових розчинів до потрібної концентрації з метою повторного використання при бурінні свердловин.

Сьогодні безамбарний принцип буріння є основним принципом будівництва нафтових свердловин. І тому використання чотиріступінчастої системи очищення бурового розчину з додаванням блоків коагуляції та флокуляції дозволяє швидко відновити технічні функції бурового розчину.

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

ТС 11032768

Арк

29

Хімічний склад бурової стічної води має різний склад. Як показано в літературних джерелах [12], проби бурової стічної води з різних бурових свердловин демонструють такі значення. : рН – 7,5-10, вміст завислих речовин – 3 000,0 – 70 000,0 мг/дм³ , вміст нафтопродуктів – 100,0 – 20 000,0 мг/дм³ , ХСК – 1 000,0 – 4 000,0 мг/дм³ , мінералізація – 100,0 – 10 000,0 мг/дм³

Експериментально було показано, що після очищення БСВ за допомогою коагулянту Al₂(SO₄)₃ та аніонного флокулянту А-19 кількість нафтопродуктів зменшилася з 7,4 до 0,39 м, що є допустимою кількістю, яка може знаходитись у стічних водах [13].

Окиснення: використовують процеси озонування, хлорування та інші. Поряд з окисненням органічних речовин процес озонування включає знебарвлення, дезодорацію та знезараження стічної води, а також насичення її киснем. Вміст вологи у повітрі, що надходить в озонатор, температура та концентрація кисню визначають продуктивність озонаторних установок і витрату електроенергії. Конструкція озонатора та спосіб забезпечення контакту озоноповітряної суміші зі стічною водою дуже важливі.

Біологічне очищення.

Використання мікроорганізмів для розкладання органічних сполук, присутніх у стічних водах. Даний метод базується на здатності мікроорганізмів переробляти вуглеводні.

На сьогоднішній день основним методом очищення БСВ є реагентна коагуляція. При якому застосовують алюміній сульфат як реагент, що поєднує у собі експлуатаційні та економічні параметри на прийнятному рівні.

2.3 Утилізація нафтового шламу

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

ТС 11032768

Арк

30

Нафтові шлами є одними з провідних відходів нафтового видобутку. Це важкі нафтові залишки, які містять від 10 до 60 відсотків нафтопродуктів, від 30 до 85 відсотків води та від 1,5 до 45 відсотків твердих домішок. Коли ці відходи зберігаються в шламонакопичувачах, вони розшаровуються. Верхній шар складається з водної емульсії нафтопродуктів, середнього шару, який складається із забруднених нафтопродуктів і завислих частинок води, а нижній шар складається із зволоженої твердої фази, насиченої нафтопродуктами [15].

Нафтові шлами накопичуються в коморах нафтопереробних заводів у величезних кількостях, вихід яких становить приблизно 7 кг на 1 т нафти. Нафтові шлами можна використовувати в деяких напрямках.

Усі відомі методи переробки нафтошламів виділяються на наступні категорії [16] :

1. Термічні – спалювання (утворюється твердий сухий продукт, який використовується в якості добрив).

2. Хімічні - включають екстрагування за допомогою розчинників, затвердіння за допомогою неорганічних (цемент, рідке скло, глина) і органічних (епоксидні та полістирольні смоли, поліуретани тощо) добавок;

3. Фізико-хімічні - поділ на фракції (легку і тверду, які знешкоджуються і утилізуються), зневоднення і сушка.

4. Біологічні - використання біологічно активних препаратів одразу на місцях зберігання.

5. Фізичні - поховання в спеціальних могильниках, розділення у відцентровому полі, вакуумне фільтрування та фільтрування під тиском;

Термічні методи утилізації нафтового шламу.

Даний метод є доволі поширеним, найчастіше він реалізується у відкритих амбарах, печах різних конструкцій (оберткових барабанних печах, топках із

Підп. і дата	
Інв. Надубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Наподл.	

ТС 11032768

Арк

31

барботажами пальниками). До цього методу також належить сушка в сушарках, які мають різні конструкції, піроліз, термодесорбцію, електровогнева обробка, термоліз, термообробка.

При спалювання бурового шламу у барабанній печі, що обертається, тверда фаза змішується з суглинком (30-60% мас. і 40-70% мас відповідно) та гранулюється. Рідку фазу використовують повторно для приготування бурового розчину. Недоліком даного методу є його висока собівартість [12].

Термодесорбція БШ – термічне нагрівання відходів з метою конденсації і вловлювання вуглеводневої фази. Цей метод не є економічно ефективним і потребує великих енергетичних витрат.

Піроліз – процес розпаду органічних сполук під дією високої температури або нестачі кисню з утворення побічних продуктів знешкодження (піролізна смола, пірогаз) [14].

Під час термообробки бурових шламів при температурі 800-850 °С відбувається майже повне знешкодження токсичних відходів. Цей метод є ефективним, але дуже собівартісним.

Для процесу термічної утилізації БШ не потрібно його попередньо підготовлювати, а саме очищати від каміння, сміття і нафтопродуктів. При цьому об'єм переробленого продукту в десять разів менший від початкового об'єм бурового шламу. Термічний метод не є екологічним, тому що при спалюванні виділяється велика кількість небезпечних і шкідливих газів які забруднюють атмосферне повітря. Щоб попередити цей негативний вплив, потрібно проводити очищення викидів, а це в свою чергу вимагає залучення фінансових, матеріальних та енергетичних ресурсів. Також при термічному методі потрібно заздалегіть провести осушку бурового шламу з високою вологістю, що є економічно ефективним [12].

Хімічний метод.

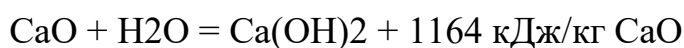
Підп. і дата	
Інв. Надубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Наподл.	

ТС 11032768

Арк

32

Хімічний метод, який передбачає капсулювання та нейтралізацію реагенту на основі оксидів лужноземельних металів, є одним із результативних методів утилізації нафтових відходів. Процес хімічного капсулювання полягає в хіміко-механічному перетворенні нафтовмісних відходів у порошкоподібний матеріал, нейтральний для зовнішнього середовища, кожна частиною яких покрита гідрофобною оболонкою з карбонату кальцію, що утворюється під час гасіння вапна. Завдяки міцності та герметичності капсули вуглеводні, що складаються в ній, не забруднюють навколишнє середовище. Цей метод базується на властивостях оксидів мінеральних сорбентів, таких як CaO, MgO та ін. Гасіння збільшує питому поверхню в 15–30 разів і перетворюється в об'ємний скорозшивач, який має високу здатність адсорбувати вуглеводні нафти. У результаті реакції гасіння виділяється значна кількість тепла [12]:



Під час гасіння вапна відбувається екзотермічна реакція з виділенням теплової енергії, потім вивільняється зайва волога і гинуть мікроорганізми. Після визрівання дана суміш гранулюється, що надає їй міцності та сприяє зменшенню швидкості виділення небезпечних речовин у НПС у сотні разів.

Такий метод ефективно переробляє нафтові відходи в порошкоподібний гідрофобний матеріал, який можна використовувати в будівництві доріг. Але цей метод потребує значної кількості негашеного вапна високої якості та додаткових досліджень [12].

Фізико – хімічні методи.

Суть фізико-хімічного методу полягає в застосуванні спеціально підібраних поверхнево-активних речовин (деемульгаторів, диспергаторів, змочувачів і т.д.), допоміжних речовин, що впливають на зміну стану (розмір частинок) і колоїдний – дисперсної структури зважених частинок в нафтовій і водній фазах. Переваги методу – можливість інтенсифікації процесу при порівняно невеликих добавках речовин, що вводяться, добре поєднується з

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

ТС 11032768

Арк

33

розділити суміш на три фази (рідина важка, рідина легка або механічні тверді домішки) у трикантерах. Декантери обробляють рідини з більшою концентрацією механічних домішок, на відміну від сепараторів, також відомих як вертикальні центрифуги. Нафтошлам обробляють спеціальними хімічними реагентами, щоб він краще розподілявся [17].

Переваги розділення в полі відцентрових сил БШ включають повторне використання відокремленої води з нафти (нафтопродуктів) і зменшення кількості відходів. Це може бути одним із компонентів комбінованого фізико-хімічного підходу. Недолік: потрібно спеціальне устаткування (гідроциклони, сепаратори, центрифуги), і проблема не вирішена до кінця через недостатнє відділення нафтопродуктів від утворених осадів і стічних вод [17].

Досвід іноземних країн щодо утилізації нафтового шламу показав, що велика кількість підприємств використовує обладнання, яке працює за принципом відцентрового поля. Представниками таких компаній є компанія Flottweg, Pieralisa, Alfa Laval, GEA, ORECO/TotfejorgTechnologies, Andritz, WestfaliaSeparator. Наприклад, компанія Alfa Laval виробляє відцентрові сепаратори та декантери, які використовують в нафтовій і газовій промисловості для відділення нафти, води та твердих частинок від нафтошламу. Дані системи працюють, використовуючи відцентрову силу для розділення різних компонентів на основі їх щільності, що забезпечує ефективне відділення нафти від шламу [17].

Компанія ORECO/TotfejorgTechnologies використовує технології, засновані на термічній обробці нафтошламу в поєднанні з механічним поділом у центрифугах. Для сепарації на тверду та рідку фази використовується декантер, а вода видаляється з рідкої (нафтової) фази за допомогою високошвидкісної центрифуги. Сировиною традиційно служить нафтовий шлам або важке нафтове паливо, яке складається з фракцій зважених твердих частинок і води. Після сепарації нафта або нафтове паливо з мінімальним вмістом твердих частинок і є кінцевим продуктом. Інша компанія WestfaliaSeparator використовує центрифуги

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

ТС 11032768

Арк

35

для очищення нафтопродуктів, нафтошламів і води, забрудненої нафтопродуктами [17].

Розробка технологій компанії в галузі нафти та газу включає обробку нафтошламу та бурових розчинів; видалення нафти з промислових і стічних вод; видалення води з сирої нафти; очищення машинного та гідравлічного масла; і видалення дрібних фракцій каталізаторів.

Таким чином, фізичні методи утилізації нафтових шламів досить широко використовують, що говорить про те, наскільки вони надійні, ефективні та економічно вигідні [17].

Інв. Методл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	TC 11032768	Арк
						36
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

РОЗДІЛ 3. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ БУРІННЯ

3.1 Технології перероблення і утилізації відходів буріння

Утилізація бурових відходів означає використання їх як вторинної сировини, палива, добрива, будівельних матеріалів тощо. У світі є декілька методів утилізації бурового шламу: хімічний, фізичний, термічний, фізико-хімічний і біологічний. В Україні метод солідифікації є ефективною технологією утилізації бурових шламів. Цей спосіб використовує змішування очищеного бурового шламу зі спеціальними сорбентами та цементом. Сорбент пов'язує сполуки, які після додавання цементної маси переходять у нерозчинну за будь-яких погодних умов форму [18,20].

Глину незаражують шляхом змішування з певною часткою сорбенту та цементу. В результаті такої обробки органічна речовина в мулі пов'язана з введеними сорбентами. Цемент і сорбент, змішані з мулом у присутності води, підтримують у системі високий рівень рН [19].

У випадку, якщо буровий шлам потрапляє в природне середовище, він має здатність порушити баланс екосистем. Він містить такі небезпечні речовини, як вуглеводні нафти, важкі метали та речовини, які містяться в бурильних розчинах. Відходи від буріння віддаються до четвертого класу небезпеки і можуть завдати шкоди життю та здоров'ю людей. [19].

Переробкою та утилізацію відходів буріння у світі займається компанія M-I SWACO, яка входить до складу Schlumberger. Вона є найбільшим представником на світовому ринку. Понад 75 країн, де відбувається видобуток вуглеводнів, користуються її послугами. У світі компанія обслуговує до 2000 свердловин щороку [18].

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

ТС 11032768

Арк

37

Системи утилізації відходів буріння нового покоління, представлені M.I.SWACO, включають вакуумні системи збору, а також повністю автоматизовані закриті пневматичні системи збору та транспортування шламу cleancut і cleanbulk. Вони полегшують виявлення, обробку, тимчасове зберігання та транспортування відпрацьованої води та бурового шламу, який забруднюється буровим розчином на нафтовій основі та синтетичним буровим розчином [19].

Компанія M-I SWACO задає тон в області планування, реалізації проектів та моніторингу зворотного закачування бурових відходів в пласт за допомогою єдиної в галузі комплексної програми організації підземної закачування бурового шламу cuttings re-injection.

Технологія перероблення рідинних відходів буріння полягає в їх розділенні на осад і воду. Вода використовується для технічних потреб, а осад змішується з буровим шламом і загущується. Для розділення суміші з такими фізико-хімічними властивостями необхідно провести попередню хімічну обробку з метою її дестабілізації, коагуляції і флокуляції, а потім направити суміш в центрифугу, де відбудеться її розділення на осад і воду [21].

Для зниження рН використовується 5% розчин лимонної кислоти. В якості коагулянту планується використати 20 % розчин сульфату алюмінію. В якості флокулянту використовується 0,5% водний розчин поліакриламідю. З метою зменшення вмісту твердої фази в суміші для можливості здійснення процесів коагуляції і флокуляції, рідинні відходи буріння потрібно попередньо розбавити технічною водою [19].

Процес дестабілізації, коагуляції і флокуляції рідинних відходів буріння здійснюється безперервно перед їх подачею у центрофугу і проводиться за допомогою блоку флокуляції фірми "Swaco". Блок флокуляції складається з маніфольду, в якому здійснюється розбавлення рідинних відходів буріння і їх змішування з робочими розчинами хімреагентів; дозуючих насосів хімреагентів, ємностей для зберігання робочих розчинів хімреагентів, ємностей і пристроїв для

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

						ТС 11032768	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			38

приготування робочих розчинів хімреагентів, підпірних насосів тощо. Продуктивність блоку флокуляції - до 10 м3 рідинних відходів буріння на годину. [19].

Лідером, що почав працювати над переробкою бурового шламу в Україні, стало АТ «Укргазвидобування». У 2019 році з міжнародними партнерами вони відновили роботу першого в країні вузла з переробки й утилізації відходів буріння потужністю понад 10 кубометрів шламу на годину. Це дає змогу підвищити екологічність видобутку вуглеводнів [18].

Основна мета вузла — утилізація відходів буріння Яблунівського родовища. Відходи буріння, які утворюються внаслідок будівництва свердловин, завозяться на цю установку і далі розділяються на безпечні фази: тверду, яка використовується за цільовим призначенням, і рідку, яка використовується для повторного буріння [18].

Відомий метод використання центрифуги в якій відбувається її розділення на зворотну воду і осад. Після розділення зворотна вода застосовується для розбавлення наступної порції рідинних відходів буріння, а також вивозиться на бурові установки Яблунівського НГКР, де використовується для поповнення свердловини і приготування бурової промивальної рідини [19].

Осад з центрифуги направляється на блок нейтралізації шламу, де змішується з вибуреною породою, що завозиться окремо, і нейтралізується. Технологічний процес нейтралізації бурових шламів полягає в їх змішуванні у визначеній пропорції з мінеральними в'язучими і реагентами - стабілізаторами, завдяки чому вони переходять в твердий стан і стають придатними для захоронення на полігонах промислових відходів (шламонакопичувачів) [19].

Пропорція, в якій змішуються компоненти, визначається за результатами аналізу. Для бурових шламів з Яблунівського ГКР фірмою "Swaco" попередньо визначена така пропорція [19] :

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

- Бурові шлами - 1000 кг;
- Цемент ПЦ 400 - 400 кг (20% від маси бурового шламу);
- Рідке натрієве скло - 40 кг (10% від маси цементу).

У процесі нейтралізації шламу використовується блок нейтралізації шламу фірми «Swaco», який складається з бункерів для зберігання матеріалів і шнека, який гомогенізує буровий шлам і дає його на спеціальний млин. Дозовано в потік бурового шламу додають мінеральні в'язучі та стабілізуючі агенти. Основну частину роботи виконує млин: суміш перемішується, щоб створити однорідний продукт, який потім вивантажується в самоскид за допомогою вивантажувального шнека.

Блок нейтралізації шламу може обробляти до 8 м³ (14 тонн) бурового шламу за рік. Система стабілізації задовольняє фізичні вимоги до ізоляції та хімічні вимоги до зв'язку важких металів і органіки в кременевій матриці.

Цей метод перетворює БШ в твердий стан і робить їх придатними для захоронення на полігонах промислових відходів у шламонакопичувачах [19].

Інв. №	№ подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 11032768	Арк
							40
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Безпека праці на підприємствах з видобування нафти і газу

Під час роботи на підприємствах по видобутку нафти і газу працівники піддаються впливу наступних небезпечних і шкідливих факторів:

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

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

Основними джерелами забруднення компонентів природного середовища внаслідок позаштатних (аварійних) ситуацій можуть бути [23]:

- розгерметизація приймальних ємностей бурового розчину;
- аварійні викиди бурового розчину та пластових флюїдів;
- відкрите фонтанування флюїду;

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

ТС 11032768

Арк

41

- прорив на водоводах високого та низького тиску;
- прорив нафтозбірних колекторів;
- прориви на викидних лініях, внутрішньопромислових та міжпромислових трубопроводів;
- розгерметизація аварійно-технологічного резервуару;
- розгерметизація резервуару та пожежа в резервуарному парку.

Аварії, пов'язані з відкритими фонтанами під час будівництва та експлуатації свердловин, є найбільш складними та небезпечними, і вони завдають значних матеріальних збитків. Особливо небезпечні викиди та відкриті фонтани на нафтових і газових родовищах із сірководнем, та на родовищах які розташовані на континентальному шельфі та на природних територіях, що охороняються [23].

Аварійним ситуаціям сприяють як внутрішнім, так і зовнішнім фактори. Внутрішні небезпеки пов'язані з процесом розкриття пластів, освоєння, випробування та експлуатації свердловин які зумовленні вибухо- та пожежонебезпечністю середовища, внутрішньою енергетикою (вихід нафти та газу йде під тиском, при температурі вище навколишнього середовища), ймовірністю відмов обладнання, що працює під тиском, технологічних трубопроводів, арматури, систем контролю та автоматики, що становлять комплекс протифонтанного захисту.

Чинники існуючої зовнішньої небезпеки представлені [23]:

- атмосферними явищами – інтенсивне випадання дощу, низькі температури взимку, снігопад, туман, град, блискавка, посуха;
- природними умовами – повені, розмив ґрунту, zalивання водою, корозійна активність ґрунту, цунамі, селі, лавина;
- техногенними умовами – лісові (торф'яні, лучні) пожежі, падіння літальних апаратів, аварія на сусідньому об'єкті, підземні та інші роботи,

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

ТС 11032768

Арк

42

пересувний автотранспорт, необережне поводження з вогнем, зварювальні та вогневі роботи, саботаж, диверсія, військові дії.

Наявність пластових флюїдів під тиском у свердловині є основним фактором, що сприяє виникненню та розвитку аварій. Даний фактор створює загрозу таким подіям, як аварійне розлиття великої кількості небезпечної речовини або утворення хмари паливно-повітряної суміші (ППС) під час аварійного розгерметизації обладнання, встановленого на гирлі свердловини.

До основних причин та факторів, пов'язаних з відмовами обладнання, належать [24]:

- Порушення регламенту робіт, при якому можливий викид свердловинної рідини з подальшим витоком нафти зі свердловини та займанням, а при несвоєчасній локалізації – виникненням та розвитком пожежі.

- Фізичне зношування, корозія, механічні пошкодження, температурні деформації обладнання або трубопроводів. При різких перепадах температур (зовнішніх знижених та технологічних підвищених) відбувається взаємодія вологи з металом, що знижує термін служби обладнання, може призвести до аварійної розгерметизації та викиду небезпечних речовин у навколишнє середовище, вибухів та пожеж.

- Припинення подачі енергоресурсів (гідравлічної рідини по превентору), яке, як правило, не призводить до серйозних наслідків, оскільки система дублюється ручним керуванням превенторами. Аварійні ситуації виникають при невчасному поновленні подачі енергоресурсів.

- Зовнішні впливи та небезпеки, пов'язані з ними, малоймовірні, але можуть призвести до викиду нафти у навколишнє середовище, вибухів та пожеж.

Основними причинами розливів бурового розчину, що містить токсичні компоненти, можуть стати [24]:

- технічні помилки обслуговуючого персоналу;

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

						ТС 11032768	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			43

- порушення правил техніки безпеки.

Аварійні ситуації можуть включати руйнування ємності з буровим розчином, прорив висконапірного трубопроводу та раптове викидання токсичних речовин на рельєф. При цьому відбувається фільтрація забруднюючих речовин у водоносний горизонт та транспортування забруднених вод до місця падіння у поверхневий водотік.

Для запобігання та виявлення розливів бурових розчинів передбачаються наступні заходи [23]:

- забезпечення обвалювання бурового майданчика та котлованів і комор з гідроізоляцією стін і дна;

- встановлення герметизованих підлог у складах для зберігання;

- хімічних реагентів; механізація процесу зливання розливів у ємності;

- встановлення місць для миття та очищення ємностей з-під шкідливих речовин.

Для зменшення наслідків аварій, пов'язаних із викидом пластової рідини, на буровій повинен бути дворазовий запас бурового розчину, а також запас хімреагентів для контролю властивостей бурового розчину (обтяження) за допомогою розрахунку кількості розчину, що дорівнює обсягу свердловини. Хімреагенти потрібно зберігати окремо від інших на складі [23].

Безпека об'єктів нафтогазового комплексу включає правові, інженерні, організаційні, програмні та силові методи та засоби. Підприємство може повністю зосередитися на виробництві, підготовці та транспортуванні вуглеводневих ресурсів, використовуючи ці методи та ресурси для забезпечення безпеки виробничого процесу [23].

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

ТС 11032768

Арк

44

Підприємства нафтогазового комплексу повинні чітко дотримуватися правил охорони праці [23]. Контроль за відповідністю поточним стандартам і правилам безпеки є дуже важливим.

Основні принципи безпеки та охорони праці підприємств нафтогазового комплексу включають:

- зменшити ймовірність інцидентів у сфері безпеки;
- ідеї охорони праці та промислової безпеки повинні мати першочергове значення;
- кожен працівник організації повинен дотримуватися принципів охорони праці та промислової безпеки, а також нормативно-правових актів, що застосовуються;
- можливість змінювати та контролювати показники ефективності охорони праці та промислової безпеки.

Інв. Методл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 11032768	Арк
						45
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

ВИСНОВКИ

1. Було проаналізовано вплив нафтогазового комплексу на навколишнє природне середовище. Визначено можливі причини і шляхи надходження забруднювальних речовин у НС аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що виникають під час експлуатації нафтовидобувних споруд. Було досліджено склад і вплив бурових відходів на компоненти довкілля.

2. Так як актуальним питанням є утилізація рідких відходів буріння було визначено методи переробки і утилізації рідких відходів буріння на прикладі бурових стічних вод і бурового шламу. Було визначено найкращі методи очищення і утилізації відходів, які є економічними та найбільш екологічними.

3. Проаналізовано сучасні технології утилізації бурових шламів та бурових стічних вод. На основі опрацьованої інформації, було вирішено використовувати метод коагуляції та флокуляції в якості методу утилізації бурових стічних вод. Аналіз існуючих методів розділення нафтошламів показав, що найбільш ефективним є центрифугування, тобто сепараційне очищення нафтошламів.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 11032768				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. І. Ю. Аблєєва, Л. Д. Пляцук. SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічних систем : навчальний посібник – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 229 с.

2. Рикусова Н. І. Вплив на навколишнє природне середовище (НПС) бурових робіт та відходів буріння нафтогазових свердловин // Вісник НТУ «ХП». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХП», 2017. – No 20(1242). – С.98–102. – Бібліогр.: 14 назв. – ISSN 2079-5459.

3. І. Ю. Аблєєва. Підвищення рівня екологічної безпеки при утилізації відходів нафтогазового видобутку. 21.06.01. Суми, 2016. С.194

4. Рикусова Н.І., Шестопапов О.В., Щукіна Л.П. Аналіз впливу об'єктів нафтогазовидобутку на екологічну безпеку Полтавської області. Науковий журнал "Молодий вчений". 2019. № 3 (67). С. 15–24.

5. Хомин В.Р. Екологічні ризики під час буріння та освоєння свердловин //Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.4 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2015/25_4/20.pdf

6. Шаповорев В. П. Біологічні методи охорони навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: Монографія / Шаповорев В. П., Шестопапов О. В., Мамедова О. О., Бахарєва Г. Ю. та ін. – Х. : НТУ «ХП», 2015. – 216 с.

7. Рикусова Н.І. Шестопапов О.В. Вплив бурових стічних вод на навколишнє природне середовище. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених: матеріали XII міжнар наук.-практ. конф, м. Харків, 17–20 квіт. 2018 р. Харків: НТУ «ХП», 2018. С. 103–104.

8. Аблєєва І.Ю. Системний підхід до підвищення екологічної безпеки нафтовидобувних територій: монографія/ І.Ю. Аблєєва, Л. Д. Пляцук. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 275 с.

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

				ТС 11032768		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		
					47	

9. Моїсєєв, В. Ф., Манойло Є. В., Ляпощенко О. О., Хуссейн Сейф. Очищення нафтопромислових стічних вод. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2020. № 4 (6). С. 122-130. doi:10.20998/2413-4295.2020.04.18.

10. Рикусова Н.І. Поводження з відходами буріння. Екологічна безпека та моніторинг довкілля: тези доп. XLIX наук.-техн. конф. підрозд. Вінницького нац. техн.. універс. (НТКП ВНТУ), м. Вінниця, 18–29 трав. 2020 року. Вінниця, 2020. С. 1960–1962.

11. Пукіш А.В. Дослідження хімічного складу та фізико-хімічних властивостей бурових стічних вод / А.В.Пукіш, Я.М.Семчук. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2007.С 141-144.

12. Рикусова Н.І. Сучасні методи переробки та утилізації відходів буріння нафтогазових свердловин. Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2018. Т. 2. №1 (20). С. 130–135.

13. Рикусова Н.І., Шестопапов О.В. Аналіз ефективності очищення бурових стічних вод. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених: матеріали XIII міжнар наук.-практ. конф, м. Харків, 19–22 листоп. 2019 р. Харків: НТУ «ХПІ», 2019. С. 579–580

14. Гречко О.В. сучасні методи термічної переробки твердих побутових відходів. Промислова енергетика.2006. №9. С. 25-29.

15. Станкевич С. В. Управління та рекуперація відходів: навч. посіб. / С. В. Станкевич, Л.В. Головань, Є.М. Білецький та інш. – Х.: Видавництво Іванченка І. С., 2020. – 134 с.

16. Шестопапов О. В. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами:навч. посіб. / Шестопапов О. В., Бахарева Г. Ю., Мамедова О. О. та ін.– Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – 116 с

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

ТС 11032768

Арк

48

17. Аблесєва І.Ю., Луценко С.В., Янченко І.О. Утилізація нафтового шламу у відцентровому полі: світовий досвід.

18. Повторне використання, якісні будматеріали та навіть добрива — в Україні впроваджують світовий досвід переробки відходів буріння [електронний ресурс]. Режим доступу - <https://poltava.to/project/5862/>.

19. Михайловська О.В. Досвід утилізації відходів буріння та експлуатації свердловин на Яблунівському НГКР / О.В. Михайловська, О.С. Зінченко // Тези 75-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (Полтава, 02 трав.–25 трав. 2023 р.). – Т. 2. – С. 80–82.

20. Укргазвидобування відновило роботу Яблунівського вузла з переробки та утилізації бурових відходів [електронний ресурс]. Режим доступу - <https://ecolog-ua.com/news/ukrgazvydobuvannya-vidnovylo-robotu-yablunivskogo-vuzla-z-pererobky-ta-utyilizaciyi-burovyh>.

21. Напрямки покращення екологічної ситуації на підприємствах нафтогазового комплексу України. М. М. Орфанова – енергосбереження • енергетика • енергоаудит, №4 (122) 2014. – С. 69 – 75

22. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду зареєстрованого в Міністерстві юстиції України № 729/15420 від 8.08.2008 р. «Правила охорони праці для нафтохімічних підприємств» [Режим доступу] : https://dnaop.com/html/41200/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-1.19-08

23. НПАОН 11.1-1.20-88 «Правила безпеки в нафтогазовидобувній промисловості України», Харків, 2008 р

24. ДСТУ-П ОHSAS 18001:2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги (OHSAS 18001:1999, ID)

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 11032768				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат