

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 101 “Екологія”

Тема: Підвищення екологічної безпеки нафтогазового виробництва шляхом термічної утилізації нафтошламів

Завідувач кафедри Пляцук Л.Д. _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник роботи Фалько В.В. _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Консультанти:

з охорони праці Васькін Р.А. _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

з економічної частини Павленко О.О. _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Виконавець

студент групи ЕКмз.-92с Сіра А.Ю. _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Суми 2021

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ _____ ” _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Сіра Аліна Юрївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення екологічної безпеки нафтогазового виробництва шляхом термічної утилізації нафто шламів затверджена наказом по університету від “01” грудня 2020 р. № 2318-П
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) _____
3. Вихідні дані до проекту (роботи) літературні дані щодо екологічної безпеки нафтогазового виробництва; дані офіційних документів щодо поводження з відходами нафтогазового виробництва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Розділ 1. Аналіз проблеми утворення нафтошламів у шламових амбрах та динаміка забруднення. Розвиток та проблеми нафтопереробної промисловості України. Динаміка забруднення навколишнього середовища. Утворення нафтошламів і їх вплив на навколишнє середовище. Розділ 2. Особливості та перспективи сучасних методів в утилізації нафтошламів. Загальна характеристика основних методів утилізації нафто шламів. Аналіз технологій на основі термічних методів переробки нафто шламів. Розділ 3. Підвищення екологічної безпеки нафтогазового виробництва шляхом застосування Установки термічної деструкції – 2. Розділ 4. Економічне обґрунтування оцінки ефективності використання термічних методів при переробці нафтовмісних відходів. Розділ 5. Охорона праці
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) презентація
6. Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Васькін Р.А		
Економічна частина	Павленко О.О.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз проблеми утворення нафтошламів	14.12.2020	
2	Розгляд Особливостей та перспектив сучасних методів в утилізації нафтошламів	20.11.2020	
3	Обґрунтування вибору технології переробки нафтошламів на основі принципу роботи установки термічної деструкції – 2	11.01.2021	
4	Виконання завдання за розділом «Економічна частина»	12.01.2021	
5	Виконання завдань за розділом «Охорона праці»	12.01.2021	
6	Оформлення магістерської роботи	15.01.2021	

Дата видачі завдання _____

Студент _____

(підпис)

Керівник проекту _____

(підпис)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку джерел посилань, який містить 37 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 76 с., у тому числі 17 таблиць, 4 рисунка, перелік джерел посилань на 4 сторінках.

Мета та завдання. Метою роботи є зниження антропогенного впливу на навколишнє середовище за рахунок зменшення обсягів накопичення нафтошламів в шламових амбарах при використанні ефективних термічних методів їх утилізації.

Завдання дослідження:

- 1) Проаналізувати особливості проблеми утворення нафтошламів у шламових амбарах як антропогенного джерела впливу на довкілля.
- 2) Оцінити вплив бурових відходів на навколишнє середовище.
- 3) Провести оцінку ефективності використання термічних методів при переробці нафтовмісних відходів.

Об'єкт дослідження: термічні методи переробки нафтовмісних відходів (нафтошлами, розміщені в шламових амбарах).

Предмет дослідження: технологічний процес утилізації нафтошламів у шламових амбарах термічними методами управління відходами.

Методи дослідження: аналіз огляду літератури за темою дослідження. Отримані дані систематизовані, викладені в розділах роботи. Обсяг проаналізованого матеріалу і застосовані методи статистичної обробки дозволяють свідчити про достовірність отриманих результатів. Сформульовано висновки та оцінку ефективності.

Ключові слова: НАФТОШЛАМИ, АМБАРИ, УТИЛІЗАЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАБРУДНЕННЯ, НАФТОПЕРЕРОБКА, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПАЛИВО.

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1 Аналіз проблеми утворення нафтошламів у шламових амбрах та динаміка забруднення	8
1.1 Розвиток та проблеми нафтопереробної промисловості України	8
1.2 Динаміка забруднення навколишнього середовища	15
1.3 Утворення нафтошламів і їх вплив на навколишнє середовище	25
Розділ 2 Особливості та перспективи сучасних методів в утилізації нафтошламів	32
2.1 Загальна характеристика основних методів утилізації нафтошламів	32
2.2 Аналіз технологій на основі термічних методів переробки нафтошламів	39
Розділ 3 Підвищення екологічної безпеки нафтогазового виробництва шляхом застосування Установки термічної деструкції – 2	48
Розділ 4 Еколого-економічне обґрунтування оцінки ефективності використання термічних методів при переробці нафтовмісних відходів	55
Розділ 5. Охорона праці	58
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що виникають під час термічної утилізації відходів нафтогазового видобування	58
4.2 Організація проведення інструктажів на навчань з охорони праці оператора термічної утилізації нафтошламів	63
Висновки	66
Перелік джерел посилань	68
Додатки	72

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

ЕК 19320680

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.	Підвищення екологічної безпеки нафтогазового виробництва шляхом термічної утилізації нафтошламів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Сіра							4
Перев.	Фалько							
Н.Конт	Васькін							
Затв.	Пляцук							

СумДУ, ф-т ТеСЕТ
гр. ЕКмз.-92с

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В Україні щорічно утворюється понад 3 млн. т нафтошламів. На нафтовидобувні компанії припадає понад 1 млн. т нафтошламів та нафтозабруднених ґрунтів. Існує декілька розміщень вуглеводневмісних відходів: шламові амбари, ставки додаткового відстою, ілонакопичувачі та шламонакопичувачі. Ці об'єкти були влаштовані ще при розробці нафтових родовищ і в період будівництва нафтопереробних підприємств. Обсяг накопичених вуглеводневмісних відходів оціночно досягає приблизно 400 тис. т.

Об'єкти нафтових відходів займають десятки гектарів територій, які виведені з господарського обороту, і характеризуються екологічною, пожежною та санітарно-гігієнічною небезпекою.

При попаданні нафтошламів в ґрунт відбуваються глибокі незворотні зміни фізичних, фізико-хімічних і мікробіологічних властивостей, що призводить до втрати забрудненими ґрунтами родючості і відторгнення площ із сільськогосподарського використання. Термін відновлення, саморекультивуації ґрунтів, забруднених нафтою, становить від 2 до 15 років.

Для ефективної утилізації нафтошламів необхідно проводити роботи в місці їх розміщення, оскільки нафтошламонакопичувачі розташовані віддалено від населених пунктів.

Аналіз літературних джерел показав, що існує неоднозначне ставлення до різних методів переробки нафтових відходів та їх оцінка залежить від джерел освіти, часу складування, цілей і завдань виробництва, вимог до устаткування або процесу, які передбачаються до використання.

В даний час розроблено досить методів і технологій переробки нафтошламів, проте широкого практичного застосування вони не отримали. Використовується

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

5

обмежене число методів утилізації, в основному біологічний і термічний. Однією з причин такого обмеження є маловивченою компонентного складу нафтошламів стосовно обґрунтування вибору методу переробки, а також практична відсутність роздільного збору нафтозабруднених ґрунтів в залежності від кількості нафтопродуктів, що в свою чергу дає малу ефективність проведених заходів.

В кінцевому рахунку, перевага віддається тим технологіям, за допомогою яких досягається максимальна економічна ефективність і мінімальні терміни при виконанні неодмінної умови - ці технології повинні забезпечувати чистоту відходів, що утворюються відповідно до чинних екологічних норм.

Проблема дослідження полягає в накопиченні великої кількості нафтошламів на території України та відсутність ефективних технологій на їх утилізації безпосередньо на місці їх розміщення.

Об'єкт дослідження: термічні методи переробки нафтовмісних відходів (нафтошлами, розміщені в шламових амбарах).

Предмет дослідження: технологічний процес утилізації нафтошламів у шламових амбарах термічними методами.

Метою роботи є зниження антропогенного впливу на навколишнє середовище за рахунок зменшення обсягів накопичення нафтошламів в шламових амбарах при використанні ефективних термічних методів їх утилізації. Для досягнення мети необхідно вирішення наступних завдань:

1. Проаналізувати особливості проблеми утворення нафтошламів у шламових амбарах як антропогенного джерела впливу на навколишнє середовище.
2. Провести оцінку ефективності використання термічних методів при переробці нафтовмісних відходів.

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

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ЕК 19320680	Арк
						6

Наукова новизна дослідження полягає в пропозиції методології оцінки технологій утилізації нафтових відходів в шламових коморах для зниження рівня забруднення навколишнього середовища.

Практична значимість роботи. Запропонована методологія оцінки термічних методів при утилізації рідких і твердих нафтошламів.

Особистий внесок здобувача. Усі результати експериментального дослідження, що наведені у кваліфікаційній роботі магістра, одержані самостійно.

Апробація результатів роботи. Основні положення, висновки і результати кваліфікаційної роботи магістра доповідалися на Науково-технічній конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій «Сучасні технології у промисловому виробництві» (Суми, 2020 р.).

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ЕК 19320680	Арк
						7

Розділ 1 Аналіз проблеми утворення нафтошламів у шламових амбрах та динаміка забруднення

1.1 Розвиток та проблеми нафтопереробної промисловості України

Головна роль нафтової промисловості в народному господарстві України велика. Країна не може обходитися без палива, паливно-мастильних матеріалів, продуктів нафтохімії і всього того, що отримують з нафти. Існування цієї галузі життєво необхідно, і тому потрібно докладати всіх зусиль для виведення її з кризи. Від стану нафтової промисловості залежить загальний стан ПЕК, який прямо впливає на розвиток економіки, рівень життя населення і роль держави в світовому співтоваристві.

Серед джерел впливу на навколишнє середовище України частка об'єктів нафтопереробної промисловості становить близько 12%, в той час як специфіка промислового комплексу країни обумовлює недостатню увагу до проблем даної галузі. Наслідком такої невідповідності є загострення низки актуальних питань. Розглянемо їх докладніше.

Нафтопереробка – великотоннажне виробництво, засноване на перетвореннях нафти, її фракцій і нафтових газів в товарні нафтопродукти і сировину для нафтохімії, основного органічного синтезу і мікробіологічного синтезу. Це виробництво являє собою сукупність здійснюваних на нафтопереробних підприємствах (НПП) фізичних і хіміко-технологічних процесів і операцій, що включає підготовку сировини, його первинну і вторинну переробку [1].

В Україні існує три області родовищ нафти [3]:

Карпатська нафтогазоносна область охоплює територію Передкарпаття, Карпат та Закарпаття. Найбільші родовища знаходяться на території Івано-Франківської та Львівської областей – Долинське, Бориславське.

Дніпровсько-Донецька нафтогазоносна область розташовується в східній частині України, в межах Чернігівської, Сумської, Полтавської,

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

8

Дніпропетровської, Харківської, Донецької та Луганської областей. Всього відкрито 121 родовище (17 нафтових і 37 нафтогазових). Найбільші – Гнедищенское, Мляковское, Качанівська, Рибальське.

Причорноморсько-Кримська нафтогазоносна область охоплює територію Миколаївської, Одеської, Херсонської областей та північну частину Криму. Розроблено 60 родовищ газу і нафти.

Переробка видобутої нафти здійснюється на 6 нафтопереробних підприємствах - у Дрогобичі (НПЗ «Галичина»), Одесі (належить ЛУКОЙЛу), Херсоні, Кременчузі (НПЗ «Укртатнафта»), «Нафтохіміці Прикарпаття». Контрольні пакети акцій більшості з них належать іноземним компаніям, переважно російським. Загальна номінальна потужність заводів з первинної перегонки нафти, що становить 51 млн. тонн нафти на рік, використовується в середньому на 35-40% [1].

Потенціал українських НПЗ набагато перевищує фактичні обсяги видобутку нафти. Україна видобуває лише близько 4 млн.т нафти на рік, тоді як потужності українських НПЗ дозволяють переробляти понад 50 млн. т нафти на рік. Це і призвело до зупинки двох західних НПЗ – «Галичина» і «Нафтохімік Прикарпаття», інші підприємства скоротили обсяги виробництва: НПЗ «Галичина» у січні-листопаді 2019 р. – до 610 600 т, що майже на 18% нижче рівня 2018 р., «Нафтохімік» – до 852 400 т або на 29% [1].

Відповідно до державного плану розвитку галузі, НПЗ України повинні збільшити обсяги переробки нафти в 2020 р. до 18 млн. т. в 2021 р – до 21 млн. т, в 2023 р. – до 24 млн. т, в 2025 р. – до 29 млн. т. в 2020-2025 рр. виробництво бензину за планом складе, відповідно, 5,2 млн. т, 6,3 млн. т, 7,2 млн. т, 9,2 млн. т, дизпалива – 5,1 млн. т, 6,1 млн. т, 7 млн. т і 8,9 млн. т, мазуту – 4,9 млн. т, 5,8 млн. т, 6,5 млн. т, 7,3 млн. т.

Збільшення переробки сировини і випуску продукції пов'язано зі зменшенням кількості працюючих заводів і запуском в 2007 р. після ремонту Одеського НПЗ. Херсонський НПЗ не відновив роботу в 2007 р.

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

У зв'язку з тим, що за структурою споживання моторних палив Україна в перспективі буде наближатися до західноєвропейських країн, необхідна часткова реструктуризація галузі. Ця необхідність визначається зростанням потреби в дизпаливі (до 13,1 млн. т – в 2015 р., при 5,9 млн. т – в 1999 р.) і скороченням імпорту бензину. У зв'язку із загальносвітовими тенденціями зменшення прибутковості нафтопереробки, НПЗ України відчувають також потребу в модернізації потужностей, що обумовлює необхідність термінового прийняття рішень на урядовому рівні [4].

Сьогодні в Україні функціонують підприємства з транспортування нафти і природного газу, підприємства з пошуку вуглеводнів та їх видобутку, в тому числі в акваторіях Чорного і Азовського морів, заводи з виготовлення широкого асортименту труб та обладнання для нафтогазової промисловості, проектні та науково-дослідні інститути, спеціалізовані галузеві будівельні та сервісні організації.

Нафтогазова промисловість є енергетичною основою для сталого економічного і соціального розвитку держави. Україна має досить високу-понад 50% - частку споживання нафти і газу в загальному балансі споживання первинних енергоресурсів[12].

Природний газ залишається пріоритетним енергоресурсом - його частка в енергобалансі становить приблизно 38-40%.

Україна належить до країн з дефіцитом власних природних вуглеводневих ресурсів: за рахунок власного видобутку ми задовольняємо потребу в природному газі на 40%, в нафті – на 15-20% (дані за 2009 р.). Решту обсягу природного газу держава імпортує з Росії, нафту і нафтопродукти – в основному, з Росії, а також Казахстану, Білорусі, Азербайджану, Прибалтики і в незначних обсягах з інших країн.

Багаторічна історія становлення і розвитку нафтової і газової промисловості зробила Україну світовим лідером з транзиту енергоносіїв. Вигідне географічне положення і наявність розвинених систем газо-і нафтопроводів дозволили Україні

Підп. і дата
Інв. № до бл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

10

стати своєрідною "сполучною енергетичною ланкою" між країнами-експортерами та споживачами енергоресурсів промислово розвиненої Європи.

Через українську газотранспортну систему транспортується понад 60% всіх експортних поставок російського газу в європейські країни або близько 20% від загального обсягу споживання природного газу в Європі. Україна транспортує російський природний газ до 18 країн Європи: Австрії, Болгарії, Боснію, Грецію, Італію, Македонію, Молдову, Румунію, Німеччину, Польщу, Сербію, Словаччину, Словенію, Угорщину, Францію, Туреччину, Хорватію та Чехію[6].

Постачання природного газу з Росії та його транзит в інші країни Європи здійснюється в відповідно до довгострокових контрактів між Національною акціонерною компанією "Нафтогаз України" і ВАТ "Газпром" щодо купівлі-продажу, а також обсягів і умов транзиту на період 2009 - 2019 роки, з урахуванням положень додаткових угод, підписаних між компаніями 21 квітня 2010 року.

Стратегічні напрямки розвитку нафтогазової промисловості України:

- ефективне використання геополітичного потенціалу України як однієї з найбільших країн-транзитерів вуглеводневої сировини;
- підвищення енергетичної безпеки держави шляхом диверсифікації джерел і маршрутів поставок нафти і газу;
- проведення реформ на внутрішньому паливному ринку.

Провідним підприємством паливно-енергетичного комплексу є Національна акціонерна компанія "Нафтогаз України", одна з найбільших компаній країни. Компанія виробляє десяту частину валового внутрішнього продукту України і забезпечує 5% надходжень до Державного бюджету (загальний фонд). Загальна кількість працюючих на підприємствах компанії становить близько 1% працездатного населення країни, а основні фонди, якими управляє компанія, складають 3,5% від загальнодержавних[16].

Підприємства компанії забезпечують повний цикл upstream і downstream операцій в нафтогазової галузі, злагодженою роботою зміцнюючи енергетичну

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

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ЕК 19320680		Арк
							11

незалежність держави. Сьогодні компанія "Нафтогаз України" є головним транзитером російського природного газу в європейські країни.

Шлами утворюються при будівництві нафтових і газових свердловин, при промисловій експлуатації родовищ переробки нафти, знешкодженні стічних вод, а також при чищенні резервуарів та іншого обладнання. Різного виду нафтошлами є поширеними відходами і для об'єктів енергетичного комплексу, транспортних, машинобудівних, хімічних, металургійних підприємств. Природа їх утворення в перерахованих вище галузях здебільшого аналогічна відходообразующим процесам в нафтовій галузі. Найбільш значні кількості нафтовмісних відходів формуються при зачистці резервуарних парків ТЕЦ, аеропортів, залізничних станцій, металургійних комбінатів. Пропарювальні станції залізничних цистерн і очисні споруди також є джерелами великотоннажних вуглеводневмісних шламів різного фазового і хімічного складу.

Окремої уваги заслуговує такий вид нафтовмісних відходів, як замазучення ґрунту, що утворюються при аварійних розливах нафти. Основна відмінність їх від нафтошламів - більш низька концентрація вуглеводнів. Знижена в'язкість розлитої нафти веде до того, що вона на поверхні рельєфу утворює мономолекулярний шар плівки. Якщо її товщина не перевищує 10 мм, то проникнення кисню затримується приблизно на 5-10%, що не робить істотного впливу на життєдіяльність мікроорганізмів. У тому випадку, коли здатність поглинання кисню шаром нафти становить 80-90%, процес фотосинтезу ускладнюється, що призводить до зменшення концентрації кисню в ґрунті і сприяє пригніченню життєдіяльності організмів аж до їх загибелі[7].

Нафтове забруднення під факторами зовнішнього середовища може збільшуватися в розмірах, випаровуватися, засвоюватися живими організмами, а також піддаватися трансформації. Під дією сонячних променів процеси деструкції нафтовмісних сполук значно прискорюються, але з випаровуванням легких фракцій поширення нафтопродуктів в ґрунті істотно сповільнюється. Важкі нафтові фракції з часом утворюють стійкі до розшарування емульсії. Швидкість

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

протікання процесу деструкції нафтопродуктів залежить від температури впливу. Чим нижче температура, тим реакція розкладання протікає повільніше. Таким чином, деградація нафтопродуктів відбувається в результаті хімічного, фотохімічного і бактеріального розкладання, а також діяльності деяких організмів і рослин.

Вихід нафтових шламів на нафтопереробних заводах варіює від 1 до 5 кг нафти, що переробляється. Це важкі нафтові залишки, що містять в середньому 10-56% нафтопродуктів, 30-85% води і 1,3-46% твердих домішок.

Наявність відкритих комор з величезною кількістю накопичених рідких і пастоподібних нафтошламів, призводить до постійного забруднення навколишнього природного середовища – ґрунту, поверхневих і підземних вод, а також атмосферного повітря вуглеводнями, сірководнем та іншими викидами за рахунок випаровування легких фракцій. У водні об'єкти нафтовмісні відходи, що зберігаються в накопичувачах, потрапляють, в основному, в результаті розмиву обвалювання комор паводковими водами, при змивах дощовими і талими водами. Забруднення ґрунту нафтою і нафтопродуктами викликає істотні зміни в морфологічних властивостях ґрунту. В результаті закупорки її капілярів сильно порушується аерація, створюються анаеробні умови, порушується окислювально-відновний потенціал [5].

У різних регіонах проблема ліквідації нафто-шламонакопичувачів має специфічний характер, оскільки залежить від інфраструктури паливно-енергетичного комплексу, рівня урбанізації, природно-кліматичних факторів. В районах з тривалою історією нафтовидобутку нафтошламіві Накопичувачі формувалися протягом багатьох десятиліть, що охоплюють періоди зміни нормативних вимог у сфері природокористування, еволюції технічної бази, як нафтовидобувних підприємств, так і підприємств з переробки нафтовмісних відходів.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

13

Більшість проектів з утилізації подібних шламів не дають належного ефекту через неправильно підібране обладнання, хімічних реагентів (деемульгаторів, флокулянтів) або незнання природи відходів, що переробляються.

Згідно з офіційними дослідженнями, «запаси» нафтошламів перевищують в Росії 100 млн. тонн, в Азербайджані – 20 млн тон, в Казахстані – 40 млн тон, на Україні – 5 млн тон.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

1.2 Динаміка забруднення навколишнього середовища

Вітчизняна нафтохімічна промисловість має значний негативний вплив на навколишнє природне середовище. При нафтовидобутку, транспортуванні і переробці нафти (нафтопродуктів) в результаті застосування застарілих технологій, аварійних розливів, недотримання встановлених нормативів і т.п. відбувається забруднення всіх компонентів біосфери. Захист повітряного басейну від викидів шкідливих речовин, очищення стічних вод нафтових промислів і нафтопереробних заводів (НПЗ), ліквідація накопичених і скорочення утворюються нафтовмісних відходів – це основні екологічні завдання, що стоять перед підприємствами нафтохімічного комплексу» [1].

Поліпшення екологічної обстановки є умовою сталого соціально-економічного та екологічного розвитку регіону. У Стратегії соціально-економічного розвитку України до 2030 року, проблема високого рівня забруднення навколишнього середовища також відзначена в основних проблемах у соціальній сфері, що підтверджує актуальність теми. Досягнення інших пріоритетних цілей – розвитку економічного потенціалу та інноваційної економіки, досягнення середньоєвропейських показників рівня життя населення, заощадження населення, забезпечення ефективного економічного зростання - неможливе без вирішення еколого-економічних проблем [23].

Постійними джерелами забруднення атмосфери, ґрунту, підземних і поверхневих вод є шламові амбари, які являють собою природоохоронні споруди, призначені для централізованого збору, знешкодження і захоронення токсичних промислових відходів буріння нафтових свердловин. При будівництві амбарів вирубуються дерева, чагарники, знищується надґрунтовий покрив, відбувається відчуження земель. Шламові амбари з токсичним буровим шламом виводять з обігу значні площі земель. Загальні обсяги відходів залежать від застосовуваної технології буріння, глибини і тривалості будівництва свердловини, систем водопостачання та водовідведення, природно-кліматичних факторів і т.д. [20].

Головними розповсюдженими аспектами діяльності Нафтогаз України та

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

15

підприємств в галузі екології, що знаходяться в даному управлінні, є: забруднення атмосферного повітря парниковими газами та забруднюючими речовинами; споживання значної кількості води; утворення відходів; аварійні викиди та проливи забруднюючих речовин [9].

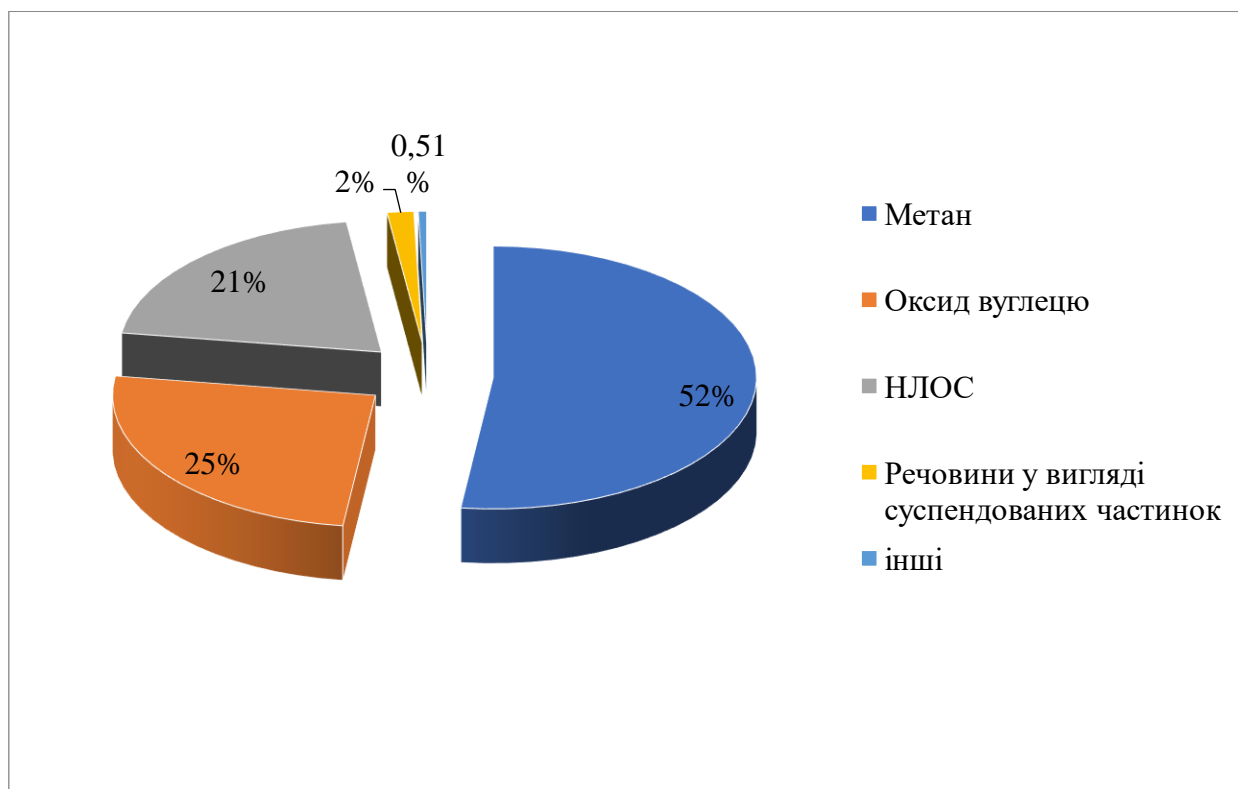


Рисунок 1. 1. – Структура викидів парникових газів та забруднюючих речовин [9]

Згідно останніх статистичних даних звітностей у 2019 році підприємствами Групи Нафтогаз було викинуто в атмосферне повітря 135,9 тис. тон забруднюючих речовин (без урахування діоксиду вуглецю), у тому числі:

- АТ «Укргазвидобування» - 55,7 тис. тон;
- АТ «Укртрансгаз» - 51,3 тис. тон;
- ПАТ «УКРНАФТА» – 42,0 тис. тон.

Крім того, в атмосферне повітря було викинуто 6478,2 тис. тон діоксиду вуглецю, у тому числі:

- АТ «Укргазвидобування» – 2011,3 тис. тон;

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

- ПАТ «УКРНАФТА»- 702,4 тис. тон.
- АТ «Укртрансгаз» – 4108,5 тис. тон.

У 2019 році підприємствами нафтогазового комплексу України:

- утворено 352,3 тис.тон відходів;
- утилізовано 32,1 тис.тон відходів;
- видалено 231,4 тис.тон;
- спалено 0,190 тис.тон відходів;
- передано на сторону 58,8 тис.тон відходів.

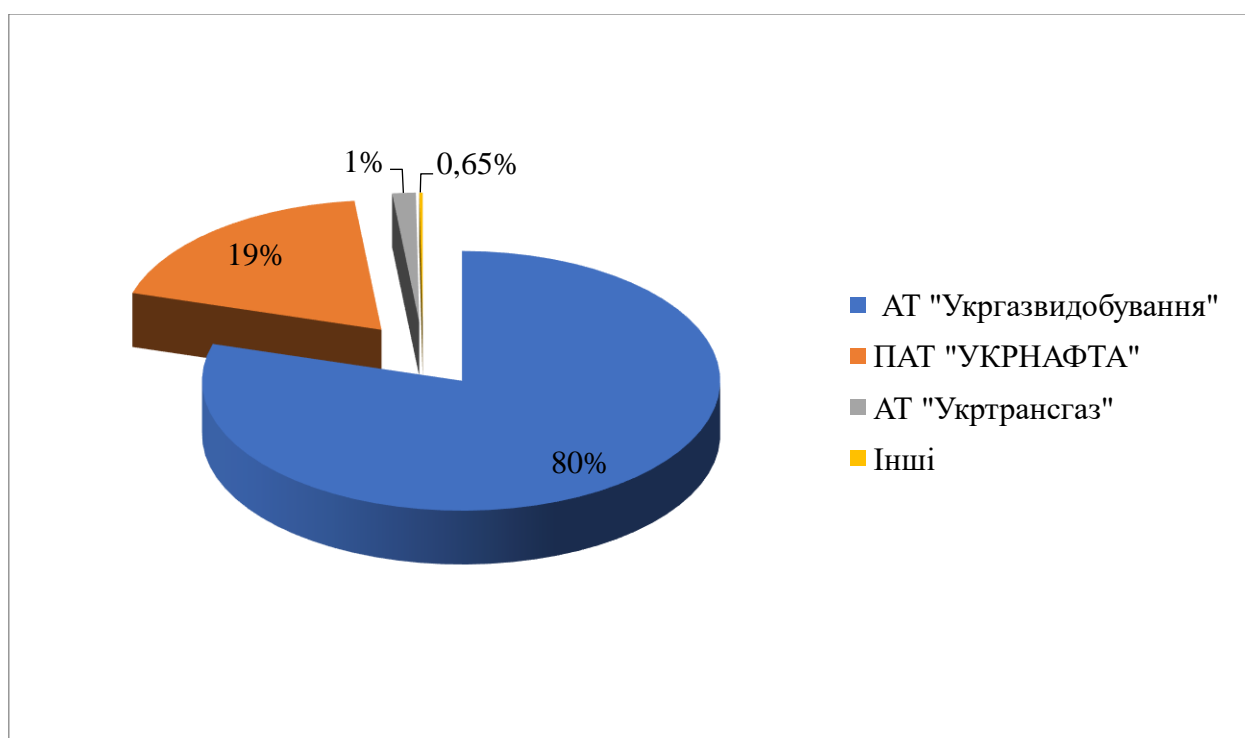


Рисунок 1. 2. – Структура утворювачів відходів у 2019 році

Основний вплив на навколишнє середовище від нафтошламів полягає в забрудненні об'єктів природного середовища хімічними реагентами, мінеральними солями і нафтопродуктами [33].

Вплив шламових комор на компоненти навколишнього середовища представлені в таблиці 1.1 [16, 25, 33].

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

Таблиця 1. 1 – Вплив шламових амбарів на компоненти навколишнього середовища

Компоненти навколишнього середовища, на які виявляється вплив	Характеристика впливу
Атмосферне повітря	<ul style="list-style-type: none"> - випаровування легких фракцій нафтопродуктів з поверхні шламового амбару - танення снігу на забрудненій шламом території. - аероперенос шкідливих речовин (вуглеводні (в тому числі канцерогени), сажа, оксиди вуглецю, азоту, сірки і так далі)
Підземні (грунтові) та поверхневі води	<ul style="list-style-type: none"> - ненормативне облаштування шламового амбару (порушення або відсутність гідроізоляції амбару, відсутність обваловок, водовідвідних канал тощо.) - контакт шламу з атмосферними опадами, підтоплень території бурової в період інтенсивного сніготанення - при атмосферних опадах і сніготанення відбувається перехід розчинних солей з шламу у водні розчини з міграцією цих речовин у водоносні горизонти

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

18

Продовження таблиці 1.1

Почва	<ul style="list-style-type: none"> - пересування по харчовому ланцюгу - зниження активності ферментів - зменшення механічної міцності - придушення здатності самоочищення - порушення біологічної рівноваги - зміна рН - токсичний вплив на екосистему - скорочення кількості гумусу, погіршення родючості - зміна фізико-хімічних властивостей ґрунту- зниження вмісту мікроорганізмів - порушення температурного режиму морозно-мерзлотних ґрунтів - рухливість верхнього ґрунтового покриву - утворення водонепроникної плівки
Тваринний світ	<ul style="list-style-type: none"> - порушення біоти - зміна умов життя аж до зникнення окремих видів тварин і рослин - міграція великих тварин пригнічення і придушення нормального органічного життя, зміна складу біоценозів, замори риби та загибель нерестовищ

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Продовження таблиці 1.1

Компоненти навколишнього середовища, на які виявляється вплив	Характеристика впливу
Рослинний покрив	<ul style="list-style-type: none"> - скорочення кількості гумусу, погіршення родючості - погіршення повітря - і водообміну - пригнічення кореневої системи рослин - зниження вмісту мікроорганізмів - витрати на відновлення екосистеми - скорочення ґрунтових бактерій в кілька десятків разів - зміна рослинного покриву, зниження або повна його ліквідація накопичення в рослинах токсичних вуглеводнів

Здоров'я людини і якість навколишнього середовища постійно погіршуються через зростаючу кількість небезпечних відходів, що утворюються в результаті роботи промислових підприємств. Раціональне управління відходами є одним з найбільш важливих питань, які необхідно враховувати для підтримки якості навколишнього середовища, з метою досягнення стійкого та екологічно безпечного розвитку в усьому світі. Ефективний контроль за виробництвом, зберіганням, обробкою, переробкою та повторним використанням, транспортуванням, утилізацією та видаленням небезпечних відходів важливий для здоров'я людини та захисту навколишнього середовища. Одним з найважливіших пріоритетів у поводженні з небезпечними відходами є мінімізація утворення відходів в рамках більш широкого підходу до зміни промислових

Підп. і дата
 Інв. № до бл.
 Взаєм. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. № подл.

процесів і моделей споживання за допомогою стратегій запобігання забруднення і чистих технологій.

Утилізація нафтошламів впливає на навколишнє середовище, оскільки шлам може містити шкідливі компоненти, такі як патогенні організми, органічні сполуки, важкі метали і надлишок фосфору і азоту. Залежно від методу утилізації ці ефекти можуть бути негайними або з затримкою за часом і нелінійними.

Накопичений величезний обсяг нафтошламів не тільки займає значну площу, але і забруднює ґрунт, воду і повітря.

Збереження невідновлюваних ресурсів і скорочення викидів забруднюючих речовин в ґрунт, воду і атмосферу є важливим завданням захисту навколишнього середовища. Стратегія скорочення або усунення відходів у джерелі полягає в розробці дій, які сприяють скороченню відходів, збереження природних ресурсів, зменшення або усунення токсичних речовин (присутніх у сировину або допоміжних продуктах), зменшення кількості відходів, що утворюються в результаті процесів і продуктів, і, таким чином, зменшити кількість забруднюючих речовин в атмосферу, ґрунт і воду[15].

Повторне використання включає в себе будь-яку технологію, яка дозволяє повторне використання відходів без обробки, яка не змінює фізико-хімічні характеристики відходів. Переробка - це будь-який метод, який дозволяє отримувати прибуток від відходів після того, як вони піддаються обробці, яка змінює їх фізико-хімічні характеристики. Рециркуляція може бути виконана окремо або в процесі переробки. Рециркуляція в процесі дозволяє отримувати прибуток з відходів, а потім використовувати в тому ж процесі, що і відходи. Рециркуляція окремо від процесу дозволяє отримувати прибуток з відходів і використовувати її в процесі, відмінному від процесу виробництва відходів.

Таким чином, розміщення шламу в шламовому коморі завдає значної шкоди навколишньому середовищу, у зв'язку, з чим утилізація його з отриманням екологічно безпечного для навколишнього середовища матеріалу представляється важливим завданням [16].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

21

1.3 Утворення нафтошламів і їх вплив на навколишнє середовище

Нафтошлами є найбільш небезпечними забруднювачами практично для всіх компонентів природного середовища-поверхневих і підземних вод, ґрунтово-рослинного покриву, атмосферного повітря. Основні джерела і види забруднення, а також стан нафтошламів наведені в таблиці 1.2 [5, 13, 15, 30].

Нафтовий шлам, що є неминучим побічним продуктом, утворюється скрізь, де відбуваються процеси експлуатації, транспортування та переробки нафти в нафтовій промисловості. Нафтошлами містять велика кількість токсичних речовин від самих канцерогенних поліциклічних ароматичних сполук до важких металів і навіть до радіоактивних матеріалів. Більшість з них представляють потенційний ризик для здоров'я людини і навколишнього середовища.

Таблиця 1.2 – Джерела забруднення нафтопродуктами

Джерела забруднення	Види забруднень	Стан
Добування та підготовка	Проливи	Суміш ґрунту і нафтопродукту з вмістом води до 20%, механічних домішок від 80%
Транспортування	Морським транспортом	Водонафтова емульсія з вмістом води до 95%, у разі забруднення узбережжя - до 80%, ґрунту до 30 %, нафтопродукту до 20%
	Наземним транспортом	Суміш ґрунту і нафтопродукту з вмістом води до 20%. Вміст механічних домішок від 80%
	Трубопровідним транспортом	

Підп. і дата
 Інв. № до бл.
 Взаєм. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. № подл.

Продовження таблиці 1.2

Джерела забруднення	Види забруднень	- Стан
	Розливи	
Переробка	Зачистка резервуарів	Суміш ґрунту і нафтопродукту з вмістом води до 20%. Вміст механічних домішок від 80%
	Очисні споруди, нафтошламонакопичувачі	Залежно від рівня ставка змінюється склад продуктів: поверхня - до 80% нафтопродукту, до 20% води, до 5% механічних домішок, висока концентрація флокулянта; середина - до 90% води, до 10 % механічних домішок, до 10 % нафтопродукту; дно-мулисте з вмістом нафтопродукту до 1%
Використання та зберігання	Розливи на автозаправках, нафтобазах	Суміш ґрунту і нафтопродукту з вмістом води до 20%, механічних домішок від 80%
	Зачистка резервуарів	Нафтопродукт з вмістом механічних домішок до 5%, емульгованої води до 10 %

Нафтошлами (нафтові шлами) – це складні фізико-хімічні суміші, що складаються з нафтопродуктів, води і механічних домішок, до яких відносяться глина, пісок, оксиди металів» [16].

Склад нафтошламів дуже різноманітний і є складною гетерогенною системою, що складається з механічних домішок (піску, глини, і т.д.),

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

23

мінералізованої води і нафти (нафтопродуктів). Співвідношення даних компонентів залежить від джерела утворення, умов і тривалості зберігання, і змінюється в широкому діапазоні (в середньому 10-56% нафтопродуктів, 30-85% води, 1,3–46% твердих домішок). Властивості, щойно утворених нафтошламів і, що пролежали роки в шламонакопичувачах, істотно відрізняються, так як з останніх випарувалися легкі фракції, рідка мазутна фракція просочилася в ґрунт, а решта доповнена включеннями ззовні: атмосферними опадами, механічними домішками і т.д. [30].

На одну тону нафти, що переробляється, припадає 7 кг нафтошламів, що призводить до великого скупчення останніх у ґрунтових амбрах нафтопереробних підприємств [7].

У процесі зберігання нафтовмісні відходи розшаровуються в певному порядку. Верхній шар є масляним - це важкороздільна емульсія нафтопродуктів, яка складається з води і механічних домішок (до 5 %), середній шар – вода у вигляді масляної емульсії, нижній шар-донний осад-шлам, який має в своєму складі тверду фазу (79%), нафтопродукти (до 10 %) і вода (до 25 %). З глибиною кількість механічних домішок збільшується [23].

У міру старіння нафтошламів відбувається їх розшарування по шарам, легкі фракції вуглеводнів випаровуються, більш важкі (з питомою вагою меншим, ніж у води) утворюють верхній шар. Середній шар утворюють вуглеводні з питомою вагою, близькою до питомої ваги води (середній шар названий так умовно - як правило, він утворений з лінз нафтопродукту у воді або води в нафтопродукті). Більш важкі вуглеводні в суміші з механічними домішками утворюють дійний осад [25].

Склад нафтошламів в залежності від джерел утворення представлений на рисунку 1.3 [1, 15].

Підп. і дата
Інв. № до бл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

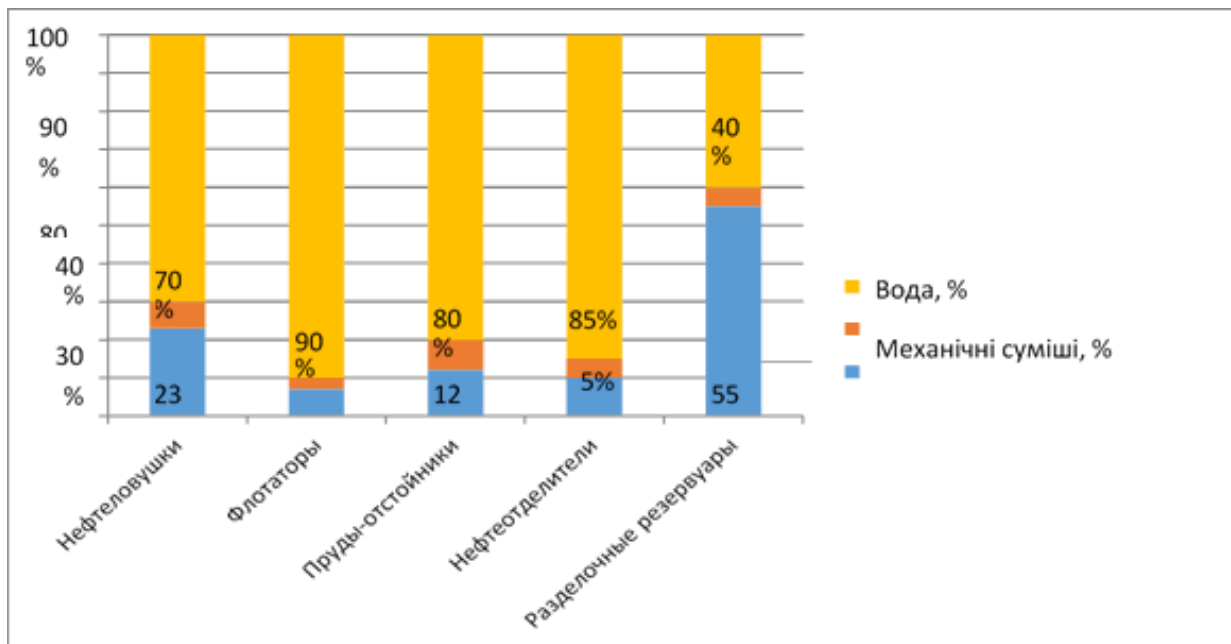


Рисунок 1.3 – Склад нафтошламів залежно від джерел утворення

Хімічний і мінеральний склад нафтошламів представлено в таблицях 1.3, 1.44 [1, 15, 31].

Таблиця 1.3 – Хімічний склад нафтошламу

Назва компоненту	Кількість, %			
	Органічна частина	Волога	Сірка	Мінеральна частина
Нафтошлам	72	10,2	1,8	16

Таблиця 1.4 – Мінеральний склад нафтошламу

Склад компонентів, %					
SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Mg	Інші
4,55	3,14	1,65	2,36	1,0	3,3

Вуглеводневий (нафтовий) компонент нафтошламів може бути представлений різними сполуками, які в результаті тривалого зберігання, під дією природних сил, можуть перетворюватися в інші сполуки за рахунок процесів

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

конденсації, полімеризації, ізомеризації [14]. Класифікація нафтошламів за складом залежно джерела утворення представлена в таблиці 1.5 [1, 23, 24].

Таблиця 1.5 – Класифікація нафтошламів

Склад, %	Нафтошлами						
	Висна- жений грунт	Донний шлам	Продукт зачистки Резерву- арів	Водонаф- това емульсія	Задерже- на нафта	Бурові шлами	Амбарний верхній шар
Механічні суміші	50- 90	15-50	5-10	1,5-15	0,05- 0,5	11- 25	0,5- 1,5
Нафта, нафтопродукти	До 10	10-30	50-70	30-80	70-90	7 - 14	90-95
Асфальтени	-	6,5	42	5-10	4-15	-	9,5
Смола	-	18	20	10-20	10-45	-	-
Парафіни	-	2,5	5,6	3-9	2-10	-	3
Вода	До 20	До 60	25-40	До 70	До 15	75-90	1,5-5

Класифікація нафтошламів в залежності від фізико-хімічного складу і способу утворення представлені в таблиці 1.6 [15, 30].

Для найбільш ефективного застосування нафтошламів в якості вторинних матеріальних ресурсів їх також поділяють на марки. Марки нафтошламу і методи їх переробки представлені в таблиці 1.6 [33].

Категорії та походження нафтовідходів та їх початковий фазовий стан представлені в таблиці 1.7 [33, 34].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

26

Таблиця 1.6 – Класифікація нафтошламів в залежності від фізико-хімічного складу і способу утворення

Назва	Характеристика
природні нафтошлами	Відходи, що утворюються на дні різних водойм після розливу нафти
нафтошлами	Відходи, що утворюються при бурінні свердловин, різними буровими розчинами
нафтошлами	Відходи, що утворюються при очищенні нафти від твердих вуглеводнів і механічних домішок
резервуарні нафтошлами	Відходи, які утворюються при зберіганні і транспортуванні нафти в найрізноманітніших резервуарах
грунтові нафтошлами	Є продуктом з'єднання ґрунту і пролиття на нього нафти, причиною цього може бути як технологічний процес, так і аварія

Згідно з класифікаційним каталогом відходів і доповнення до нього, нафтовмісні відходи (суміші нафтопродуктів, зібрані при зачистці засобів зберігання і транспортування нафти і нафтопродуктів; спливічі нафтопродукти з нафтоуловлювачів і аналогічних споруд; шлам очищення ємностей і трубопроводів від нафти і нафтопродуктів; ґрунт, забруднений нафтою або нафтопродуктами (вміст нафти або нафтопродуктів 15% і більше) відносяться до 3-го-4-го класу небезпеки [34].

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

Вун	Арк	№ докum.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

27

Таблиця 1.7 – Марки нафтошламів та методи їх переробки

Марка нафтошламу	Технологічний процес утворення нафтошламу	Рекомендації шляхів використання
Марка А	«донні осади резервуарів»	отримання вуглеводнів, мастила невідповідальних механізмів ланцюгів, форм при виготовленні бетонних плит на домобудівних комбінатах та підприємств, на збагачувальних фабриках в якості профілактичних засобів для запобігання змерзання вугілля і для запобігання від вітрової ерозії при його перевезенні, спалювання в якості пічного палива
Марка Б-1	«відпрацьований буровий розчин»	використання у виробництві цегли
Марка Б-2		використання у виробництві керамзиту
Марка В	«нафтошлами, утворені при ремонті скважин та аваріях на нафтопроводах»	після переробки для отримання будівельного бітуму, асфальтобетонної суміші або, після затвердіння, для використання при спорудженні доріг, посипання льоду, виготовлення облицювального матеріалу для різних сховищ
Марка Г-1	нафтошлами нафтопереробної промисловості	отримання бітуму

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

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

28

Продовження таблиці 1.7

Марка нафтошлему	Технологічний процес утворення нафтошлему	Рекомендації шляхів використання
Марка Г-2		отримання сірчистого газу і високосірчистого коксу
Марка Д	нафтошлами, що утворюються в процесі миття труб на трубних базах	отримання парафіну

Нафтошлами характеризуються широким діапазоном складу і фізико - технічних властивостей. Розрізняють рідкі і тверді нафтошлами.

Збільшення обсягів відпрацьованих нафтопродуктів призводить до переповнення нафтових амбарів нафтошلامом, ураження все більших ділянок ґрунту, зростання числа нафтошлямових озер, що веде до більш важкого процесу переробки. Таким чином, важливим і актуальним завданням підприємств є переробка і утилізація нафтових відходів в межах даних об'єктів, як основних носіїв розглянутого забруднення [29].

На багатьох підприємствах здійснюється консервація нафтошлямов в спеціально призначені для цього контейнери, які поміщають глибоко під землю або на дно різних водойм, річок, морів, озер і океанів. По закінченню певного часу, за яке здійснюється процес корозії і природний знос стінок контейнерів, відбувається розгерметизація даних судин. Далі весь вміст потрапляє в навколишнє середовище, чинячи негативний вплив до екологічної катастрофи [24].

Збираються нафтопродукти відповідно до нормативно-технічної документації по марках, сортам, групам і підгрупам.

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

Вибір методу переробки залежить від консистенції нафтового шламу і складу, що знаходяться в ньому органічної частини, механічних домішок і води, які представлені в таблиці 1.8 [31,28].

Таблиця 1.8 – Характеристика найрозповсюдженіших нафтошлямових амбарів

Назва	Характеристика амбару
Функціональне значення	зберігання застарілих нафтошлямів
Компонент, визначальний технологію рекультивації	нафта та її продукти
Час існування, років	більше 60
Агрегатний стан відходів	рідкі, пастоподібні
Обсяг нафтопродуктів, що зберігаються у складі накопичених відходів, тис. м	більше 1,0
Ступінь екранування	грунтовий (глиняний замок)
Грунтові шари стінок амбару, м:	
Шар 1-суглинок	до 10
Шар 2-суглинок	від 10 до 14-20
Шар 3-гравій середньо щільності	від 14-20
Корозійна активність ґрунтових шарів	від середньої до високої
Глибина проникнення забруднень в ґрунт на місці амбару	не виявлено
Площа займаних земель, га	1 та більше

Переробка нафтошлямів спрямована на використання рентабельних і екологічно безпечних технологій, застосування типового обладнання та безвідходної технології очищення та утилізації [26]. При тривалому зберіганні

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк
30

резервуарні нафтошлами поділяються на кілька шарів з характерними для кожного з них властивостями.

Нафтомазутний шар за своїми характеристиками може бути повернутий в технологічний цикл на переробку, оскільки практично на 97 - 99% є чистим нафтопродуктом [4].

Вміст води в нафтошламів збільшує необхідні площі зберігання і ускладнює їх обробку. Крім того, патогенний вміст деяких шламів ускладнює їх обробку і використання в різних цілях. Пріоритетним напрямком при поводженні з відходами є їх використання як вторинних матеріальних ресурсів [27].

Нафтовий шлам також є потенційним ресурсом для переробки через його високу теплотворну здатність. Тому перетворення накопиченої енергії нафтошламу в різні джерела палива для електростанцій або двигунів було визнано привабливим підходом.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ЕК 19320680	Арк 31

Недеструктивні методи є ресурсозберігаючими, але економічна ефективність їх застосування знаходиться в залежності від %- го вмісту в нафтошламах нафти (нафтопродуктів). Крім того, економічна доцільність визначається кількістю в нафтошламах води, механічних домішок, необхідністю транспортування і т.д. [1].

Деструктивні методи включають в себе: спалювання на місці або разом з побутовими відходами з попереднім зневодненням; включення в цемент при його виробництві вологим шляхом; аеробна обробка. Це термічні, хімічні та біологічні методи, при реалізації яких, що містяться в нафтошламів нафтопродукти, спалюються, капсулюються або засвоюються углеродоводородоокислюючімі мікроорганізмами, тобто практично губляться безповоротно [8].

Згідно з іншою класифікацією, в даний час в основному існує три шляхи використання важких обводнених нафтових залишків:

- попереднє зневоднення, термічна або сушка обводненого шламу і подальша переробка отриманих нафтопродуктів за відомими схемами;
- переробка шламу на газ і парогаз;
- спалювання нафтових шламів у вигляді водних емульсій і використання виділяється тепла.

Вибір методу переробки і знешкодження нафтових шламів, в основному, залежить від кількості містяться в шламів нафтопродуктів [12].

В даний час відсутній який-небудь один універсальний, екологічно допустимий, економічно виправданий і ресурсозберігаючий спосіб утилізації нафтошламів, і в кожному конкретному випадку, в залежності від джерел утворення, часу складування, цілей і завдань виробництва, вибирають методи їх утилізації [20].

Характеристика методів переробки нафтовмісних відходів, короткий опис і переваги і недоліки використання представлена в таблиці 2.1 [29, 30].

Одним з найбільш ефективних і широко використовуваних способів переробки нафтовмісних відходів є термічний. Для спалювання нафтошламів широко застосовуються печі різних типів і конструкцій: камерні, барботажні,

Підп. і дата
Інв. № до бл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

многоподовні, обертові і печі з киплячим шаром. Термічний метод дозволяє спільно з нафтошламами спалювати забруднені фільтри, промаслене ганчір'я, тверді побутові відходи. Утворені при цьому вторинні відходи відносяться до 4 класу небезпеки і підлягають вивезенню на полігони поховання. Обсяг вторинних відходів порівняно з початковим зменшується до 10 разів [13].

Завдяки своїм характеристикам, що дозволяє розщеплювати високомолекулярні органічні сполуки на нижчі і ефективно розділяти стабільну емульсію нафтошламу на нафту, воду і залишкову фракцію, піролізна обробка широко використовувалася в області утилізації нафтовмісних відходів.

Існує три основні методи високотемпературного знешкодження нафтошламу: спалювання, піроліз, газифікація. Характеристика основних методів високотемпературного знешкодження нафтошламу наведена в таблиці 2.1 [11, 13, 22, 29].

Таблиця 2.1 – Характеристика основних методів високотемпературного знешкодження нафтошламу

Назва методу	Характеристика методу	Результат використання
Спалювання	Контрольований процес окислення твердих, пастоподібних або рідких горючих відходів, що містять органічні речовини. Метод здійснюється в спеціальних печах різних конструкцій при температурі не менше 1200°C.	Утворюються діоксид вуглецю, пари води, оксиди азоту і сірки, аерозоль, оксид вуглецю, бензопірен і діоксини. Зола, що має в своєму складі нерухому форму важких металів, накопичується в нижній частині печі і періодично вивозиться на полігони для поховання або використовується у виробництві цементу. Дрібнодисперсні частинки оксидів і карбонатів, що містяться в топкових газах.

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

Продовження таблиці 2.1

Назва методу	Характеристика методу	Результат використання
Піроліз	Процес, що протікає при температурі 600-900°C з перетворенням вуглеводнів нафти газоподібні (пірогаз) і рідкі (смола піролізу) продукти. При цьому протікають реакції коксування,смолоутворення, розкладання високомолекулярних сполук на рідку і газоподібну фракції, а якщо вуглецеві відходи містять сірку, то утворюються також сірководень.	<p>1. Низькотемпературний піроліз. Процес протікає при температурі 450-550°C, характеризується мінімальним виходом газу і максимальним виходом рідких вуглеводнів. При цьому, газ володіє найвищою теплотою згоряння, що говорить про доцільність його використання як палива для технологічного обладнання;</p> <p>2. Середньотемпературний піроліз. Процес протікає при температурі 550-800°C, характеризується підвищеним виходом газу і зниженим виходом рідкого і твердого продукту;</p> <p>3. Високотемпературний піроліз. Температура процесу 900°C і вище, кількість газів, що утворюються максимально, а вихід рідкого і твердого продуктів зведений до мінімуму, при цьому, газ має найнижчу теплоту згоряння.</p>

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Продовження таблиці 2.1

Назва методу	Характеристика методу	Результат використання
Газифікація	Метод, що здійснюється в вихрових реакторах або печах з киплячим шаром при температурі 600-1100 °с.Продуктом горіння є синтез-газ (H ₂ , CO), туман з рідких смолистих речовин, бензопірену і діоксинів. Далі горюча суміш водню і оксиду вуглецю спалюється на пальниках.	Після газифікації в золі залишаються залишковий вуглець і солі важких металів, якщо їх кількість відповідає нормі, то залишки горіння відправляють на поховання.

Недолік повітря при процесі піролізу має наступні безпосередні наслідки:

- відокремлює розкладання органічної речовини від спалювання синтетичного газу (утворюючи менше NO_x);
- створює менше димових газів і видаляє весь або частину азотного баласту з зон відновлення;
- може регулювати рівень температури, при якій органічна речовина руйнується, незалежно від умов, необхідних для спалювання;
- при такому розкладанні створює неповне згоряння (піроліз), в результаті чого певні забруднювачі втрачають свою тверду фазу, а не газову;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

36

2.2 Аналіз технологій на основі термічних методів переробки нафтошламів

Для утилізації, знешкодження або переробки нафтошламів, застосовуються різні способи:

- Якщо нафтошлам знаходиться в змішаному вигляді і є можливість отримання з нього товарної продукції, то його переробка відбувається за допомогою мобільної модульної установки з отриманням товарної нафти і штучного почвогрунта.

- Утилізація термічним способом нафтошламу проводиться на різних установках, призначена для утилізації нафтозабрудненого сміття, деревних відходів і невеликої кількості нафтошламу [20].

При виборі технології береться до уваги її фінансова доступність, а також доцільність для споживача. Для певної галузі промисловості необхідна технологія може бути впроваджена, враховуючи, як економічно, так і технічно доступні умови. Важливим аспектом при утилізації відходів у нафтохімічних підприємства є комплексний захист навколишнього середовища, тобто при застосуванні технології знешкодження відходів не повинно відбуватися ще більшого забруднення [22].

Пріоритетним напрямком при поводженні з відходами є їх використання в якості вторинних матеріальних ресурсів. Це дозволяє не тільки знизити екологічне навантаження на навколишнє середовище, а й забезпечити більш раціональне використання природних ресурсів» [27].

Існуючі технології переробки нафтошламів можуть поділятися на наступні групи:

- технології, орієнтовані на вилучення вуглеводнів, що містяться в нафтошламах, з метою їх використання за прямим призначенням (найбільш поширені технології - на основі центрифуг);

Підп. і дата
Інв. № до бл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

39

- технології, орієнтовані на отримання енергоресурсів за рахунок трансформації вуглеводнів у вигляді електроенергії, пари або тепла (плазмова газифікація, низько-і високотемпературний піроліз);

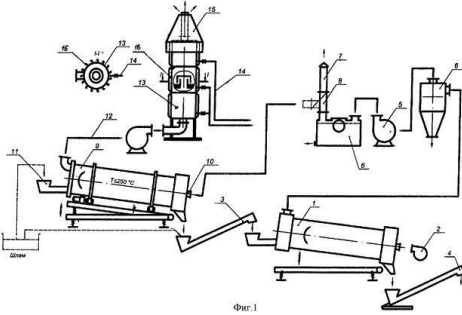
- технології, що мають на меті очищення шламів і ґрунтів за допомогою розкладання знаходяться в них вуглеводнів на нешкідливі компоненти або зв'язування вуглеводнів з утворенням нешкідливих композитів (метод біоремедіації, метод інактивації при використанні негашеного вапна) [18].

Аналіз літературних даних дозволяє зробити висновок, що використання термічних методів для знешкодження шламу може бути ускладнене високою обводненістю нафтового шламу; високим вмістом в шламах механічних домішок (до 65%); складністю вилучення шламів з шламонакопичувачів і транспортуванням до шламосжигачу установці; складністю здійснення якісного розпилу в топці шламосжигачу установки, обумовлена мінливістю його механіко-фізико-хімічного складу, високою в'язкістю, близькими значеннями щільності фаз [23]. Аналіз способів утилізації нафтошламів із зазначенням переваг їх використання представлений в таблиці 2.2.

Аналіз технологій на основі термічних методів переробки нафтошламів і їх переваги використання представлений в таблиці 2.3 [25].

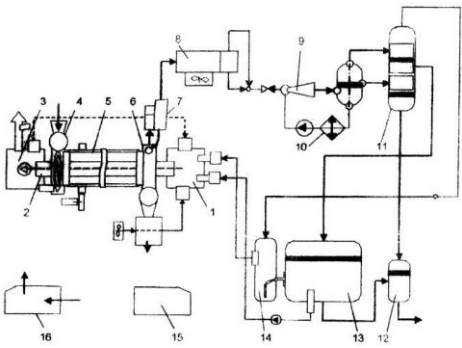
Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Таблиця 2.2 – Способи утилізації нафтошламів на основі термічних методів

Назва патенту	Опис патенту
<p>Установка з переробки нафтошламу</p> 	<p>Запропоновано пропускати гарячі гази пальника через нафтошлам в обертовому барабані для випаровування нафтопродуктів. Пари останніх горять, піднімаючи температуру в барабані, а негорючі мінеральні компоненти висипаються через вузол завантаження.</p> <p>Установка складається з технологічно пов'язаних двох обертових з регульованими кутами нахилу барабанів: випарника і термодесорбера, в один з яких - випарник - подається нафтошлам, а в інший - термодесорбер з пальником і блоком очищення газу, подається продукт переробки нафтошламу - збіднений нафтошлам з випарника. Гарячі гази термодесорбера продуктів горіння пальника і продуктів допалювання-горіння залишків нафтопродукту збідненого нафтошламу надходять у випарник, там відбувається розігрів, випаровування і відсмоктування нафтопродуктів у фракційний блок з секційними конденсатозбірниками і фракційними тарілками. На корпусі блоку є ребра повітряного охолодження і ежекторна насадка[38].</p>

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

Продовження таблиці 2.2

Назва патенту	Опис патенту
<p>Спосіб переробки нафтового шламу</p> 	<p>Спосіб переробки нафтового шламу включає попереднє відділення з шламу вільної води і подальшу термообробку отриманого шламу в обертовій печі. Шлам з вмістом 81 мас.% мінеральних речовин, 18 мас.% вуглеводнів і 1 мас.% води, з витратою 1,3-1,7 м³/год подають в піч і прогрівають до температури на виході печі 380-400°С при тиску парогазової суміші 70-80 кПа, при цьому регулюють швидкість переміщення оброблюваного шламу в обертовому барабані печі уздовж трубної решітки основного нагрівального герметичного шляхопроводу. Виділяються з шламу в результаті анаеробної термічної десорбції органічні продукти поділяють на дисперсну фазу кека і парогазову суміш, яку направляють в блок кондиціонування, а шлам з печі подають в гравітаційну осадительную камеру, на компримацию і сепарацію, при цьому в якості продуктів переробки нафтового шламу отримують сухий кек, вуглеводневу рідину, вуглеводневий газ і підтоварну воду. Технічний ефект-переробка нафтових відходів з отриманням товарної продукції[39].</p>

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

Продовження таблиці 2.2

Назва патенту	Опис патенту
<p>Спосіб комплексної утилізації нафтовмісних відходів випадкового складу і установка для його здійснення</p>	<p>Спосіб комплексної утилізації нафтовмісних відходів випадкового складу з отриманням енергоносіїв широкого асортименту. Включає низькотемпературний піроліз з джерелом обігріву, перед піролізом нафтовмісні відходи випадкового складу сортують при накопиченні, механічно змішують в установленому співвідношенні і термічно гомогенізують з випаровуванням вологи топковими газами при температурі 100-130°С. Після піролізу твердий продукт піролізу переміщують в генератор водяного газу, відходять горючі гази з конденсаційної колони направляють в генератор водяного газу, при цьому відходять горючі гази збагачують перегрітою парою і в середовищі твердого продукту піролізу переводять в газоподібний енергоносій - водяний газ. Технічний результат-підвищення енерго-ефективності комплексної утилізації нафтовмісних відходів випадкового складу з додатковим отриманням енергоносіїв широкого асортименту, будівельних матеріалів[40].</p>

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

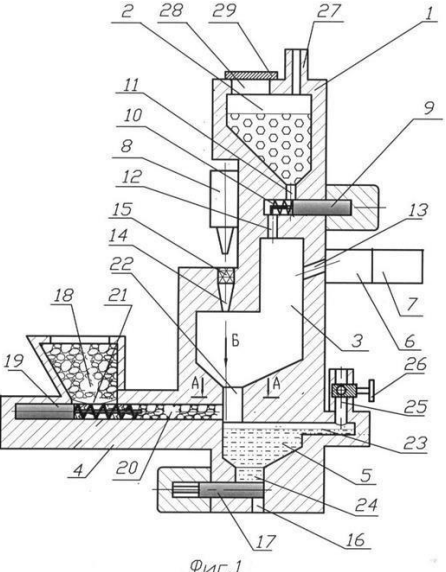
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

43

Продовження таблиці 2.2

Назва патенту	Опис патенту
<p>Реактор для переробки органічних відходів і нафтошламів</p> 	<p>Реактор для переробки органічних відходів і нафтошламів містить вузол завантаження відходів, камеру газифікації, вузол фільтрації з шаром абсорбенту, теплообмінник. У нього введені лазер імпульсного типу, ресивер і мембранний кисневий генератор, у вузлі завантаження відходів виконаний Екструдер з камерою пресування, між вузлом фільтрації і ресивером встановлений шнековий конвеєр, ресивер з'єднаний за допомогою отворів з вузлом фільтрації і теплообмінником, в ще одному його отворі встановлена оптична лінза. Дно ресивера з'єднане за допомогою щілинного паза з камерою газифікації, заповненої лужним електролітом. Лазер, оптична лінза і з'єднує ресивер з камерою газифікації щілинний паз розташовані так, що лазерний промінь поширений до рівня лужного електроліту в камері газифікації.</p> <p>Вихід теплообмінника з'єднаний з входом мембранного кисневого генератора. У вузлі фільтрації шар абсорбенту виконаний у вигляді меленої суміші солей з негашеним вапном.</p> <p>Технічний результат-зниження вимог до вологості органічних відходів і нафтошламів, підвищення ефективності та екологічності процесу переробки відходів і нафтошламів [41].</p>

Підп. і дата
Інв. № до обл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Таблиця 2.3 – Характеристики технологій на основі термічних методів
переробки нафтошламів

Найменування установки, технології знешкодження відходу	Процес утилізації	Продуктивність	На вході	На виході
Установка термічної деструкції УТД-2	Низькотемпер атурний піроліз, без доступу кисню в реакторі	800– 1500 кг/год	Нафтошлами - близько 20%, вода- близько 30% і ґрунт - близько 50%	- Піролізне паливо, - піролізний газ, пісок - чистий ґрунт з вмістом залишкових нафтопродуктів у відходах буріння- менше 1%; - крекінг газ, використаний у вигляді палива для роботи установки; - рідке котельне паливо

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

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

45

Продовження таблиці 2.3

Найменування установки, технології знешкодження відходу	Процес утилізації	Продуктивність	На вході	На виході
Інсинератор ін-50	Спалювання в подовій печі	50– 5000 кг/год	Виключається надходження на утилізацію відходів, вологість яких перевищує 35-40%.	Зола від спалювання

Переваги застосування установки термічної деструкції УТД-2:

- одночасна подача рідкої та сухої сировини;
- висока продуктивність установки безперервного циклу (до 1500 кг на годину по сировині);
- герметичність установки, включаючи систему вивантаження твердого залишку, як наслідок, її вплив на навколишнє середовище мінімально;
- можливість транспортування на далекі відстані.

Переваги застосування Інсинератор ін-50:

- підвищена продуктивність, екологічність, компактність, легкість в управлінні;
- не значні експлуатаційні витрати.

Основні принципи вибору технології знешкодження та утилізації відходів нафтохімічних підприємств полягають у наступному:

- визначення складу, кількості і властивостей утилізованих відходів,

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

46

факторів, що впливають на їх зміни;

- вибір технології, що завдає мінімальної екологічної шкоди навколишньому середовищу, що має низькі капітальні витрати, що дозволяє отримувати прибуток;

- вибір області застосування відходів як вторинних матеріальних ресурсів залежить від складу відходів, експлуатаційних технологічних і санітарно-гігієнічних вимог до сировини і продукції, що виготовляється [20].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

47

Розділ 3 Підвищення екологічної безпеки нафтогазового виробництва шляхом застосування Установки термічної деструкції – 2

Вибір тієї чи іншої технології переробки нафтошламів і очищення ґрунтів визначається за результатами аналізу відібраних проб, можливостей з енергозабезпечення, планів розміщення шламосховищ і забруднених ґрунтів.

Установка УТД-2 здатна переробляти будь-які бурові і нафтошлами, незалежно від їх складу, методом унікальної технології низькотемпературного піролізу. Також на установці, можливо, переробляти нафтозабруднені ґрунти і ґрунти, некондиційні нафтопродукти (втратили свої властивості внаслідок неправильного транспортування або зберігання) відпрацьовані масла, розчинники (наприклад, відходи друкарень), вугілля - спектр можливих застосувань установки дуже широкий. Установка термічної деструкції-2 наведена на рисунку 3.1.

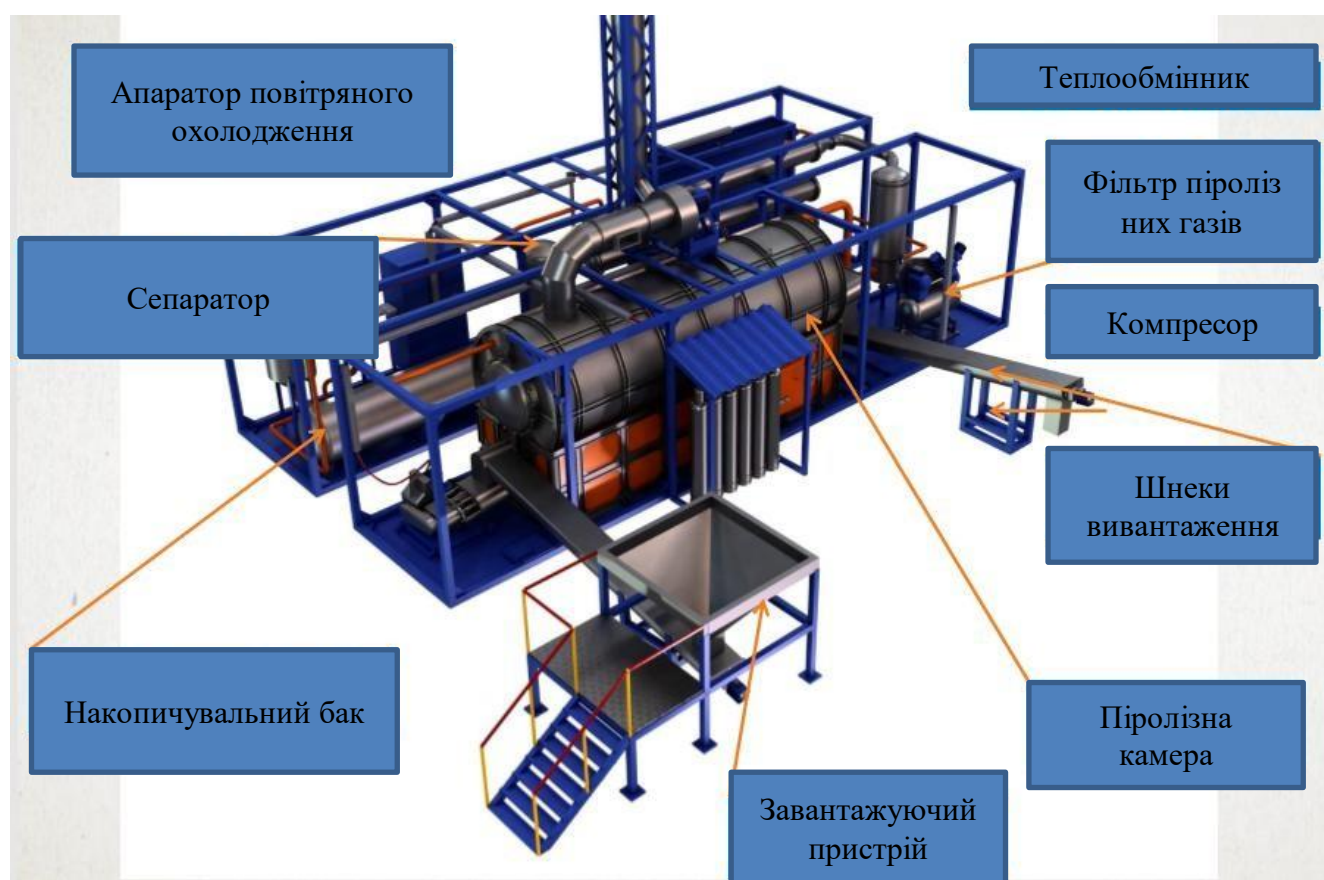


Рисунок 3.1 – Установка термічної деструкції-2

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK 19320680

Арк
48

Така установка безперервного піролізу вуглеводневмісних відходів здатна в автоматичному режимі переробляти великі обсяги нафтошламів незалежно від їх складу, переробці піддаються також мулові опади очисних споруд, нафтозабруднені ґрунти і ґрунти і т. д [17,19].

Розглядаючи використання УТД-2, як перспективної технології утилізації та переробки нафтовмісних відходів, можна виявити наступні переваги її роботи:

- одночасна подача рідкої та сухої сировини;
- висока продуктивність установки безперервного циклу (до 1500 кг/год по сировині);
- герметичність установки, включаючи систему вивантаження твердого залишку, як наслідок, її вплив на навколишнє середовище мінімально;
- можливість транспортування на далекі відстані. Характеристика переробки нафтошламів УТД - 2 наведена в таблиці 3.1 [26,32,35].

Таблиця 3.1 – Характеристика переробки нафтошламів УТД-2

На вході:	На виході:
- бурові шлами	піролізне (котельне, пічне) паливо
- нафтошлами	піролізний газ
- відпрацьовані бурові розчини	
- відпрацьована олива	сухий залишок 4 класу небезпеки
- нафтозабруднені ґрунти та ґрунти	
- кислі гудрони	
- бурові шлами	

Установка обладнана потужною комп'ютерною системою контролю і функціонує в автоматичному режимі. Основні технологічні параметри виводяться на сенсорну панель оператора, який може припинити роботу установки в разі виникнення нештатної ситуації.

Всього двох осіб, які не мають спеціальної підготовки, достатньо для

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

управління установкою, більшість процесів в якій регулюється автоматично за допомогою промислового комп'ютера.

Установка УТД - 2 збирається в двох стандартних 40-футових контейнерах на власному шасі, що значно полегшує її транспортування. Оскільки одне з призначень установки-переробка шламових комор віддалених родовищ, цей факт набуває особливого значення.

Великим плюсом також є замкнутий цикл охолодження продукту, що не вимагає постійного підживлення води.

Безпеку процесу забезпечує автоматична контрольна система, що включає в себе аварійні датчики і блокування.

Доцільність застосування даної установки ілюструється успішним досвідом багатьох підприємств нафтовидобувної галузі Росії. В результаті успішних випробувань дана установка була введена в експлуатацію на нафтогазових родовищах по всій країні [11].

Технічні характеристики УТД - 2 представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики УДТ-2

Параметри	Значення
Продуктивність	до 1500 кг / год (по сировині, що переробляється), до 35 тонн на добу
Загрузка	безперервний
Кількість циклів на добу	2
Витрата палива	До 17 л на тону
Споживана потужність	35кВт
Обслуговуючий персонал	2 людини на зміну
Габарит	Два контейнера

Таким чином, використання Установка термічної деструкції-2 дозволяє

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

продукції. У нижній точці роздільника встановлений зливний кран, через який в переносну ємність зливається відстояна вода.

Отриманий в результаті роботи установки піролізний газ використовується в якості палива для пальника. Робота системи охолодження піролізної камери до 30-40°C починається після закінчення процесу термодеструкції. У реакторі залишається сухий залишок, який можна використовувати за призначенням. Очищення від містяться в отриманих нафтопродуктах сполук сірки досягається за рахунок пропускання піролізного потоку газу через воднощелочної розчин соди в гідрозатворі, що входить до складу системи газоочистки, а також додатковим адсорбуванням на поверхневому шарі каталізатора[26].

Окремим аспектом застосування термічної деструкції є утилізація бурових розчинів і шламів з отриманням інертного сухого залишку, рідкого і газоподібного палива і води для вторинного використання. Лабораторних досліджень підтверджена придатність води, отриманої в результаті термічної деструкції, для приготування бурових розчинів і використання на технологічні потреби.

У роботі проведено розрахунок матеріального балансу піролізу нафтошламів з шламових комор в УТД-2. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Матеріальний баланс піролізу нафтошламів із шламових амбарів в УТД-2

Прихід	% маси на сировину	Витрата	% маси. на сировину
Нафтошлам, в тому числі:	100	Напівкокс	25,2
Нафтопродукт	38	Піролізний газ	10,8

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

Продовження таблиці 3.3

Прихід	% маси на сировину	Витрата	% маси. на сировину
Механічні домішки	40,75	Рідке паливо	52,4
Вода	8,61	Дистильована вода	11,6
Всього	100	Всього	100

На основі вивчених літературних даних, проведених досліджень компонентного складу нафтошламу і розрахунків економічної ефективності можна дійти висновку, що найбільш ефективною областю застосування вторинної сировини переробки досліджуваного нафтошламу у вигляді сухого залишку в якості компонента будівельних матеріалів, а рідке паливо може використовуватися безпосередньо в котельнях та ін. [14].

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

Розділ 4 Еколого-економічне обґрунтування оцінки ефективності використання термічних методів при переробці нафтовмісних відходів

Оцінка ефективності використання термічних методів при переробці нафтовмісних відходів

З проведеного аналізу технологій на основі термічних методів переробки нафтошламів цієї роботи для порівняльної оцінки будуть розглянуті наступні установки:

1. Інсинератор ін-50;
2. Установка термічної деструкції-2;
3. Установка газифікації вуглеводневмісних відходів.

Показники порівняльної оцінки термічних методів переробки нафтошламів представлені в таблиці 4.1. Необхідні для розрахунку вартості ресурсів, послуг і платежів наведені в таблиці 4.2 [2].

Таблиця 4.1 – Вартість ресурсів, послуг та платіжу (без ПДВ)

Назва	Одиниця виміру	Величина
Електроенергія	грн./кВт*ч	5,46
Паливо	грн./л	43,65
Газ	грн./ м ³	4,4
Кальцинована сода	грн./кг	25
Вода технічна	грн./ м ³	750
Каталізатор-теплоносія	грн./кг	1,22

Для переміщення однієї тони відходів в інсекторній установці-50.1 М, необхідно 25 год (1000 кг: 40кг/год = 25 год).

У зв'язку з цим витрати на 1т відходів складуть:

1. Газ-0,2 м³ / кг • 4,4 грн./ м³ = 0,88 грн./м³ = 880 грн. / т;
2. Кальцинової соди-25 000 грн./ т • 3000 т / ч = 75 грн./ч • 25ч = 1 875 грн.;
3. Вхід в технічний-0,2 м³ / год • 750 грн./м³ • 25ч = 3 750 грн.;
4. Електроорган-9 кВт • 5,46 грн. / кВт • год = 23,76 грн. ч • 25ч = 1 228,5 грн.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK 19320680

Арк

55

Загальна сума капітальних витрат на 1 т відходу складе 1 228,5 грн., з урахуванням вартості установки 15 001 228,5 грн.

Економічна оцінка очищення нафтовмісних відходів термічним методом проводилася за наведеними витратами за формулою (4.1):

$$П = З + Ен \cdot К \quad (4.1)$$

де П – наведені витрати, з-експлуатаційні витрати;

ЄП – нормативний коефіцієнт економічної ефективності (ЄП=0,12);

К – капітальні вкладення.

$$П = 4 228,5 + 0,12 \cdot 15 000 000 = 1 804 228,5 \text{ грн.}$$

Для переробки однієї тонни відходів в УТД-2, необхідно 0,6 год (1000 кг: 1500 кг/год = 0,6 год).

У зв'язку з цим, витрати на 1 т відходів складуть:

$$1. \text{ Паливо} - 17 \text{ л} \cdot 43,65 \text{ грн./л} = 742,05 \text{ грн./л} = 0,74 \text{ грн. / т};$$

$$2. \text{ Електроенергія} - 35 \text{ кВт} \cdot 5,46 \text{ грн./кВт} \cdot \text{год} = 191,1 \text{ грн./год} \cdot 0,6 \text{ ч} = 114,66 \text{ грн.}$$

Загальна сума капітальних витрат на 1 т відходу складе 115,4 грн., з урахуванням вартості установки 9 500 115,4 грн.

$$П = 4 228,5 + 0,12 \cdot 15 000 000 = 1 804 228,5 \text{ грн.}$$

Для переробки однієї тонни відходів в УТД-2, необхідно 0,6 год (1000 кг: 1500 кг/год = 0,6 год).

У зв'язку з цим, витрати на 1 т відходів складуть:

$$1. \text{ Паливо} - 17 \text{ л} \cdot 43,65 \text{ грн./л} = 742,05 \text{ грн./л} = 0,74 \text{ грн. / т};$$

$$2. \text{ Електроенергія} - 35 \text{ кВт} \cdot 5,46 \text{ грн./кВт} \cdot \text{год} = 191,1 \text{ грн./год} \cdot 0,6 \text{ ч} = 114,66 \text{ грн.}$$

Загальна сума капітальних витрат на 1 т відходу складе 115,4 грн., з урахуванням вартості установки 9 500 115,4 грн.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

56

Таблиця 4.2 – Показники порівняльної оцінки термічних методів переробки нафтошламів

Показники	Термічні технології		
	Спалювання	Піроліз	Газифікація
	ИН-50	УТД-2	вуглеводневмісних відходів
Наведені витрати, грн.	1 804 228,5 грн.	1 143 115,4 грн.	1 203 611,7 грн.
Витрати на переробку 1 т нафтошламів, грн. / т	1 228,5 грн.	115,4 грн.	611,7 грн.
Площа, займана установкою переробки НШ	Морський контейнер	Два контейнера	18x5x15 м
Продуктивність	40 кг/год	до 1500 кг/год	2000 т/год
Підготовка відходів	Не потрібно	Не потрібно	Не потрібно
Утворення відходів	зола (5-10% від загального об'єму)	Піролізне паливо, піролізний газ, сухий залишок 4 класу небезпеки	газ, паливо
Капітальні витрати	≈15 000 000 грн.	≈9 500 000 грн.	≈10 000 000 грн.
Експлуатаційні витрати	-	0,74 грн./т	-
	9 кВт	35 кВт	80 кВт
	0,20–0,25	-	-

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

Така установка безперервного піролізу вуглеводневмісних відходів здатна в автоматичному режимі переробляти великі обсяги нафтошламів незалежно від їх складу, переробці піддаються також мулові опади очисних споруд, нафтозабруднені ґрунти і ґрунти і т. д. [31].

Розглядаючи використання УТД-2, як перспективної технології утилізації та переробки нафтовмісних відходів, можна виявити наступні переваги її роботи:

- одночасна подача рідкої та сухої сировини;
- висока продуктивність установки безперервного циклу (до 1500 кг/год по сировині);
- герметичність установки, включаючи систему вивантаження твердого залишку, як наслідок, її вплив на навколишнє середовище мінімально;
- можливість транспортування на далекі відстані.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ЕК 19320680	Арк
						59

- проходити відповідно до законодавства попередні та періодичні медичні огляди.

На підприємствах з чисельністю персоналу 50 і більше осіб роботодавці створюють Відділ охорони праці відповідно до нормативних положень, затверджених спеціально уповноваженим централізованим органом нагляду за охороною праці [17].

На підприємствах з чисельністю персоналу менше 50 осіб функції з охорони праці можуть виконуватися належним чином навченим персоналом на умовах поділу робочих місць.

На підприємствах з чисельністю персоналу менше 20 осіб функції з охорони праці можуть виконуватися сторонніми найнятими фахівцями з відповідною кваліфікацією.

Департамент охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю.

Статус керівників і фахівців з охорони праці прирівнюється до статусу керівників і фахівців основних виробничо-технічних відділів [32].

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

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ЕК 19320680	Арк
						62

5.2 Організація проведення інструктажів на навчань з охорони праці оператора термічної утилізації нафтошламів

Працівники повинні бути проінструктовані з охорони праці при допуску до роботи і періодично в подальшому, в тому числі про першу медичну допомогу постраждалим від нещасних випадків, а також про правила поведінки і діях, які необхідно виконувати в надзвичайних ситуаціях, пожежах і стихійних лихах.

За змістом і періодичністю такі інструктажі з охорони праці поділяються на вступний інструктаж, початковий інструктаж, інструктаж з підвищення кваліфікації, позачерговий інструктаж та інструктаж перед початком роботи [18].

Вступні інструктажі проводить фахівець відділу охорони праці або інший фахівець відповідно до загальноорганізаційним наказом (керівництвом). Такий фахівець повинен пройти відповідне навчання і перевірку знань з охорони праці.

Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в спеціально обладнаному приміщенні з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних і наочних посібників за програмою, розробленою відділом охорони праці з урахуванням специфіки виробництва. Програма і тривалість інструктажу затверджуються директором підприємства [30].

Запис вступного інструктажу ведеться в журналі інструктажів, який ведеться відділом охорони праці або посадовою особою, відповідальною за вступний інструктаж, і такий запис повинна бути зроблена в документі, що підтверджує допуск працівника.

Первинний інструктаж, інструктаж з перепідготовки, позачерговий інструктаж та інструктаж перед початком роботи проводиться безпосередньо на робочому місці безпосереднім керівником робіт (керівником підрозділу / бізнес-одиниці, майстром) або індивідуальним роботодавцем, що використовують найману працю, відповідно до діючих на підприємстві правил охорони праці та відповідно до виконуваних робіт [17].

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

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

63

Керівники підприємств і підрозділів (начальники цехів, відділів, лабораторій, цехів і т.д.) несуть відповідальність за організацію, навчання і перевірку знань персоналу з охорони праці, а Відділ охорони праці - за контроль за охороною праці [30].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

65

Висновки

1. Проведено аналіз проблеми утворення нафтошламів та їх вплив на навколишнє середовище стосовно динаміки забруднення. Аналіз літературних джерел показав, що нафтовмісні відходи є одним з основних факторів забруднення навколишнього середовища, що обґрунтовує необхідність їх переробки. На 1 тону нафти, що переробляється, припадає 7 кг нафтошламів, що призводить до великого скупчення останніх у земляних коморах нафтопереробних підприємств.

2. Проведено аналіз застосування термічного методу при утилізації нафтошламів. Виявлено різновиди методу, представлені їх основні характеристики, переваги та обмеження у використанні.

В результаті аналізу виявлено, що в порівнянні з іншими методами утилізації нафтовмісних відходів термічні методи мають наступні переваги: відсутність дорогих стадій поділу; можливість переробки сировини з високою зольністю; відмова від використання розчинників і мікроорганізмів; відсутність відходів і продуктів, що вимагають утилізації.

3. На основі існуючих термічних методів утилізації нафтошламів проведено патентний пошук та аналіз застосування сучасних технологій і установок, що забезпечують необхідні умови для ефективної утилізації нафтошламів. Складена характеристика технологій і установок, а також виявлені переваги в їх використанні.

4. Таким чином, була проведена оцінка ефективності використання термічних методів при переробці нафтовмісних відходів за наступними параметрами:

- за технологічними параметрами. На основі компонентного складу нафтошламів визначаються можливі технологічні режими утилізації (кількість і якість переробляється нафтошламу, кількість і якість одержуваного корисного продукту, обсяг утворення і використання газоподібних продуктів і т. д.), також

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

66

береться до уваги простота виконання, мобільність і продуктивність (до 1500 кг/год) установки та ін.

- за екологічними параметрами. Для дотримання екологічних норм при роботі установок повинні бути забезпечені мінімальні показники утворення кількості димових газів, кількості утворився відходу в процесі утилізації нафтошламів, зниження класу небезпеки нафтошламів для навколишнього середовища та ін.

- за економічними параметрами. Для підвищення економічної доцільності утилізації нафтошламів при виборі технології розраховуються витрати на переробку 1 т нафтошламів, експлуатаційні витрати, собівартість очищення, відсоток отримання вторинної сировини та ін.

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

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

67

Перелік джерел посилань

1. Waste Classification. *List of Waste & Determining if Waste is Hazardous or Non-hazardous*, Waste Manag. 2005;25(6):626– 637
2. Jing Guolin, Luan Mingming, Chen Tingting. Prospects for development of oily sludge treatment // *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, 2011. P. 4-9
3. Li Yu, Mei Han, Fang He. A review of treating oily wastewater / *Arabian Journal of Chemistry*, 2010;3(2) с.52-60
4. Афанасьев, С.В., Кравцова, М.В., Паис, М. А., Носарев, Н.С. Аналіз методів переробки нафтошламів. Проблеми та рішення / Збірник та матеріали Другої Всеросійської науково-практичної конференції «Інновації та зелені технології», – К., 2001. – Вип. 38. – С. 119–137.
5. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища у 2019 році <https://mepr.gov.ua/news/35990.html>
6. Коршиков И.И. Устойчивость растений к техногенным загрязнителям / И.И. Коршиков // *Промышленная ботаника*. – Донецк – Вып.4. – С. 46 – 57.
7. Li Tiefeng, Pan Mao. *Environmental geology [M] higher education publishing*, 2008. P. 4-6
8. О. П. Будьоний, І.Ю. Матюшенко. Рекультивация шламових амбарів при бурінні нафтових і газових свердловин. Науковий журнал Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. «Екологічна безпека», – 2013. – № 1. – С. 98 – 101
9. Gao Yaling, Yang Wei, Wang Shuo. The environmental effect of iron ore mining [J] *Liaoning chemical industry*. 2009. Vol. 38 №. 1. P. 62-65
10. Матвеева О.Л., Д.О. Демянко, І.О. Огданська Аналіз проблем та перспектив використання методів очищення нафтовмісних стічних вод. Інститут екологічної безпеки НАУ, – Вип. 416 : Біологія, 2008. – С. 46–51
11. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения / Г.М. Илькун. – К. : 1978. –246 с.
12. Електронний ресурс - <http://uazakon.com/big/text999/pg1.htm> Довідково-

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

						ЕК 19320680	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			68

методичні настанови щодо застосування ДК 005-96 «Класифікатор відходів».

13. Аблеєва І. Ю., Пляцук Л. Д., Будьоний О. П. Дослідження складу та структури бурового шламу з метою обґрунтування вибору методу його подальшої утилізації. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського, 2014. – С. 85-96

14. Барахніна В.Б., Сафаров А.Х. , Ягафарова Г.Г. Оцінка екотоксичної дії зарубіжних і вітчизняних бурових реагентів. Башкирський Екологічний вісник, 2000. – С. 18–22

15. Mishra S., Dwivedi S.P., Singh R.V. A Review on Epigenetic Effect of Heavy Metal Carcinogens on Human Health. The Open Nutraceuticals Journal. J Hosp Infect. 2003;55(4):260–268

16. Білецький В.С., Смирнов В.О. Переробка і якість корисних копалин: підручник. Донецьк: Східний видавничий дім, 2005. – С. 324

17. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник / О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович; Томський політехнічний університет. - 3-е вид., Перероб. і доп. - Томськ: Вид-во Томського політехнічного університету, 2013. - 178 с

18. Електронний ресурс - <http://www.afuelsystems.com/ru/trga/s110.html> - Рідкі нафтошлами відкритого зберігання.

19. Ейвазова, А.Г. Нафтовий шлам і можливі області його застосування. XVIII Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні техніка і технології», – 2012.

20. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С.М., Турчик П.М., Іщенко В.А., Петрук Р.В. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи : навч посіб. Вінниця, 2015. - С. 100

21. Янковий, Д.С. Ладигін, К.В., Стомпель, С.І., Уткіна, Н.Н. Нова технологія утилізації нафтошламів. Сучасні технології та обладнання, 2014. – С. 47-51

22. Jiang Zhen, Yun cable. Anshan Iron ore waste rock field ecological environment governance plan and technical method [J]. Jiangxi Journal of Agricultural Sciences. Environ Sci Technol. 2003;37(14):3152–3157

24. Електронний ресурс - http://landclaim.narod.ru/eco_2.htm - Problemy

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

Вид	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

69

neftedobychi. Spravochnye materialy dlia spetsialistov, rassmatrivaiushchikh proektnye dokumenty po razvedke i dobyche nefti i prirodnogo gaza na predmet ikh sootvetstviia ekologicheskoi politike Oil problems. Reference materials for specialists review the project documents for exploration and production of oil and natural gas for their compliance with the environmental policy.

25. Сіра А. Ю., Фалько В. В. Утилізація відходів безамбарного буріння свердловин в нафто- та газовидобувній галузі. Матеріали наук.-техн. конф. викл., співр., аспір. і студ. ф-ту ТеСЕТ «Сучасні технології у промисловому виробництві», Суми, Сумду, 2019. – С. 188-189

26. Електронний ресурс - <https://apps.webofknowledge.com/full> - Li Yu, Mei Nan, Fang He. A review of treating oily wastewater. Arabian Journal of Chemistry. – 2013.

27. Kvenvolden K.A., Cooper C.K.. Natural seepage of crude oil into the marine environment. Geo-Marine Letters, 2003. P. 140-146

28. Пукіш А.В., Кедик М.В. До питання оцінки токсичності відходів буріння. Проблеми нафтогазової промисловості, 2008. – № 6. – С. 46–53

29. Нечаєва О.Ю., Тугушев Р.А. Модифікація властивостей будівельного гіпсу, 2009. – С. 107–113

30. Надзвичайні ситуації: навчальний посібник для студентів / С. Б. Белогоров, В. С. Герасименко, Д. В. Марченко; ГБОУ ВПО ІГМУ МОЗ Росії. - Іркутськ: ІГМУ, 2014. - 28 с.

31. Підвищення рівня екологічної безпеки при утилізації відходів нафтогазового видобутку: автореф. дис. канд. техн. наук : 21.06.01 / Аблєєва Ірина Юріївна ; Сум. держ. ун-т. - Суми, 2016. – С. 23

32. Охорона праці і промислова екологія: підручник для студ. установ середовищ. проф. освіти / [В. Т. Медведєв, С. Г. Новіков, А.В.Каралюнец, Т.Н.Маслова]. - 4-е вид., Стер. - М.: Видавничий центр «Академія», 2012. - 416 с

33. Gao Yaling, Yang Wei, Wang Shuo. The environmental effect of iron ore mining [J] Liaoning chemical industry. 2009. Vol. 38 №. 1. – С. 62-65

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ЕК 19320680

Арк

70

34. Чугайнова, А.А., Халецька, М.І., Лобовіков, А.О. Еколого-економічна оцінка знешкодження нафтовмісних відходів біотехнологічними та термічними методами. International scientific journal, 2016. – С. 109-113

35. Тімошин, А.Ф., Ніколаєв, А.П., Нітяговський, А.М., Ложкіна, Д.А. Аналіз способів утилізації нафтовмісних відходів і розробки нового комплексного способу утилізації нафтошламів резервуарного типу. Міжнародний журнал прикладних і фундаментальних досліджень, 2016. – С. 209

36. Солошенко О.В., Фесенко А.М., Кочетова С.І., Гаврилович Н.Ю., Осипова Л.С., Солошенко В.І. Основи екології : підручник, Харків, 2008. – С. 371

37. Li Tiefeng, Pan Mao. Environmental geology [M] higher education publishing, 2008. P. 4-6.

38. Андреев, О.О. Опис до патенту на установку для переробки нафтошламу №2341547 2008.

39. Авер'янов, В.Ю. Опис до патенту на установку для переробки нафтошламу №2348472 2009.

40. Цхадая, Н.Д. Опис до патенту на установку утилізації нафтовмісних відходів випадкового складу и установка для його здійснення №2505581 2011.

41. Масленников, В.В. Опис до патенту на реактор для переробки органічних відходів та нафтошламів №2406031 2013.

Підп. і дата	
Інв. № до бл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ док.м.	Підп.	Дат

ЕК 19320680

Арк

71

Додатки

Додаток А

Таблиця 9 – Характеристика методів переробки нафтових відходів

Метод переробки нафтошламу	Опис методу	Переваги використання	Недоліки використання
Термічний метод	<p>Основним термічним методом утилізації є спалювання. Умови процесу: $t = 800-1200^{\circ}\text{C}$, надлишок кисню.</p> <p>В якості відповідного обладнання використовують камерні, барботажні, шахтні установки, з киплячим шаром і обертові печі</p>	<ul style="list-style-type: none"> - значне зменшення кількості відходів; - можливість отримання замість золи пористого гранульованого будівельного матеріалу-керамзиту при використанні в якості наповнювача до 10% глини; - висока ефективність знешкодження; - можливість утилізації тепла 	<ul style="list-style-type: none"> - спалювання не можна використовувати для переробки відходів, якщо останні містять фосфор, галогени, сірку. В цьому випадку можуть утворюватися продукти реакції, наприклад, діоксини і фурани, по токсичності у багато разів перевищують нормативи. - високі енерговитрати на додаткове паливо (газ, нафта); - потрібні великі капіталовкладення в споруди по очищенню та нейтралізації димових газів
Хімічний метод розподілу	<p>заснований на використанні розчинників. Для диспергування нафтошламів застосовують низькокиплячі парафінові вуглеводні</p>	<ul style="list-style-type: none"> - висока ефективність процесу переробки нафтовмісних відходів в порошкоподібний гідрофобний матеріал 	<ul style="list-style-type: none"> - застосування спеціального обладнання; - витрата значної кількості розчинників

Продовження таблиці 9

Метод переработки нафтошламу	Опис методу	Переваги використання	Недоліки використання
Біологічний метод	<p>Біорозкладання відбувається при використанні спеціальних штамів бактерій, біогенних добавок і подачі повітря.</p> <p>Процес має просте апаратурне оформлення, відрізняється низькою шкідливістю</p>	<ul style="list-style-type: none"> - найбільш екологічно чистий метод; - порівняно невеликі витрати і можливість використання наявної сільськогосподарської техніки; - можливість інтенсифікації процесу. Вимагає незначних капітальних витрат. 	<ul style="list-style-type: none"> - низька продуктивність, неможливість реалізації при низьких температурах - обмежується конкретними умовами застосування: діапазоном активності біопрепаратів, температурою, кислотністю, товщиною нафтозабруднення, аеробними умовами; - висока вартість реагентів; - відведення значних земельних ділянок для облаштування полігонів для знешкодження нафтовмісних відходів; - обмеженість застосування методу теплою порою року; - труднощі використання або розміщення оброблених відходів через наявність високої концентрації важких металів.

Продовження таблиці 9

Метод переробки нафтошляму	Опис методу	Переваги використання	Недоліки використання
Фізико-хімічні методи	<p>При переробці нафтошляму попередньо розігрівають, виділяють складові частини і утилізують кожен компонент. Для більш ефективного поділу на нафтову і водну фази нафтовий шлам обробляють спеціально підібраним деемульгатором.</p> <p>Під впливом температури, деемульгатора і акустичних впливів відбувається поділ емульсій, а при введенні флокулянта-процес коагуляції механічних частинок. Оброблений нафтошлам надходить потім на двофазну центрифугу, в якій під впливом відцентрових сил очищається від суспензії механічних частинок.</p> <p>Очищений фугат з центрифуги в напірному режимі пропускається через самоочисний фільтр тонкого очищення, обладнаний акустичною системою, і надходить в трифазний відцентровий сепаратор.</p>	- можливість інтенсифікації процесів.	<p>- висока вартість реагентів;</p> <p>- непридатний для важкозаслаюваних високов'язких нафтошламів.</p>

Продовження таблиці 9

Метод переробки нафтошламу	Опис методу	Переваги використання	Недоліки використання
Фізичний метод	<p>Нафтові шлами здебільшого представлені важкорозділюваними емульсіями, що включають нафтопродуктову, водну і мінеральні частини. Їх переробка вельми утруднена і вимагає застосування комплексного підходу.</p> <p>Центрифугування на декантерах зазвичай проходить через дві стадії. На першій відділяється основна частина твердих частинок. Грубі механічні домішки виводяться з апарату у вигляді твердого залишку. Рідка фаза, що складається з нафти і води (і мінімальної кількості механічних домішок) надходить на другий щабель поділу. На трифазній тарілчастої центрифугі відбувається поділ суміші на нафту, воду і механічні домішки.</p> <p>Для підвищення якості одержуваних нафтопродуктів практикується сепарування.</p>	<p>- низька ефективність і утворення неутилізованих залишків.</p>	<p>- труднощі подальшої утилізації кінцевих продуктів; - підвищені вимоги до реагентів; - необхідний постійний склад сировини. - складне апаратурне оформлення процесу.</p>