

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього
середовища»

Тема роботи: «Технології захисту геосфери у нафтогазовидобувній
промисловості»

Виконав:
студент Бурик Марія Павлівна

Керівник:

завідувач кафедри, д.т.н., професор
Пляцук Л.Д.

Залікова книжка
№ 19510008

Підпис: _____
дата, підпис

Підпис: _____

Консультант з охорони праці:
доцент, Васькін Р.А.

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 БАКАЛАВРА**

Студентові Бурик Марії Павлівні

Група ТС-91/1

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Технології захисту геосфери у нафтогазовидобувній промисловості»
2. Вихідні дані: статистичні дані, дані з наукометричної бази даних Scopus та вітчизняних наукових фахових видань, інтернет-джерела.
3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:
 1. Список використаної літератури-99 найменувань
 2. Рисунки - 1 - 23 – виробничі схеми та обладнання
 3. Таблиці – 1 – 3 - характеристики та порівняння методів очистки та виробничих схем.

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

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

Дата видачі завдання

30.03.2023р.

Керівник

завідувач кафедри, д.т.н., професор Пляцук Л. Д.

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, шести розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 99 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 104 сторінок, у тому числі 3 таблиці, 23 рисунки, перелік джерел посилання 10 сторінок.

Мета дипломної роботи – вивчення та аналіз сучасних технологій та методів захисту геосфери в нафтогазовидобувній промисловості з метою забезпечення стійкого та екологічно безпечного розвитку галузі. Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі завдання:

- проаналізувати наукову літературу та документацію щодо сучасних технологій захисту геосфери у нафтогазовидобувній промисловості;
- дослідити вплив видобутку нафти та газу на геосферу з точки зору екологічної стійкості та забезпечення безпеки навколишнього середовища;
- проаналізувати технології та методи захисту геосфери, включаючи – розроблення практичних рекомендацій щодо технологій захисту гідросфери в нафтогазовидобувній промисловості, оформлення комплекту звітних матеріалів про проходження переддипломної практики.

Об’єкт дослідження – нафтова промисловість

Предмет дослідження – технології, методи та підходи, що використовуються для захисту геосфери (атмосфери, водних ресурсів, ґрунтів, екосистем) у контексті нафтогазовидобувної промисловості.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано сучасні технології, методики та рішення, що використовуються для захисту геосфери, було досліджено технології зменшення негативного впливу на геосферу, проведені розрахунки ефективності очистки устаткування та проведений огляд варіантів буріння, техніки.

Ключові слова: БУРІННЯ, ГЕОСФЕРА, НАФТОВІ СКВАЖИНИ, АПАРАТИ ДЛЯ ОЧИСТКИ, ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ДОВКІЛЛЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАХИСТУ ГЕОСФЕРИ В НАФТОГАЗОВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	8
1.1 Поняття геосфери та її складових.....	8
1.2 Вплив нафтогазовидобувної промисловості на геосферу.....	9
1.3 Основні напрямки технологій захисту геосфери в нафтогазовидобувній промисловості.....	12
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ ГЕОСФЕРИ ПРИ ВИДОБУВАННІ НАФТИ ТА ГАЗУ	
2.1 ГІДРОДИНАМІЧНЕ РУЙНУВАННЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ГЕОСФЕРУ ..	14
2.2 Гідрофрактурування та його вплив на геосферу.....	18
2.3 Горизонтальне буріння та його вплив на геосферу	25
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ШЛАКІВ В НАФТОГАЗОВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	27
4.1 Ґрунт та його захист від забруднення відходами нафтогазовидобувної промисловості.....	29
4.2 Водні ресурси та їх захист від забруднення відходами нафтогазовидобувної промисловості.....	47
4.3 Розрахунок освітлення та очищення БСВ	50
4.4 Технології очищення від органічних забруднювачів	53
4.5 Технології очищення від розчинених домішок.....	59
4.6 Повітря та його захист від забруднення викидами нафтогазовидобувної промисловості.....	64
РОЗДІЛ 5.НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗАХИСТУ ГЕОСФЕРИ В НАФТОГАЗОВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	80

Підп. і дата		Підп. і дата		Взаєм.інв.№		Інв.№дубл.		Підп. і дата		Інв.№подл.	
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 19510008			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Бурик				Технології захисту геосфери до нафтогазовидобувної промисловості			4	104		
Перев.	Пляцук							СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС-91/1			
Н.Контр	Батальцев										
Затв.	Пляцук										

ВСТУП

Нафтогазовидобувна промисловість є важливою галуззю, яка забезпечує економічний розвиток багатьох країн, в тому числі України. Проте, разом зі зростанням обсягів видобутку нафти та газу, збільшується і негативний вплив цієї галузі на навколишнє середовище, зокрема на геосферу. Забруднення повітря, води та ґрунту, а також руйнування ґрунтового покриву і порушення екосистем внаслідок нафтогазової промисловості можуть мати серйозні наслідки для здоров'я людей та екології в цілому.

Мета дипломної роботи – вивчення та аналіз сучасних технологій та методів захисту геосфери в нафтогазовидобувній промисловості з метою забезпечення стійкого та екологічно безпечного розвитку галузі. Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі завдання:

- проаналізувати наукову літературу та документацію щодо сучасних технологій захисту геосфери у нафтогазовидобувній промисловості;
- дослідити вплив видобутку нафти та газу на геосферу з точки зору екологічної стійкості та забезпечення безпеки навколишнього середовища;
- проаналізувати технології та методи захисту геосфери, включаючи – розроблення практичних рекомендацій щодо технологій захисту гідросфери в нафтогазовидобувній промисловості, оформлення комплексу звітних матеріалів про проходження переддипломної практики.

Об'єкт дослідження – нафтова промисловість

Предмет дослідження – технології, методи та підходи, що використовуються для захисту геосфери (атмосфери, водних ресурсів, ґрунтів, екосистем) у контексті нафтогазовидобувної промисловості.

Отже, важливо розробляти та впроваджувати технології захисту геосфери в нафтогазовидобувній промисловості, щоб зменшити негативний вплив на довкілля та зберегти природні ресурси для майбутніх поколінь. Метою даної

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			6

дипломної роботи є дослідження технологій захисту геосфери в нафтогазовидобувній промисловості, їх аналіз та застосування з метою зменшення негативного впливу на довкілля. У роботі будуть розглянуті теоретичні основи захисту геосфери, сучасні технології видобування нафти та газу та їх вплив на геосферу, застосування технологій захисту геосфери в нафтогазовидобувній промисловості та нормативно-правове регулювання захисту геосфери.

Інв.№поذل.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дага	ТС 19510008					Арк
										7
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАХИСТУ ГЕОСФЕРИ В НАФТОГАЗОВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

1.1 Поняття геосфери та її складових

Геосфера - це поняття, яке використовується для опису Землі як глобальної системи. Геосфера складається з усіх частин Землі, які безпосередньо пов'язані з її геологічною будовою. Геосфера складається з чотирьох головних складових: літосфери, гідросфери, атмосфери та біосфери.

Літосфера - це зовнішній твердий шар Землі, що включає скорочену верхню частину мантії та всі верхні шари земної кори. Літосфера розділена на декілька плит, які рухаються одна відносно іншої і можуть спричинити землетруси та вулканічну активність. Літосфера відіграє важливу роль в екологічних і соціальних проблемах, таких як гірський будівництво, карстові процеси та забруднення ґрунтів.

Гідросфера - це вода на Землі, яка включає всі водні тіла, включаючи океани, моря, річки, озера, болота та ґрунтову воду. Гідросфера відіграє важливу роль у кліматичних процесах та забезпеченні життєвої діяльності різних видів тварин та рослин.

Атмосфера - це газовий шар, що оточує Землю, який складається з повітря та інших газів, таких як водяна пара, вуглекислий газ та метан. Атмосфера захищає Землю від шкідливих космічних променів та допомагає забезпечити життя на Землі. Крім того, атмосфера відіграє важливу роль у кліматичних процесах та забезпеченні погодних умов на Землі в різних регіонах планети.

Біосфера – це жива складова геосфери, яка включає всі живі організми на Землі та їх життєві середовища. Біосфера включає різноманітні екосистеми, включаючи ліси, поля, океани та інші водні тіла. Ці екосистеми взаємодіють між собою та з неорганічними складовими геосфери, включаючи повітря, воду та ґрунт. Біосфера є основою життя на Землі та відіграє важливу роль у кліматичних процесах.

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

процесах, утриманні водних та ґрунтових ресурсів, збереженні біорізноманітності та інших екологічних функцій [1 – 5].

Усі чотири складові геосфери взаємодіють між собою та взаємозалежні. Наприклад, гідросфера може впливати на атмосферу шляхом зміни вологості, що може впливати на кліматичні процеси. Атмосфера також може впливати на гідросферу шляхом впливу на метеорологічні процеси, такі як опади та вітер [6].

Узагальнюючи, геосфера є складною та взаємопов'язаних системою, яка складається з чотирьох складових: літосфери, гідросфери, атмосфери та біосфери. Розуміння цих складових та їх взаємодії має важливе значення для розвитку екологічної науки, збереження природних ресурсів та підтримки екологічно збалансованого розвитку нашої планети.

1.2 Вплив нафтогазовидобувної промисловості на геосферу

Вплив нафтогазовидобувної промисловості на геосферу є актуальною і важливою проблемою в сучасному світі. Однією з основних складових геосфери є літосфера, яка складається з підземних формацій, де зберігаються природні ресурси, включаючи нафту та газ. Видобування та обробка нафти та газу можуть мати серйозний вплив на навколишнє середовище та екосистеми [7].

Одним з основних впливів нафтогазовидобувної промисловості на геосферу є забруднення довкілля. У процесі видобутку нафти та газу можуть виникати різноманітні викиди, витоки та розливи, що призводять до забруднення повітря, води та ґрунту. Нафтові розливи та витоки можуть мати довготривалі наслідки для екосистем, включаючи масову загибель риб та інших водних організмів, забруднення підземних вод, погіршення якості ґрунту та інші наслідки.

Крім того, видобуток нафти та газу може призводити до зміни геологічної структури літосфери, що може мати наслідки для землетрусів та інших природних явищ. Видобуток нафти та газу також може призводити до зниження рівня

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			9

ґрунтових вод та використання великої кількості води у процесі видобутку, що може мати наслідки для різноманітних екосистем та людського здоров'я.

Окрім проблем екологічного характеру, нафтогазовидобувна промисловість може мати також економічні та соціальні наслідки. Наприклад, забруднення довкілля може мати наслідки для рибальства, туризму та інших галузей економіки, які залежать від непорушеної природи. Крім того, нафтогазовидобувна промисловість може призводити до конфліктів між компаніями та місцевими жителями, які не завжди погоджуються з видаленням природних ресурсів з їхньої території.

Для зменшення впливу нафтогазовидобувної промисловості на геосферу необхідно впроваджувати екологічно чисті технології та відповідні стандарти забезпечення безпеки. Наприклад, використання методів гідромеханічної обробки для видобутку газу може зменшити кількість газових викидів у повітря, а використання методу гідравлічного розриву для видобутку сланцевої нафти може бути заборонено з метою запобігання забрудненню підземних вод та інших негативних наслідків.

Крім того, необхідно встановлювати контроль за дотриманням норм та правил експлуатації під час видобутку нафти та газу, проводити регулярні моніторингові роботи для виявлення витоків та інших негативних наслідків, а також проводити належний ремонт та заміну обладнання. Додатково, потрібно розробляти та впроваджувати програми реабілітації забруднених територій та компенсації для місцевих жителів, які постраждали від впливу нафтогазовидобувної промисловості на геосферу.

Отже, вплив нафтогазовидобувної промисловості на геосферу є значним, і може мати наслідки для екології, економіки та здоров'я людей. Необхідно вживати заходів для зменшення цього впливу, включаючи впровадження екологічно чистих технологій та стандартів безпеки, контроль за дотриманням

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			10

норм та правил, проведення моніторингових робіт та реабілітації забруднених територій.

Україна є однією з країн з багатими запасами природного газу та нафти. Тому, нафтогазовидобувна промисловість має значний вплив на геосферу в Україні. Наприклад, у 2014 році в Україні нафтова і газова промисловість виробили 1,8 млн тонн вуглеводнів, що становило близько 3% від загального обсягу виробництва вуглеводнів у світі. Однак, ця промисловість також має свої негативні наслідки [8,9].

Один з прикладів негативного впливу нафтогазовидобувної промисловості на геосферу в Україні - це забруднення ґрунту та водних ресурсів нафтою та іншими хімічними речовинами, які використовуються в процесі видобутку та переробки вуглеводнів. Це може призвести до забруднення підземних вод та річок, які є важливими джерелами питної води, а також до втрати родючості ґрунту та зменшення поживних речовин в ньому. Крім того, розробка нафтових і газових родовищ може викликати зсуви ґрунту та зменшення якості ґрунту, що може вплинути на землеробство та вирощування продуктів харчування.

Інший приклад – це викиди парникових газів під час переробки та транспортування вуглеводнів, які є відповідальними за глобальне потепління та зміну клімату.

Крім того, забруднення повітря від викидів вуглеводнів та інших шкідливих речовин може мати негативний вплив на здоров'я місцевого населення. Наприклад, в Україні в ряді міст, де розташовані нафтогазові підприємства, спостерігається підвищений рівень забруднення повітря, що може сприяти розвитку захворювань дихальних шляхів та інших хвороб.

Таким чином, нафтогазовидобувна промисловість має значний вплив на геосферу в Україні, який може мати негативні наслідки для довкілля та здоров'я людей. Необхідно вживати заходів для зменшення цього впливу, включаючи впровадження екологічно чистих технологій та стандартів безпеки, контроль за дотриманням норм та правил, проведення моніторингових робіт та реабілітації

Підп. і дага	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			11

інформаційної роботи з населенням про вплив нафтогазової промисловості на навколишнє середовище та заходи, які забезпечують його захист.

Розробка та впровадження законодавчих та нормативних актів, які забезпечують ефективний захист геосфери від негативного впливу нафтогазової промисловості.

Застосування передових технологій та заходів з захисту геосфери в нафтогазовій промисловості дозволяє зменшити вплив галузі на навколишнє середовище та зберегти природні ресурси для майбутніх поколінь [14 – 17].

Отже, можна зробити висновок, що захист геосфери є надзвичайно важливою задачею в нафтогазовій промисловості, яка може бути вирішена за допомогою застосування передових технологій та заходів, що зменшують вплив галузі на навколишнє середовище.

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008	Арк
						13
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ ГЕОСФЕРИ ПРИ ВИДОБУВАННІ НАФТИ ТА ГАЗУ

2.1 Гідродинамічне руйнування та його вплив на геосферу

Гідродинамічне руйнування є одним із видів природних катастроф, що має серйозний вплив на геосферу. Цей процес пов'язаний зі швидким рухом води внаслідок натуральних чи антропогенних факторів, які можуть призводити до руйнування ґрунту, розриву ґрунтових формувань, зсувів, повеней та інших небезпечних явищ. У цьому рефераті буде розглянуто сутність гідродинамічного руйнування, його механізми, види та вплив на геосферу [18,19,21].

Гідродинамічне руйнування: сутність та причини. Гідродинамічне руйнування - це процес, пов'язаний зі зрушенням ґрунтів, скал або інших матеріалів під дією води. Воно може бути викликане різноманітними факторами, такими як природні явища (наприклад, зливи, повені, тайфуни) або дія людей (будівництво дамб, шахтові розробки, зрошення земель тощо).

Основні причини гідродинамічного руйнування включають:

а) Перевищення водного тиску: насичені водою ґрунти або породи можуть втратити свою міцність під впливом підвищеного водного тиску, що викликає руйнування матеріалу.

б) Зсуви: накопичення великих кількостей води внаслідок дощів або талі в схилових ділянках може спричинити зсуви ґрунту або порід, особливо на місцях з поганим забезпеченням дренажу.

в) Пориви течій: потужні течії води, спричинені наприклад повенями або штормовими прибоюми, можуть викликати руйнування берегових схилів, ерозію русел річок та винос ґрунту.

г) Викиди води: раптові викиди води зі штучних джерел, наприклад, з розриву дамби або під час наводнення шахт, можуть спричинити гідродинамічне руйнування.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			14

Механізми гідродинамічного руйнування. Гідродинамічне руйнування може відбуватися за різними механізмами, які залежать від умов та характеристик конкретного явища.

Основні механізми гідродинамічного руйнування включають:

а) Видалення матеріалу: сила потоку води може видалити ґрунт або породу з їх природних місць, переносячи їх на великі відстані і спричиняючи ерозію.

б) Зсуви та обвали: під дією великого об'єму води ґрунт або порода можуть зсуватися або обвалюватися, створюючи серйозні наслідки для навколишнього середовища.

в) Формування тріщин та колодязів: вода може проникати у вже наявні тріщини або порожнини у ґрунті або породі, спричиняючи подальше руйнування та розширення цих дефектів.

Вплив гідродинамічного руйнування на геосферу. Гідродинамічне руйнування має значний вплив на геосферу та природні екосистеми. Нижче розглянуто основні наслідки цього явища:

а) Ерозія ґрунтів та розмивання берегів: потужні потоки води можуть продовжувати еродувати ґрунти та розмивати берегові схили, що призводить до втрати родючого шару ґрунту та знищення природних узбережжів. Це може мати негативні наслідки для сільського господарства, екосистем та інфраструктури.

б) Зсуви та обвали: гідродинамічне руйнування може спричинити зсуви ґрунту та обвали порід, особливо на схилових ділянках. Це може призвести до руйнування будівель, доріг, наслідків для людського життя та загрози безпеці.

в) Забруднення водних ресурсів: під час гідродинамічного руйнування може відбуватися переміщення забруднених матеріалів, хімічних речовин та інших шкідливих речовин у водні ресурси. Це може призвести до забруднення водних екосистем, загрози для водного життя та проблем з питною водою.

г) Зміни в русі річок та рівні води: гідродинамічне руйнування може призвести до змін у русі річок, їх курсів та рівнів води. Це може мати вплив на

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			15

водні екосистеми, затоплення прибережних територій та зміни гідрологічного режиму регіону.

д) Втрата біорізноманіття: гідродинамічне руйнування може спричинити знищення природних середовищ, місць існування різноманітних видів рослин та тварин. Це може призвести до втрати біорізноманіття та порушення екологічної рівноваги.

Все підсумувавши можна зробити висновок, що гідродинамічне руйнування є серйозним природним явищем, яке має значний вплив на геосферу. Його механізми, такі як ерозія ґрунтів, зсуви, обвали, забруднення водних ресурсів та зміни в русі річок, можуть призводити до серйозних наслідків для природних екосистем, людського життя та інфраструктури.

Для зменшення впливу гідродинамічного руйнування на геосферу необхідно приділяти увагу заходам з мінімізації ризиків та превентивним діям. До таких заходів входять наступні чинники.

Відповідне планування розвитку територій: необхідно уникати забудови на схилових ділянках, особливо тих, які схильні до зсувів та обвалів.

Рациональне управління водними ресурсами: забезпечення ефективного дренажу, контролю за рівнем води, регуляція водних потоків, щоб уникнути надмірного нагромадження води та зниження ризику зсувів та повеней.

Збереження та відновлення природних бар'єрів: висадження дерев та інших рослин, які зміцнюють ґрунт, уздовж берегових схилів та важливих ділянок для запобігання ерозії.

Контроль над інтенсивними гідротехнічними роботами: забезпечення правильного проектування та будівництва дамб, каналів, шлюзів тощо, з урахуванням можливого впливу на геосферу та водні ресурси.

Освіта та свідоме ставлення до природи: підвищення свідомості громадськості щодо наслідків гідродинамічного руйнування, розуміння важливості збереження природи та сталого використання ресурсів.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			16

Гідродинамічне руйнування є складним процесом, який має значний вплив на геосферу. Враховуючи його потенційну небезпеку, важливо приділяти достатню увагу дослідженням, моніторингу та розробці стратегій запобігання та управління руйнуванням. Для цього необхідна співпраця між науковими установами, урядовими органами, громадськістю та іншими зацікавленими сторонами [18, 22, 23].

Розуміння механізмів гідродинамічного руйнування та його впливу на геосферу є важливим кроком для розробки ефективних стратегій управління ризиками. Додаткові дослідження та аналіз природних та антропогенних факторів, що сприяють руйнуванню, допоможуть визначити уразливі області та розробити ефективні заходи попередження.

Загальнонаціональні та регіональні плани розвитку повинні включати в себе заходи з мінімізації ризиків гідродинамічного руйнування. Це може включати регулювання будівництва вразливих об'єктів у потенційних зон руйнування, встановлення систем моніторингу та раннього попередження, впровадження ефективних методів дренажу та управління водними ресурсами, а також збереження та відновлення екосистем, що забезпечують стабільність ґрунту та берегових ліній [25,24,20].

Належне управління гідродинамічним руйнуванням вимагає також співпраці з громадськістю та освітніми установами. Застосування освітніх кампаній та свідомого ставлення до природи можуть сприяти попередженню гідродинамічного руйнування. Це може включати інформування громадськості про ризики, навчання ефективним методам екологічного використання ресурсів та впровадження сталого розвитку.

Крім того, співробітництво з міжнародними організаціями та обмін досвідом з країнами, які також стикаються з проблемою гідродинамічного руйнування, можуть сприяти розробці та впровадженню кращих практик управління ризиками.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			17

Узагальнюючи, гідродинамічне руйнування має значний вплив на геосферу, включаючи ґрунти, берегові схили та водні ресурси. Для зменшення наслідків цього явища необхідно розвивати наукові дослідження, впроваджувати ефективні стратегії запобігання та управління ризиками, залучати громадськість та співпрацювати з міжнародними партнерами. Тільки шляхом комплексного підходу та спільних зусиль можна досягти стійкого розвитку та збереження геосфери [26, 27].

2.2 Гідрофрактурування та його вплив на геосферу

Гідрофрактурування, відоме також як гідророзлам або гідродинамічне тріщинування, є процесом введення рідини під високим тиском в гірські формації з метою створення та розширення тріщин. Цей процес використовується в нафтовій та газовій промисловості для поліпшення витягування вуглеводнів зі складних геологічних утворень, таких як сланцеві формації. Гідрофрактурування має вплив на геосферу на декількох рівнях [28 – 31].

Геологічний вплив: під час гідрофрактурування рідина вводиться у глибинні геологічні формації, що може впливати на їх структуру та склад. Розширення тріщин може змінювати гідравлічні властивості гірських порід, що може впливати на розподіл та рух ґрунтових вод.

Екологічний вплив: використання хімічних добавок та рідин під високим тиском може викликати забруднення підземних вод та довкілля. Розривання гірських порід також може призводити до звільнення природних газів та інших шкідливих речовин.

Геотехнічний вплив: може призводити до зсувів, обвалів та інших геотехнічних проблем, особливо в районах, де вже існують слабкі тріщини або пористість у гірських породах.

Сейсмічний вплив: виведення рідини під високим тиском може викликати сейсмічну активність в районах, де проводиться гідрофрактурування.

Інв. №поділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

Потенційні зміни в ґрунтовому покриві: може мати вплив на структуру та стабільність ґрунтового покриву. Зсуви та зміни в гідрологічному режимі можуть призводити до ерозії ґрунту та втрати родючості.

Енергетичні втрати: Процес гідрофрактурування вимагає значних кількостей енергії для створення високого тиску та розширення тріщин. Це може призводити до значних енергетичних витрат та впливу на загальну енергетичну ефективність.

Потенційний вплив на місцеву економіку: може мати вплив на місцеву економіку, як позитивний, так і негативний.

Потенційний вплив на здоров'я людей: може мати наслідки для здоров'я людей, особливо тих, які проживають у непрямому оточенні видобувних майданчиків. Випаровування хімічних речовин, використаних у процесі гідрофрактурування, можуть мати негативний вплив на якість повітря, води та ґрунту, що може призвести до проблем зі здоров'ям людей.

Потенційні конфлікти з місцевими спільнотами: може стати причиною конфліктів між видобувними компаніями та місцевими спільнотами. Це може бути пов'язано зі спорами про використання водних ресурсів, пошкодженням природних ресурсів, втратою землі та впливом на традиційні способи життя місцевих жителів.

Потенційні правові спори: може породжувати правові спори, особливо у випадках, коли виникають конфлікти між зацікавленими сторонами щодо права на використання землі, водних ресурсів, прав на компенсацію чи відшкодування збитків.

Потенційний вплив на туризм та рекреацію: може мати негативний вплив на туристичну галузь та рекреаційні місця. Зміни в природних ландшафтах, забруднення та небезпека для здоров'я можуть зменшити привабливість регіону для відпочинку та туризму.

Потенційний вплив на інфраструктуру: може викликати пошкодження інфраструктури, такої як дороги, мости та будівлі, через зсуви, тріщини або інші

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

геологічні зміни. Це може мати негативний вплив на безпеку та функціонування місцевих громад.

Потенційний вплив на археологічні об'єкти: може негативно вплинути на археологічні об'єкти та культурну спадщину. Розкопки та руйнування природних формацій можуть спричинити втрату або пошкодження артефактів, які мають історичну або культурну цінність.

Потенційні зміни кліматичних умов: може мати вплив на кліматичні умови регіону. Забруднення повітря, зміни водних режимів та емісія парникових газів можуть спричинити зміни в кліматичних шаблонах, що має наслідки для екосистеми та здоров'я людей.

Потенційна нестабільність ґрунтів: може викликати нестабільність ґрунтів та зсуви, особливо у виробничих регіонах. Розширення тріщин та зміни у водному режимі можуть змінювати механічні властивості ґрунту, що може призводити до зсувів та руйнування.

Потенційні зміни в радіаційному фоні: може впливати на радіаційний фон регіону.

Потенційний вплив на водні екосистеми: може мати негативний вплив на водні екосистеми, такі як річки, озера та вологі зони. Відведення великих обсягів води для процесу гідрофрактурування може спричинити виснаження водних ресурсів та втрату життя водних організмів.

Потенційні зміни в якості ґрунтових вод: може впливати на якість ґрунтових вод, особливо через забруднення хімічними речовинами, що використовуються у процесі. Це може мати негативні наслідки для питної води та екологічної рівноваги водних екосистем.

Потенційна експозиція до токсичних речовин: включає використання хімічних речовин, які можуть бути токсичними для людей та навколишнього середовища. Випадкова витік або неправильне зберігання цих речовин можуть викликати експозицію до шкідливих речовин із наслідками для здоров'я та довкілля.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			22

Потенційні зміни у розподілі водних ресурсів: може впливати на розподіл водних ресурсів у регіоні. Великі обсяги води, використані для процесу, можуть призводити до виснаження водних джерел та конкуренції між водокористувачами, включаючи місцеві громади, сільське господарство та промисловість.

Потенційний вплив на біологічну різноманітність: може мати негативний вплив.

Потенційні зміни в геологічному складі: може призводити до змін у геологічному складі регіону. Руйнування та зсуви порід можуть впливати на їх структуру та склад, що може мати наслідки для геологічних формацій, включаючи потенційну втрату корисних копалин.

Потенційний вплив на геотермальні ресурси: може мати вплив на геотермальні ресурси регіону. Зміни в пористості та проникності гірських порід можуть впливати на потенціал видобутку геотермальної енергії, зменшуючи її доступність або ефективність.

Потенційний вплив на геологічну стабільність: може впливати на геологічну стабільність регіону. Розширення тріщин та зміни напружень в гірських породах можуть спричинити появу зсувів, обвалів або інших геологічних подій, що можуть мати наслідки для безпеки інфраструктури та населення.

Потенційні зміни в гідрологічному циклі: може впливати на гідрологічний цикл регіону. Зміни в системі водопостачання, включаючи забори великих обсягів води та витікання розчинених речовин, можуть мати вплив на рівновагу водних ресурсів, включаючи стоки річок, рівень ґрунтових вод та екосистеми зволжених зон.

Потенційні зміни в геодинаміці: може впливати на геодинаміку регіону.

Потенційні зміни у шумовому середовищі: може спричинити значне збільшення рівня шуму у виробничих районах. Робота великих машин та обладнання, транспортних засобів та іншої інфраструктури, пов'язаної з

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			23

видобуванням, може створювати незручності та негативно впливати на якість життя місцевих жителів.

Потенційні зміни в екологічних системах: може мати серйозні наслідки для природних екосистем. Втрати і зміни в природних ландшафтах, забруднення води та ґрунту, руйнування природних середовищ можуть призвести до втрати біорізноманіття та порушення екологічної рівноваги.

Потенційний вплив на сільське господарство: може мати наслідки для сільського господарства у регіоні. Витрати великих обсягів води, забруднення ґрунту та води, зміни водного режиму можуть впливати на врожайність та якість сільськогосподарських культур, що може мати негативний вплив на економіку та продовольчу безпеку.

Потенційний вплив на рибний промисел: може мати негативний вплив на рибні ресурси та рибний промисел. Забруднення води хімічними речовинами та зміни в екосистемі водойм можуть призвести до втрати рибних популяцій та зменшення власного приросту риб, що має значення для комерційного та рекреаційного рибальства.

Гідрофрактурування є технологією, яка має потенціал для видобутку природного газу та нафти з глибоких покладів, але також супроводжується ризиками та потенційними негативними наслідками для геосфери та навколишнього середовища.

Потенційні впливи на геосферу включають землетруси, забруднення повітря, витіки та забруднення води, втрату ґрунту, зміни ландшафту та інші геологічні зміни. Ці наслідки можуть мати значний вплив на екосистеми, людське здоров'я, геологічну стабільність, археологічні об'єкти та інфраструктуру.

Крім того, може впливати на кліматичні умови, геодинаміку та розподіл водних ресурсів, що має додаткові наслідки для екосистем, сільського господарства та водних екосистем [37 – 39].

Ураховуючи ці потенційні наслідки, важливо проводити детальні дослідження, оцінки впливу на довкілля та регулювання цієї технології.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			24

Застосування високих екологічних стандартів, контроль за використанням хімічних речовин, моніторинг ефектів на навколишнє середовище та співпраця з науковими та екологічними організаціями можуть допомогти зменшити негативні наслідки гідрофрактурування та забезпечити сталий розвиток енергетичної промисловості.

2.3 Горизонтальне буріння та його вплив на геосферу

Горизонтальне буріння є одним з важливих методів нафтогазовидобування, який дозволяє отримати ресурси з глибоколежачих родовищ. Хоча цей метод дозволяє ефективно видобувати нафту та газ, він також має вплив на геосферу, що є предметом серйозної наукової дискусії та досліджень. Дослідники займаються вивченням наслідків горизонтального буріння на довкілля та шукають шляхи зменшення його негативного впливу [40,41].

Один з основних аспектів впливу горизонтального буріння на геосферу - це землетруси. В процесі видобутку нафти та газу виникає зміна тиску у пластах, що може призводити до появи землетрусів. Хоча землетруси, спричинені горизонтальним бурінням, зазвичай є незначними, вони все ж можуть мати вплив на структуру та стійкість ґрунту та гірських порід.

Крім того, горизонтальне буріння може спричиняти забруднення води. Під час процесу буріння може відбутися витік бурильної рідини та інших хімічних речовин у водойми та ґрунт. Це може призвести до забруднення водних ресурсів та негативного впливу на екосистеми, які залежать від цих ресурсів.

Горизонтальне буріння також може призводити до руйнування ґрунту. Прокладання горизонтальних свердловин може змінювати структуру та стійкість ґрунту, що впливає на його водопроникність, здатність утримувати вологу та підтримувати рослинний покрив. Це може мати негативний вплив на рослинний світ та аграрні землі.

Крім цього, горизонтальне буріння може змінювати ландшафт. Використання великої кількості обладнання та машин під час буріння може

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			25

призвести до зміни рельєфу, лісових масивів та природних об'єктів. Це може мати негативний вплив на природний пейзаж та втрату біорізноманіття [42, 44].

Одним з потенційно небезпечних аспектів горизонтального буріння є емісія парникових газів. Під час процесу добування нафти та газу може відбуватися викид метану, який є потужним парниковим газом. Незважаючи на те, що газ може бути збираються та використовуватися, існує ризик втрати метану під час процесу добування, що може сприяти зміні клімату[43 – 46].

З метою зменшення впливу горизонтального буріння на геосферу, необхідно використовувати екологічно чисті бурильні рідини, контролювати витіки та забезпечувати водонепроникність свердловин, моніторити викиди газів та ефективно виконувати рекультивацію ділянок, де проводилося буріння. Також важливо здійснювати належний моніторинг та контроль за процесами горизонтального буріння, враховуючи екологічні та соціальні аспекти. Це допоможе забезпечити сталість та ефективність нафтогазовидобування, знизити негативний вплив на геосферу та зберегти природні ресурси для майбутніх поколінь.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			26

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ШЛАКІВ В НАФТОГАЗОВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Сьогодні все більше спостерігається підвищення рівня антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище, все більш гостро постає проблема проведення регенерації відпрацьованих бурових розчинів. Основними вимогами, що висуваються до бурових розчинів – універсальність та легкість утилізації.

При дотриманні вимог, щодо обмеження скидання бурового розчину, потрібно підвищувати рівень технологічності його використання. Здійснити це можливо, шляхом досягнення ефективної очистки бурового розчину та стовбуру свердловини та за умови дотримання концентрацій реагентів та матеріалів. На першому етапі очистки, у системі очистки, слід збільшувати роль вібросит та їх кількість. Задля забезпечення можливості повторного використання технологічної рідини, системи очистки бурових стічних вод, повинні забезпечити відповідний рівень відділення твердої фази [47]

Сучасні методи з утилізації відходів буріння (бурових шлаків) можна розподілити на наступні групи:

1. Термічні – спалювання у відкритих амбарах, печах різних типів, отримання бітумінозних залишків.
2. Фізичні – захоронення у спеціальних могильниках, розділення у відцентровому полі, вакуумне фільтрування і фільтрування під тиском, заморожування.
3. Хімічні – екстрагування за допомогою розчинників, затвердіння із застосуванням неорганічних (цемент, рідке скло, глина) та органічних (епоксидні та полістирольні смоли, поліуретани) добавок, застосування коагулянтів і флокулянтів.

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

										ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата							27

4. Фізико-хімічні – застосування спеціально підібраних реагентів, які змінюють фізико-хімічні властивості різноманітних відходів буріння, з наступною обробкою на спеціальному обладнанні.

5. Біологічні – мікробіологічний розклад в ґрунті, безпосередньо в місцях зберігання, біотермічний розклад.

В останні роки, нафтогазовидобувними компаніями, збільшилася кількість впроваджених у виробництво технологічних рішень, націлених на утилізацію відходів буріння. Але універсального способу знешкодження та утилізації бурових шламів так і не знайдено [48].

Основною метою переробки відходів нафтогазовидобування є зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Соціально-економічний ефект також відіграє значну роль для підприємства: зменшуються витрати на розміщення відходів, створюються додаткові робочі місця, реалізація продуктів утилізації та отримання прибутку.

Інв. № покл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008					Арк
										28
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

РОЗДІЛ 4 ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ ГЕОСФЕРИ В НАФТОГАЗОВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

4.1 Ґрунт та його захист від забруднення відходами нафтогазовидобувної промисловості

1. Утилізація відходів шляхом їх термічного перероблення є широко застосовуваним методом. Щодо спалювання нафтошламів, наявні різні типи та конструкції печей, такі як камерні, барботажні, циклонні, а також печі з киплячим шаром.

Використання принципу "киплячого шару" є одним з перспективних напрямків для термічної обробки твердих нафтовмісних відходів. У печах з "киплячим шаром" зміна кінетичної енергії транспортного газового потоку відбувається шляхом подолання опору газорозподільних ґрат та шару матеріалу, який переходить зі спокійного стану в стан "кипіння".

Одним із факторів, що сприяє цьому процесові, є використання піску в ролі матеріалу у киплячому шарі. Схематичне зображення реактора «киплячого шару» представлена на рисунку 4.1.

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		29

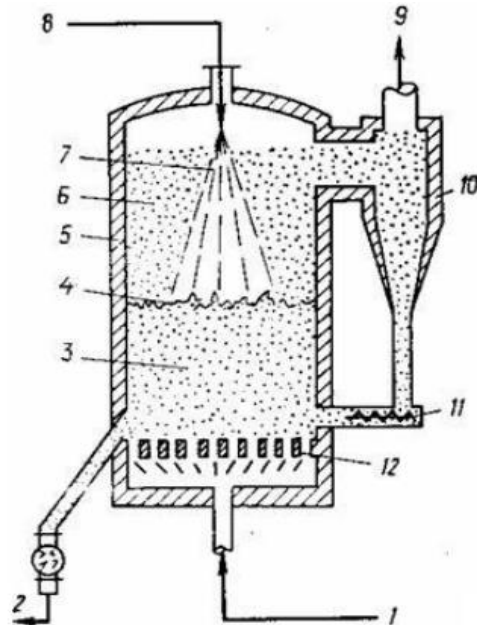


Рисунок 4.1 – Схема реактору з «киплячим шаром»: 1 – повітря; 2 – твердий продукт; 3 – шар інертного носію; 4 – межа пседозрідженого шару; 5 – корпус; 6 – віднесення золи; 7 – потік завантажуваний відходів; 8 – завантаження відходів; 9 – гази, що відходять; 10 – сепаратор; 11 – повернення пилу

З зазначеною метою покращення екологічної безпеки процесу спалювання у котлах з циркулюючим киплячим шаром, доцільно використовувати методи управління горінням. Для досягнення цієї мети варто застосовувати вапняк CaCO_3 , що здатний нейтралізувати сульфур (IV) оксид всередині котла, запобігаючи таким чином викиду забруднень до атмосфери. Цей метод можна розглядати як профілактичний захід для захисту повітряного середовища. Крім того, управління температурним полем може сприяти зниженню концентрації оксидів азоту в зоні горіння [51].

Найбільш вживаними для утилізації нафтовмісних відходів є установки термічної обробки з барабаними обертовими пічками (рис. 4.2).

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		30

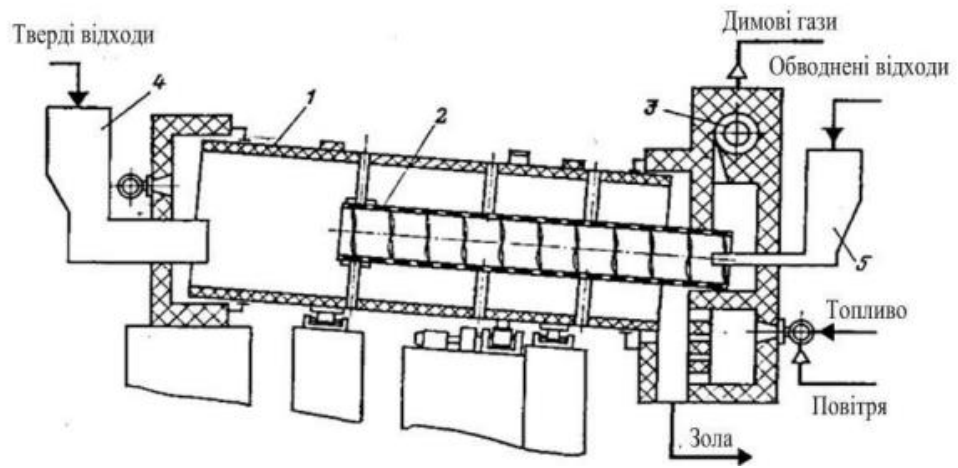


Рисунок 4.2 – Обертова піч для знешкодження насичених вологою відходів: 1 – барабан; 2 – камера технічного оброблення; 3 – камера допалювання; 4,5 – пристрої для завантаження відходів.

Результати проведених досліджень в статті [52] фазового складу та властивостей шламів з нафтопереробних заводів свідчать про їх високий вміст нафтопродуктів і стійкість водної емульсії. Спалювання цих шламів призводить до значного виділення тепла. Враховуючи ці фактори, було зроблено висновок про недоцільність прямого спалювання нафтошламів.

Замість простого виділення цих нафтошламів з загального відходу підприємства, було запропоновано їх конвертування під час виділення в низькомолекулярні сполуки, які є основою легких фракцій нафти, таких як бензин, газ і дизельне паливо [52].

Ще одним з технологічних методів термічного перероблення нафтошламів - це процес піролізу, який відбувається при температурі 500-550 °C і при цьому отримуються два продукти: горючі гази та твердий залишок. Цей процес рекомендується для переробки твердих нафтошламів з низьким вмістом вологості (не більше 1-3%). Під час піролізу утворюється масляна фракція, схожа за складом на дизельне паливо. Цей процес є екологічно безпечним та економічно вигідним. Гази, що виходять з установок, мають набагато менше оксидів азоту, сірки, аерозолів та легких вуглеводнів у порівнянні з газами, які утворюються при

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

спалюванні в печах. Проте, цей метод вимагає великих матеріальних та енергетичних затрат.

Іншим методом термічної обробки – є сушка в різних типах сушарок. Перевагами цього підходу є збереження цінних компонентів, зменшення обсягу відходів у 2-3 рази та можливість комбінування з іншими заходами з охорони довкілля. Серед негативних аспектів можна відзначити велику споживання палива. Після обробки в барабанних сушарках вологість осадів становить 30-40% [52].

Розглянемо технологію термічної сепарації нафтошламів розроблену американською компанією «Industrial supply company» (рис. 4.3).

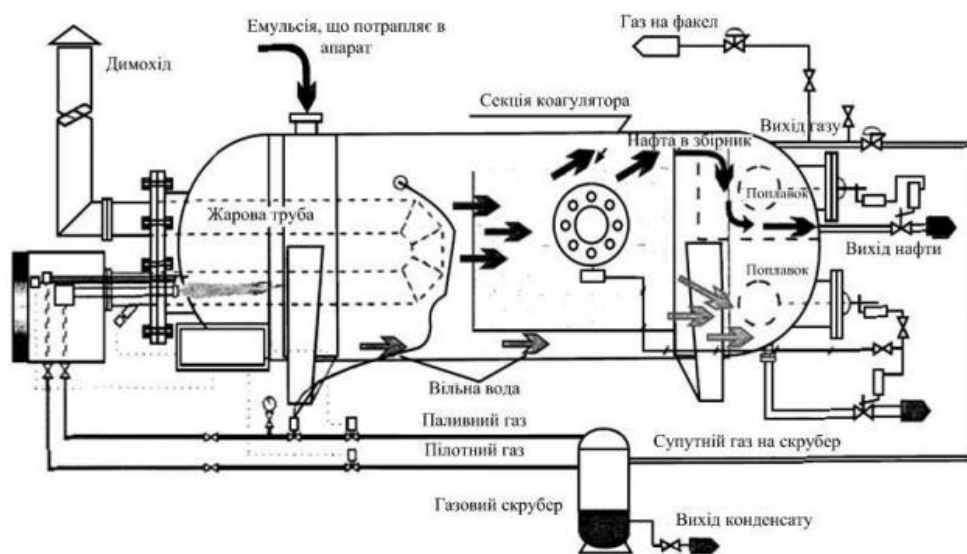


Рисунок 4.3 – Схема трифазного сепаратора «Industrial supply company»

Ця технологія базується на злитті частинок емульгованої нафти і води під час контакту з нагрітими трубами. Термічна обробка шламів при температурі 900-1 000 °С призводить до розкладання токсичних органічних речовин на прості гази та перетворення мінеральних компонентів шламу на суміш оксидів і зневоднених

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

					ТС 19510008		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			32

солей лужноземельних металів. В результаті утворюється вторинний шлам, який містить мінімальну кількість токсичних речовин.

Недоліком цього методу є те, що вуглеводні, які містяться у нафтовому шламі, під час спалювання виділяють велику кількість токсичних продуктів згоряння. Крім того, процес спалювання є витратним і призводить до втрат нафти, забруднення атмосфери та витрати великих кількостей тепла.

Для подолання цих недоліків можуть бути розглянуті альтернативні методи обробки нафтового шламу, такі як біологічний розклад, хімічна обробка або фізико-хімічні процеси, які забезпечують ефективне використання ресурсів та знижують негативний вплив на навколишнє середовище.

2. Установки для хімічної утилізації відходів. Один із перспективних підходів до утилізації відходів, що містять нафту, полягає у застосуванні хімічного методу, який включає капсулювання та нейтралізацію реагентом на основі оксидів лужноземельних металів. Суть хімічного капсулювання полягає в хіміко-механічному перетворенні нафтових відходів у порошкоподібний матеріал, який є нейтральним для навколишнього середовища, і кожна його частинка покрита гідрофобною, водонепроникною оболонкою.

Цей спосіб ґрунтується на властивостях мінеральних сорбентів (таких як CaO, MgO та ін.), які під час гасіння збільшують свою поверхню від 15 до 30 разів і перетворюються на об'ємну речовину з високою адсорбційною здатністю до вуглеводнів нафти. Реакція гасіння відбувається з виділенням значної кількості тепла.

Даний метод хімічної утилізації відходів має потенціал забезпечити ефективне знешкодження нафтових відходів, перетворюючи їх на стабільний та некорозивний матеріал. Використання хімічного капсулювання дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, забезпечуючи безпечне утилізацію нафтових відходів.

Існують різні методи застосування цієї технології:

Інв. №поділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

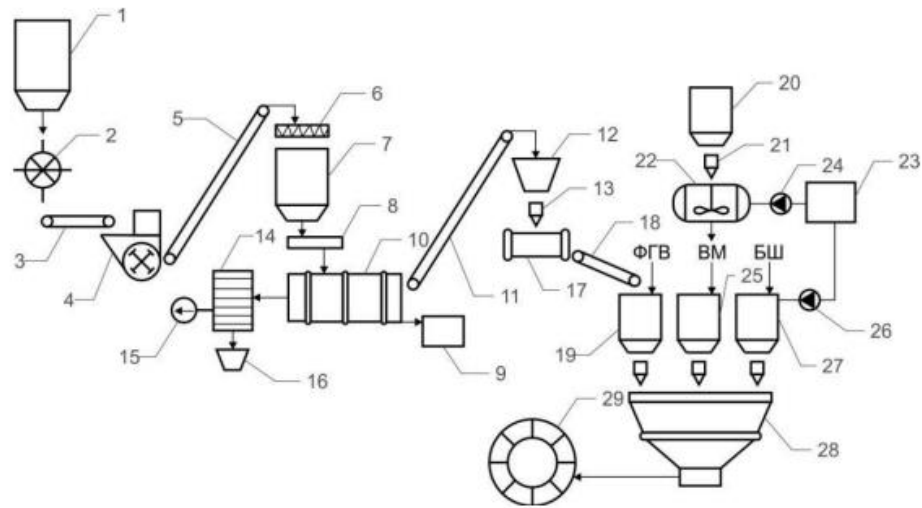


Рисунок 4.4 – Технологічна схема процесу утилізації відходів: 1, 7, 12, 16, 19, 20, 25, 27 – витратні бункери; 2 – живильник, барабанної формації; 3 – конвеєрна лінія; 4 – молоткова дробарка; 5, 11 – елеватор; 6 – шнек; 8 – живильник, тарілчастої формації; 9 – камера згоряння; 10 – сушильний барабан; 13, 21 – дозатор; 14 – пилоосаджувальна камера; 15 – вентилятор; 17 – кульковий млин; 18 – стрічковий живильник; 22 – реактор-змішувач; 23 – накопичувальна ємність; 24, 26 – насоси; 28 – бетозмішувач; 29 – карусельна машина

Процес виконують наступним чином. Негашене вапно (кальцій оксид CaO) подають у реактор-змішувач за допомогою дозатора, а воду підкачують насосом, щоб забезпечити проведення гасіння вапна і утворення вапняного молока (кальцій гідроксид Ca(OH)_2). Масу кальцій оксиду визначають як 10% від маси гіпсового в'язучого. Отримане вапняне молоко направляють у витратний бункер. У бетонозмішувачі примусової дії подають сировинні компоненти в чітко визначеній послідовності.

Спочатку з витратних бункерів надходить буровий шлам і вапняне молоко, а також вода з накопичувального резервуару. Цю суміш (буровий шлам, вапняне молоко і воду) перемішують мішалкою протягом 1 хвилини до отримання однорідної маси. На останньому етапі до суміші в реактор-змішувачі додають гіпсове в'язуче з бункеру і протягом 30 – 60 секунд змішують гіпсобетонне тісто,

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008					Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	37

яке потім розливають у відповідні форми. Під час змішування компонентів дотримуються масового співвідношення, а саме: мас.% бурового шламу - 32-48, гіпсового в'язучого – 47 – 62, негашеного вапна – 4 – 6 , технологічної води - решта.

Час тужавлення матеріалу коливається в межах від 5 до 15 хвилин. Процес літфікації проявляється більш інтенсивно протягом першої доби. Гіпсобетон, отриманий в результаті цих процесів, є будівельним матеріалом, що відповідає екологічним стандартам, завдяки хімічній іммобілізації важких металів з бурового шламу та формуванню кристалічної структури гіпсобетону під час фізико-хімічних процесів. Значення міцності при стисненні коливаються в діапазоні 45 - 65 кгс/см², а середня густина гіпсобетону становить 1165 – 1210 кг/м³. Відповідно до цих характеристик, гіпсобетон відповідає наступним якісним показникам: клас бетону за міцністю при стисненні - В3,5 – В5, марка бетону за міцністю – М50-М75, марка бетону за середньою густиною - D1200. Ці характеристики відповідають технічним вимогам для конструкційно-теплоізоляційних бетонів.

3. Технології дезактивації радіоактивних відходів. Існують різні технології дезактивації радіоактивних відходів, які використовуються для матеріалів, забруднених природними радіонуклідами «Naturally-Occurring Radioactive Materials» (NORM). Ці методи включають пневмо-вібро очищення, індукційне нагрівання, гідро-кавітацію, переплавлення на металургійних комбінатах та захоронення. Реалізація будь-якого методу дезактивації відбувається у дві стадії: перша стадія полягає в відокремленні радіоактивних речовин від поверхні оброблюваного об'єкта, а друга стадія включає транспортування радіоактивних речовин від забрудненого об'єкта.

Один з найпоширеніших методів дезактивації – використання струменя води або водяної пари, які створюють аеродинамічну силу, що відокремлює радіоактивні частинки від поверхні. Гідродинамічна кавітація є перспективним методом для очищення відкладень солей, зокрема на робочих колесах і

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			38

направляючих апаратах. Цей процес ефективний і не вище фонового рівня випромінювання. Очищення труби з використанням кавітаційного методу займає близько 22 хвилин, і потужність випромінювання γ -випромінювання не перевищує фонового рівня. Результати різноманітних радіологічних досліджень підтверджують ефективність цього процесу очищення від сольових осадів.



Рисунок 4.5 – Вигляд колеса до (а) та після (б) гідродинамічний кавітаційного очищення

Незважаючи на позитивні аспекти кавітаційного методу, які були відзначені іншими дослідниками, важливо враховувати його високі енерговитрати і проблеми поводження з радіоактивними осадами. У цьому дослідженні розглядається можливість дезактивації устаткування шляхом механічного видалення відкладень з внутрішніх і зовнішніх поверхонь матеріалів з NORM. Дослідження вказують, що утворення рідких радіоактивних відходів не відбувається, але утворюються пил і аерозолі. Крім того, можливо очищення лише частини труб завдовжки до 2,0 метрів, що ускладнює їх ремонт і подальше використання.

Існує відомий спосіб дезактивації поверхонь і видалення осаду, переважно з нафтових труб, за допомогою струменевої обробки рідиною з подальшим відділенням твердої фази від рідини. Цей процес включає три стадії, використовуючи розчини СНК, NOX та СВЛ при певних температурах та рівнях рН.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			39

Найбільш ефективним і цілеспрямованим підходом для вирішення цієї проблеми є комплексний підхід, включаючи різні методи та технології дезактивації шламів, такі як теплова обробка, кислотне вилуговування, високотемпературна обробка, сорбція, гравітаційне розділення, флотація, поверхнево-активні речовини (ПАР), розбавлення, закачування в свердловини та захоронення. Проте не всі ці методи є ефективними та можливими з технологічної точки зору для очищення нафтопромислового устаткування від сольових відкладень.

Способи дезактивації устаткування та споруд можна класифікувати на основі фізико-хімічних процесів, пов'язаних з радіоактивним забрудненням. У випадку адгезійного забруднення, частки, які прилипають, можуть бути відокремлені, якщо сила відшарування перевищує силу адгезії. Адгезійна взаємодія залежить від властивостей оточуючого середовища, яке оточує забруднену поверхню.

Адгезія в рідкому середовищі значно менша, ніж в повітрі, оскільки сила адгезії у рідині на кілька порядків менша, ніж адгезійна взаємодія у повітрі. Тому для адгезійного забруднення доцільно розрізняти рідинні та безрідинні методи дезактивації.

Дезактивація при поверхневому забрудненні проводиться у водному середовищі за допомогою механічного впливу. Для дезактивації забруднень, що перебувають у глибині поверхні, видаляють верхній забруднений шар разом із радіоактивними речовинами, які містяться в ньому. Це можна досягти за допомогою дезактивуючих розчинів або механічним зняттям забрудненого шару. Таким чином, незалежно від характеру забруднення (адгезійного, поверхневого або глибинного), всі методи дезактивації можна розділити на рідинні та безрідинні.

Питання очищення поверхонь нафтопромислового обладнання, зокрема внутрішніх стінок насосно-компресорних труб та інших матеріалів, які були у

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			40

контакті з пластовими водами, від мінеральних радіоактивних відкладень є актуальною науково-прикладною проблемою екологічної безпеки (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Класифікація засобів дезактивації

Забруднення	Фізик-хімічні процеси	Процеси, що відбуваються під час дезактивації		
		Безрідинні механічні способи	Рідинні способи	
			Механічні	Фізико-хімічні
Адгезійне	Адгезія радіоактивних частинок і крапель	Змітання, здування, видалення забрудненого шару	Змивання водою або паром	Зниження сил адгезії
Поверхнєве	Адсорбція ці іонний обмін	Видалення забрудненого шару	Змивання паром	Розчинення радіоактивних речовин. Змочювання, іонний обмін, колоїдно-і комплексоутворення
Глибинне	Дифузія, утворення окисної плівки, корозія	Видалення забрудненого шару		Те саме і киснево-відновні процеси, видалення окисної плівки під дією різних реагентів

Для вирішення даної проблеми застосовується розроблений та запатентований спосіб очищення нафтопромислового обладнання від радіоактивних відкладень (Пат. 133208). Цей спосіб відповідає екологічним,

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			41

збільшенні товщини залізогідроксидної кірки та збільшенні вмісту торію в радіоактивних новоутвореннях, ступінь вилуговування торію зменшується.

Для уникнення взаємодії кислоти з зовнішньою поверхнею труби під час вилуговування радію й торію, проводять пропускання розчину хлоридної кислоти (HCl) з концентрацією 7,29% (1M) через трубу насосно-компресорного обладнання за температури 25 – 60 °С. Це забезпечує кислотне вилуговування радіоактивних елементів на такому рівні: барію – 91%, радію – 11%, заліза – 60%, а торію – 95 – 97%. Однак, цей процес може спричинити майже повне вилучення торію в розчин, значне розчинення гетиту та часткове (приблизно 10%) вилучення радію [70].

Додатково до розчину хлоридної кислоти (HCl), для вилучення радіонуклідів із новоутворень на стінках труб, таких як труби «сильної» групи та радіоактивний шлам, використовують кремнійфтористоводневу кислоту (H₂SiF₆). Ця кислота утворює водорозчинні сполуки з барієм. При товщині кірки радіоактивних новоутворень 1 мм, вміст радію і барію може переходити до водного розчину при низьких концентраціях H₂SiF₆ (0,1–2%). Максимальна розчинність радію і барію, при вмісті торію у новоутвореннях 2% (відповідно 8,03% і 76,14%) та 10% (радію - 7,66% і барію - 73,59%), досягається за концентрації H₂SiF₆ 0,6%.

Однак, при товщині кірки 2 мм, радію вилуговується погано (менше 8%), тоді як барій вилуговується краще (до 76%). Гідроксидні та сульфатні комплекси барію відсутні. Максимальна розчинність радію і барію, при вмісті торію у новоутвореннях 2% (відповідно 8,03% і 76,14%) та 10% (радію - 7,66% і барію - 73,59%), досягається за концентрації H₂SiF₆ 0,6%.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			43

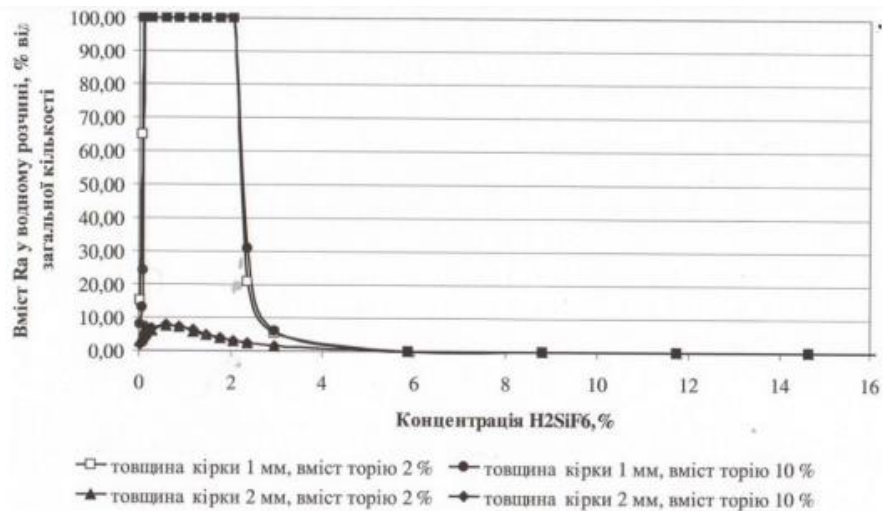


Рисунок 4.6 – Залежність вмісту Ra в розчині від концентрації H₂SiF₆ за різної товщини кірок і різного вмісту торію [51]

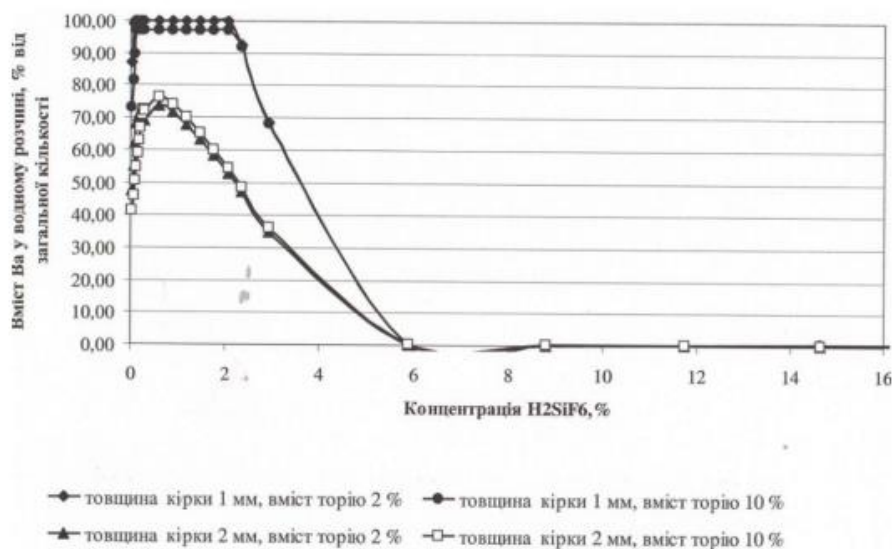


Рисунок 4.7 – Залежність вмісту Ba в розчині від концентрації H₂SiF₆ за різної товщини кірок і різного вмісту торію [51]

Залежно від умов, якщо вміст торію становить 10%, незалежно від товщини кірки, практично весь торій переходить у водний розчин при концентраціях H₂SiF₆ вище 20,5%. При вмісті торію 2% у кірках, весь торій переходить у водний розчин при концентраціях H₂SiF₆ вище 17,57%. У загальному, ступінь вилуговування торію зменшується в такому порядку: товщина кірки 1 мм, торій 2% > товщина кірки 2 мм, торій 2% > товщина кірки 1 мм, торій 10% > товщина

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

кірки 2 мм, торій 10%. При збільшенні товщини кірки, вміст торію має більший вплив на ступінь його вилуговування.

Ці рівні концентрацій були встановлені експериментальним шляхом і підтверджені відповідними залежностями (рис. 4.8, 4.9). Вони прямо пропорційні вмісту торію у кірках та їх товщині [70].

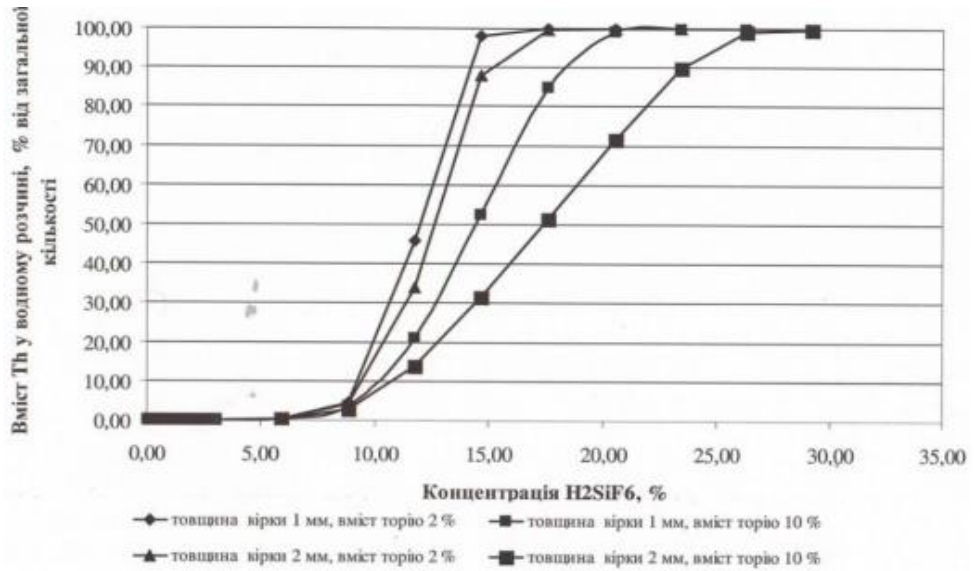


Рисунок 4.8 – Залежність вмісту Th в розчині від концентрації H₂SiF₆ за різної товщини кірок і різного вмісту торію [51]

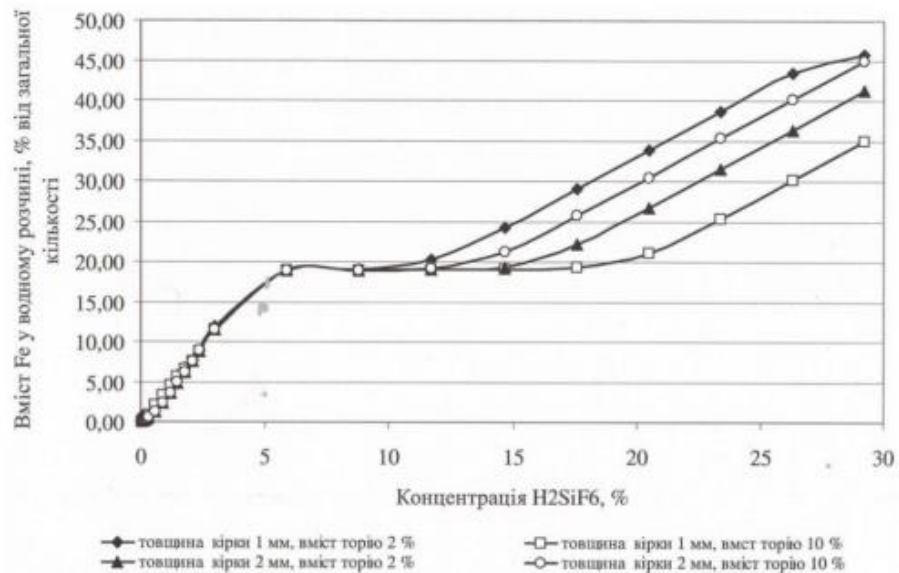


Рисунок 4.9 – Залежно вміст Fe в розчині від концентрації H₂SiF₆ за різної товщини кірок і різного вмісту торію [51]

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

4.2 Водні ресурси та їх захист від забруднення відходами нафтогазовидобувної промисловості

Технології очищення від твердих часток. Механічні методи очищення використовуються для виділення грубодисперсних мінеральних та органічних забруднювальних речовин зі стічних вод. Цей процес зазвичай базується на силі тяжіння та відцентрових силах, які діють у таких пристроях, як решітки, відстійники (пісковловлювачі, нафтовловлювачі), гідроциклони, центрифуги та інші. Відокремлення дрібнодисперсних частинок найефективніше здійснюється у фільтрах. Основними спорудами для відстоювання нафтовмісних стічних вод є нафтовловлювачі, де нафта або нафтопродукти виділяються з води і спливають на поверхню, тоді як тверді механічні домішки осідають [68].

Чотириступенева система очищення буріння стічних вод (БСВ) широко використовується для фазового розділення відходів. Вона складається з вібраційних грохотів, сепараторів піску або ситових гідроциклонів, силосів і центрифуг, декантерів і трикантерів. Процес інтенсифікується завдяки електрокоагуляції, коагуляції реагентів і флокуляції [69].

Розроблений спосіб [20] розділення бурових нафтовмісних відходів на окремі фази використовує центрифугування з попередньою коагуляцією та флокуляцією. Важливо дотримуватися послідовності введення реагентів. Згідно з результатами експериментальних досліджень, спочатку до ємності з рідкими буровими відходами додають хлоридну кислоту з концентрацією 9 – 10% для створення розчину з необхідним робочим значенням рН. Потім додають флокулянт поліакриламід (ПАА) з концентрацією 0,1 – 0,2% та коагулянт сульфат алюмінію $Al_2(SO_4)_3$ з концентрацією 30%. Коагулянт використовується для прискорення процесу осадження зважених частинок, а флокулянт поліакриламід поліпшує хімічне осадження, сприяючи збільшенню розмірів згустків під час коагуляції.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			47

Експериментально було показано, що використання 10%-го та 20%-го розчину коагулянту не забезпечує повного осадження домішок, оскільки утворюється в'язка маса та пастоподібний осад. Застосування 30%-го розчину коагулянту спричиняє чітке розділення рідкої та твердої фаз, а утворений осад має рихлу структуру. Подальше збільшення концентрації коагулянту до 40% і 50% призводить до поглинання та зв'язування води осадом, що ускладнює її відділення. Тому найефективнішим є використання 30%-го розчину коагулянту [69].

У цьому випадку, осад містить найменшу кількість води, що сприяє полегшенню процесу відділення твердої фази від рідкої у трикантері або центрифугі. Використання цих пристроїв дозволяє досягти максимального ефекту розділення. Після підготовки шламу з реагентами, його подають у трикантер, куди також надходить вода. Температура води і розчину нафтошламу регулюється за допомогою блока регулювання температури. За результатами експериментів було встановлено, що оптимальною робочою температурою є 24 °С.

Схема експериментальної установки очищення БСВ наведена на рисунку 4.10.

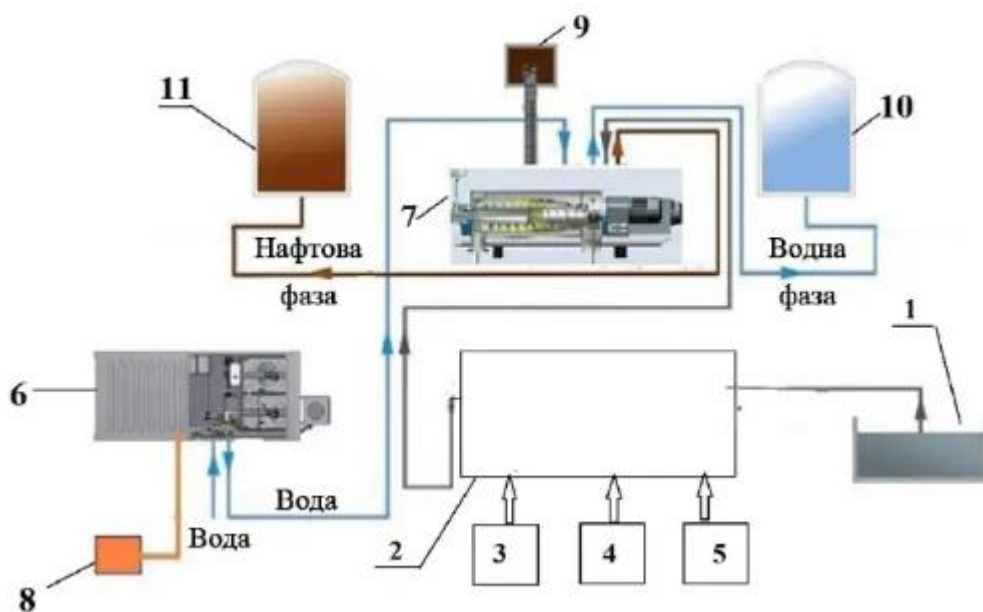


Рисунок 4.10 – Схема експериментальної установки очищення БСВ

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

будівельних конструкцій. Таким чином, цей метод сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище під час буріння нафтових свердловин.

4.3 Розрахунок освітлення та очищення БСВ

Спочатку необхідно оцінити енергетичні витрати, пов'язані з роботою осушувача. Витрати енергії на роботу вертикального осушувача складаються з кількох різних складових витрат [80]:

$$N_{\max} = N_r + N_{\text{ш}} + N_t + N_{\text{п}} \quad (4.1)$$

Компоненти даної рівності знаходять за відповідними виразами і формулами наведеними нижче.

Потужність, що витрачається на обертання ротора, визначаються наступним чином, N_r , кВт:

$$N_r = A_r / t_{\text{роз}} = (m_r^2 \cdot r_r \cdot \omega^2) / 2 \cdot 103 t_{\text{роз}}, \quad (4.2)$$

де A_r – робота, що витрачається на надання кінетичної енергії ротору, Дж;

$t_{\text{роз}}$ – тривалість розгону, с, $t_{\text{роз}} = 120$ с;

m_r – маса ротора, кг, $m_r = 118$ кг;

r_r – радіус ротора, м, $r_r = 0,264$ м;

ω – кутова швидкість ротора, рад/с, $\omega = 2\pi n / 60 = 2 \cdot 3,14 \cdot 800 / 60 = 83,5$ рад/с.

$$n = 800 \text{ об/хв або } n = 800/60 = 13,3 \text{ с}^{-1}.$$

$$N_r = A_r / t_{\text{роз}} = (m_r^2 \cdot r_r \cdot \omega^2) / 2 \cdot 103 t_{\text{роз}} = (118^2 \cdot 0,264 \cdot (83,5^2)) / 2 \cdot 103 \cdot 120 = 25629544,78 / 240000 = 106,78 \text{ кВт}.$$

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

					ТС 19510008		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			50

Потужність, що витрачається на надання кінетичної енергії шламу $N_{ш}$, кВт:

$$N_{ш} = A_{ш}/\tau_{роз} = m_{ш}(r_p^2 - r_0^2) \omega^2 / 4 \cdot 10^3 \tau_{роз}, \quad (4.3)$$

де $A_{ш}$ – робота, що витрачається на надання кінетичної енергії шламу, Дж;

$m_{ш}$ – маса шламу, кг, $m_{ш} = V \cdot \rho = 600 \text{ м}^3 \cdot 1,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 = 1080000 \text{ кг}$;

r_0 – внутрішній радіус кільця рідини, м, $r_0 = 0,262 \text{ м}$;

$$N_{ш} = A_{ш}/\tau_{роз} = m_{ш}(r_p^2 - r_0^2) \omega^2 / 4 \cdot 10^3 \tau_{роз} = 1080000 \cdot (0,2642^2 - 0,2622^2) \cdot 83,5^2 / 4 \cdot 10^3 \cdot 120 = 7981831,8 / 480000 = 16,62 \text{ кВт.}$$

Потужність, що витрачається на подолання тертя в підшипниках N_T , кВт:

$$N_T = 10^{-3} m f \omega, \quad (4.4)$$

де $m = m_{ц} + m_{ш}$ – маса обертових частин центрифуги ($m_{ц}$) і шламу ($m_{ш}$), кг,

$$m = 118 + 1080000 = 1080118 \text{ кг};$$

f – коефіцієнт тертя в підшипниках, від 0,005 до 0,00005. Приймаємо $f = 0,0005$.

$$N_T = 10^{-3} m f \omega = 10^{-3} \cdot 1080118 \cdot 0,0005 \cdot 83,5 = 45,09 \text{ кВт.}$$

Потужність, що витрачається на подолання тертя ротора об повітря $N_{п}$, кВт:

$$N_{п} = 2,85 \cdot 10^{-4} \cdot h_p \cdot D^4 \cdot n^3, \quad (5.5)$$

де h_p – висота ротора, м, $h_p = 0,36 \text{ м}$;

D – діаметр ротора, м; $D = 0,528 \text{ м}$;

n – частота обертання ротора, об/с; $n = 13,3 \text{ с}^{-1}$.

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Інв. № подл.
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

$N_{\text{п}} = 2,85 \cdot 10^{-4} \cdot \eta_{\text{р}} \cdot D^4 \cdot n^3 = 2,85 \cdot 10^{-4} \cdot 0,36 \cdot 0,5284 \cdot 13,33 = 0,0187$
кВт,

За допомогою формули (5.1) ми визначимо необхідну потужність для функціонування центрифуги, яка використовується для розділення об'єму 600 м^3 бурового шламу, що утворюється під час буріння однієї свердловини.

$$N_{\text{max}} = N_{\text{р}} + N_{\text{ш}} + N_{\text{т}} + N_{\text{п}} = 106,78 + 16,62 + 45,09 + 0,0187 = 168,50 \text{ кВт.}$$

Установка ОВШ-950 витрачає 168,50 кВт енергії для осушення 600 м^3 бурового шламу. Зважаючи на ринкову вартість електричної енергії в Україні, що становить 6,13 грн/кВт для промислових підприємств, загальні витрати складуть 1032,90 грн. З урахуванням продуктивності осушувача 40 т/год та загальної маси бурового шламу, який потребує осушення в обсязі 1080 тонн, вертикальний осушувач має працювати протягом 27 годин. Зазначена сума буде витрачена протягом цього періоду.

У робочий період витрати енергії значно менше і складають:

$$N_{\text{р}} = 0,25 \cdot N_{\text{ш}} + N_{\text{п}} + (2/3) \cdot N_{\text{т}}, \quad (4.6)$$

де $N_{\text{р}}$ – потужність, що витрачається на роботу центрифуги в період осушення (τ_0).

$$N_{\text{р}} = 0,25 \cdot 16,62 + 0,0187 + (2/3) \cdot 45,09 = 34,23 \text{ кВт.}$$

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

т.д.) осідають у першій камері нафтовловлювача після процесу відстоювання стічних вод. Щоб підвищити ефективність цього процесу, можна використовувати тонкошарові блоки. Потім стічна вода проходить через коалесцентні фільтри, де збільшується розмір частинок нафти і вони збираються на поверхні у вигляді плівки. Далі стічна вода пропускається через блок із пінополіуретановими фільтрами, які мають велику кількість пор (до 98%), великий вільний об'єм і гідрофобні властивості, що дозволяють утримувати забруднювальні речовини у порах фільтрувального матеріалу [71].

Після проходження через комплексну систему очищення, очищена стічна вода досягає наступних якісних показників: концентрація завислих речовин не перевищує 15 мг/л, а нафтопродуктів - 0,3 мг/л. Однак, можливо знизити ці показники ще більше за допомогою встановлення сорбційного блоку для попереднього очищення, що підвищить ефективність очищення стічних вод: для завислих речовин – до 3-5 мг/л, а для нафтопродуктів – до 0,05 мг/л.

Запропонована удосконалена комплексна технологія очищення стічних вод, забруднених нафтопродуктами, показана на рис. 4.12 [72]. Згідно з цією технологічною схемою, на етапі механічного очищення спочатку відбувається первинне відділення твердих частинок у пісковловлювачах, після чого відбувається осідання органічних завислих речовин стічних вод у відстійниках, а на заключному етапі відбувається розділення води та нафти за різницею їх густини у нафтовловлювачах. Використання сорбційних матеріалів рослинного походження дозволяє досягти глибокого очищення стічних вод, що відповідає санітарно-гігієнічним нормативам, зокрема ГДК (гранично допустимих концентрацій).

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			54

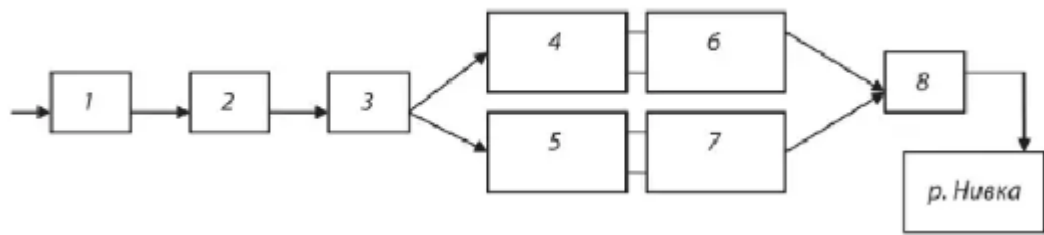


Рисунок 4.12 – Вдосконалена схема очисних установок ДМА «Київ»: 1 – пісковловлювач, 2 – відстійники мулу; 3 – нафтовловлювач; 4, 5, 6, 7 – додаткове очищення від нафтопродуктів (сорбент на тирсі); 8 – колектор

Описаний технологічний процес складається з таких основних етапів:

При високій концентрації нафтопродуктів застосовується механічне очищення, яке включає класичні пісковловлювачі (1), відстійники (2) і нафтовловлювачі (3).

При середній концентрації нафтопродуктів проводиться глибоке очищення за допомогою необроблених відходів рослинного походження, які володіють сорбційними властивостями, наприклад, тирсою або лушпинням соняшнику (басейни 4 та 5).

Очищення також може проводитись за допомогою термічно оброблених сорбентів, таких як тирса або лушпиння соняшнику, в процесі обробки при температурі 200 °C (басейни 6 та 7).

У другому етапі ступінь очищення коливається в межах 8,5% та 19,4% для тирси та лушпиння соняшнику відповідно. Застосування термічно оброблених сорбентів підвищує цей показник до 50,4% та 56,8% відповідно [72].

Сорбційний метод очищення використовується для глибокого очищення води від нафтопродуктів, які перебувають у тонкоемільгованому або розчиненому стані. Принципова технологічна схема адсорбційної установки для очищення води від нафтопродуктів за допомогою порошкоподібного сорбента в режимі гідротранспорту показана на рисунку 4.13 [73].

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

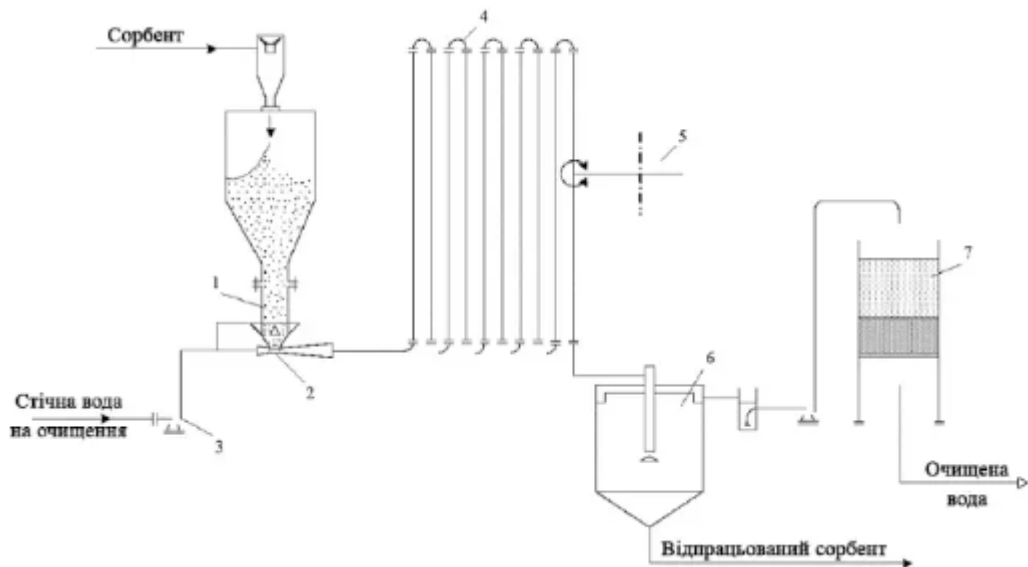


Рисунок 4.13 – Схема технологічних процесів адсорбційної установки: 1 – дозатор сорбенту; 2 – гідроелеватор; 3 – насос; 4 – трубопроводи; 5 – секційні вставки; 6 – відстійник; 7 – грубозернистий фільтр

Використання багатоступеневої адсорбційної установки з механічним перемішуванням, зокрема триступеневої, має значний переваги, такі як зниження витрати порошкоподібного адсорбенту завдяки більш повному використанню його адсорбційної ємності. На рисунку 4.14 показана принципова схема такої установки [73].

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		56

заліза, використовуються для покращення виділення механічних домішок та вуглеводнів.

Накопичення очищених СПВ у резервуарах та повернення через поглинальні свердловини до поглинаючого горизонту: Очищені СПВ зберігаються у резервуарах, після чого повертаються до поглинаючого горизонту через спеціальні свердловини.

Таким чином, цей процес забезпечує ефективне очищення та повернення СПВ шляхом використання відстійників, фільтрів та методів регенерації.

Технології захисту гідросфери, зокрема підземних вод і надр, включають обробку й повернення супутньо-пластових вод (СПВ). Перед їх відведенням проводиться очищення від газового конденсату, нафтопродуктів, механічних домішок і сполук Fe^{2+} , Fe^{3+} , які можуть забруднювати поровий простір. Згідно з даними[74], процес очищення й повернення СПВ на нафтогазоконденсатних родовищах (НГКР) складається з таких етапів:

Приймання та відстій у горизонтальних відстійниках: СПВ спочатку надходять до цих відстійників, де відбувається відокремлення твердих речовин і розчинених сполук.

Фільтрація на кварцових фільтрах з регулярною регенерацією гарячим промиванням: Очищені СПВ проходять через такі фільтри, що виготовлені з кварцового матеріалу. Фільтрація здійснюється зверху вниз, при цьому на поверхні фільтру утримуються забруднення й нафтопродукти. Регулярне гаряче промивання виконується для очищення фільтрувального матеріалу. Для покращення видалення механічних домішок і вуглеводнів використовуються флокулянти й коагулянти, включаючи солі заліза.

Накопичення очищених СПВ у резервуарах й повернення через поглинальні свердловини: Очищені СПВ зберігаються у резервуарах і потім повертаються до поглинаючого горизонту через спеціальні свердловини.

Таким чином, цей процес забезпечує ефективне очищення й повернення СПВ шляхом використання відстійників, фільтрів та методів регенерації.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 19510008	Арк
						58

відділяти молекули або частинки розчинених речовин, що перевищують 10 діаметрів молекул розчинника.

Основні параметри баромембранних процесів, що застосовуються у процесі водоочищення, наведені в таблиці 4.2 [76]. Використання цих методів дозволяє отримувати очищену стічну воду, яка відповідає екологічним нормам безпеки, а також зберігати концентровані речовини. Очищеною водою можна повторно користуватись у технологічних процесах, наприклад, для приготування нового бурового розчину, тоді як виділені речовини, такі як солі важких металів, легше піддаються утилізації.

Ефективність та економічна обґрунтованість методів зворотного осмосу та ультрафільтрації визначаються хімічним складом стічних вод, які подаються на очисні системи, а також вимогами до якості очищеної стічної води.

Інв. №поділ.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		60

Таблиця 4.2 – Основні параметри та характеристики різних видів мембранної фільтрації вод

Характеристика	Мікрофільтрація	Ультрафільтрація	Нанофільтрація	Зворотній осмос
Матеріал	Поліамід, поліпропілен, кераміка	Целюлоза, полісульфо, кераміка	Целюлоза, тонкоплівчасті композитні матеріали	Целюлоза, тонкоплівчасті композитні матеріали,
Розмір пор, мкм	0,01 – 1,0	0,001 – 0,01	0,0001 – 0,001	Менше 0,0001
Розмір молекул, що видаляються (кДа)	Менше 100	2,0 – 100,0	0,3 – 1,0	0,1 – 0,3
Робочий тиск, бар	Менше 2,0	1,5 – 7,0	3,5 – 20,0	15,0 – 70,0
Видалення зважених речовин	Так (великі колоїди)	Так (колоїди)	Так	Так
Видалення розчинених органічних речовин	Ні	Так	Так	Так
Видалення розчинених неорганічних речовин	Ні	Ні	20,0 – 85,0 %	95,0 – 99,0 %
Видалення мікроорганізмів	Цисти, великі, бактерії, водорості	Цисти, великі, бактерії, водорості, віруси	Усі мікроорганізми	Усі мікроорганізми
Хімічний склад води	Не змінюється	Змінюється частково	Змінюється	Змінюється
Енергоспоживання кВт.год/м	Низьке	Низьке	Низько-помірне	Низько-помірне

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

При необхідності очищення БСВ від розчинених домішок наведені методи є досить ефективними та відносно незатратними.

Схема технічного очищення стічних вод з використанням мембранних технологій зображена на рисунку 4.15.



Рисунок 4.15 – Схема очищення стічних вод із використанням мембранного біореактору (МБР)

Технологія з використанням мембранного біореактору (МБР) має численні переваги порівняно з класичною технологією очищення стічних вод. Вона забезпечує глибоке очищення стічних вод від забруднюючих речовин до рівнів, які відповідають вимогам щодо скидання стічних вод у природні водойми всіх категорій. Крім того, МБР дозволяє коригувати продуктивність без необхідності зміни технологічного процесу. Очищена вода, отримана за допомогою МБР, має високу якість, що дозволяє уникнути необхідності подальшого освітлення та дезінфекції [78].

Серед методів очищення стічних вод від нітратів особливе місце займають біологічні методи денітрифікації. Для ефективного використання цих методів можна застосовувати фільтрацію в анаеробних умовах, поєднуючи її з іммобілізацією автотрофних денітрифікуючих бактерій, таких як *Thiobacillus denitrificans* і *Thiomicrospira denitrificans*, на сульфурумісному носії. Також можна використовувати фототрофні види бактерій, наприклад *Rhodospseudomonas sphaeroides*. Ці бактерії окислюють різні форми сірки до сульфату, одночасно

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

відновлюючи нітрати та виділяючи кисень, який вони використовують для свого власного метаболізму. Це призводить до відновлення нітратів до нітритів і, врешті-решт, до виділення молекулярного азоту [79].

На рисунку 4.16 показана експериментальна установка, яка може бути використана для моделювання процесу денітрифікації стічних вод.

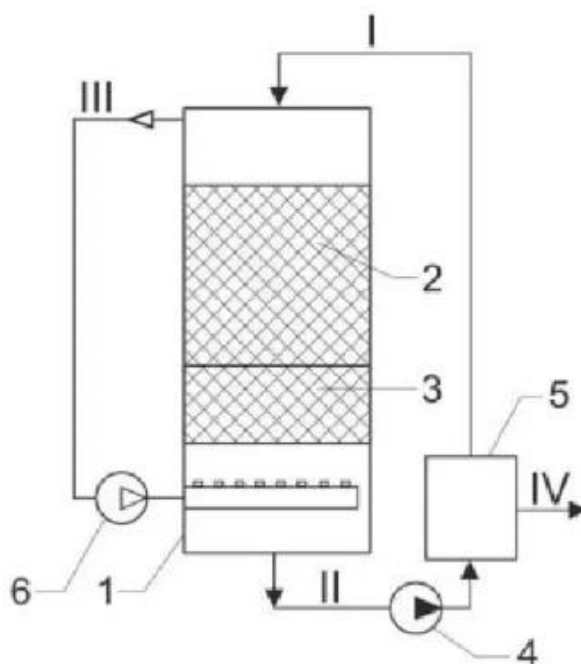


Рисунок 4.16 – Система біофільтрації: 1 – корпус біофільтру; 2 – сульфуровмісний носій; 3 – гранули кальційумісного матеріалу; 4, 6 – насоси; 5 – ємність для підбору потоку моделі; I – відхідний потік, II – вихідний потік; III – цикл газової фази; IV – очищений потік

Для проведення експерименту пропонується використовувати співвідношення основних компонентів заповнювального матеріалу біофільтра: 2/3 гранульованої сірки і 1/3 гранул кальційумісного матеріалу (діаметр 10 мм), які допоможуть підвищити рН очищеної води.

Внутрішня інтенсивна циркуляція стимулює ріст необхідних екологічних груп бактерій, а спадний потік модельних стоків проходить крізь шар зернистої сірки. Під час біоконверсії, бактерії *Thiobacillus denitrificans*

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

використовують сірчані елементи для відновлення нітрату до молекулярного азоту. У результаті біохімічних перетворень, кислотно-лужний баланс системи змінюється на кислу реакцію, тому дренажний матеріал з кальцієм завантажується у нижню частину біофільтра для буферизації потоку води [79].

Використання сірки також сприяє збільшенню пористих просторів усередині гранул, оскільки мікроорганізми використовують сірку у процесі свого росту. Після 2-3 днів експлуатації біологічного фільтра після іммобілізації виявляється наявність необхідних еколого-трофічних груп бактерій, і бульбашки газу починають утворюватися з інтервалами часу між дозуванням гранульованої сірки. Припускається, що через 12-14 днів відбувається формування стійкої біоплівки з розвиненою бактеріальною міжклітинною матрицею, що охоплює всю поверхню сірчаного фільтра. В процесі експерименту необхідно постійно моніторити рівень нітратів у проміле або мг/дм³ у модельних стоках до і після очищення в біологічному фільтрі [79].

4.6 Повітря та його захист від забруднення викидами нафтогазовидобувної промисловості

З метою дотримання екологічних вимог і ефективного використання попутного газу в народному господарстві, стає необхідним активніше впроваджувати збір і підготовку цього газу на всіх етапах підготовки свердловинної продукції. Це означає, що попутний газ повинен бути повністю утилізований, замість його часткового або повного спалення на факелах або передачі на газопереробний завод (ГПЗ).

Для очищення природного газу від сірководню (H₂S) і вуглекислого газу (CO₂) використовуються різні процеси. Серед них:

1. Хемосорбційні процеси, які базуються на хімічній взаємодії H₂S і CO₂ з активною частиною абсорбенту.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			64

2. Процеси фізичної абсорбції, де кислі компоненти поглинаються через їх розчинність у органічних поглиначах.
3. Комбіновані процеси, які використовують одночасно хімічні та фізичні поглиначі.
4. Окислювальні процеси, які полягають у незворотньому перетворенні поглиненого сірководню в сірку.
5. Очищення природного газу від сірководню за допомогою адсорбційних процесів, що ґрунтуються на вилученні компонентів газу твердими поглиначами, або адсорбентами.

Ці технології дозволяють забезпечити очищення природного газу від небажаних компонентів, забезпечуючи екологічну безпеку та використання газу відповідно до вимог.

Вибір процесу очищення природного газу від сірчистих сполук залежить від багатьох факторів, таких як склад і параметри сировинного газу, потрібний ступінь очищення, сфера використання газу, доступні енергоресурси, відходи виробництва та інші. За аналізом світової практики у сфері очищення природних газів, для оброблення великих газових потоків найбільш поширеними є процеси абсорбції, використання хімічних і фізичних абсорбентів або їх комбінацій. Окиснювальні і адсорбційні процеси, зазвичай, застосовуються для очищення менших газових потоків або для детального очищення газу.

Дослідження показують, що серед різноманітних існуючих технологій, перевагу слід надавати методам хімічної нейтралізації сірководню. Ці методи, з використанням реагентів нового покоління, дозволяють поєднувати процес нейтралізації з отриманням цінного побічного продукту, наприклад, реагентів для інгібування корозії нафтопромислового обладнання. У родовищах з високим вмістом сірководню, хімічна нейтралізація дозволяє досягти більш глибокого ступеня очищення.

Результати досліджень показують, що реагентом "Дарсан-Н" є ефективним засобом для нейтралізації сірководню в нафті під промисловими умовами. Це

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

дозволяє досягти значного зниження вмісту сірководню в видобутій продукції в декілька разів, при множини дозування реагенту близько 10. Для реалізації цього методу очищення нафти було запропоновано використовувати спеціально розроблену установку, принципову схему якої можна побачити на рисунку 4.17.

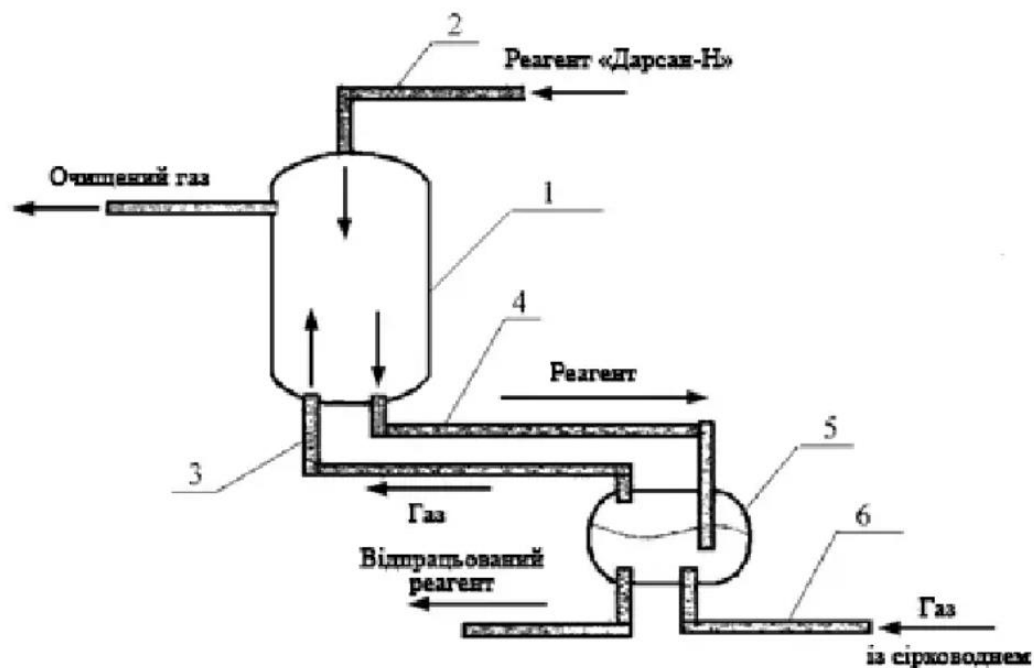


Рисунок 4.17 – Принципова схема установки з очищення газу [51]

Установка для очищення нафти від сірководню, яка використовує реагент "Дарсан-Н", складається з вертикальної ємності з внутрішнім контактним пристроєм (позначений як 1). У процесі роботи реагент "Дарсан-Н" (позначений як 2) поступає зверху в ємність, а попутний газ (позначений як 3) вводиться знизу. Попутний газ, пройшовши через реагент, очищається від сірководню в вертикальній ємності.

Для забезпечення більш повного використання реагенту, вихідний газ (позначений як 6) з ємності виводиться в спеціальну додаткову ємність (позначена як 5). Таким чином, застосування реагенту "Дарсан-Н" у технологічних процесах дозволяє підготувати попутний газ для власного використання або для продажу,

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

зменшити забруднення довкілля сірководнем, уникнути спалювання кислого газу на факелі та отримати цінний товарний продукт - біоцид.

Для стабілізації нафти з високим вмістом легких вуглеводнів (C2-C6), який може сягати 6-8% мас. і навіть більше, рекомендується використовувати метод відцентрових сил. Цей метод є перспективним напрямком стабілізації нафти та газового конденсату.

Розроблено різні схеми стабілізації нафти з використанням гідроциклонів і очищення отриманого газу від сірководню. Ці схеми дозволяють підвищити екологічну безпеку таких установок і отримувати корисні сірковмісні органічні сполуки, наприклад, біоциди для нафтової і газової промисловості.

Основна принципова схема стабілізації нафти з використанням гідроциклонів може бути зображена на рисунку 4.18 (не вказано в тексті, що саме зображено на рисунку). Цей метод може бути доповнений модулем очищення газу і легких вуглеводнів від супутнього сірководню, що дозволяє підвищити екологічну безпеку таких установок і одночасно отримувати корисні сірковмісні органічні сполуки, наприклад, біоциди для нафтової і газової промисловості.

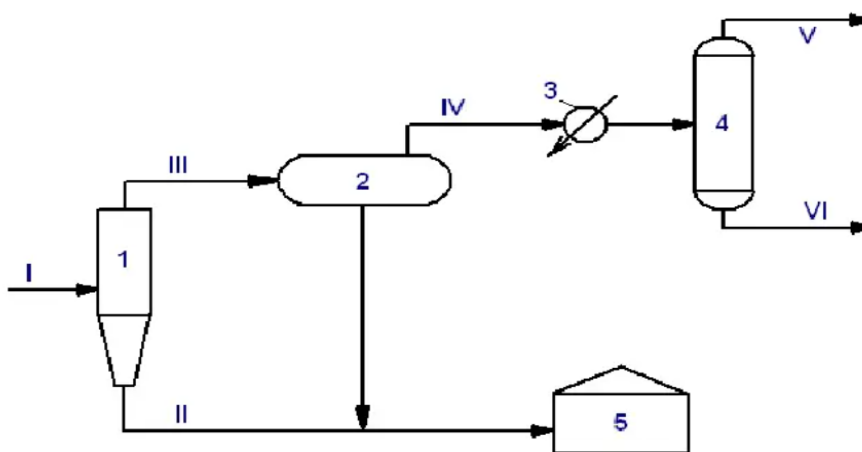


Рисунок 4.18 – Принципова схема гідроциклонами стабілізації нафти [53]:

1 – мультигідроциклон; 2 – ємність-збірник; 3 – конденсатор-холодильник; 4 – газосепаратор; 5 – резервуар; I – нестабільна нафта; II – стабільна нафта; III – газ із крапельною нафтою; IV – газ, насичений легкими вуглеводнями; V – сухий газ;

VI – ШФЛУ

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 19510008

Арк

67

Дослідження в лабораторних і промислових умовах підтвердили високу ефективність реагенту "Дарсан-Н" як нейтралізатора сірководню та легким меркаптанам у рідких і газових середовищах. За допомогою вихрових апаратів, які можуть замінити традиційну гравітаційну сепарацію газорідних сумішей, можна підвищити ефективність процесу нейтралізації. Гідроциклони, використовувані у нафтовій промисловості, також забезпечують подібний ефект.

Було встановлено, що поєднання реагентів-нейтралізаторів сірководню з тепловим і відцентровим полями синергетично впливає на процес очищення продукції свердловин від сірководню, забезпечуючи високу ефективність. Крім того, експериментально обґрунтований механізм взаємодії сірководню з формальдегідом, що дозволив розробити новий клас каталізаторів для цієї реакції. Цей процес дозволяє ефективно селективно очищати газ стабілізації від сірководню і одночасно отримувати корисні сірковмісні продукти.

На рисунку 4.19 представлена принципова схема дослідної установки з колоною барботажного типу, яка використовується для безперервного очищення газу стабілізації. У реакторі панує тиск 0,115 МПа, температура становить 86 °С, обсяг поглинача складає 150 літрів. Реагентом є формалін (37,5%), а каталізатором - водорозчинний амін (0,01% маси).

Дослідження показали високу ефективність описаного процесу як з точки зору ефективного усунення високотоксичного і корозійно-активного сірководню, так і з позицій отримання очищеного паливного газу. Для досягнення цієї мети, описаний метод стабілізації нафти може бути використаний у поєднанні з традиційними методами, наприклад, методом стабілізації нафти в сепараторах низького тиску.

В наступному реченні зазначається, що на сьогоднішній день найбільш поширеним і ефективним методом очищення газу є використання алканоламінів. Цей процес дозволяє досягти високого рівня очищення газу за рахунок економічних витрат реагенту. Використання суміші амінів має декілька переваг,

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			68

таких як низька корозійна активність, зменшене утворення піни та винесення внаслідок високої температури кипіння, великий ступінь насичення і, як наслідок, менша витрата реагенту.

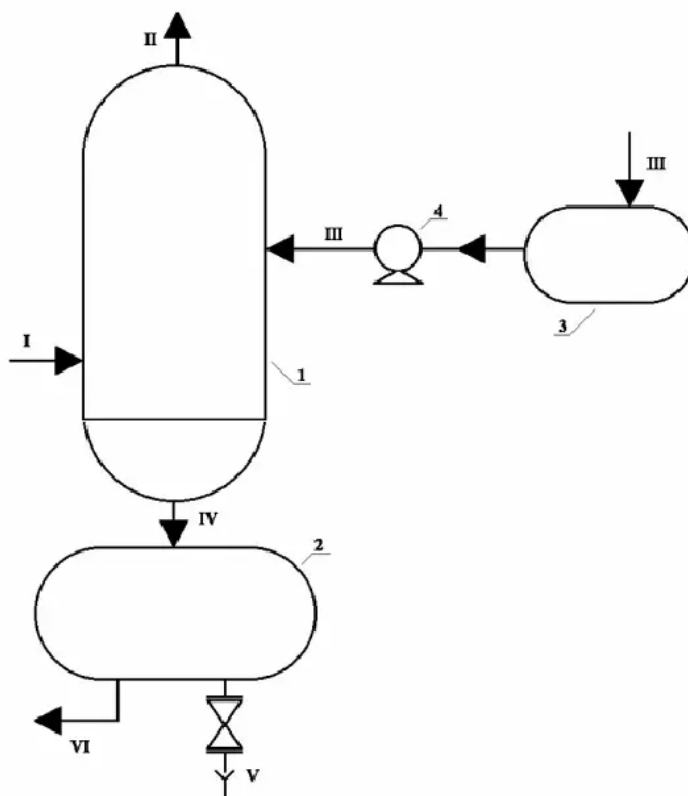


Рисунок 4.19 – Принципова схема дослідної установки очищення попутних газів від сірководню [53]: 1– абсорбер; 2 – сепаратор; 3– ємність; 4 – насос зрошення; I– вихідний газ; II –знесірчений газ; III – водний розчин формаліну; IV – поліметиленсульфід і вода; V – вода; VI – поліметиленсульфід

В рамках проведених досліджень було запропоновано три різних співвідношення амінів: 40% МДЕА і 5% ДЕА, 30% МДЕА і 10% ДЕА, 20% МДЕА і 10% ДЕА [4]. З метою порівняння усіх методів, які були наведені у таблиці 4.3, були проаналізовані результати проведених досліджень. При цьому було встановлено, що найбільш енергоефективною є схема, в якій використовується суміш амінів зі співвідношенням 40% МДЕА і 5% ДЕА. Хоча цей результат

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

відрізняється від якості очищення, досягнутої за допомогою МЕА, на 0,132%, проте ця схема має ряд переваг [55].

Таблиця 4.3 – Порівняльний аналіз методів очищення

Параметри	Заміна аміну	Парова рекомпенсація	Розподіл потоку	Комбінована схема
Теплове навантаження, кг/год	9582,90	6783,40	7356,18	7333,03
Зміни в схемі	Заміна МЕА на МДЕА+ДЕА, плюс два сепаратори	Переобв'язання обладнання, додавання сепараторів, клапану компресора, LNG сепаратор	Переобв'язання обладнання, додавання насосу, холодильника, LNG сепаратор	Переобв'язання обладнання, додавання сепаратору, 2 насосів, холодильника, трійника, LNG сепаратор
Переваги	Менше піноутворення і корозійна активність, немає виносу аміну, дешевше МЕА, великий ступінь насичення	Витрата пари значно менша ніж при стандартних умовах. Найменші показники теплового навантаження	Витрата пари трохи менша ніж при стандартних умовах.	Витрата пари трохи менша ніж при стандартних умовах.
Недоліки	Якість загального очищення нижча, високе теплове навантаження	Великі капітальні затрати	Теплове навантаження не змінюється, але потребує значних капітальних затрат	Витрати на додаткові установки

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

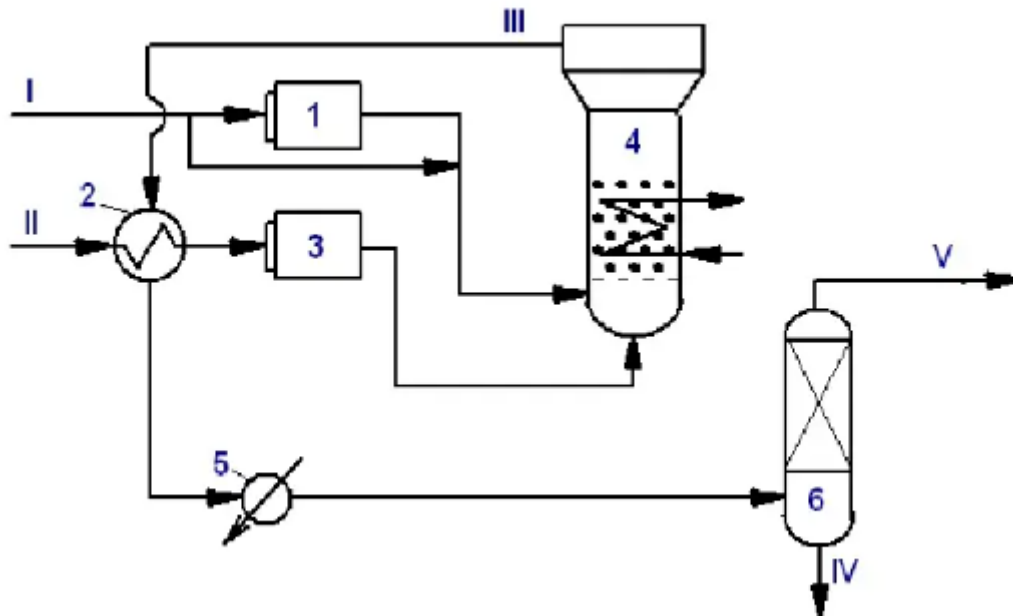


Рисунок 4.20 – Схема прямого окиснення сірководню в широкому діапазоні концентрацій сірководню в газах [57]: 1 – підігрівач повітря; 2– теплообмінник; 3– газопідігрівач; 4 – реактор із киплячим шаром каталізатора; 5 – конденсатор-холодильник; 6– сепаратор сірки; I – повітря; II– газ, що містить сірководень; III – відхідні гази; IV– сірка; V– очищений газ

Існує відомий метод очищення нафти, газоконденсату та їх фракцій від меркаптанів і сірководню, який включає оброблення вихідної сировини органічним реагентом. Цей реагент може бути діоксазином або їх сумішшю, при цьому до складу реагенту вводять третинні аміни [58]. Використання цього методу дозволяє підвищити ефективність очищення нафти, газоконденсату та їх фракцій від меркаптанів і сірководню, знизити витрати нейтралізаційного реагента і скоротити час оброблення сировини.

Була розроблена хемосорбційна лужно-каталітична технологія очищення попутного нафтового газу від сірководню. Ця технологія призначена для видалення H_2S із високосірчистих попутних нафтових газів низького тиску з невеликою продуктивністю (від 100 м³/год до 1000 м³/год). Це стосується більшості випадків, коли традиційні технології, такі як алканоламінове або адсорбційне очищення, не підходять з техніко-економічних показників.

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

Такий процес рідкофазного очищення може бути використаний для родовищ сірчистої нафти з низьким газовим вмістом. На рисунку 4.21 наведено принципову схему процесу лужно-каталітичного сіркоочищення попутного нафтового газу [59].

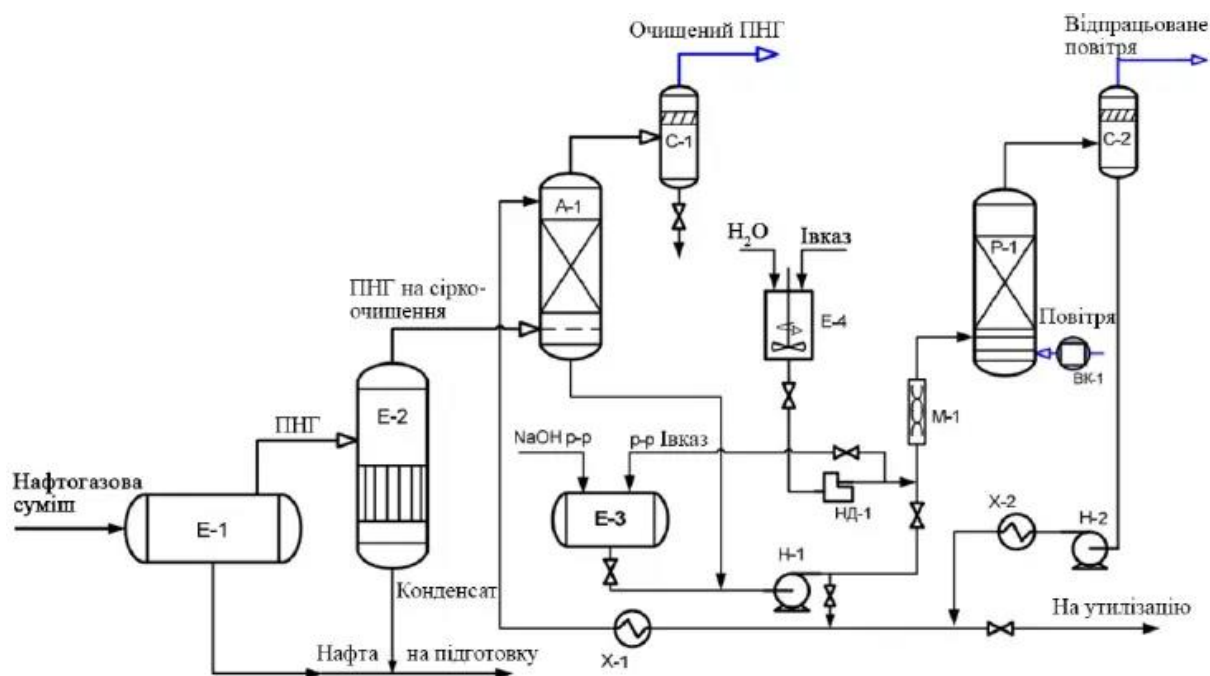


Рисунок 4.21 – Принципова технологічна схема лужно-каталітичного очищення попутного нафтового газу від сірководню [59]

За допомогою установки сіркоочищення з середньою продуктивністю до 200 $\text{nm}^3/\text{год}$ і концентрацією H_2S у газі 3–3,5% мас., можна гарантовано очистити попутний нафтовий газ від сірководню до рівня не більше 0,01% мас., що відповідає вимогам якості паливного газу для вироблення електроенергії.

Відомий спосіб очищення попутного нафтового газу від сірководню, який захищений авторським правом [60], включає змішування газу з рідким поглинувальним розчином - абсорбентом. Розчин абсорбенту містить гідроксиди металів I і II груп або їх суміші як хімічні реагенти, а також кобальт-фталоціаніновий каталізатор окислення. У процесі очищення сірководень перетворюється на нейтральні нетоксичні водорозчинні солі металів I і II групи. Установка включає абсорбер і регенератор у вигляді насадок або пустотілих

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

апаратів, які можуть бути вертикальними або горизонтальними. Вони оснащені диспергатором, що має форму U-подібної перфорованої труби, отвори в якій спрямовані під кутом 10–90° до осі труби, а також сепараторами, насосом для подачі абсорбенту в абсорбер, ємністю для приготування і зберігання абсорбенту, і компресором для подачі повітря в регенератор.

У нафтовій, газовій, нафтогазопереробній, хімічній та інших галузях промисловості можна застосовувати інший спосіб очищення газів від сірководню за допомогою абсорбційного методу з отриманням елементарної сірки [61]. Абсорбент складається з таких речовин на 1 літр розчину: хелатні сполуки заліза (у вираженні тривалентного заліза) 2 – 12 г, фосфат лужного металу (у вираженні фосфат-аніону) 10 – 16 г, карбонат і/або гідроксид лужного металу 1 – 60 г, метилдіетаноламін і/або триетаноламін 10–30 г, продукт взаємодії моноетаноламіна з формальдегідом 0,2 – 10 г і вода до 1 л. Як продукт взаємодії використовується реакційний продукт моноетаноламіна зблизька 37% розчином формальдегіду (формалін) з мольним співвідношенням моноетаноламіну до формальдегіду 1: (1–3). Для хелатного з'єднання заліза використовується комплекс тривалентного заліза з динатрієвою сіллю етилендіамінтетраоцтової кислоти (трилон Б). Для зниження утворення піни, абсорбент може також містити сульфат алюмінію в кількості 0,05–0,2 г/л. Основним технічним результатом є підвищення стабільності та зменшення корозійної активності абсорбенту під час збереження його високої поглинаючої здатності до сірководню.

На рисунку 4.22 наведено класифікаційну систему способів очищення газів від оксиду сульфуру.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			75



Рисунок 4.22 – Класифікаційна схема процесів десульфуризації відхідних промислових газів

У перспективі, ефективним методом очищення газових викидів з низьким вмістом сульфур (IV) оксиду є хемосорбційний підхід, який використовує рідкофазове окиснення сульфур (IV) оксиду за допомогою сполук заліза (II, III) [62]. На основі теоретичних та експериментальних досліджень була розроблена основна апаратурно-технологічна схема для нейтралізації сульфур (IV) оксиду в промислових газових викидах за допомогою розчинів сполук заліза (II, III) з отриманням гетиту (див. рис. 4.23).

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 19510008

Арк

76

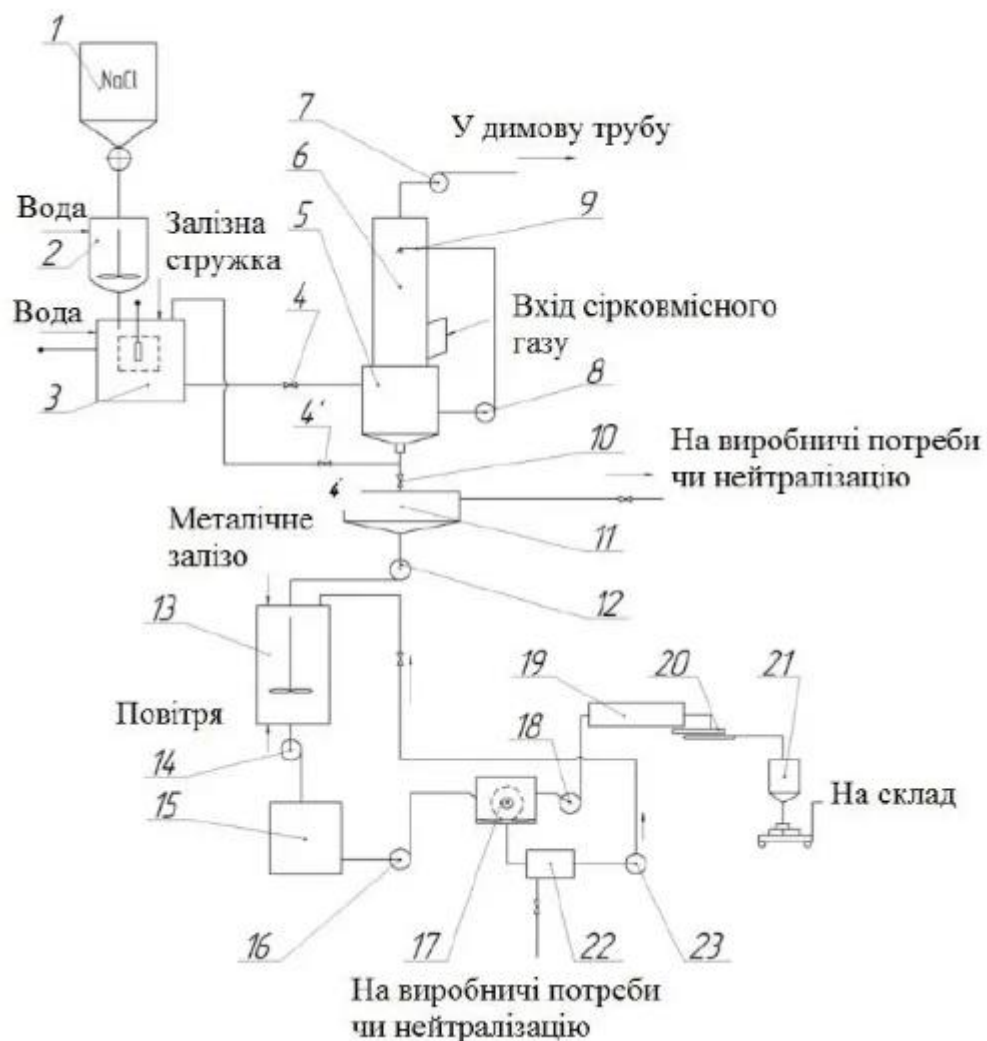


Рисунок 4.23 – Принципова апаратурно-технологічна схема знешкодження сульфур (IV) оксиду промислових газових викидів розчинами сполук заліза (II, III) з отриманням гетиту [62]: 1 – бункер з NaCl; 2 – бак для розчинення NaCl; 3 – електролізер; 4, 4' – засувки; 5 – циркуляційний бак; 6 – порожнистий форсунковий скруббер; 7 – димосос; 8 – відцентровий насос; 10 – засувка; 11 – відстійник; 12, 14, 16, 23 – насоси; 13 – реактор; 15 – збірник суспензії; 17 – барабанний вакуум-фільтр; 18 – шнек; 19 – сушарка; 20 – шнековий конвеєр; 21 – бункер пігменту; 22 – збірник фільтрату

Загальна схема складається з наступних етапів:

1. Приготування розчину сполук заліза (II, III).
2. Поглинання сульфур (IV) оксиду розчинами сполук заліза (II, III).

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № доубл.	Підп. і дата	ТС 19510008					Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	77

сполуки сірки в елементарну біосірку в процесах біохімічного очищення. Впровадження запропонованої технологічної системи дозволяє досягти таких екологічних результатів: видалення домішок, таких як сірководень і вуглекислий газ, з газових викидів, зокрема, від попутного нафтового газу; утилізацію фосфогіпсу як багатотоннажного відходу хімічної промисловості; отримання біосірки, яка може використовуватись для покращання харчування в агроєкосистемах.

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
ТС 19510008				
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
				Арк
				79

РОЗДІЛ 5 НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗАХИСТУ ГЕОСФЕРИ В НАФТОГАЗОВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

5.1 Законодавство та нормативно-правові акти України в частині захисту геосфери

Захист геосфери є надзвичайно важливою проблемою в сучасному світі. Нафтогазова промисловість, як і будь-яка інша галузь промисловості, може мати негативний вплив на навколишнє середовище, якщо не будуть дотримані відповідні правила та норми. Україна відповідальна за захист своїх геосфер та зобов'язана забезпечувати належний рівень екологічної безпеки.

Національна стратегія екологічної безпеки до 2020 року, Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" та ряд інших законодавчих актів та нормативно-правових документів є основою законодавства в Україні в частині захисту геосфери. Ці документи містять вимоги та норми щодо раціонального використання природних ресурсів, запобігання забрудненню довкілля та ефективного використання сировини.

Також важливо зазначити, що Україна зобов'язана дотримуватися міжнародних стандартів в цій сфері. Наприклад, Конвенція про охорону Чорноморського середовища від 1992 року та Болонська конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в прийнятті рішень та доступ до правосуддя в питаннях, що стосуються довкілля, підписана Україною.

Законодавство та нормативно-правові акти України також передбачають механізми контролю за виконанням вимог та норм у нафтогазовій промисловості. Державна інспекція з контролю за охороною навколишнього природного середовища здійснює нагляд та контроль за дотриманням екологічних норм у нафтогазовій промисловості. Крім того, існують процедури та механізми для відшкодування збитків, які можуть бути завдані природним середовищам внаслідок діяльності нафтогазових підприємств.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			80

РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ДОБУВАННІ НАФТИ

1. Загальні організаційно-технічні вимоги. Для здійснення діяльності, пов'язаної з видобутком нафти відповідно до напрямків, зазначених у розділі І цих Правил, підприємство повинно отримати необхідні дозволи від Державного комітету з нагляду за охороною праці та його територіальних органів. Для цього необхідно звернутися за відповідними дозволами до Держгірпромнагляду, згідно з Порядком видачі дозволів, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 15.10.2003 N 1631-2003-п (далі - НПАОП 0.00-4.05-03). Ці дозволи стосуються виконання робіт підвищеної небезпеки та експлуатації об'єктів, механізмів, машин та обладнання підвищеної небезпеки.

Усі об'єкти підвищеної небезпеки на підприємствах повинні бути ідентифіковані та обліковані згідно з встановленими процедурами. Робочі проекти на розвідку, розробку та облаштування нафтових та газових родовищ підлягають експертизі відповідно до законодавства.

Перед облаштуванням родовищ проектна документація повинна пройти погодження з територіальним органом Держгірпромнагляду. Роботи з підвищеною небезпекою проводяться за нарядом-допуском, який затверджує керівник підприємства. Перелік таких робіт, порядок оформлення наряду-допуску та переліки посад осіб, які мають право керувати цими роботами, визначаються керівником підприємства.

Ліквідація аварій при бурінні, експлуатації та капітальному ремонті нафтових та газових свердловин здійснюється згідно з вимогами Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" 1264-12, стандарту "Охорона довкілля.

2. Вимоги до персоналу. Для забезпечення безпеки та ефективності видобутку нафти вимагається, щоб персонал, що працює на об'єктах нафтогазодобувної промисловості, відповідав певним критеріям. Ці критерії

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

										ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата							85

включають медичний огляд та відсутність протипоказань за станом здоров'я для роботи відповідно до вимог Переліку робіт, де є потреба в професійному доборі, затвердженого Міністерством охорони здоров'я України та Держнаглядом охорони праці.

Також необхідний наркологічний огляд відповідно до постанови Кабінету Міністрів України щодо профілактичного наркологічного огляду. Організація навчання, проведення інструктажів, перевірки знань з охорони праці та пожежної безпеки та допуск персоналу до самостійної роботи здійснюється згідно з вимогами відповідних нормативних актів.

Керівниками робіт з буріння, освоєння та ремонту свердловин, геофізичних робіт у свердловинах, видобування та підготовки нафти і газу можуть бути особи з відповідною освітою, що пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці та пожежної безпеки згідно з встановленими вимогами.

Допуск до роботи не надається особам, які не пройшли відповідне навчання, інструктаж та перевірку знань з охорони праці та пожежної безпеки, оскільки це може підвищити ризик виникнення аварійних ситуацій та небезпек для персоналу і навколишнього середовища.

Загальні вимоги до персоналу, пов'язані з його фаховою підготовкою, медичним станом, знаннями з охорони праці та пожежної безпеки, мають на меті забезпечити безпечність та ефективність робіт на об'єктах нафтогазодобувної промисловості. Дотримання цих вимог сприяє запобіганню негативним наслідкам, пов'язаним зі здоров'ям персоналу та екологічними ризиками, що можуть виникнути при видобутку нафти.

3. Вимоги до засобів захисту працівників. Забезпечення безпеки працівників, зайнятих у видобутку нафти, є надзвичайно важливим аспектом організації робочого процесу. Це передбачає виконання загальних вимог щодо захисту працівників, які працюють у шкідливих, небезпечних умовах або пов'язаних з забрудненням, а також в екстремальних температурних умовах.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			86

необхідно передбачити заходи для зниження руху, руйнування та розгерметизації обладнання.

Зовнішні поверхні обладнання та теплоізоляційні покриття не повинні перевищувати температуру самозаймання найбільш вибухопожежонебезпечного продукту, а місця, доступні для персоналу, повинні унеможливлювати опіки.

Запірні, відсічні і запобіжні пристрої на трубопроводах насосів та компресорів мають бути розташовані максимально наближеними до них і знаходитись у зручній і безпечній зоні для обслуговування.

Під час викручування гайок не дозволяється використовувати металеві пластини між гайкою та ключем або додатковий ключ. При роботі з ударним інструментом або в умовах можливого відлітання осколків необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту, такі як окуляри, каски, маски, а також встановлювати захисні ширми для захисту оточуючих.

При роботі на висоті інструмент необхідно прив'язувати і переносити в спеціальних сумках. Інструмент, використовуваний у котлованах або траншеях, має бути розташований не ближче 0,5 метра від країв. Інструмент на висоту слід піднімати за допомогою фала. Заборонено класти інструмент на поручні огорожень, недоступні краї площадок, котлованів, люків, колодязів або ємностей.

Експлуатація обладнання, механізмів та інструменту в несправному стані або без робочих пристроїв безпеки заборонена, якщо це передбачено технічною документацією підприємства-виробника, а також при перевищенні робочих параметрів понад паспортні значення.

Ремонт обладнання повинен проводитись тільки після відключення електромережі, скидання тиску, зупинки рухомих частин та вжиття заходів для запобігання випадковому увімкненню чи руху під впливом сили тяжіння та інших факторів.

Загальні вимоги до обладнання, інструменту та контрольно-вимірювальних приладів повинні дотримуватися з метою забезпечення безпеки та ефективної

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			89

експлуатації. Регулювання, блокування та захист технологічних систем, їх окремих елементів та обладнання повинні бути забезпечені необхідними засобами, які гарантують безпечну експлуатацію. Крім того, вибухонебезпечним технологічним процесам слід передбачати автоматичні системи регулювання та протиаварійного захисту, які запобігають утворенню вибухонебезпечного середовища та інших аварійних ситуацій при відхиленні від передбачених гранично-допустимих параметрів. Важливим аспектом є правильне встановлення обладнання на міцних фундаментах, згідно з проектом або вимогами інструкцій з монтажу та експлуатації, для забезпечення його нормальної роботи.

Також слід мати на увазі, що обладнання, використовуване в нафтогазодобувній промисловості та що потребує обов'язкової сертифікації, повинне мати сертифікат, що виданий органами сертифікації відповідно до стандарту "Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення сертифікації продукції" та підтверджує його відповідність чинним в Україні нормативним вимогам (ДСТУ 3413-96).

6. Вимоги до електрообладнання. Електрообладнання для бурових і нафтогазопромислових установок повинно відповідати організаційно-технічним вимогам та нормам безпеки. Проектування, монтаж, налагодження, випробування і експлуатація електрообладнання повинні відбуватись згідно з правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів та правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів.

Комірки розподільних пристроїв бурових установок мають бути обладнані блокуванням, що запобігає проведенню операцій з роз'єднувачем або ввімкнення роз'єднувача при відкритих задніх дверях комірки. Також необхідно установлювати металеві частини електроустановок та корпуси електрообладнання для забезпечення безпеки персоналу.

Заземлювальний пристрій повинен регулярно перевірятись на технічний стан, проводячи огляд видимої частини, перевірку ланцюга заземлення, вимірювання опору заземлювального пристрою та перевірку надійності з'єднань.

Підп. і дата	Інв.№дубл.	Взаєм.інв.№	Підп. і дата	Інв.№подел.
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 19510008

Арк

90

12. Перспективи впровадження технологій захисту геосфери в нафтогазовій промисловості / В. М. Герус, В. В. Лукаш, О. В. Кузьменко, Т. С. Левченко // Екологія та природні ресурси. - 2019. - Т. 1, № 3. - С. 23-27.

13. Геоєкологія та нафтогазова промисловість: взаємодія і проблеми / М. М. Бакун, В. В. Іванов, М. І. Лисенко, О. М. Луговий // Нафтогазова галузь України. - 2016. - № 8. - С. 28-32.

14. Калінін В. В. Охорона навколишнього середовища в нафтогазовій промисловості: теорія і практика / В. В. Калінін, С. О. Павлов // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. - 2017. - № 36. - С. 121-126.

15. Технології захисту геосфери в нафтогазовій промисловості / О. В. Шевченко, В. А. Єфремов, О. І. Барановська, І. В. Соколовська // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - 2018. - № 1. - С. 90-95.

16. Щодо екологічного стану відкритих водойм, що знаходяться на території видобутку нафти та газу / В. І. Русин, О. І. Рудик, С. В. Маркович, Н. В. Полянська // Екологія та природні ресурси. - 2020. - Т. 2, № 2. - С. 78-83.

17. Ковальова М. М. Вплив нафтогазової промисловості на геосферу та шляхи його зменшення / М. М. Ковальова // Науковий вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - 2018. - № 2. - С. 51-56.

18. П'ятницький В. М., Коваленко Ю. А., Іванова Т. Є. Гідродинамічне руйнування та його наслідки. Київ: Наукова думка, 2005.

19. Ситник О. В., Коваленко Ю. А., П'ятницький В. М. Геодинамічні процеси в басейні річки. Київ: Довіра, 2010.

20. Шутенко Л.М. Рудь О.Г., Кічаєва О.В. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с..

21. Львов Г. Г. Екологічні проблеми берегової зони морів і океанів. Київ: Наукова думка, 2008.

22. Шевчук О. Є., Ващук І. І. Гідродинамічні процеси в руслах річок. Львів: СПОЛОМ, 2006.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			96

53. Khalmuradov B. D., Harbuz S. V., Ablieieva I. Y. Analysis of the technogenic load on the environment during forced ventilation of tanks. Technology audit and production reserves. 2018. № 1/3(39). P. 45– 52.

54. Pliatsuk L. D., Ablieieva I. Yu. System approach to oil production wastewater treatment. Water supply and wastewater disposal: Collective monograph. Lublin: Lublin University of Technology. 2018, P. 242– 250.

55. Спосіб біоремедіації нафтозабруднених об'єктів: патент 146472 Україна, МПК (2006.01) B09C 1/10 / І.Ю.Аблеєва, Л. Д. Пляцук, І. О. Бережна, С. М. Габбасова; заявник та патентовласник Сумський державний університет. №u202005565; заявл. 27.08.2020; опубл. 24.02.2021, Бюл. №8.4с.

56. ЗВІТ з оцінки впливу на довкілля планової діяльності по об'єкту: Нове будівництво АЗС з пунктом сервісного обслуговування водіїв та пасажирів і АГЗП зі знесенням існуючих будівель і споруд по вул. Космічній, 32 А в м. Дніпро. Тернопіль: ПП «Моноліт-ПРОЄКТ», 2019. 202с. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/EKOLOGIA/zviti/ust-kos-zvit-ovd-3092019.pdf>.

57. Павлюх Л.І. Удосконалення технології сорбційного очищення нафтовмісних стоків. Нафтогазова галузь України. 2013. № 1. С. 46– 48.

58. Мальований М. С., Петрушка І. М. Очищення стічних вод природними дисперсними сорбентами: монографія. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. 180 с.

59. Німець Н.М. Підвищення екологічної безпеки повернення супутньо пластових вод в надра нафтогазоконденсатних родовищ з вилученням йоду: дис...на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю :21.06.01 «Екологічна безпека». Харків: Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», 2019. 199 с.

60. Сучасні процеси водопідготовки та водоочищення / Г.В. Дейниченко та ін. Обладнання та технології харчових виробництв. 2016. Вип. 34. С. 55– 63.

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

					ТС 19510008		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			100

61. Нестер А. А., Корчик Н. М., Баран Б. А. Стічні води підприємств та їх очищення : монографія. Хмельницький : ХНУ, 2008. 171 с.
62. Plyatsuk L. D., Chernysh Y. Y., Ablicieva I. Y., Kozii I.S., Balintova M., Matiash Y. O. Sulfur utilization in the systems of biological wastewater denitrification. Journal of Engineering Sciences. Sumy : Sumy State University, 2018. Volume 5, Issue 1.P. H7-H15.
63. Alan Records, Ken Sutherland Decanter Centrifuge : 1st Edition. Handbook.Elsevier Science. 2001. 421 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-1-856173-69-8.X5000-X>.
64. Тарифи. ТОВ «Енера» : вебсайт. URL: <https://sm.enera.ua/el/tariff> (дата звернення: 23.06.2022).
65. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25 червня 1991 року № 1264-ХІІ.
66. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України "Про затвердження Правил зберігання та перевезення відходів від видобування, переробки та зберігання нафти та газу" від 23.12.2015 № 1040.
67. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Положення про порядок розгляду заявок на надання дозволу на користування надрами" від 03.04.2002 № 439.
68. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Положення про державну екологічну експертизу" від 26.08.1996 № 929.
69. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Правил охорони надр" від 21.08.1992 № 493.
70. Закон України "Про державне регулювання діяльності з використання ядерної енергії та радіаційного захисту" від 18.06.1991 № 1245-ХІІ.
71. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" від 05.04.1993 № 2167-ХІІ.
72. Закон України "Про використання атомної енергії та радіаційну безпеку" від 08.07.1999 № 395-ХІV.

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

						ТС 19510008	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			101

98. Закон Китайської Народної Республіки "Про захист прав інтелектуальної власності" від 04.09.2021.

99. Рішення Конституційного Суду України у справі "Про звернення громадян до органів державної влади та місцевого самоврядування" від 17.07.2012 року.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 19510008	Арк 104
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		