

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Кафедра нафтогазової інженерії та технологій

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Удосконалення технології очищення пластових вод свердловин за допомогою магнітного сепаратора

Розробив студент групи 601-МВ
Керівник роботи.

Калач Д.В.
доц. Бухкало С.І.

2025

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра нафтогазової інженерії та технологій
Спеціальність 185 Нафтогазова інженерія та технології

До захисту

Завідувач кафедри
В. О. Зурешко

С. М. М.


МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: Удосконалення технології очищення пластових вод свердловин за допомогою магнітного сепаратора

Пояснювальна записка

Керівник

Доц. Бухкало С.І.

Виконавець роботи

Калач Денис Віталійович

посада, наук. ступінь, ПІБ

С.І.

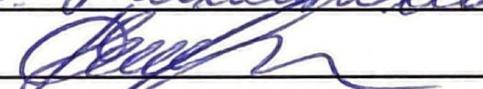
підпис, дата,

студент, ПІБ

група 601-МВ


підпис, дата

Консультант за 1 розділом

к.т.н. доц. Михайлова О.В.


посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 2 розділом

к.т.н. доц. Зестеренко Т.М.

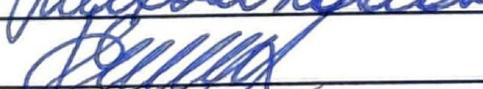

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 3 розділом

к.т.н. Савчук В.О.


посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 4 розділом

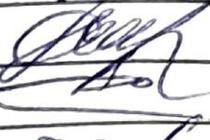
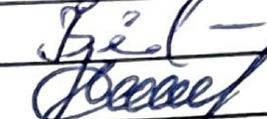
к.т.н. доц. Михайлова О.В.


посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Дата захисту 23.12.2025

Полтава, 2024

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	к.т.н. доц. Михайловський О.В.		
2	к.т.н. доц. Нескоренко Г.М.		
3	к.т.н. доц. Савчук В.М.		
4	к.т.н. доц. Михайловська О.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Етапи підготовки	Термін виконання
1	Інформаційно-оглядова частина	14.10-03.1
2	Експериментальна частина	04.11-24.1
3	Теоретична частина (Аналітика. Статистика. Моделювання)	25.11-15.1
4	Впровадження результатів досліджень	16.12-05.0
5	Оформлення та узгодження роботи	06.01-12.0
6	Попередні захисти робіт	13.01-17.0
7	Захист магістерської роботи	

Студент


(підпис)Корюк О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)Гаржало С.І.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Калача Дениса Віталійовича

«Удосконалення технології очищення пластових вод свердловин за допомогою магнітного сепаратора»

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології». Національний університет «Полтавська Політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024.

Розглянуто хімічний склад стічних пластових вод та виявлено аспекти їхнього впливу на навколишнє середовище. Існуючі на даний час методи очищення стічних пластових вод досить дорогі, або не забезпечують достатнього ступеня очищення. У зв'язку з цим великий теоретичний та практичний інтерес являє аналіз можливості використання методу із застосуванням магнітного впливу очищення стічних пластових вод від нафтопродуктів.

На системі підготовки Абазівського родовища запропоновано вдосконалити шляхом застосування екологічно безпечної технології очищення пластових вод від нафтопродуктів з застосуванням магнітного сепаратора.

До переваг методу очищення води з застосуванням установки компактність установки, відсутність необхідності внесення в воду додаткових реагентів, незалежність до різких змін таких показників, як температура, рівень кислотно-лужного балансу середовища.

В результаті застосування установки магнітної сепарації з метою очищення стічних пластових вод на Абазівському родовищі прогнозується економічний ефект 1,387 млн. грн.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РОДОВИЩЕ, ПЛАСТОВА ВОДА, МАГНІТ, СВЕРДЛОВИНА, НАФТОПРОДУКТИ.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ПЛАСТОВИХ ВОД.....	7
1.1 Екологічні аспекти нафтовидобувної галузі	7
1.2. Обґрунтування необхідності розробки методу очищення пластових вод.....	11
1.3 Способи очищення пластових вод від нафтопродуктів	19
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	29
РОЗДІЛ 2: ОПИС СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ ПЛАСТОВИХ ВОД РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ МАГНІТНОЮ СЕПАРАЦІЄЮ.....	31
2.1 Аналіз методологічних підходів застосування магнітних сепараторів для очищення пластових вод від нафти.....	31
2.2. Теоретичні основи процесу магнітної сепарації.....	33
2.3. Дослідження ефективності високоградієнтного магнітного сепаратора для очищення пластової води від нафтових забруднень.....	36
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	41
РОЗДІЛ 3: ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ПЛАСТОВИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЇ НА АБАЗІВСЬКОМУ РОДОВИЩІ	43
3.1. Геологічна будова родовища	43
3.1.1 Загальні відомості про родовище	43
3.1.2 Стратегія та тектоніка.....	44
3.1.3.Гідрологічна характеристика.....	48

	4
3.2 Аналіз системи збору і підготовки продукції.....	49
3.3.Пропозиції щодо впровадження технології на Абазівському родовищі.....	56
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3	60
РОЗДІЛ 4: ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	62
4.1. Основні положення	62
4.2. Охорона атмосферного повітря	63
4.3. Охорона водного середовища.....	65
4.4. Охорона земель, лісу, флори та фауни	66
4.5. Охорона надр.....	68
4.6. Утилізація промстоків при експлуатації родовища	68
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4	69
РОЗДІЛ 5: РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ	70
5.1. Розрахунок вартості будівництва установки пластової води Абазівського родовища	70
5.2.Визначення економічної ефективності створення установки.....	72
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5	73
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	75

ВСТУП

Актуальність теми. При нафтовидобуванні пластові води, що відокремлюються від нафти в процесі її збору та підготовки, закачуються в пласти для підтримання пластового тиску. Присутність у воді, що закачується емульсійних крапель нафти та механічних домішок призводить до зниження приймальності пористого середовища колектора. Тому перед закачуванням підтоварних вод у пласти потрібно їх глибоке очищення. Норми якості пластової води, закачується в продуктивні пласти, визначаються видом колектора (його проникністю та пористістю) і для деяких видів досягають значень менше 5 мг/дм³ (галузевий стандарт ОСТ 39-225-88).

Серед сучасних методів очищення води від нафтопродуктів можна виділити наступні: механічні, фізико-хімічні, хімічні та біологічні. Механічні методи (центрифугування, відстоювання, фільтрування) дозволяють вилучити в основному великодисперсну фракцію забруднювача. Хімічні та фізико-хімічні методи очищення ефективні, але вимагають використання додаткових хімічних реагентів, які також можуть бути забруднювачами. Найбільш екологічні методи - біологічні - позбавлені перелічених вище недоліків, але застосування бактеріального очищення вимагає тривалого часу та відповідних температурних умов, сприятливих для діяльності мікроорганізмів-деструкторів.

Перспективним є метод фізико-хімічного очищення вод від нафтопродуктів методом омагнічування вилучених частинок нафти для подальшого вилучення з допомогою магнітного поля.

Таким чином, дослідження в галузі розробки ефективних пристроїв очищення емульгованих пластових вод від нафтопродуктів є актуальним.

Метою дослідження є опис технології та розроблення рекомендацій щодо застосування технології високоградієнтного магнітного сепаратора для очищення пластової води від нафтових домішок.

Для реалізації поставленої мети дослідження було сформульовано такі завдання дослідження:

1. Вивчення компонентного складу пластових вод родовища та визначення основних тенденцій його зміни за час видобування продукції.
2. Розглянути експериментальне використання установки магнітної сепарації для очищення пластових вод від нафтопродуктів.
3. Розробка технологічної схеми та рекомендацій щодо очищення пластових вод від нафтопродуктів Абазівського родовища.

Об'єкт досліджень – нафтові родовища на пізній стадії розроблення.

Предмет дослідження – технологія магнітної сепарації для очищення пластових вод..

Наукова новизна:

1. Проведено аналіз впливу пластових вод на навколишнє середовище.
2. Обґрунтовано необхідність очищення пластових вод від нафтопродуктів, особливо на родовищах тривалих термінів експлуатації.
3. Встановлено, що очищення стічних пластових вод від нафтопродуктів на Абазівському родовищі є доцільним.
4. Надано рекомендації щодо застосування технології високоградієнтного магнітного сепаратора для очищення пластової води від нафтових домішок на Абазівському УКПГ.

Роботу було представлено на засіданні Круглого столу «Основні тенденції розвитку нафтогазової галузі – 2024» у Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

РОЗДІЛ 1: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ПЛАСТОВИХ ВОД

1.1 Екологічні аспекти нафтовидобувної галузі

Так як нафтовидобувна промисловість є виробництвом яка може нести значне екологічне навантаження при бурінні та експлуатації нафтовидобувних свердловин слід вживати додаткових запобіжних заходів. Особливу увагу приділяти запобіганню впливу техногенних джерел забруднення на вразливі компоненти навколишнього середовища в рекреаційних зонах.

При аналізі можливих екологічних аспектів можна зробити висновок, що найбільшу загрозу навколишньому середовищу завдають відходи виробництва, що утворюються, а також скидання виробничих стоків. При цьому можливі такі негативні впливи: зміна хімічного складу поверхневих та підземних вод, зміна хімічного складу ґрунтів, скорочення площі земель, придатних для використання тощо [1].

Пластові води потрапляють на поверхню під час видобутку нафти шляхом буріння свердловин. Такі води розташовуються в нафтоносних пластах у вигляді шару, що підстилає, або утворюють окремі водоносні горизонти. Обсяг таких вод може перевищувати обсяг видобутої нафти у 2,5 – 6 разів.

Від способу утворення та умов розташування у підземних шарах залежить рівень мінералізації та компонентний вміст. Ці показники дозволяють поділити води на такі види: молекулярно зв'язані води, адсорбовані на мінеральних частках гірської породи;

седиментаційні води - присутні у відкладеннях від часу формування опадів;

інфільтраційні води - проникають у пласт із поверхневих джерел (атмосферні опади, води відкритих джерел);

елізійні води - просочуються в пласт із сусідніх горизонтів у разі зростання тиску гірської породи чи геотектонічних рухів.

При вилученні нафти вода, яка супроводжує потік, містить від 200 до 1000 мг/л нерозчинних вуглеводнів, а також мінеральні речовини та зважені частки. Якщо вони надходять у водойми то викликають:

- в ґрунтових водах: зміни мінерального складу, рН, водно-повітряного режиму, вуглецево-азотного балансу;
- в ґрунтах: зниження темпів ґрунтоутворення та родючості ґрунту внаслідок засолення та осолонцювання ґрунту та, як наслідок, порушення біологічного балансу через погіршення стану рослинного покриву та прогресуюче збіднення біогеоценозу;
- у відкритих водоймищах: утворення нафтової плівки на поверхні води та осідання важких фракцій нафтопродуктів на дні, які порушують процеси життєдіяльності гідробіонтів;

Забруднені пластові води потрапляють у навколишнє середовище при порушенні технологічного процесу видобутку корисних копалин, знос обладнання або неправильному виборі технологій очищення.

Розглянемо загальні статистичні дані щодо забруднення довкілля у Полтавщини.

Забруднення нафтопродуктами і нафтопромисловими сточними водами впливає на гумусний стан, кислотно-лужну рівновагу, вміст рухомих форм азоту і фосфору, ферментативну активність і хімічний склад водної витяжки ґрунту солевий склад ґрунтових вод на території.

Хімічний склад нафти пластових вод у різних районах різний, що обумовлено їхнім формуванням в природному середовищі. Техногенні потоки свердловини, забруднюючи ґрунт, поверхневі і ґрунтові води, порушують ґрунтові та водні біоценози [3].

Забруднення поверхневих вод. У 2013 році у складі стічних вод, що вимагають очищення, об'ємом 962,57 млн. м³ у водні об'єкти Полтавщини надійшло 44645,03 тонн хімічних речовин (у 2012 р. – 53658,0 тонн), з них

основні: сульфати – 12009,6 (у 2012 р. – 11228,8 т.), хлориди – 10078,7 тонн (у 2012 р. – 9687,5 т.), кальцій – 1788,8 тонн (у 2012 р. – 1764,0 т.), магній – 584,1 тонн (у 2012 р. – 565,0 т.), фосфати – 555,3 тонн (у 2012 р. – 621,7 т.), нітрати – 13268,0 тонн (у 2012 р. – 14825,4 т.).

Маса інших забруднюючих речовин, що визначаються у складі скинутих у поверхневі води стічних вод, склала близько 14,3% від загальної маси забруднюючих домішок. Тим не менш, скидання деяких з них може призводити до погіршення якості води природних водних об'єктів (нітрити, СПАР, нафта та нафтопродукти, органічні речовини з БПКп, мідь, цинк, свинець та ін.) [2]. Вклад кожної забруднюючої речовини у загальне забруднення природних поверхневих вод краю представлений на діаграмі (рис. 1.1).

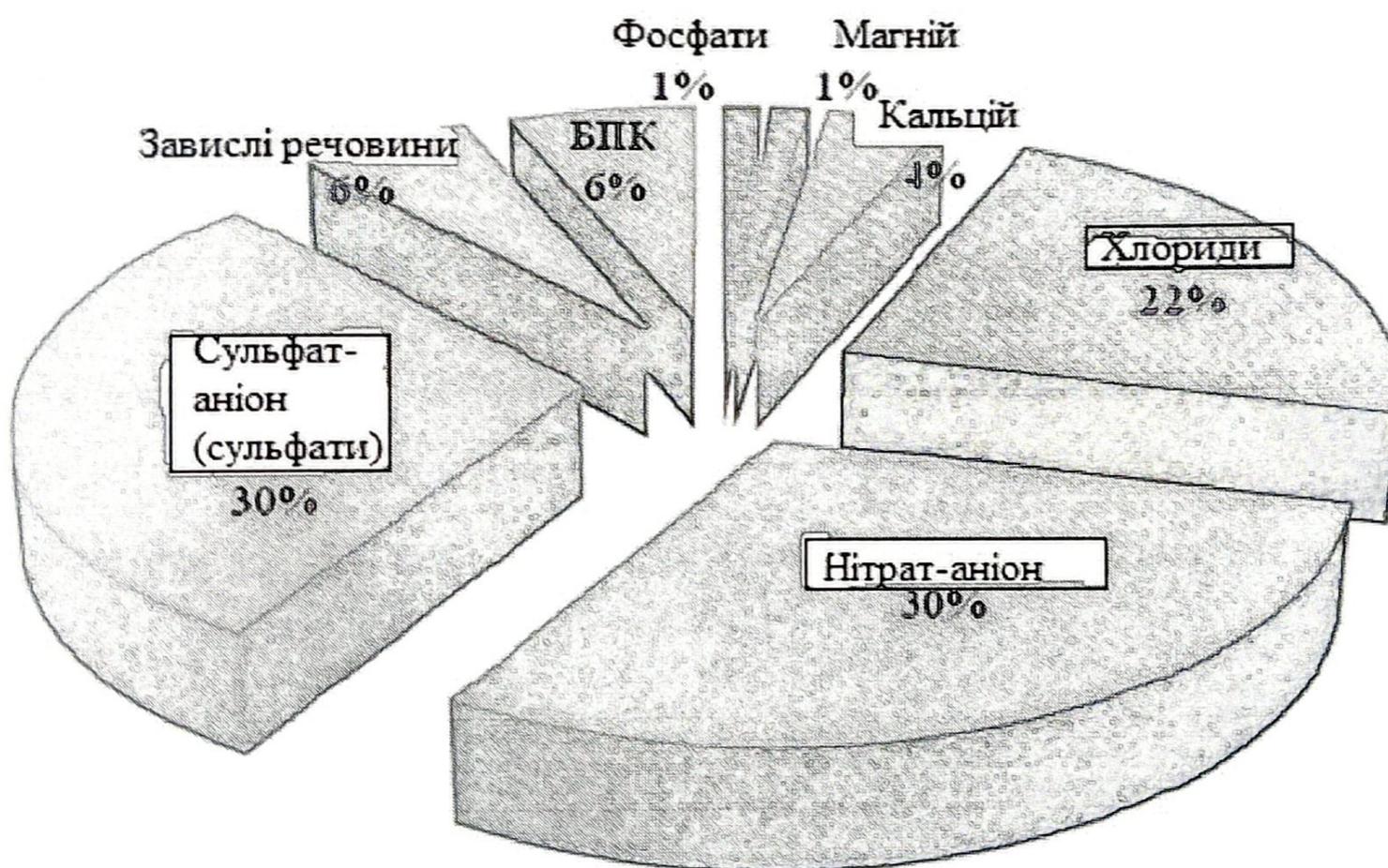


Рис. 1.1 – Співвідношення маси забруднюючих речовин, злитих у водні об'єкти Полтавщини у 2019 році.

До пріоритетних речовин, що забруднюють питну воду систем централізованого господарсько-питного водопостачання, віднесено: - солі кальцію та магнію, залізо, аміак, марганець та його сполуки, нітрати,

сульфати, сульфідни та сірководень, фториди, хлориди та ін. (за рахунок надходження з джерела водопостачання);

- залізо, хлор (за рахунок забруднення питної води у процесі водопідготовки);

- аміак, залізо (що забруднюють питну воду у процесі транспортування).

У 2013 році частка проб, що не відповідають санітарно-епідеміологічним вимогам щодо вмісту хімічних забруднюючих речовин, склала 1,2 % (у 2011 році – 1,3 %, у 2012 році – 1,05 %). Найбільший відсоток проб, що не відповідають санітарно-епідеміологічним вимогам, відзначався у 2013 році:

- за вмістом сульфідів та сірководню – 17,2% (у 2011 році – 14,3 %, у 2012 році – 25,9 %) підвищений вміст сульфідів та сірководню впливає на шлунково-кишковий тракт;

- за вмістом фтору – 8,5 (у 2011 році – 36,1 %, у 2012 році – 28,4 %); підвищений вміст фтору в питній воді може призводити до захворювань зубів та кісткової системи (флюороз);

- за вмістом хлоридів – 1,9 % (у 2011 році – 2,5 %, у 2012 році – 1,2 %); 21 - за вмістом заліза – 1 % (у 2011 році – 0,6 %, у 2012 році – 0,7 %) залізо може впливати на слизові оболонки, шкіру, кров, імунну систему; - за вмістом марганцю – 0,6 % (у 2011 році – 0,0 %, у 2012 році – 0,3 %); марганець може діяти на ЦНС та кров;

- за жорсткістю – 1,96 % (у 2011 р. – 2,04 %, у 2012 р. – 1,79 %); підвищена жорсткість води може викликати збільшення захворюваності на сечокам'яну хворобу.

На даний час накопичено понад 10 млн. тонн і майже стільки ж щорічно утворюється небезпечних промислових відходів, з них використовується на підприємствах близько 40-50% від загальної кількості відходів і близько 40% - розміщується на звалищах та полігонах, на яких вже накопичено понад 80 млн тонн відходів.

Підприємства з видобутку та переробки нафти забруднюють атмосферу вуглеводнями. Продукти, що отримуються в результаті переробки, мають більшість її властивостей. При спалюванні їх як паливо виділяється велика кількість вуглекислого газу, оксиду азоту, різні сірчисті сполуки.

Ускладнення та аварії при бурінні свердловини є невід'ємною, але небажаною та проблемною частиною будівництва свердловини. Вони нерідко зустрічаються при бурінні будь-якої свердловини. Джерела забруднення при бурінні свердловин можна поділити на постійні та тимчасові. До перших відносяться фільтрація та витікання рідких відходів буріння, до другої групи належать джерела тимчасової дії.

Особливо велику шкоду відпрацьовані нафтопродукти завдають водних ресурсів. Так, за оцінками експертів, один літр відпрацьованої нафти може забруднити близько 7 мільйонів літрів ґрунтових вод.

Накопичення нафтопродуктів призводить до зменшення розчиненого кисню та спричиняє смертність багатьох видів водних організмів.

Стічні води нафтопереробних підприємств значно забруднені, враховуючи кількість джерел, що вступають у контакт у процесі нафтопереробки (наприклад, протікання обладнання, розливи та знесолення сирової нафти). Ця забруднена вода може містити нафтові залишки та багато інших небезпечних відходів. Внаслідок корозії трубопроводів, порушення технології та термінів експлуатації протягом року відбувається близько трьох поривів нафтопроводів та водоводів пластової води. Середній обсяг скидів нафти і розсолів кожного пориву становить приблизно 5м³.

1.2. Обґрунтування необхідності розробки методу очищення пластових вод

Утилізація стічних пластових вод як екологічна проблема нафтогазової галузі. Стічні пластові води утворюються на нафтогазовидобувних підприємствах і є водною частиною рідинної фази продукції експлуатаційних свердловин, що надходить разом з газом, вуглеводневим конденсатом і нафтою і відокремлюється від них у процесі сепарації.

Так як обсяги пластових вод, що вилучаються разом з нафтою, часто перевищують аналогічні кількісні показники видобутку нафти, необхідно, щоб комплексний підхід до вивчення, оцінювання та експлуатації нафтових родовищ зайняв домінуюче положення при облаштуванні та експлуатації нафтових родовищ. Нині у літературі [4-6] дедалі більше йдеться про можливість застосування попутних пластових вод як джерела мінеральної сировини.

До складу пластових вод у невеликих концентраціях входять йод, бром, магній, літій та бор. Потенційні ресурси цих елементів величезні – щорічний обсяг видобутих попутно з нафтою пластових вод у Росії та Україні становить 800 млн. м³.

Крім того, використання пластових вод, що попутно видобуваються, особливо на родовищах з нерентабельним видобутком нафти, може знизити вартість видобутку нафти за рахунок додаткового отримання товарної продукції і, як наслідок, зберегти наявну інфраструктуру нафтопромислів та робочі місця. Сучасна концепція природокористування передбачає, зокрема, можливість і бажаність комплексної переробки водних нафтових родовищ, що попутно видобуваються, для вилучення корисних компонентів у низьких промислових концентраціях (йоду, літію, бору більше 10 мг/л, магнію - 500 мг/л і більше, бромю - 2 мг/л і більше) одночасно з очищенням вод від механічних домішок та нафти. При цьому після вилучення неорганічних компонентів воду направляють у систему підтримки пластового тиску для закачування пласт.

Пластові стічні води складаються в основному (до 85 %) із попутної

пластової води, яка відділяється від нафти в процесі її збору та підготовки, а також містить прісну воду (каналізаційна, дощові стоки).

Пластові води характеризуються різною мінералізацією або вмістом неорганічних солей від 1,0 до 3000 г/л. Відповідно, із збільшенням мінералізації зростає і густина води, яка може досягати 1500 кг/м³. В незначній мірі в такій воді розчинені вуглеводневі гази, азот, сірководень та інші. Вони характеризуються значною корозійною активністю. [28].

Частину стічних вод на деяких нафтогазопромислах нагнітають в водопоглинальні горизонти, оскільки це не потребує їх підготовки, а скидання в відкриті водойми заборонено. Однак деяка економія на підготовці стічних вод не може компенсувати тих недоліків та ускладнень, які характерні при використанні в системі підтримки пластового тиску (ППТ) прісної води. Крім того, скидання пластової води без її попередньої підготовки може спричинити відчутні втрати нафти [8].

Підготовка пластових вод зводиться до деякого видалення нафти і механічних домішок перед закачуванням їх в продуктивні пласти. Зневоднення нафти може починатись в установках попереднього скиду води (УПС) і продовжуватись на центральному збірному пункті в установках УПН.

Промислова практика показує, що пластова вода, яка відділяється від нафти в установках УПС та на першій ступені заводнення в установках УПН містить порівняно незначну кількість домішок, в тому числі і нафти. В деяких випадках, особливо при видобутку легкої малов'язкої нафти, яка не схильна до утворення стійких емульсій, таку воду можна використовувати в системі ППТ без попередньої підготовки. Якщо ж пластова вода не відповідає встановленим вимогам, що часто має місце при наявності слабопроникних колекторів, то її необхідно направляти на установку підготовки води (УПВ).

Перші такі установки були відкритого типу з використанням пісколовок, нафтопасток, земляних або залізобетонних амбарних установок

Сучасні установки підготовки води є закритими, а принцип її підготовки ґрунтується в основному на відстої та фільтрації або тільки на відстої води. [13]

В даний час у вітчизняній практиці очищення стічних вод широко застосовуються резервуари-відстійники, оснащені різними пристроями. Схема очистки пластових и стічних вод за допомогою рідинних фільтрів представлена на рисунку 1.1 [22]

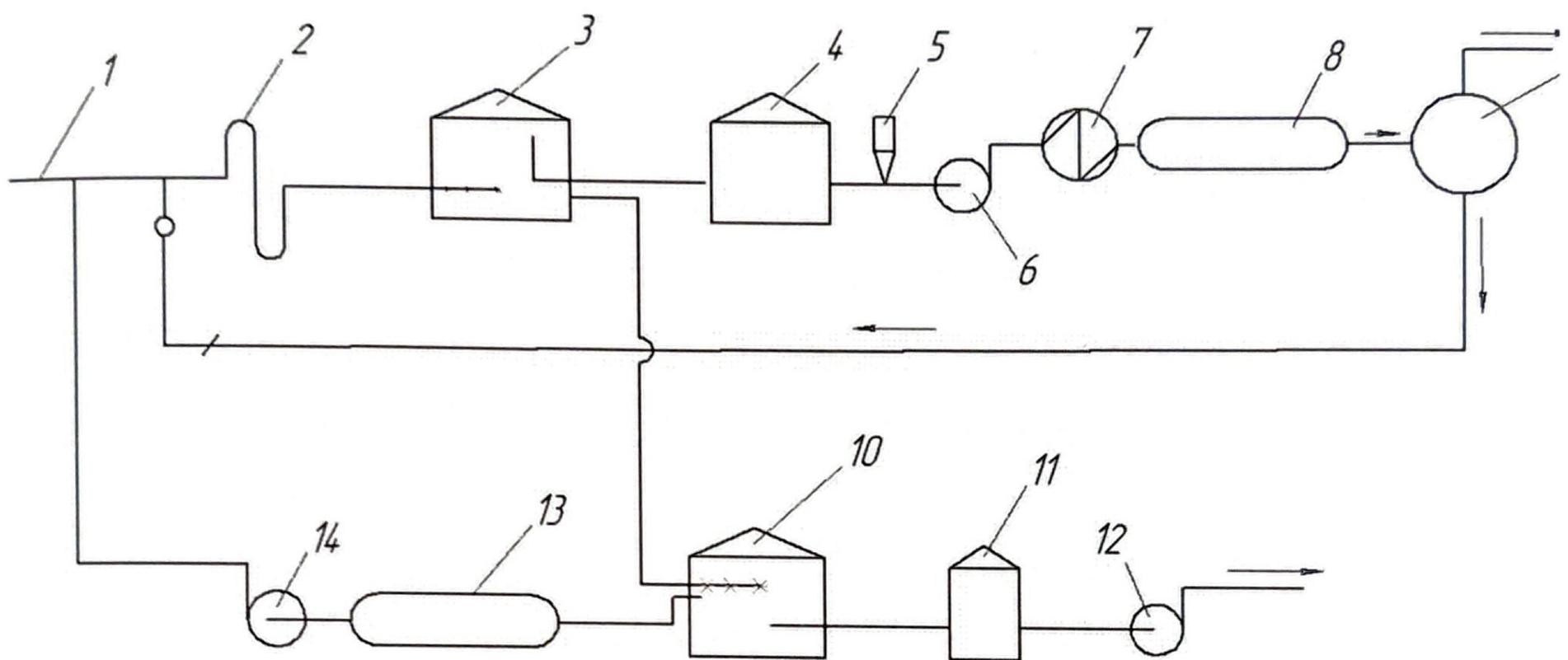


Рис. 1.2 – Технологічна схема очищення стічних пластових вод рідинними фільтрами

1 – промисловий нафтопровід; 2 – трубопровід каплевловлювач; 3 – відстійник з рідинним гідрофільним фільтром; 4 – резервуар для збору нафти після першого ступеня зневоднення; 5 – місце вводу деемульгатору; 6 – насос для перекачки нафти; 7 – теплообмінник; 8 – відстійник другого ступеня зневоднення нафти; 10 – відстійник з рідинним гідрофільним фільтром для остаточної очистки води; 11 – буферний резервуар для очищеної води; 12 – насос для перекачки очищеної води на КНС; 13 – ємність для збору нафти; 14 – насос для подачі нафти в промисловий трубопровід 1; 15 – трубопровід для подачі дренажної води з відстійників 8

і 9 в промисловий трубопровід.

Стічні води з відстійників 8 і 9 змішуються в трубопроводі 1 з водонафтовою емульсією, яка надходить на товарний парк (водний фактор суміші повинен перевищувати 0,4). При нестачі дренажної води з блоків зневоднення і знесолення для отримання водонафтової суміші з водним фактором 0,4 рекомендується використовувати частину води, що відводиться з відстійників з гідрофільним фільтром [9].

Підготовлена суміш надходить в відстійник 3 під шар дренажної води, де відбувається додаткова деемульсація нафти і очищення води, що відокремилася від нафти. В результаті подачі водонафтової суміші під водяний шар утворюються краплі, які містять емульсійну воду і при вспливанні віддають глобули води у водне контактне середовище. У свою чергу, емульгована нафта і гідрофобні частинки, що містяться у водному середовищі, захоплюються краплями нафти, які спливають.

Остаточне очищення стічної та пластової вод відбувається у відстійнику з гідрофобним фільтром 10, в якому поєднуються два способи очищення – контактування забрудненої води з гідрофобним контактним середовищем і відстоювання в динамічних умовах. В якості контактного (фільтруючого) матеріалу використовується нафтовий шар на поверхні води. Забруднена вода надходить зверху і у вигляді окремих крапель проходить через нафтове середовище. При цьому частки нафти, що знаходяться в воді, контактуючи з нафтовим середовищем фільтра, зливаються з ним. Подібним чином відбувається і перехід зі стічної води твердих зважених частинок з гідрофобною поверхнею в нафтове контактне середовище. Пройшовши нафтовий шар, краплі води потрапляють в нижнє водне середовище, у якому відбувається процес відстоювання і додаткове очищення. Очищена вода подається через гідрозатвор у буферний резервуар 11, звідки насосом 12 перекачується на кущову насосну станцію (КНС) для використання в системі заводнення пластів.

Надлишок відпрацьованої і уловленої нафти накопичується в ємності 13 і насосом 14 подається в трубопровід 1.

На рисунку 1.2 представлена схема відстійника з гідрофобним фільтром.[22] Стічна вода, що очищається з відстійника по трубопроводу 1 подається в циліндричну ємність 2, в якій за допомогою отворів досягається рівномірний розподіл води в шарі нафти висотою 1м. Сумарна площа отворів підбирається з розрахунку забезпечення швидкості струменя води не більше 1 м / с. Вода, пройшовши шар нафти, надходить в дірчасті труби 3 в нижній частині відстійника і через гідрозатвор 4 відводиться в буферну ємність і далі перекачується на КНС. Гідрозатвор складається з висхідної і низхідної вертикальних труб, сполучених між собою у верхній частині, і рухомого патрубку 9, переміщення якого вгору або вниз дозволяє встановлювати необхідний рівень водонафтового контакту у відстійнику. Відпрацьована нафта з нижньої частини гідрофобного фільтра потрапляє в пристрій 10 і відводиться по трубі 5.

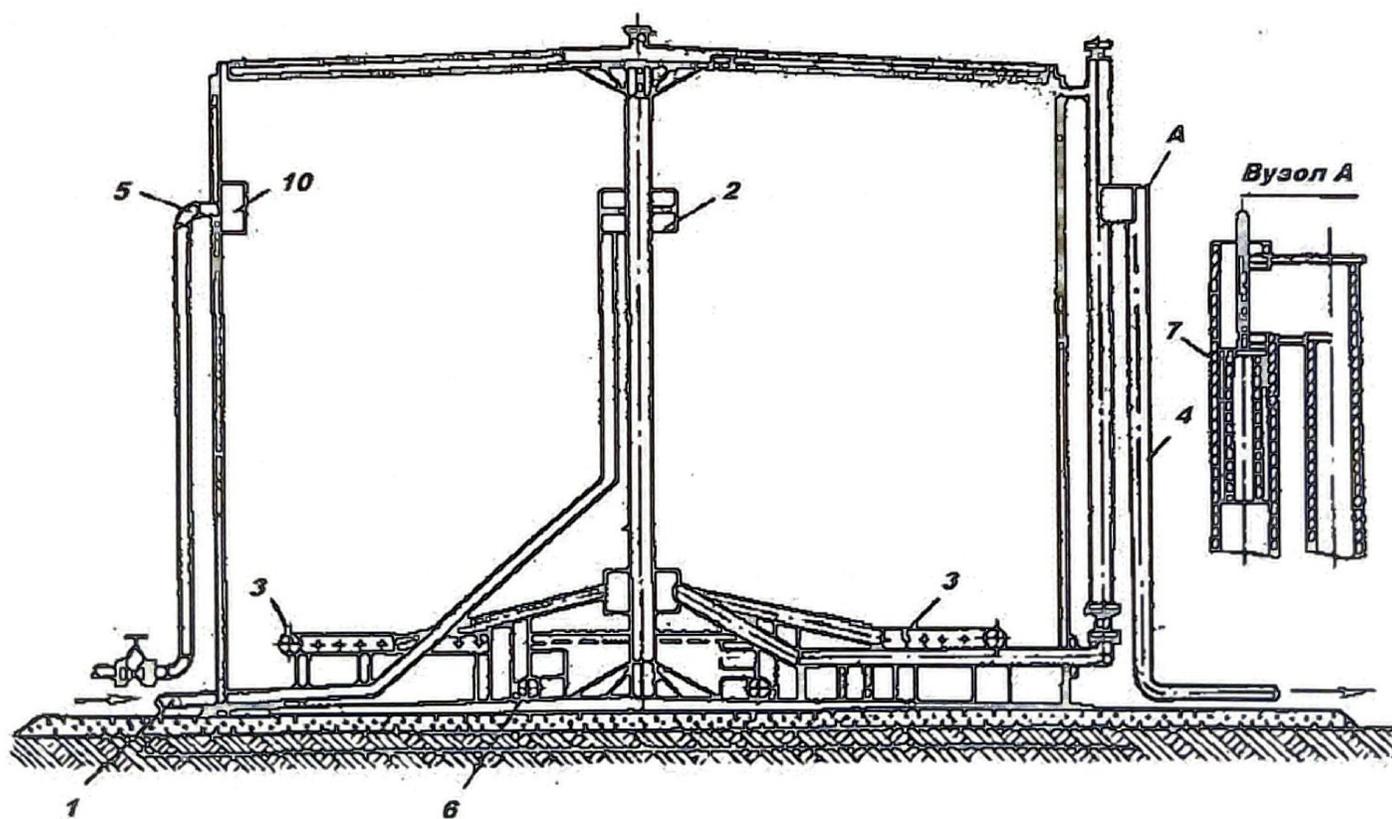


Рис. 1.3 – Схема відстійника з рідинним гідрофобним фільтром для очистки пластової води

1 – трубопровід для подачі стічної пластової води у відстійник; 2 – прилад для рівномірного розподілення води в шарі нафти гідрофобного фільтра; 3 – дірчасті труби для збору очищеної води; 4 – гідрозатвор; 5 – трубопровід

для відводу з фільтра надлишкової і відпрацьованої нафти; 6 – водострумінний апарат; 7 – рухомий патрубок гідрозатвору.

У відстійнику для розпушування осаду передбачений водострумінний апарат 6, який приводиться в дію від напірного водопроводу 7. Видалення осаду здійснюється через донний випуск

Така технологія очистки стічних і пластових вод з використанням рідинних фільтрів дозволяє знизити в них вміст нафти в 14 – 80 разів і зважених твердих часток у 3 – 7 разів. Як показала практика широкого впровадження рідинних фільтрів в різних районах видобутку нафти, стічні води, підготовлені за цією технологією, при їх закачуванні в продуктивні пласти з проникністю $(0,2 - 0,7) \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$ практично не знижують приймальність нагнітальних свердловин.

Перевагами технології очищення стічних вод із використанням гідрофобних рідинних фільтрів є: можливість очищення великих обсягів промислових стічних і пластових вод без застосування фільтруючих матеріалів; робота установки в режимі саморегулювання, без застосування автоматики і при мінімальному обслуговуючому персоналі; поліпшення гідродинаміки процесу відстоювання при значних змінах вмісту емульгованої нафти і твердих частинок в воді, що очищується; різке зниження рівня забруднення навколишнього середовища.

Очищення стічної води в невеликих об'ємах від нафтопродуктів та механічних домішок доцільно проводити і з допомогою гідроциклонних апаратів. Принцип роботи таких апаратів базується на розподілі гетерогенних систем під дією відцентрових зусиль швидкого обертового руху потоку рідини. [10-12].

Забруднена вода подається тангенціально в розподільчу камеру 5. Тут проходить відділення відносно великих твердих домішок, які періодично з допомогою засувки перепускаються в збірник шламу 14.

Вода з розподільної камери рівномірно подається на гідроциклони 6, де внаслідок інтенсивного обертового руху і йде розподіл твердих домішок, нафти та води. Тверді складові через отвори гідроциклонів відводяться в шламозбірник, а рідина – в зливну камеру 8, де продовжується її обертання та розподіл на нафту і воду.

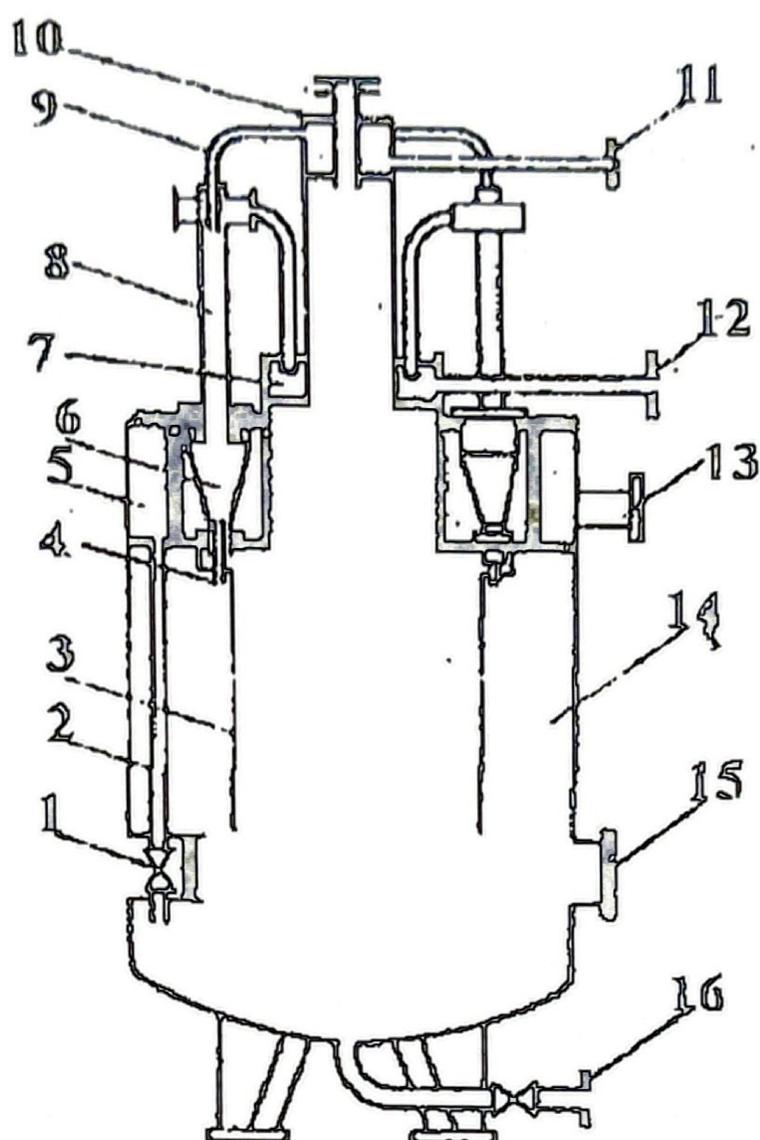


Рис. 1.4 – Мультигідроциклон НУР-3500

1 – засувка; 2 – дренажна труба; 3 – трубопровід дренажу крупних частинок; 4 – повітряник; 5 – розподільча камера; 6 – гідроциклон; 7 – камера зливу очищеної води; 8 – зливна камера; 9 – трубка відводу газоводяної суміші; 10 – камера збору газоводяної суміші; 11 – штуцер відводу очищеної води; 13 – штуцер вводу води, яка очищається; 14 – шламозбірник; 15 – оглядовий люк; 16 – відвід шламу;

Через зливні трубки нафтопродукти відводяться в камеру їх збору 10, а вода проходить по радіальних отворах в стінках верхньої частини зливної камери і відводиться з мультигідроциклона. Вловлені в шламозбірнику

механічні домішки періодично виводяться, а відстояна вода через всмоктуючі трубки поступає знову в гідроциклони.

Найбільший ефект вилучення нафти і механічних домішок з пластової води отримується в самостійних гідроциклонах або шляхом їх поєднання з відстійниками різних типів[14]. Гідроциклони, виконуючи роль апаратів попередньої очистки, створюють кращі умови для руйнування емульсій.

Здійснивши короткий огляд способів очистки пластової води було виявлено, що жоден із розглянутих методів не включає в себе виділення з пластової води корисних мінеральних компонентів, які можуть бути використані в різних галузях промисловості.

1.3 Способи очищення пластових вод від нафтопродуктів

Очищувану рідину подають у резервуар — відстійник або нафтову паличку, де вона розшаровується: нафтопродукти спливають на поверхню, а під ними залишається відносно чиста вода. Відстоювання триває від 30 хвилин до 24 години.

У деяких нафтовловлювачах або нафтовловлювачах передбачений коалесцентний фільтр - кілька близько розташованих один до одного полімерних пластин. Коли стік проходить через них, полімерний матеріал притягує частинки нафтовмісних забруднень, де вони поєднуються в краплі. Від потоку води пластини вібрують, краплі відриваються від них, спливають на поверхню та утворює плівку. Так відбувається, якщо щільність нафтовмісних забруднень менша за щільність води. Якщо навпаки, то вони осідають на дно. Отриману плівку та осад збирають та передають на утилізацію.

Серед сучасних методів очищення води від нафтопродуктів можна виділити наступні: механічні, фізико-хімічні, хімічні та біологічні. Механічні методи (центрифугування, відстоювання, фільтрування) дозволяють вилучити в основному великодисперсну фракцію

забруднювача.

Проціджування. Первинна стадія очищення нафтовмісних пластових вод призначена для вилучення великих механічних включень (гайки, шайби, болти і т. д.), а також волокнистих фракцій (ганчір'я), які можуть перешкоджати нормальній роботі обладнання системи утилізації. Нафтовмісні води, перед тим як потрапити у відстійні цистерни, пропускають через ґрати (сита). Приклад решітки (сита) представлений на рис. 1.5.

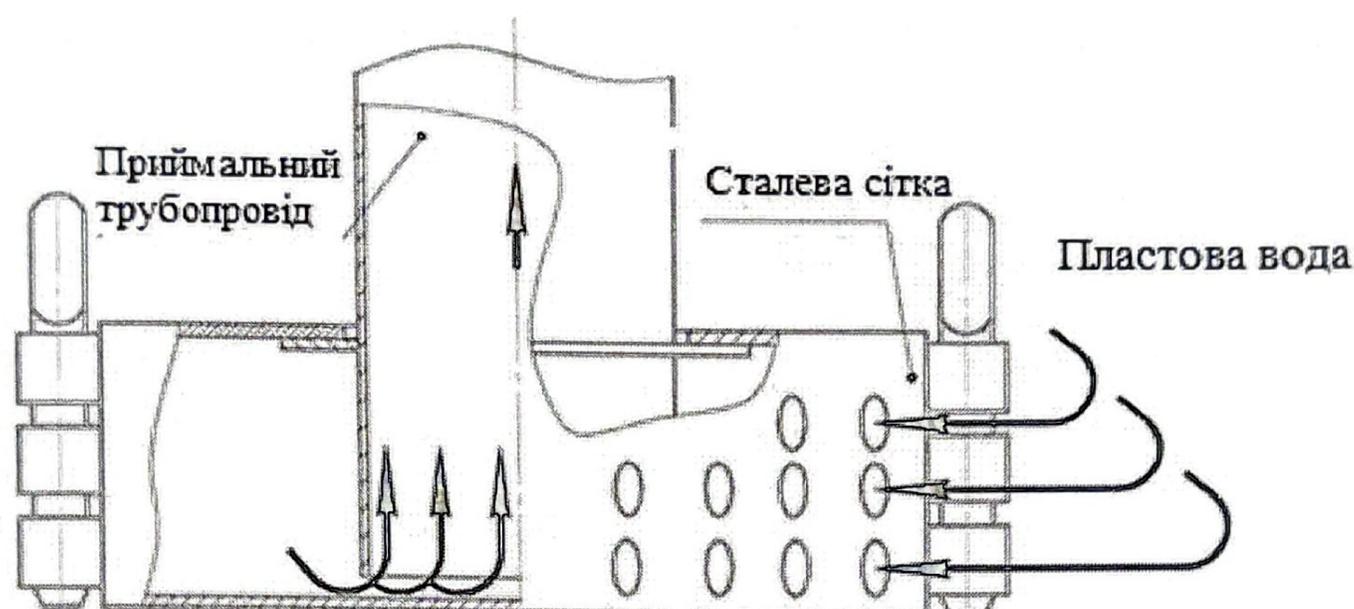


Рис. 1.5 – Першочергове очищення нафтовмісних вод за допомогою решітки.

Проходячи через численні отвори решітки (сита) діаметром від 5 до 20 мм, води відокремлюються від сторонніх предметів та великих твердих включень.

Відстоювання.

Як попереднє очищення від нафтопродуктів у традиційній системі використовуються ємнісні відстійники-нафтовишки. Недоліками цих установок є низька ефективність та громіздка конструкція. Для того щоб стічні води необхідною мірою очистилися від суспензії нафтопродуктів, час перебування води у відстійнику повинен становити кілька годин. Для ефективного очищення повинні бути значними і габарити маслобензовідділювачів [15-18].

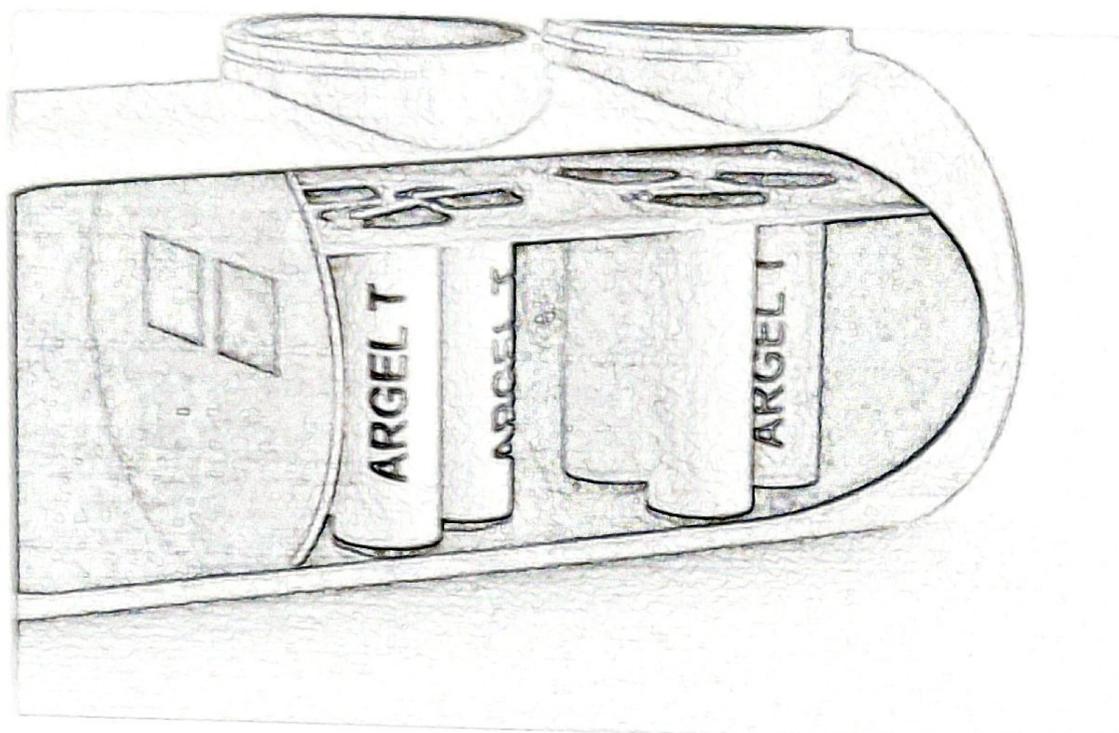


Рис. 1.6 - Ємнісний відстійник

Ефективність очищення від масло- та нафтопродуктів у ємнісних відстійниках не перевищує 50% (рис. 1.6). Невисокий ступінь ефективності є наслідком морально застарілої конструкції відстійника, в якому можливі турбулентні потоки через перепади температур і нерівномірний розподіл концентрацій забруднюючих речовин в товщі води, що очищається. Ефективність очищення в ємнісному відстійнику - непостійна величина, що залежить від витрати води, що очищається, вмісту забруднюючих частинок і температури води. Тому можна стверджувати, що робота ємнісного відстійника відрізняється великою нестабільністю.

Процес відбувається внаслідок дії незбалансованих гравітаційних сил, які називаються силами Стокса [19]. Якщо розмір краплі занадто малий, броунівський рух та електростатичні сили впливають на випадковий рух крапель більш значний і краплі не можуть впливати на поверхню. Однак як тільки краплі досягнуть деякого критичного розміру, сила плавучості буде домінуючою і краплі спливають на поверхню щільнішої рідини. Там вони утворюють шар із тісно прикріплених окремих крапель або безперервну плівку. Цей метод дозволяє знизити вміст нафтопродуктів у воді до 100 млн.^{-1} . Для прискорення процесу відстоювання у цистернах встановлюють похилі пластини, у цьому випадку агрегація частинок

нафтопродукту йде активніше, покращуються умови осадження. Схему відстійника представлено на рис. 1.7.

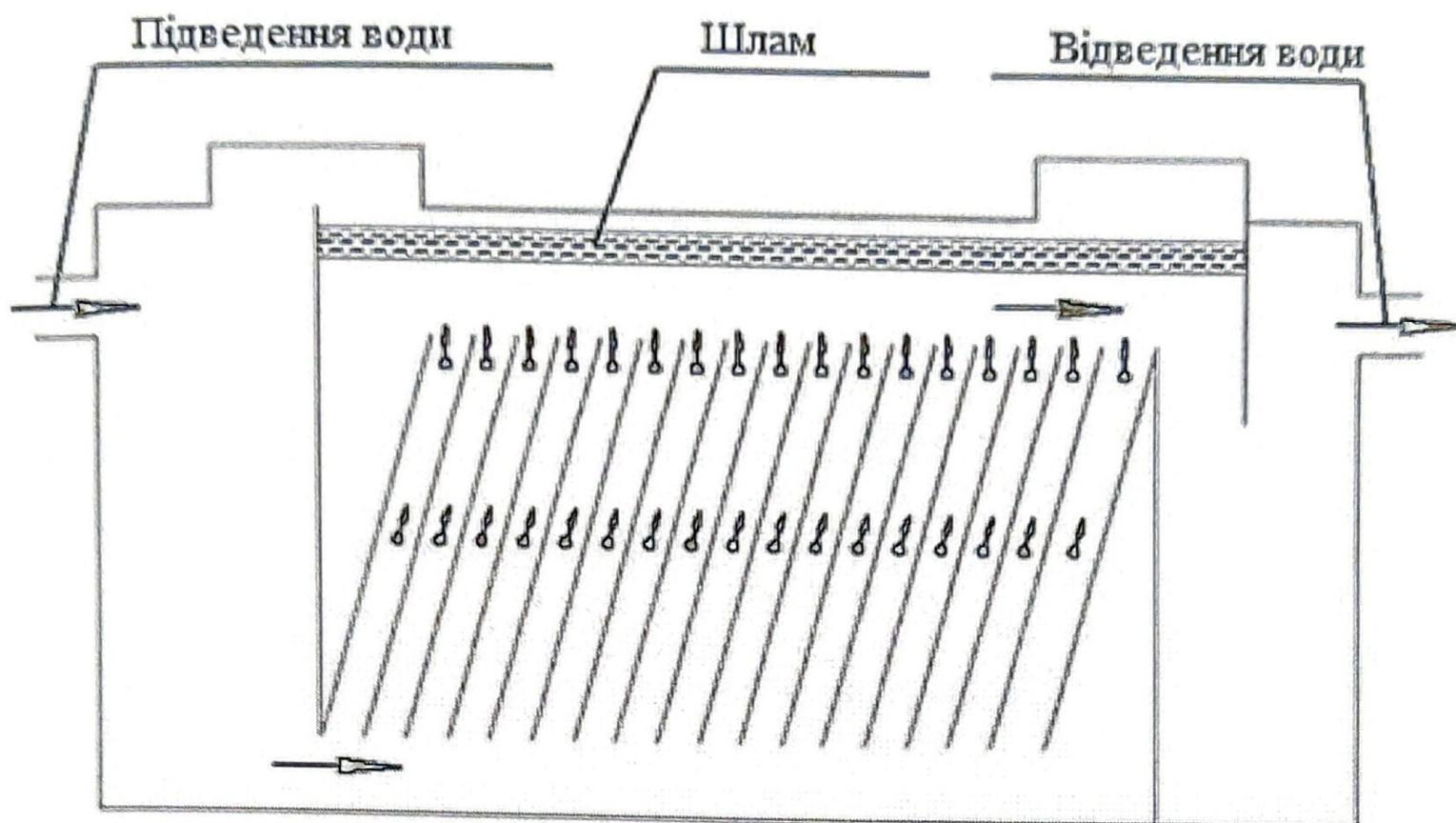


Рис. 1.7 – Відстійник з похилими пластинами.

Потік пластових вод проходить вздовж пластин і поділяється на шари, у результаті зменшується можливість перемішування. Краплі нафтопродуктів рухаються вздовж поверхні пластини та з'єднуються з іншими, внаслідок чого відбувається їхнє укрупнення, що у свою чергу призводить до збільшення сили плавучості. Такий рух потоку пластових вод робить процес відстоювання ефективнішим. Потім нафтопродукти потрапляють у нафтовий уловлювач, де відбувається їхнє накопичення для подальшого вилучення, а освітлена вода відводиться з відстійника.

Центрифугування. Процес очищення заснований на дії відцентрової сили для поділу компонентів емульсії відповідно до їх щільності або розміру частинок. Даний вид очищення супроводжується флокуляцією та коалесценцією.

Флокуляція – це вид коагуляції, за якого відбувається утворення пухких пластівцевих агрегатів (флокулів) з невеликих частинок дисперсної фази, що у зваженому стані серед. Частиці з меншою питомою вагою переміщуються ближче до центру потоку, а з більшим питомою вагою

відтісняються до периферії. Цей метод дозволяє знизити вміст нафтопродуктів у воді до 5–15 мг/л [20].

Хімічні та фізико-хімічні методи очищення ефективні, але вимагають використання додаткових хімічних реагентів, які також можуть бути забруднювачами. Найбільш екологічні методи - біологічні - позбавлені перелічених вище недоліків, але застосування бактеріального очищення вимагає тривалого часу та відповідних температурних умов, сприятливих для діяльності мікроорганізмів-деструкторів.

Адсорбція. Процес очищення заснований на притягуванні та об'єднанні частинок нафтопродукту на поверхні адсорбенту.

Сорбенти можна поділити на природні (органічні, неорганічні) та синтетичні є лігноцелюлозні матеріали, горіхова шкаралупа, торф, активні глини і т. д. Сорбенти на основі синтетичних матеріалів, таких як поліпропілен, силікагелі, алюмогелі, полівінілхлорид, полістирол, активований оксид алюмінію, нейлон, спеціальні іонообмінні смоли, поліетилен та інші полімери, здатні притягувати нафтопродукти та відштовхувати воду.

Внаслідок сил тяжіння частки нафтопродукту утримуються на поверхні сорбенту.

Це відбувається через різницю міжмолекулярного взаємодії між молекулами сорбенту з молекулами нафтопродукту, а також молекул води

Чим міцніше взаємозв'язок молекул нафтопродукту з молекулами води, тим гірше адсорбується нафтопродукт на поверхні сорбенту.

Ефективність очищення обумовлена концентрацією нафтопродуктів у воді, вибором адсорбуючого матеріалу, дисперсністю та глибиною завантаження. Однією з основних умов для ефективної роботи адсорбційного фільтра є видалення великих частинок нафтопродукту з нафтовмісних вод шляхом попереднього очищення [21].

Після попереднього видалення з вод великих частинок нафтопродукту цей спосіб очищення дозволяє отримати ступінь очищення

1-10 мг/л.

Коалесценція. Процес очищення заснований на проходженні емульсіїю вузьких місць (отворів або пір фільтрувальної перегородки). При цьому дисперсні частинки, що знаходяться в емульсії, зіштовхуються у зв'язку з чим відбувається їхнє об'єднання та укрупнення.

Це відбувається до того моменту, поки не збільшиться сила плавучості і не підніме їх на поверхню води.

Даним методом можна очистити води до концентрації нафтопродукту 15 млн^{-1} і нижче.

Елементами коалесценції для фільтрів можуть бути такі матеріали, як пісок, поролон, полістирол, поліпропіленові волокна і т.д.

Істотна відмінність між методами коалесценції та адсорбції полягає в тому, що при коалесценції після завершення процесу агрегації великих крапель нафтопродукту необхідні умови для гравітаційного відокремлення їх від води (відстійник), тоді як після адсорбції не потрібно виконувати дану умову, вода відразу стає вільною від нафтопродуктів. На рис. 5 представлений ескіз фільтра.

Перевагами цього методу є більший ресурс фільтра з можливістю його регенерації та безперервність процесу, тобто кількість води на вході відповідає кількості води та нафтопродуктів на виході з аналізованого пристрою.

Флотація. Метод очищення вод флотацією полягає в насиченні об'єму води бульбашками газу (найчастіше повітря), які при спливанні доставляють на поверхню розділу «вода – повітря» забруднення і формують флотошлам.

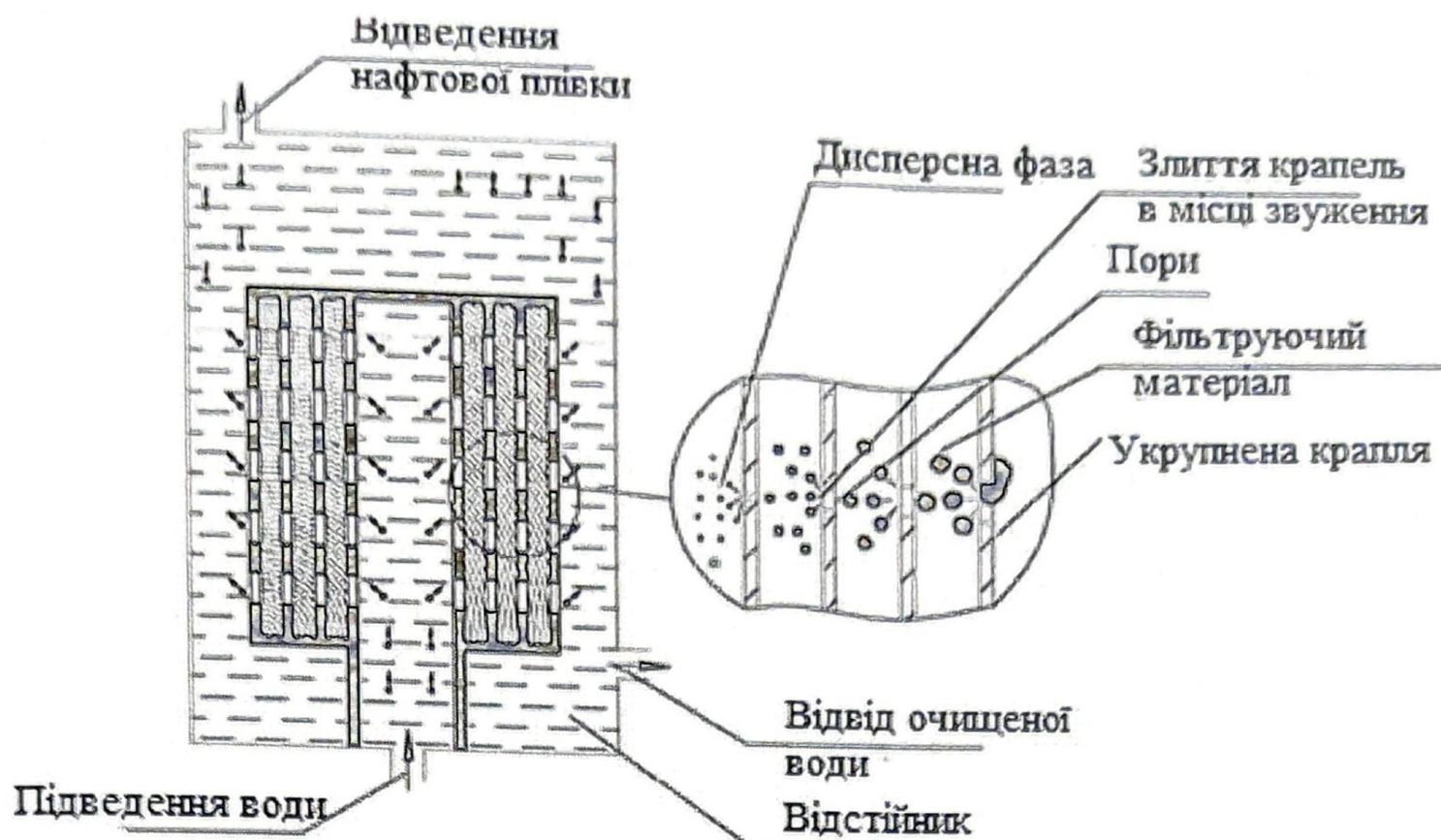


Рис. 1.8- Фільтр коалесценції

При порівнянні ефективності процесу флотації з гравітаційним методом краща результативність флотації обумовлена тим, що швидкість спливання нафтоповітряної бульбашки в 900 разів вище, ніж швидкість спливання краплі нафтопродукту того ж діаметра при гравітаційному відстоюванні.

Як правило, чим дрібніші бульбашки повітря, тим вище ефективність флотаційного поділу. Існують такі методи флотації: механічна, пневматична, вакуумна, напірна, електрофлотація, хімічна, флотація зі струменевим аеруванням рідини, пневмогідролічна, біологічна, термічна та деякі інші.

У таблиці наведено порівняння різних типів флотації за декількома показниками [22].

Таблиця 1.1. – Основні показники видів флотації

Вид флотації	Розмір бульбашок газу, мкм	Питомі енерговитрати кВт год/м ³	Недоліки
Механічна	Більше 200	0,2-0,3	Велика

			турбулентність
Електрофлотація	25-80	10-15	Пасивація електродів
Пневматична	Більше 200	0,019-0,042	Кольматація пор
Напірна	40-70	1,7-2,8	Наявність сатуратора
Пневмогідравлічна	Більше 150	0,03-0,2	Можливі пошкодження аератора

Найбільшого поширення у сфері очищення вод отримали напірна, пневматична та електрофлотація; рідше – механічна та пневмогідравлічна [23–26]. Вибір того чи іншого способу аерації пов'язаний з такими показниками, як дисперсний склад бульбашок газу, що генеруються, продуктивність та стабільність роботи, складність обладнання, а також капітальні та експлуатаційні витрати.

Хімічний метод очищення нафтовмісних стічних вод. Озонування. Озонування – технологія глибокого очищення нафтовмісних вод, заснована на використанні окисної здатності атомарного кисню, що утворюється при мимовільному розпаді озону (O_3). Сама собою молекула озону нестабільна, може віддавати один вільний атом, утворюючи у своїй просту молекулу кисню. Вільний атом кисню є окислювачем і, з'єднуюється із найближчими молекулами нафтопродукту, руйнує їх. За допомогою даного методу можна видалити з емульгованих та розчинених нафтопродуктів, а також відбувається одночасне знебарвлення, знезараження води та насичення її киснем.

Озон генерується в результаті процесу проходження потоку повітря

або кисню між електродами. Під дією електричних розрядів високої напруги частина молекул кисню розпадається, а атоми, що утворилися, приєднуються до молекул кисню: $O_2 + O = O_3$.

Даний спосіб з наступною фільтрацією дозволяє отримати глибину очищення 1-10 мг/л [9].

Електрохімічне очищення. Метод очищення пластових вод від нафтопродуктів заснований на електролізі при пропусканні крізь воду постійного електричного струму за допомогою занурених розчинних та нерозчинних електродів. Залежно від обраного матеріалу електрода (алюмінію, нержавіючої сталі, графіту, срібла) можна отримати різні коагулянти для очищення стічних вод від нафтопродуктів.

Цей спосіб очищення називають також електрохімічною коагуляцією. До недоліків цього способу можна віднести: значну витрату металу та електроенергії, утворення в електродних камерах електричних пробоїв і приглушення камер. Ступінь очищення вод електрохімічною коагуляцією можна довести до 90% після доочищення фільтруванням [9].

Біологічний метод очищення нафтовмісних стічних вод. Основою біологічного методу очищення є здатність деяких мікроорганізмів використовувати різні речовини, що містяться в пластових водах, у процесі своєї життєдіяльності для свого розвитку. Ефективність методу залежить від виконання наступних умов: вміст нафти у водах не може перевищувати 100 мг/л; температура - 20-25 ° С; концентрація кисню – не нижче 2 мг/л; рН у межах 6,5-7,5.

Даний спосіб очищення не знайшов широкого поширення через високу чутливість мікроорганізмів до складу та кількості води. До недоліків цього методу також можна віднести необхідність розведення вод при підвищеній концентрації домішок у її складі. Проблему викликає і наступна утилізація відпрацьованого активного мулу.

Термічний метод. Метод «мокрого спалювання» (рідкофазне окислення). Такий метод очищення пластових вод заснований на

окисненні киснем органічних та елементоорганічних сполук при температурі 150–350 °С та тиску 2–28 МПа [15]. Перевагою даного методу є значно менші енерговитрати, ніж при вогневому знешкодженні [16]. Недоліком цього методу є неповне окислення відходів та корозія обладнання.

Вогневе знешкодження. Процес знешкодження полягає у подачі вод у топкові гази, нагріті до 900-1000 °С. В результаті відбувається повне випаровування води та згоряння органічних домішок [16, 17].

На стику вказаних методів пропонується варіант термічного знешкодження, застосовний на судах. Він полягає у використанні теплоти відпрацьованих газів суднових дизелів та котлів для розкладання та нейтралізації нафтовмісних вод. Залежно від типу дизеля або котла та режиму їх роботи можна визначити, скільки теплоти можна отримати від газів, що відпрацьовали. У роботі [18] зазначено, що використання теплоти відпрацьованих газів на судні становить 15–30 % від наявної, а решта йде в атмосферу. Згідно з одним із варіантів пропонується проводити розпилення вод через форсунку в канал газовихлопної системи дизеля. Відпрацьовані гази на виході з дизеля чи турбіни комбінованого двигуна мають досить високу температуру (350–500 °С). Розпилені води разом з відпрацьованими газами рухаються каналом, в якому відбувається нагрівання вод відпрацьованими газами, випаровування води та подальше розкладання та допалювання нафтозалишку. Продуктивність методу залежатиме від вихідного складу відпрацьованих газів, його відповідності вимогам за викидами шкідливих речовин із відпрацьованими газами до та після введення нафтовмісних вод. Підсумковий склад відпрацьованих газів контролюється газоаналізатором, за даними якого може бути автоматизована подача вод на форсунку. Таким чином, цей метод може дозволити досягти повної утилізації нафтовмісних вод [18-21].

Ефективність очищення води від нафтопродуктів важлива: якщо недоочищені стоки потрапляють у водоймище, це призводить до його

заболочування, обмелення, загибелі мешканців у ньому. Є кілька найпоширеніших способів очищення води від нафтовмісних забруднень: відстоювання, коагуляція та флокуляція, флотація, сорбція. Останні три способи відносяться до фізико-хімічних.

Відстоювання може бути підготовчим етапом перед застосуванням іншого способу, а може йти після нього. Коагуляцію можна посилити флокуляцією, тоді процес об'єднання зважених забруднюючих частинок пройде швидше, і утворюються більші пластівці, які легше відфільтрувати. Сорбцію застосовують, коли потрібно доочистити воду до жорстких вимог за нормами гранично допустимої концентрації нафтопродуктів для скидання стоку. Іноді до способів очищення води від нафти та нафтопродуктів відносять біологічний метод, але він більше відноситься до очищення нафтошламів, а не стоків. Біологічний метод очищення води є використанням мікроорганізмів, які окислюють вуглеводні. Оскільки нафтопродукти негативно впливають на аеробні мікроорганізми, цей метод не використовується у процесі очищення води від нафтопродуктів.

Вибір способу залежить від складу вод, його обсягу, необхідних норм ГДК нафтопродуктів та фінансових можливостей підприємства. Щоб ефективно очищати нафтовмісні стоки, зазвичай комбінують кілька способів, які доповнюють один одного.

Перспективним є метод фізико-хімічного очищення вод від нафтопродуктів методом омагнічування вилучених частинок нафти для подальшого вилучення з допомогою магнітного поля.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Розглянуто хімічний склад стічних пластових вод та виявлено аспекти їхнього впливу на навколишнє середовище.

Щоб прийняти рішення щодо застосування найефективнішого способу очищення пластових вод від нафтопродуктів, необхідно зробити аналіз вод, з'ясувати склад і ступінь забруднення.

Далі проводять визначення обсягу стоків; з'ясування таких норм ГДК для стоків, які дозволять на законних підставах скидати стічні води у водойму або на очисні споруди; розгляд фінансових можливостей підприємства

Потім складається схема і вибирається спосіб очищення стічних вод, вибирається устаткування, види реагентів. Нафтовидобувне підприємство може побудувати процес очищення так, щоб вода поверталася до технологічного циклу та використовувалася повторно закачуванням в пласт.

Перспективним є метод фізико-хімічного очищення вод від нафтопродуктів методом омагнічування вилучених частинок нафти для подальшого вилучення з допомогою магнітного поля.

РОЗДІЛ 2: ОПИС СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ ПЛАСТОВИХ ВОД РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ МАГНІТНОЮ СЕПАРАЦІЄЮ

2.1 Аналіз методологічних підходів застосування магнітних сепараторів для очищення пластових вод від нафти

Тривала експлуатація нафтового родовища призводить до заводнення пласта, а, отже, до значної кількості попутних пластових вод. Що являє собою водонафтову емульсію із значним вмістом стійких дрібнодисперсних нафтових частинок, які важко видаляються з емульсійної системи існуючими способами.

Більшість нафтових родовищ характеризується складною геологічною будовою з тектонічними порушеннями і часто низькопроникними колекторами. Наприклад, родовище Х має середню продуктивність НГК із проникністю 0,5-0,9 мкм². Для таких колекторів вимога залишкового вмісту нафтопродуктів за ОСТ 39-225-88 становить до 40-50 мг/л. При цьому для нижньодевонських відкладень проникність може мати значення 0,0005-0,0095 мкм², тому для такого колектора масова частка нафтопродуктів у пластовій воді має бути менше 5 мг/л. При цьому норма до залишкового змісту нафтопродуктів на виході резервуарів-відстійників становить 50 мг/л.

Крім того, представлені дані на прикладі Возейського родовища показують, що залишковий вміст нафтопродуктів на виході з системи очищення може в кілька разів перевищувати встановлені норми. При цьому глобули нафти радіусом від 5 до 25 мкм після відстоювання залишаються у воді. У зв'язку з цим виникає потреба додаткового очищення пластової води від емульгованих нафтопродуктів.

Розробкою різних модифікацій феромагнітних сорбентів для збирання нафтопродуктів із поверхні води займалися У. І. Філіппов, А. М. Тишин, Ю. Блохін, В. М. Макаров, Г. Я. Жигалін, А. Л. Бачуріхін, А. В.

Дьомін, Ю. А. Миргород, В. В. Шайдаков та ін.

З аналізу випливає, що сухі феромагнітні порошки зі спеціальними гідрофобізованими поверхнями та магнітні рідини призначені для збирання нафтопродуктів з поверхні стічних вод,

При цьому вдосконалення сорбентів відбувається за рахунок зменшення частки водопоглинання шляхом модифікації поверхні сорбенту. У працях Oder R. показано, що тверді частинки розмірами менше 1 мікрона мають підвищену поверхневу активність на межі нафти та води. Таким чином, використання нанодисперсного магнетиту (1-100 нм) для очищення води від емульсій нафти є перспективним напрямом через те, що такі частинки не треба гідрофобізувати. За рахунок великої поверхневої енергії та свого малого розміру, частки збираються на межі фаз нафти та води.

Серед найпоширеніших магнітних сепараторів можна виділити валковий, електромагнітний, роторний. Серед них касетно-патронний магнітний сепаратор найчастіше застосовується для очищення рідин.

Істотний внесок у вивченні та проектуванні таких пристроїв зробили Булижов Є.М., Булижов Е.Є., Афанасьєв Є.П., Меньшов Є. Н., Кондратьєва Н.

Робочі елементи касетно-патронних магнітних сепараторів мають форму циліндрів та стрижнів, у поперечному напрямку по яким переміщується рідина, що очищається. Для підвищення ефективності очищення від феромагнітних частинок традиційно намагаються збільшити градієнт та індукцію магнітного поля, шляхом модернізації робочої зони та зміни конфігурації магнітного поля.

У водночас важливими параметрами є дальність вилучення феромагнітної частки та тривалість знаходження частки у робочій зоні сепаратора, що працює у динамічному режимі. Кожен такий сепаратор призначений для конкретних умов і здатний вилучати з води магнітні частинки із певним магнітним моментом.

Аналіз роботи існуючих магнітних сепараторів показав практичну потребу у розробці конструкції рідинного магнітного сепаратора з технічною можливістю експлуатації у промислових умовах та заснованого на принципах створення постійної високоенергетичної магнітної системи здатної захопити обмагнічені нанодисперсним магнетитом нафтові частинки з магнітним моментом не більше $10\text{-}14 \text{ Ам}^2$.

Наночастинки оксидів заліза застосовувалися для стабілізації емульсій. нафти та для зневоднення нафти у США. Таким чином, ґрунтуючись на зарубіжному досвіді застосування наночастинок, сформульовано ідею з очищення пластової води від емульгованих нафтових частинок із застосуванням нанодисперсного магнетиту та високоградієнтного магнітного сепаратора.

2.2. Теоретичні основи процесу магнітної сепарації

Відомі результати моделювання фізичних процесів у колоїдній системі магнітних наночастинок магнетиту, заснованих на відомих законах. Для магнетиту седиментаційна стійкість спостерігається у частинок менше 7 мкм. Порівнявши енергію розпоряджувального теплового руху при 200 С^0 , $k_b T = 4.14 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ та за законом Х'юго Гамакера енергію міжчасткового взаємодії $E_v = 15 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ без магнітних сил для колоїдного магнетиту з розміром частинок 10 нм без добавок ПАР, можна зробити висновок, що частинки утворюватимуть структурні агрегати. Частинки, сорбуючись на поверхні емульсії можуть утворити, як моношар, так і формувати різні структурні агрегати, в якій беруть участь так само міжфазові шари. При цьому магнітні сили не враховувалися, оскільки частки володіють суперпарамагнітними властивостями та характеризуються відсутністю залишкового магнітного поля. Моделювання згідно із законом П. Ланжевена показує, що частинки магнітно насичуються у полі напруженістю 80 - 100 кА/м.

Далі відомі дані проведеного оцінювання можливості вилучення

обмагніченої емульсійної глобули нафти в полі неодимового магніту.

Первинна оцінка можливості вилучення емульсійної краплі у полі магніту кубічної форми NdFeB розміром 25 мм за виведеним аналітичного виразу:

$$v = \frac{4kd_{эм}d_{ч}M_{нас}L(z_{ч})}{18\eta} 61.61 \cdot e^{-113.3 \cdot x},$$

$M_{нас}$ - магнітна насиченість та $d_{ч}$ діаметр частинок $d_{эм}$ емульсійної краплі нафти, k - коефіцієнт упаковки магнітних частинок лежить на поверхні емульсії нафти, $L(z_{ч})$ - функція Ланжевена для намагнічування суперпарамагнітних часин.

Показано, що з відривом менше 20 - 25 мм, наночастинки магнетита стають магнітно насиченими (рис. 2.1), а, отже, отримують рух у неоднорідне магнітне поле. При цьому невисока швидкість екстракції емульсії розміром від 5 до 20 мкм (таблиця 1) говорить про те, що необхідно збільшувати градієнт магнітного поля та скоротити відстань до захоплення.

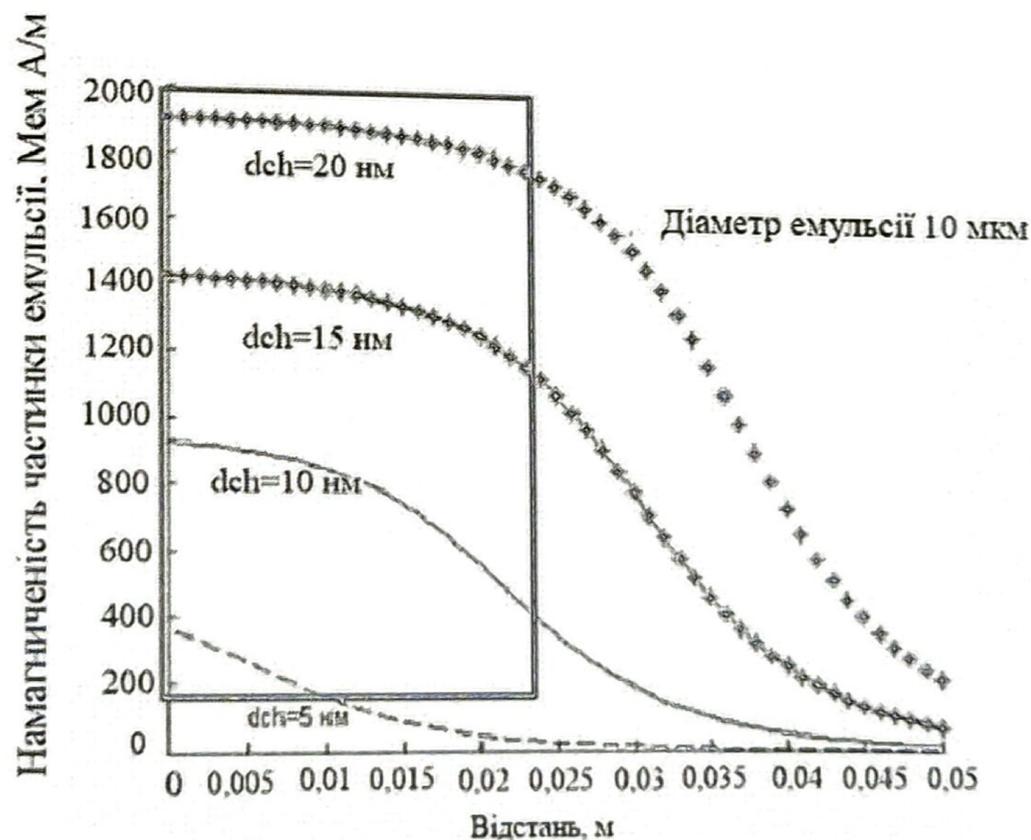


Рис.2.1 – Залежність намагніченості краплі нафти діаметром 10 мкм покритою моношаром магнітних наночастинок діаметром d_{ch} від відстані до полюси магнітного куба NdFeB (25 мм).

Таблиця 2.1 – Розрахунок швидкості краплі $d_{ч}=10\text{нм}$ в полі магніта

Діаметр краплі нафти, мкм	5	10	15	20
Середня швидкість емульсії мм/хв на ділянці 0,2 см	0,19	0,38	0,57	0,76
Час осадження, хв на ділянці 0,2 см	104,3	52,1	34,7	26,1

У програмі ELCUT 6.0 наведено розрахунки, що проводились з застосуванням двовимірного моделювання магнітних полів (плоскопаралельне вирішення завдань) з метою визначення оптимального магнітного поля у пристрої.

Для збільшення градієнта магнітного поля треба укомплектувати робочу область магнітів сталевими феромагнітними стрижнями, що сприяє збільшенню індукції магнітного поля [27]. Серед розглянутих варіантів розташування стрижнів було вибрано ромбове розташування по відношенню до силових ліній магнітного поля з товщиною 1 мм.

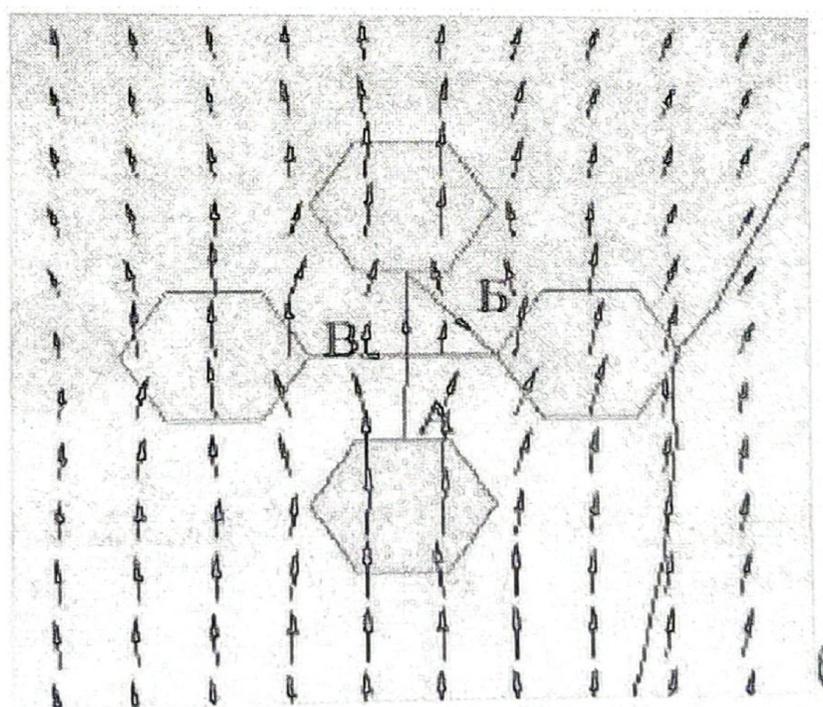


Рис. 2.2 – Візуалізація моделі магнітного поля стрижнів у поперечному перерізі діаметром 1 мм розташування типу ромб у полі 0,12 Тл (відстань між стрижнями 1 мм): А - траєкторія від нижнього до

верхнього стрижня; Б - від верхнього до правого; В – від правого до лівого

У робочій зоні між стрижнями з таким розташуванням спостерігається індукція вище 0,12 Тл (поле в якому спостерігається насичення магнетиту) та середній лінійний градієнт 60-70 тл/м.

Поширення полів індукції неодимового магніту має форму кола, тому для найбільш раціонального використання ресурсу магніту слід розташовувати його у центрі сепаратора. Магнітний куб NdFeB розмірами 25 мм здатні намагнічувати емульсію до насичення з відривом до 25 мм.

2.3. Дослідження ефективності високоградієнтного магнітного сепаратора для очищення пластової води від нафтових озабруднень

На основі моделювання пропонується експериментальний зразок магнітного сепаратора (рис.2.3) з поздовжнім розташуванням стрижнів у картриджі щодо потоку, що мають ромбоподібну геометрію розташування по відношенню до силових ліній магнітного поля, призначений для очищення пластової води від емульгованих нафтопродуктів. Стрижні товщиною 1 мм були виготовлені з сталі 2312.

Для виготовленого магнітного сепаратора магнітна індукція вимірювалася у різних точках, мінімальна індукція спостерігалася у точці Б (рис.2.2), яка була прийнята як настановна для розрахунку мінімально необхідної швидкості потоку рідини у сепараторі [28].

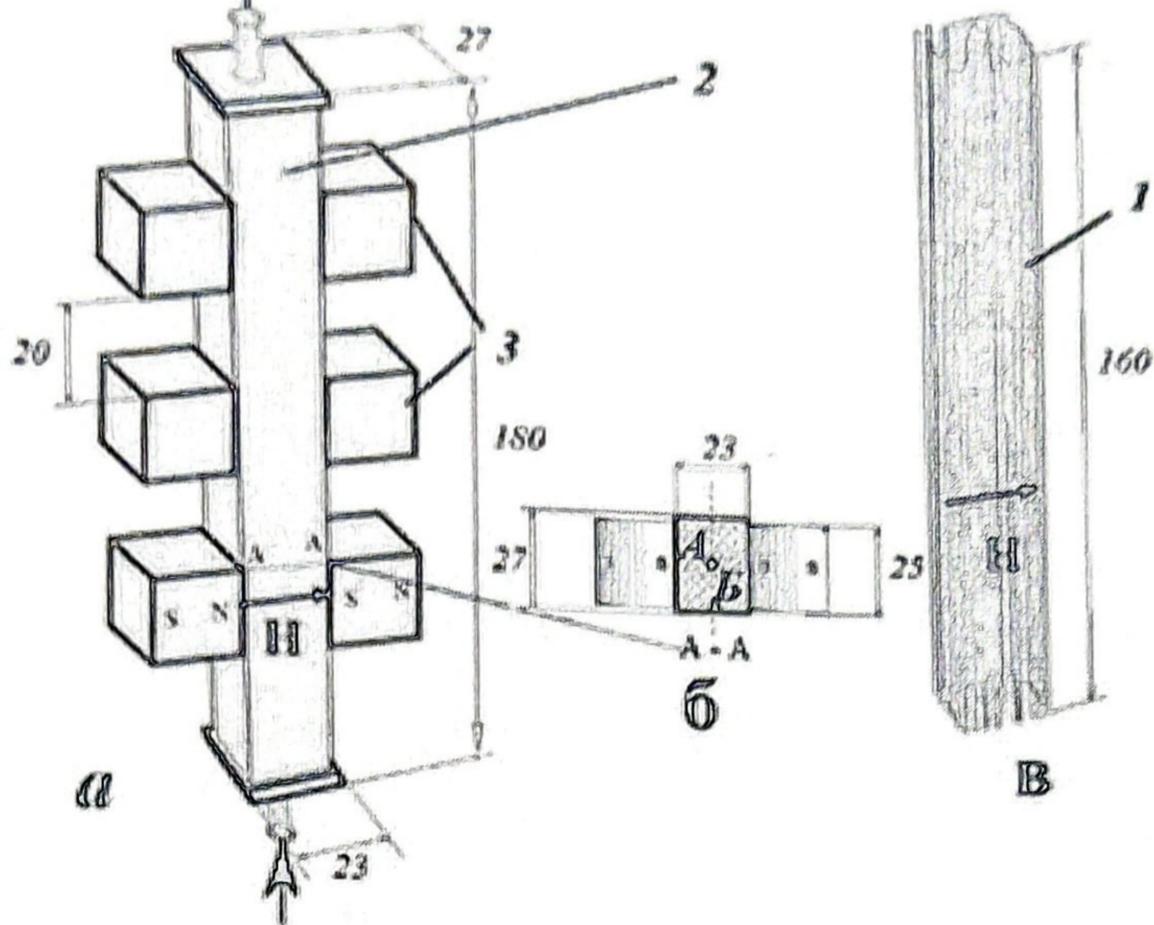
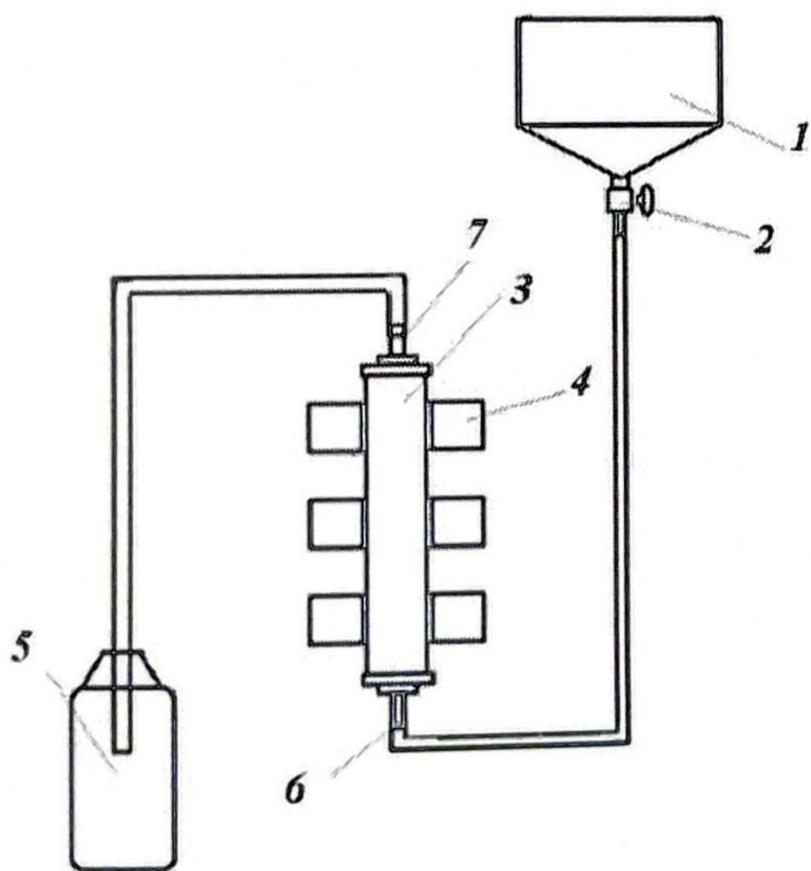


Рис. 2.3. Лабораторна установка
магнітного сепаратора: а – загальний вигляд,
б - вид у поперечному перерізі А - А, в - картридж
1 – стрижні картриджа, 2 – корпус
сепаратора, 3 – неодимові магніти



1 - ємність, 2 – відвідний патрубок із краном, 3 – магнітний
сепаратор, 4 – магніт NdFeB, 5 – ємність очищеної рідини, 6 – патрубок
входу, 7 – патрубок виходу

Рис.2.4 – Дослідна установка

Випробування проводилися на зразках пластових вод родовищ. Швидкість пропускання у всіх дослідах було встановлено ≈ 60 м/год. Із застосуванням нанодисперсного магнетиту залишковий вміст нафтопродуктів у воді вдалося знизити до 80% - 95%. За однакових умов нанодисперсний магнетит показав ефективність очищення на 20% вище порівняно із сухим магнетитовим порошком із середнім розміром гранул 1,9 мкм.

У серії експериментів із зразками пластових вод родовища X із вмістом нафтопродуктів понад 100 мг/л показав, що доведення до залишкового вмісту менше 5 мг/л можливе при 1,5 або двох кратному надлишку маси проти масою нафти. Обґрунтовується ефективність очищення для важкої нафти тим, що вміст у приграничному шарі великої кількості гідрофільних молекул, що забезпечує найкраще зчеплення наночастинок магнетиту з поверхнею нафтових крапель. У той час як із зразками нафти родовища Y знадобився надлишок магнетиту щонайменше, ніж у п'ять разів стосовно вихідного забруднення. Нафта родовища характеризується переважним вмістом алканів та гідрофобних циклів та низьким вмістом функціональних сполук, що зменшує зчепні властивості в приграничному шарі.

Резюмуючи в експериментах для доведення залишкового вмісту нафтопродуктів до нижньої межі галузевого стандарту (ОСТ 39-225-88) 5 мг/л, концентрація нанодисперсного магнетиту становила від 20 мг до 500 мг/л. Статистична обробка експериментальних даних показала, що за таких умов залишкова кількість нафтопродуктів у пластовій воді після пропускання через магнітний сепаратор склало 3-7 мг/л з довірчою ймовірністю 0,95 [29].

У формулі швидкість вилучення омагніченої глобули нафти залежить від параметра $k(C,P)$ – пакування магнітних частинок. Цей параметр залежить від концентрації магнітних частинок C та сорбційної здатності P , так як результати експериментів із пластовою водою різних родовищ

показали кратні відмінності у концентраціях магнетиту. Таким чином, оптимальна концентрація магнітних наночастинок магнетиту встановлюється за критеріями якості очищення F1 та швидкості очищення з урахуванням економічної доцільності F2:

$$F = \alpha_1 F_1 + \alpha_2 F_2 \rightarrow \max.$$

Для цього на першому етапі необхідно провести первинні випробування нанодисперсного магнетиту для оцінки ефективності очищення за критерієм F1 та визначення сорбційної здатності застосовуваного магнетиту до конкретної пластової води.

Оцінка за критерієм F2 швидкості очищення з урахуванням економічної доцільності визначається з урахуванням теоретично необхідної концентрацією магнітних частинок, щоб не використовувати їх зайву кількість.

Застосувавши як початкові дані відомості про випробування на родовищі X та реалізувавши справжній алгоритм у пакеті Matlab були отримані наступні результати. Наприклад, нанодисперсного магнетиту потрібно менше 0,1 кг/м³ для отримання 70% ефективності вибраним критерієм з рівними вагами (рисунок 6).

Концентрація магнітних частинок, кг/м³



Рис. 2.5 – Оцінювання ефективності очищення за заданим критерієм з

застосуванням різної ваги ($K_1 = 0,5$ - вага ступеня очищення, $K_2 = 0,5$ - вага швидкості очищення за рахунок вибору оптимальних концентрацій магнітних частинок).

Методика обґрунтування конструкції та режимів роботи високоградієнтного магнітного сепаратора з використанням нанодисперсного магнетиту присвячена проектуванню конструкції магнітних сепараторів з поздовжнім розташуванням стрижнів щодо потоку для очищення пластової води від емульгованої нафти із застосуванням нанодисперсних частинок магнетиту.

На рис.2.6 показано пристрій високоградієнтного магнітного сепаратора. Виготовлений з немагнітного пластику циліндричний корпус 9, оснащений зверху знімною кришкою 12 з касетою для магнітного сердечника, а знизу днищем 8, який містить патрубок входу рідини, що очищається і патрубок входу промивної рідини з клапанами 15 і 14. Всередині основного корпусу встановлений феромагнітний картридж 6 циліндричної форми з тонких та круглих сталевих стрижнів, закріплених у торцевих підставах, зовнішній ряд стрижнів зібраний у вигляді «біличного колеса», а внутрішній ряд сформований у вигляді наскрізного отвору квадратної форми для співвісного розміщення касети. У центрі касети розташовується у вигляді осердя неодимовий паралелепіпед квадратного перерізу, стрижні картриджа розміщені всередині ромбоподібно з умови, що вектори напруженості магнітного поля спрямовані по діагоналі ромба Для промивання пристрій озброєний додатково патрубками промивання 14 та тепловим електронагрівачем (ТЕН).

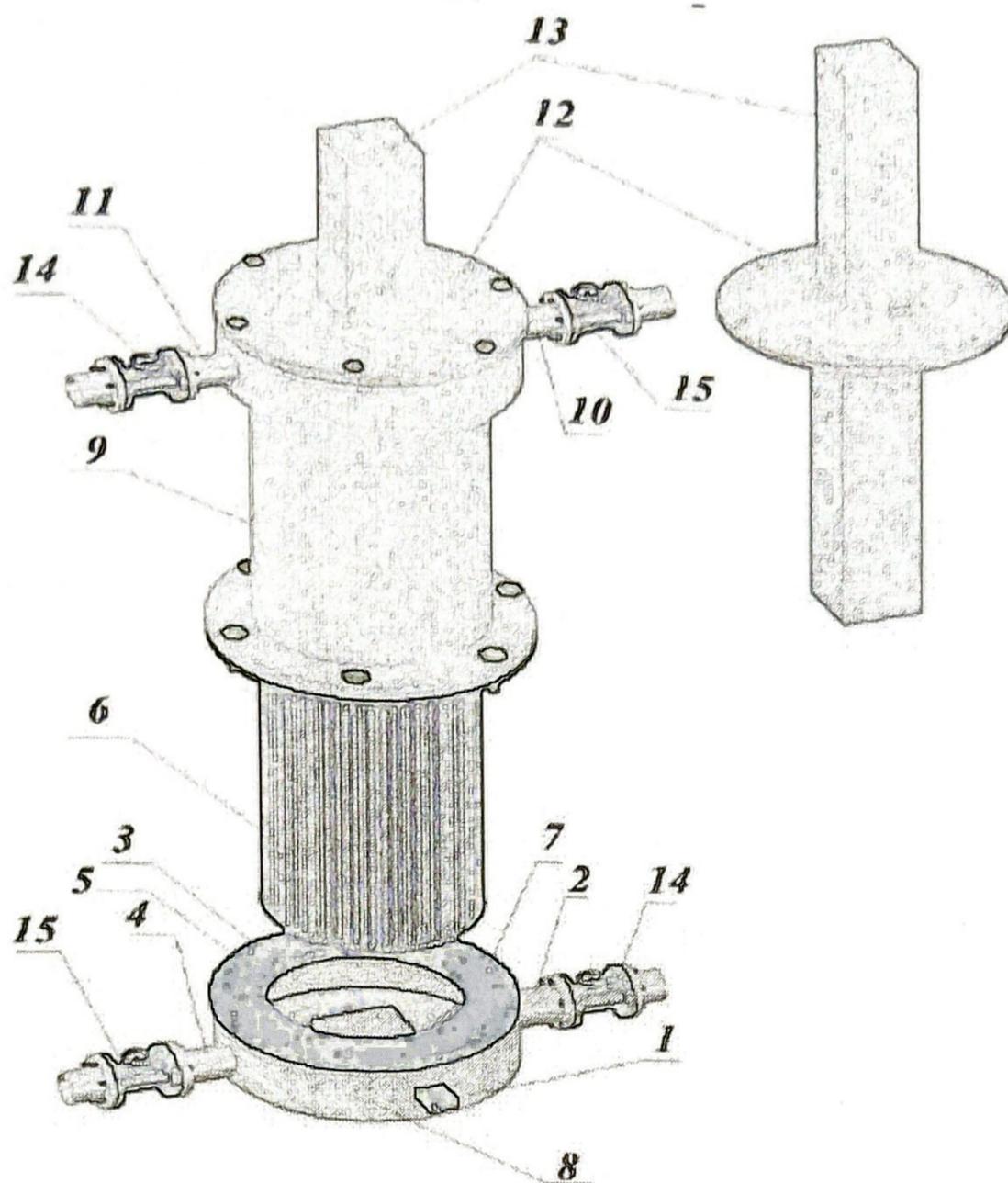


Рис. 2.6 – Магнітний сепаратор із феромагнітним картриджем: 1 – штекер підключення ТЕН-а, 2 – патрубок входу для промивання та додавання ПАР, 3 – ТЕН, 4 – патрубок входу, що очищається рідини, 5 – напрямна картриджа, 6 – феромагнітний картридж, 7 – герметичний ущільнювач, 8 – днище корпусу, 9 – основний корпус, 10 – патрубок виходу під час промивання, 11 – патрубок виходу під час очищення, 12 – верхня частина роз'ємного корпусу, 13 – неодимовий магніт, 14 – клапан патрубоків очищення, 15 – клапан патрубоків промивання

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

До переваг методу очищення води за допомогою магнітного сепаратора можна віднести компактність установки, простоту управління, відсутність необхідності внесення в воду додаткових (іноді досить

дорогих) реагентів, незалежність до різких змін таких показників, як температура, рівень кислотно-лужного балансу середовища, поява токсичних елементів.

Серед недоліків методу водоочищення за допомогою магнітного сепаратора можна відзначити дещо підвищену енерго- і металоємність процесу, відносно невисоку продуктивність електрокоагуляційних установок, що серійно виробляються. Недоліки можуть бути усунені залежно від родовища та його гідрогеологічних умов.

РОЗДІЛ 4: ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона надр і навколишнього середовища в процесі розробки газоконденсатних покладів являється однією з основних умов раціональної розробки, а також екологічної безпеки на всіх стадіях розробки родовища.

Охорона надр передбачає здійснення комплексу заходів, направлених на запобігання втрат вуглеводнів, а також супутніх корисних копалин в результаті неякісної проводки свердловин та порушення технологічних режимів видобутку вуглеводнів. Нераціональний видобуток нафти призводить до передчасного обводнення, перетоків флюїдів між продуктивними і сусідніми горизонтами, руйнування колектора, обсадної колони і цементного кільця.

Охорона надр вмішує охорону надр при бурінні свердловин, охорону надр при розробці родовища, охорону надр при інтенсифікації видобутку вуглеводнів та охорону надр при ремонтах свердловин.

4.1. Основні положення

Абазівське газоконденсатне родовище знаходиться в межах Полтавського району Полтавської області України. Найближчі населені пункти: Абазівка, Бугаївка, Войтовка і Лозовка. Через родовище проходить автомагістраль Харків-Київ, найближчий значний залізничний вузол розташований у 20 км на схід-місто Полтава

Охорона надр і навколишнього середовища в процесі розбурювання й розробки газоконденсатних родовищ є однією з основних умов раціональної розробки покладів природного газу, а також забезпечення екологічної безпеки на всіх етапах промислового освоєння родовища.

Проектом розробки Абазівського газоконденсатного родовища передбачено пробурити 4 експлуатаційних свердловини і виконати комплекс робіт і досліджень у процесі їхнього буріння й освоєння, а також контрольні-дослідницьких робіт у процесі всього циклу розробки газоконденсатного покладу.

Основними потенційними забруднювачами навколишнього середовища при розробці газоконденсатного родовища можуть бути: природний газ, газовий конденсат і продукти їхнього згорання, попутні промислові води, деякі хімічні реагенти, котрі використовуються в технологічному процесі буріння свердловин і видобутку газу.

Джерелами забруднення навколишнього середовища у виробничому процесі є газові свердловини й установка комплексної підготовки газу (УКПГ).

Заходи щодо охорони навколишньої природи в процесі буріння експлуатаційних свердловин й експлуатації газоконденсатного родовища повинні бути спрямовані на недопущення або зниження забруднення навколишньої природи викликані виробничим процесом.

Облаштованість Абазівського газоконденсатного родовища по проекті виконаному Укрніігазом у комплексі УКПГ входить сепараційне й технологічне устаткування, резервуари для конденсату, збору води.

Газ і конденсат по газо- і конденсатопроводам подаються споживачеві, а попутна пластова вода закачується в тріасові відкладення свердловини №117.

4.2. Охорона атмосферного повітря

Джерелами забруднення атмосферного повітря можуть бути:

1) при бурінні свердловин:

- двигуни внутрішнього згорання, які розташовані на території бурової установки;
- котельні та установки обігріву обладнання;
- хімічні речовини та реагенти при їх перерозвантаженнях та зберіганні;
- свердловини, які досліджуються;

2) при експлуатації родовища:

- свердловини, шлейфи, газопровід під час продувки їх в атмосферу;
- витоки газу через нещільності технологічного обладнання;
- аварійні викиди газу.

Для запобігання та зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу на

Абазівському ГКР необхідно передбачити:

- проведення вимірів та досліджень стану атмосферного повітря на робочих площадках та спеціально обладнаних пунктах, які повинні бути розташовані в понижених ділянках біля автотраси Київ-Харків;
- дотримання графіків профілактичного огляду обладнання, що герметизує та запирає потоки газу, продувок свердловин та технологічного обладнання, а також дослідження свердловин проводити із спалюванням вуглеводнів;
- не проводити роботи, пов'язані з викидами вуглеводнів при несприятливих метеоумовах.

Наголосимо, що поверхня Абазівського родовища розташована в пониженій частині ДДЗ, яка не тільки багата фауною і флорою, а і небезпечна з точки зору накопичення вуглеводнів та газів, маючих більшу вагу ніж повітря. Тому контроль наявності газів в повітрі вкрай необхідний. Для запобігання та зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу на Абазівському ГКР необхідно передбачити:

- проведення вимірів та досліджень стану атмосферного повітря на робочих площадках та спеціально обладнаних пунктах, які повинні бути розташовані з заходу в понижених ділянках .
- дотримання графіків профілактичного огляду обладнання, що герметизує та запирає потоки газу, продувок свердловин та технологічного обладнання, а також дослідження свердловин проводити з спалюванням вуглеводнів;
- не проводити роботи, пов'язані з викидами вуглеводнів при несприятливих метеоумовах.

Таблиця 4.1. Максимальні граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин в атмосфері населених пунктів

Найменування шкідливої речовини	Максимальні разові граничнодопустимі концентрації, мг/м ³		Клас небезпеки ОНД	Агрегатний стан шкідливих речовин
	ГДК шкідливих речовин в повітрі населених пунктів	ГДК шкідливих речовин в повітрі робочих зон		
Окис вуглецю	5	20	3	газ
Окис азоту	0,4	5,0	3	газ
Двоокис азоту	0,085	5,000	3	газ
Сірчистий водень	0,5	3,0	3	газ
Вуглеводні насичені C ₁₂ -C ₁₉	1,0	100	4	газ
Метан, етан, пропан	50	300	4	газ
Бутан	200	300	4	газ
Пропан	100	300	4	пари
Гексан	60	300	4	пари
Меркаптан	9·10 ⁻⁶	1		

4.3. Охорона водного середовища

Площа родовища розташована в низинах, де поверхневі води потребують захисту від продуктів діяльності бурових установок та технологічних процесів видобутку вуглеводнів. Крім того поверхневі води мають сполучення з водами верхньої частини геологічного розрізу, які використовуються як питні.

Потенційними джерелами забруднення поверхневих та питних вод можуть бути:

- бурові стічні води, розчини;
- продукти досліджень свердловин (конденсат, мінералізована вода);
- хімічні речовини та реагенти до бурового розчину;
- забруднені ливневі стічні води та інше.

Для запобігання забруднення поверхневих, ґрунтових та питних вод необхідно:

- розкриття верхніх частин геологічного розрізу виконувати на екологічно чистому буровому та тампонажному розчинах і перекриття їх обсадною колоною до глибини 200 м;
- використовувати замкнену технологію обігу бурового розчину з збиранням шламу і вивозом їх для нейтралізації і зниження;
- спалювати або вивозити конденсаційні та пластові води, які видобуваються з вуглеводнями в процесі дослідження свердловин;
- в випадках використання установок для розділення фаз вуглеводнів, при дослідженнях свердловин, рідкі компоненти збирати в спеціальну тару і вивозити з території родовища;
- хімічні речовини та реагенти до бурового розчину зберігати в герметичній тарі;
- підтримувати чистоту на буровій ділянці, своєчасно проводити зачистку та дезактивацію забруднених ділянок та інше.

4.4. Охорона земель, лісу, флори та фауни

На території Абазівського родовища лісонасаджень нема.

Охорона земель складається з комплексу заходів, котрі забезпечують зберігання родючого шару поверхні та забезпечення чистоти підповерхневого ґрунту на ділянках сільськогосподарських угідь та сприяння зберіганню поверхневого шару. Роботи по меліорації не проводяться. Особо охоронні зони відсутні.

Перед будівництвом бурової установки на ділянках сільськогосподарських угідь поверхневий ґрунт необхідно зняти на глибину узгоджену з місцевими органами Держкомприроди (0.5-0.7 м) та

зібрати в кагати на ділянці бурової. Підповерхневий ґрунт може бути забруднений хімічними реагентами, ПММ, відпрацьованими буровим розчином. Для захисту ґрунту від забруднень необхідно виконувати роботи з цими речовинами в спеціально обладнаних місцях.

При будівництві бурових установок та експлуатації їх необхідно використовувати технології замкнених циклів виробництва з збиранням і вивозом відходів для дезактивації та знищення, застосування блочно-модульного способу будівництва бурової.

Джерелами небезпеки для флори і фауни є аварійні викиди вуглеводнів як

на етапі будівництва так і експлуатації свердловин, хімічні реагенти, шлам з свердловин, ПММ. На випадок аварійних ситуацій необхідно розробити конкретні планові засоби з вказанням організацій, які повинні приймати участь в ліквідації аварій, переліком технічних засобів та шляхів видалення забруднюючих речовин та очищення території, застосувати прилади і технології передбачення та усунення аварій.

Нейтралізація хімреагентів, шламу, ПММ повинна виконуватись наступними методами:

- термічним;
- зтверженням;
- хімічною нейтралізацією.

Місця заховання та способи знешкодження відходів виробництва повинні бути узгоджені з місцевими органами Держкомприроди.

По закінченню будівництва свердловин повинна проводитися рекультивація земель двома етапами:

- технічний;
- біологічний.

Детально ці етапи повинні бути висвітлені в проектах на будівництво свердловин.

Заходи попередження та знешкодження викидів на УКПГ, свердловинах, шлейфах, трубопроводах повинні бути передбачені в проектах облаштування родовища.

4.5. Охорона надр

На Абазівському ГКР охорона надр буде здійснюватися:

- при бурінні свердловин;
- при розробці газових покладів.

Заходи з охорони надр при бурінні свердловин повинні забезпечити:

- ізоляцію водоносних горизонтів з прісною питною водою від поверхневих та пластових мінералізованих вод;
- недопущення забруднення водоносних пластів верхньої частини геологічного розрізу буровим розчином;
- недопущення поглинань бурового розчину, обвалів стінок свердловин;
- недопущення аварійного фонтанування пластовим флюїдом;
- ізоляцію випробуваних об'єктів один від одного.

Тому в проектах на буріння свердловин необхідно передбачити технічні засоби, технології недопускаючі забруднення надр як в вертикальних, так і в похилоспрямованих свердловинах.

Охорона надр при розробці газових покладів полягає в:

- недопущені втрат газу і конденсату та максимальному збільшені коефіцієнту вилучення вуглеводнів з покладів;
- застосуванні методів збереження герметичності свердловин.

Для своєчасного визначення негерметичності свердловин необхідно провести фонові дослідження геофізичними методами (ГК, НГК, термометрії) по всій довжині стовбура свердловини, а потім, в процесі її експлуатації, в плано-вому порядку, проводити ГДС контролю за герметичністю свердловин.

4.6. Утилізація промстоків при експлуатації родовища

Досвід розробки газоконденсатних родовищ й аналіз попутних вод,

що добувають, дозволяє зробити висновки, що формування промислових стоків у процесі розробки родовищ відбувається за рахунок конденсаційних і пластових вод, що видобувають разом з газом, зливових стоків й інших водних відходів промислового процесу. У цій групі промислових стоків тільки пластові води мають високу мінералізацію. Яка на Абазівському родовищі досягає 170 г/літр і вміст солей у промислових стоках залежить від питомого обсягу пластової води в загальному обсязі промстоків.

На Абазівському родовищі водоносні горизонти у всіх що розкривають стратиграфічних комплексах. Води верхніх горизонтів у процесі буріння надійно ізолюються від нище лежачої продуктивної частини розрізу і у процесі розробки родовища не приймають.

Тріасові й пермські відкладення надійно екрановані від зон активного обміну, тому вони можуть використатися для утилізації промислових стоків.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Існуюча схема облаштуваності Абазівського родовища передбачає утилізацію промислових і попутних вод у тріасові відкладення свердловини №117. Із цією метою на УКПГ будується насосна установка.

Абазівське родовище знаходиться на пізній стадії експлуатації, а отже його екологічний стан можемо оцінити як задовільний.

РОЗДІЛ 5: РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

5.1. Розрахунок вартості будівництва установки очищення пластової води за допомогою магнітної сепарації Абазівського родовища

Собівартість будівництва установки складається з витрат на весь цикл будівництва установки і включає наступні статті витрат:

- 1) підготовчі роботи (підготовка майданчика, будівництво під'їзного шляху, трубопроводів, ліній передач та ін.; розбирання трубопроводів, ліній передач тощо);
- 2) будівництво та розбирання установки;
- 3) випробування установки;
- 4) додаткові витрати під час виконання робіт у зимовий час;
- 5) накладні витрати;
- 6) інші роботи і витрати;
- 7) проектні роботи;
- 8) резерв на непередбачені роботи й витрати.

Обчислення сумарних витрат, які включаються до вартості
установки

$$S_{\text{б.}} = S_{\text{мат.}} + S_{\text{з.п.}} + S_{\text{ел.}} + S_{\text{зм}} + S_{\text{с.о.}} + S_{\text{а.в.}} + S_{\text{і.в.}}, (5.1)$$

$$S_{\text{б.}} = 2,35 \text{ млн. грн}$$

Значення сумарних витрат, що включено до вартості установки

прийнято на основі порівняння з аналогами.

Розрахунок вартості підготовчих робіт

До вартості підготовчих робіт відносять витрати на підготовку
трубопроводів, ліній передач

тощо та їх розбирання. При збільшених розрахунках визначається

$$S_{n.p.} = k_{n.p.} \cdot S_{б.},$$

$$S_{n.p.} = 0,06 \cdot 2,35 = 141000, \text{грн (6.14)}$$

де $k_{n.p.}$ – коефіцієнт переходу від вартості експлуатації установки до вартості підготовчих робіт (для експлуатації= 0,06).

Визначення вартості будівництва і розбирання обладнання

Цей розділ витрат уключає вартість монтажу та демонтажу установки для випробування установки. При збільшених розрахунках обчислюється

$$S_{с.р.о.} = k_{с.р.о.} \cdot S_{б.},$$

$$S_{с.р.о.} = 0,09 \cdot 2,35 = 211500, \text{грн (6.15)}$$

де $k_{с.р.о.}$ – коефіцієнт переходу від вартості експлуатації установки до вартості будівництва і розбирання обладнання (для експлуатації= 0,09).

Розрахунок вартості випробування установки

$$S_{в.с.} = k_{в.с.} \cdot S_{б.},$$

$$S_{в.с.} = 0,04 \cdot 2,35 \text{ млн. грн} = 94000, \text{грн (6.16)}$$

де $k_{в.с.}$ – коефіцієнт переходу від вартості експлуатації установки до вартості випробування установки (для експлуатації= 0,04).

Розрахунок величини транспортних витрат

$$S_{т.р.} = k_{т.р.} \cdot S_{б.},$$

$$S_{т.р.} = 0,065 \cdot 2,35 \text{ млн. грн} = 152750, \text{грн, (6.17)}$$

де $k_{т.р.}$ – коефіцієнт переходу від вартості експлуатації установки до вартості транспортних послуг (для експлуатації= 0,065).

Обчислення вартості інших робіт та витрат

До даної групи витрат належать витрати на:

- польове постачання;
- промислово-геофізичні роботи;
- лабораторні роботи;
- топографо-геофізичні роботи;
- транспортування вахт;
- рекультивацію земель;
- інші додаткові витрати.

Витрати на польове постачання складають 2% від вартості будівництва свердловини

$$S_{n.n.} = 0,02 \cdot (S_{c.p.o.} + S_{\sigma} + S_{v.c.} + S_{m.p.}) S_{n.n.} = 0,02 \cdot (141 + 211,5 + 2350 + 94) = 55930 \text{ тис. грн. (6.18)}$$

Витрати на лабораторні роботи складають 0,15% від вартості буріння та випробування установки

$$S_{l.p.} = 0,0015 \cdot (S_{\sigma} + S_{v.c.}),$$

$$S_{l.p.} = 0,0015 \cdot (2350 + 94) = 3,666 \text{ тис. грн. (6.19)}$$

Кошти на всі інші роботи й витрати слід прийняти в розмірі 4% від вартості будівництва та випробування установки

$$S_{i.v.}^{dod.} = 0,04 \cdot (S_{\sigma} + S_{v.c.}),$$

$$S_{i.v.}^{dod.} = 0,04 \cdot (2350 + 94) = 97,76 \text{ тис. грн. (6.20)}$$

5.2. Визначення економічної ефективності створення установки

Згідно з діючою методикою встановлення економічної ефективності впровадження нової техніки в нафтогазовій галузі річний економічний ефект від виробництва і використання нового обладнання, машин, інструментів та інших засобів праці довгострокового використання з

поліпшеними якісними характеристиками визначається за такою формулою: $E = \Delta Q \times C_n - S_b - C_{уст}/25$, де

ΔQ - додатково видобута продукція за рахунок закачування очищеної води для підтримання пластового тиску 342 т/рік;

$C_n = 11000$ грн.

S_b - сумарні витрати за рік;

$C_{уст}$ - ціна установки. – 625000 грн

$$E = (342 * 11000) - 2,35 - (625000/25) = 1,387 \text{ млн.грн.}$$

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

В результаті засотосування установки на Абазівському родовищі прогнозується економічний ефект 1,387 млн. грн.

1. Розглянуто хімічний склад стічних пластових вод та виявлено аспекти їхнього впливу на навколишнє середовище. Існуючі на даний час методи очищення стічних пластових вод досить дороговартісні, або не забезпечують достатнього ступеня очищення. У зв'язку з цим великий теоретичний та практичний інтерес являє аналіз можливості використання методу із застосуванням магнітного впливу очищення стічних пластових вод від нафтопродуктів.

2. Наведено основні існуючі методи очищення стічних пластових вод родовищ. На УКПГ Абазівського родовища запропоновано вдосконалити шляхом застосування екологічно безпечної технології очищення пластових вод від нафтопродуктів із застосуванням магнітного сепаратора. Відповідно досліджень пропонується замість магнітного сердечника та феромагнітного картриджа використовувати магнітну касету. Феромагнітний картридж рекомендується виготовляти з стрижнів товщиною 1 мм і розташовувати так само на відстані 1 мм один від одного. Відповідно до цієї схеми магнітної сепарації, метод дозволить забезпечити практично замкнутий технологічний цикл. Із застосуванням нанодисперсного магнетиту залишковий вміст нафтопродуктів у воді вдалося знизити до 80% - 95%.

3. До переваг методу очищення води від нафтопродуктів за допомогою установки магнітної сепарації можна віднести компактність установки, відсутність необхідності внесення в воду додаткових реагентів, незалежність до різких змін таких показників, як температура, рівень кислотно-лужного балансу середовища.

4. В результаті застосування установки магнітної сепарації з метою очищення пластових вод від нафтопродуктів на Абазівському родовищі прогнозується економічний ефект 1,39 млн. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Акульшин О.І., Акульшин О.О., Бойко В.С., Дорошенко В.М., Зарубін Ю.О. Технологія видобування, зберігання і транспортування нафти і газу: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 434 с.
2. Атлас родовищ нафти і газу України // гол. ред. М. М. Іванюта. – Львів: Центр Європи, 1998. – Т. II. – 924 с.
3. Атлас родовищ нафти і газу України // гол. ред. М. М. Іванюта. – Львів: Центр Європи, 1999. – Т. VI. – 223 с.
4. Атлас родовищ нафти і газу України: в 6 т. / гол. ред. М. М. Іванюта. – Львів: «Центр Європи», 1998.
5. Бойко В.С, Бойко Р.В. Підземна гідрогазодинаміка: Підручник. - Львів: Апріорі, 2005. - 452 с.