

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ,
СЕЛЕКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ**

**Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту
довкілля**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОД У
РАЙОНІ БУРОВОЇ ПЛОЩАДКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ
ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ
(НА ПРИКЛАДІ СВЕРДЛОВИНИ №77 СХІДНО-
РОГІНЦІВСЬКОГО РОДОВИЩА)**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП програмою Екологія
спеціальності 101 Екологія
ступеня вищої освіти Бакалавр
групи 101 ЕКОЛбд_41
Нестерць Максим Ігорович

Керівник: Марина ГАЛИЦЬКА
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

Рецензент: Ольга МІЛЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

Полтава 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОД У РАЙОНІ БУРОВИХ ПЛОЩАДОК.....	9
1.1 Дослідження екологічного стану вод під час проведення бурових робіт.....	9
1.2 Розробка керівного нормативного документу з контролю вод в районі бурових площадок	13
1.3 Розробка методик визначення забруднення вод	17
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ БУРОВИХ СТІЧНИХ ВОД ПРИ БЕЗАМБАРНОМУ СПОСОБІ БУРІННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН.....	18
2.1 Сучасний стан технологій перероблення бурових стічних вод при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин вітчизняними та закордонними нафтогазовидобувними підприємствами.....	18
2.2 Проведення лабораторних досліджень з перероблення бурових стічних вод в умовах безамбарного способу споруджування свердловин.....	24
2.3 Розробка технологічної схеми процесу перероблення бурових стічних вод при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин.....	36
2.4 Проведення промислових випробувань розробленої технології перероблення бурових стічних вод	40
РОЗДІЛ 3. ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ.....	54
3.1 Природоохоронні вимоги до захисту поверхневих та підземних вод.....	54
3.2 Природоохоронні заходи щодо екологічного стану підземних вод в районі бурової площадки свердловини № 77 Східно- Рогінцівсько городища.....	56
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИ ДЖЕРЕЛ.....	63
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

Актуальність теми. У результаті інтенсивного використання людством водних ресурсів відбуваються значні кількісні й якісні зміни в гідросфері. Кількісні зміни полягають у тому, що в певних районах змінюються кількість води, придатної для господарських потреб, водний баланс, режим рік тощо. Якісні зміни зумовлені тим, що більшість річок і озер є не лише джерелом водопостачання, а й тими басейнами, куди скидають промислові, сільськогосподарські й господарсько-побутові стоки. Це призвело до того, що нині на Землі вже практично не залишилося великих річкових систем з гідрологічним режимом і хімічним складом води, не спотворених діяльністю людей.

Згубно впливають на стан водойм стічні води, що містять розчинені органічні речовини або суспензії органічного походження. Більшість цих речовин сприяє зниженню вмісту кисню у воді. Особливої шкоди завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообмінові між водою й атмосферою й знижує вміст кисню у воді. Осідаючи на дно водойм, органічні суспензії замулюють його й затримують або повністю припиняють життєдіяльність донних мікроорганізмів, які беруть участь у самоочищенні. Під час гниття донних осадів, забруднених органічними сполуками, утворюються шкідливі й отруйні сполуки, зокрема сірководень, що забруднює всю воду в річці чи озері.

Одним із постачальників органічних речовин у стічних водах є підприємства нафтогазовидобувної промисловості, які за рівнем шкідливого впливу на довкілля вважаються об'єктами підвищеного екологічного ризику. Вони є потенційними джерелами забруднення довкілля, що може статися у разі порушення технологічних режимів роботи устаткування чи аварійної ситуації. Деякі об'єкти забруднюють довкілля і за нормальних умов роботи, що зумовлено існуючими технологічними процесами. Так, при споруджуванні нафтогазових

свердловин одним із найбільш негативних впливів є хімічне забруднення підземних вод, в першу чергу першого від поверхні горизонту прісних вод. Найчастіше це забруднення пояснюють фільтрацією відходів буріння, які збираються і зберігаються в земляних шламових амбарах, облаштованих на території бурової площадки в проникних ґрунтах без надійної гідроізоляції.

У зв'язку з тим, що споруджування нафтогазових свердловин проводиться на значних територіях і вірогідність забруднення того чи іншого водного об'єкту досить значна, існує потреба у створенні системи контролю вод в районі бурової площадки, яка б ґрунтувалася на базі пріоритетних показників, що дозволяють достовірно виявити техногенний вплив бурових робіт на природні водні об'єкти.

Рівень забруднення встановлюється за результатами опробування підземних вод з наступними розрахунками перевищення вмісту окремих компонентів і показників над граничнодопустимими значеннями (ГДК) з урахуванням класів небезпеки, встановлених для цих токсичних компонентів.

Комплекс заходів, що мають забезпечити нормальний стан водних об'єктів, включає такі:

- нормування якості води, тобто розробка критеріїв щодо її придатності для різних видів водокористування;
- скорочення обсягів скидів забруднень у водойми шляхом вдосконалення технологічних процесів;
- очистка стічних вод.

Нормування якості води в нашій країні здійснюється за відповідними правилами й нормативними актами. У прийнятому Верховною Радою України Законі «Про охорону навколишнього природного середовища» є спеціальний розділ щодо охорони водного середовища. В ньому викладено вимоги до складу й властивостей води для різних потреб народного господарства, підкреслюються принципи обов'язковості захисту всіх водокористувачів і водоспоживачів. Окремо наголошується на забороні

скидання у водойми стічних вод, що містять цінні відходи, сировину, які можуть бути вилучені шляхом раціональної технології.

Якісний стан підземних вод України в цілому кращий, ніж поверхневого стоку, хоча місцями теж спостерігається забруднення підземних вод деяких горизонтів стоками промислових підприємств, великих тваринницьких комплексів тощо. Це переважно хімічне забруднення. У Дніпровсько-Донецькій западині мало місце також забруднення прісних підземних вод мінералізованими (за рахунок неякісного цементування нафтових свердловин), коли вода одних підземних горизонтів змішувалася з водою інших (перетоки).

Підземні води не лише вичерпуються й забруднюються, але й нераціонально використовуються. Водним кодексом та Законом України «Про внесення змін до Водного кодексу України» заборонено вживання прісних підземних вод не для пиття, однак у 30 містах України більше половини загальної кількості підземних вод все ще використовується для технічних потреб.

Скорочення обсягів скидів забруднень у водойми й перехід нафтогазо-видобувних підприємств до роботи за схемою замкнутого циклу водокористування є головним напрямом захисту водного середовища в промисловості. За такою схемою водокористування промислове підприємство після очищення власних стічних вод повторно використовує їх у технологічному циклі, й забруднені стічні води взагалі не потрапляють, у природні водойми. Розробка нових прогресивних технологій дозволяє різко скоротити потреби у воді, а інколи й зовсім відмовитися від неї.

Об'єкт дослідження кваліфікаційної роботи – екологічний стан вод у районі бурової площадки св. №77 Східно-Рогінцівського родовища.

Предмет дослідження – бурові стічні води, відпрацьовані промивальні рідини, технології їх перероблення в умовах безамбарного способу споруджування нафтогазових свердловин.

Мета роботи – вивчення екологічного стану вод у районі бурових площадок та розробка природоохоронних заходів щодо запобігання їх забруднення при споруджуванні нафтогазових свердловин, та підвищення екологічної безпеки бурових робіт.

Для реалізації зазначеної мети передбачається виконання наступних завдань:

- проаналізувати нормативно-правові документи у галузі охорони навколишнього природного середовища;
- вивчити природоохоронні вимоги до захисту вод у районі бурової площадки;
- дослідити екологічний стан вод у районі бурової площадки;
- визначити пріоритетні показники контролю за забрудненням вод;
- спрогнозувати наслідки можливого забруднення вод під час проведення бурових робіт.

Методи дослідження – аналіз сучасного стану у сфері перероблення рідинних відходів буріння, лабораторні дослідження з визначення типів та доз коагулянтів і флокулянтів, аналіз технологічних показників за результатами промислових випробувань з метою розроблення технологічного регламенту перероблення бурових стічних вод в умовах без амбарного способу споруджування нафтогазових свердловин.

Апробація роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи і результати дослідження доповідалися та обговорювалися на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» , та опубліковані у Збірнику матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» – 27 травня 2024, Полтава –190с.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається з 3 розділів; 19 таблиць, 8 додатків, 44 використаних джерела.

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОД У РАЙОНІ БУРОВИХ ПЛОЩАДОК

1.1 Дослідження екологічного стану вод під час проведення бурових робіт

Розробка нафтогазових родовищ, яка складається із процесів спорудження свердловин та їх подальшої експлуатації, супроводжується забрудненням поверхневих та підземних вод, що підтверджується численними дослідженнями. Так, Північно-Східним науковим центром НАН України розроблено та впроваджено систему оцінки і прогнозу санітарно-гігієнічного стану підземних і поверхневих вод у районі розташування Східно-Рогінцівських родовищ. Необхідність розробки подібної системи виникла в зв'язку з тим, що останнім часом гостро постала проблема забруднення навколишнього середовища супутньо-промисловими водами, оскільки вони складають основний об'єм видобутку в даному регіоні і мають велику хімічну агресивність [16]. Супутні води із продуктивних покладів, як правило, є хлоридними натрієво-кальцієвими розсолами з мінералізацією до $3 \cdot 10^5$ мг/дм³ і містять багато інших компонентів, вміст яких значно перевищує граничнодопустимі концентрації (ГДК) для питних вод. Це відноситься до таких легко мігруючих і токсичних елементів, як бром, стронцій, літій, різноманітні водорозчинні органічні сполуки. Тому навіть невеликі втрати промислових вод призводять до чималих змін у складі прісних поверхневих і підземних вод, що, як правило, не дозволяє їх використання за прямим призначенням.

У таблиці А.1 додатку А наведено середній склад супутніх вод нафтових родовищ північної прибортової зони Дніпрово-Донецької западини (ДДЗ).

Накопичення великих об'ємів стічних вод, яким, як відомо, супроводжується буріння нафтогазових свердловин, може негативно

впливати на екологічний стан поверхневих та підземних вод [23]. Підвищена їх небезпечність обумовлена такими токсичними забруднювачами, як нафта і нафтопродукти; хімічні реагенти; поверхнево-активні речовини (ПАР); мінеральні частинки вибуреної породи, глинопорошків, обважнювачів. При цьому небезпечне забруднення природних вод можливе як при скиданні в них неочищених вод, так і при розливах, змиваннях, фільтрації власне забруднювачів у водойми, водотоки, ґрунтові і підземні води. Такі випадки доволі часто виникають в процесі буріння і кріплення нафтових і газових свердловин, при проникненні фільтрату у пласти, поглинанні промивальної рідини, цементних розчинів, при перетоках нафти або пластових мінералізованих вод із нижніх горизонтів у верхні і навпаки. Найбільшу небезпеку являють собою аварійні викиди і відкрите фонтанування нафти, газу і мінералізованих пластових вод. В результаті таких аварій, а також в процесі спорудження нафтогазових свердловин в природні водойми можуть попадати промивальні рідини, вибурена порода, нафта, паливно-мастильні матеріали, хімічні реагенти, ПАР, обважнювачі, стічні води, буровий шлам та інші шкідливі речовини [21, 25]. Характерним прикладом негативного впливу технологій та засобів спорудження свердловини на ґрунти, поверхневі та підземні води є результати дослідження об'єктів Барсуківського нафтового родовища в Білорусі. Родовище експлуатується з 1975 року. Дослідження по забрудненню підземних вод виконані за допомогою 50 спостережних свердловин, а також пробами, які було відібрано в колодязях та меліоративному каналі. Для визначення ступеню забруднення ґрунтів проведено визначення за допомогою шурфів глибиною до 1,5 м. Відібрано і виконано аналізи на вміст компонентів в бурових стічних водах більше 100 зразків і 50 зразків ґрунтів. Так, ґрунти і ґрунтові води на майданчиках спостереження бурових установок забруднено нафтопродуктами та токсичними компонентами, які містяться в відпрацьованих промивальних рідинах. Забруднення нафтопродуктами

спостерігалось до глибини 5,5м, максимальний вміст перевищує ГДК в 30 і більше разів і складає 0,4 – 32,0 г/кг. Більшу половину забруднюючих речовин складають KCl, NaCl, CuCl₂, максимальні концентрації іону хлору перевищують ГДК у 14 – 40 разів. На всіх забруднених територіях відмічено зміни в рості рослинності або її деградація. Аналогічне становище спостерігається і в районі родовищ ДДЗ. Середні показники стічних вод бурових ДДЗ, дослідження яких систематично проводилися на протязі останніх 10 років наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Середні показники стічних бурових вод ДДЗ

Найменування показників	Значення показників
1. Завислі речовини, мг / дм ³	100 ÷ 5000;
2. Хімічне споживання кисню, мгО/дм ³	500 ÷ 7000;
3. Вміст нафтопродуктів, мг/ дм ³	100 ÷ 1000;
4. Сухий залишок, мг/ дм ³	1000 ÷ 47700;
5. Водневий показник, од. рН	6,0 ÷ 9,0 ;
6. Масова концентрація іонів хлору, мг/дм ³	350 ÷ 35000 ;
7. Масова концентрація іонів натрію , мг/дм ³	100 ÷ 7000.

У зв'язку з тим, що буріння нафтогазових свердловин поширене на значних територіях, вірогідність забруднення того чи іншого водного об'єкту досить значна, і існує потреба в створенні системи контролю вод в районі бурової площадки, яка б ґрунтувалася на базі пріоритетних показників, що дозволяють достовірно встановлювати техногенний вплив на природні об'єкти [38, 40].

Для широкого застосування контролю вод в районі бурової площадки необхідно визначити 7–8 показників інтегрального характеру, які були б інформативними і забезпечували достовірне встановлення характеру забруднення природних вод і його можливий зв'язок з бурінням свердловини. Методи визначення цих показників і засоби їх вимірювання

повинні бути сертифіковані і мати державну атестацію. Як критерій взаємодії процесів буріння з природними водами необхідно було б використовувати тенденції зміни їх хімічного складу, а найнадійнішим показником впливу (чи його відсутності) має стати аналіз гідрохімічного режиму вод в районі бурової площадки [39].

Структурними одиницями системи оцінки і прогнозу якості поверхневих та підземних вод повинні бути:

- комплекс технологічної інформації щодо характеристик та розташування об'єктів – потенційних джерел забруднення гідросфери;
- спеціальні спостережні свердловини за якістю підземних вод і об'єкти питного чи господарського водокористування;
- нормативні акти водокористування та його обмеження;
- нормативна методична документація з відбору, зберігання проб води та методик виконання хімічних аналізів;
- система зберігання, обробки та видачі інформації.

Застосування такої системи контролю дозволить вирішувати такі завдання:

- виявляти ступінь забруднення вод навколо бурової площадки;
- приймати рішення по локалізації джерел забруднення;
- вивчати динаміку забруднення, його небезпеку для водних об'єктів даної території та населення району;
- розробляти заходи з ліквідації забруднення вод і недопущення повторного забруднення.

Аналіз науково-технічної літератури, нормативно-технічної документації і екологічних даних про стан вод в районі бурової площадки показав, що на сьогодні це питання вивчене недостатньо і, в першу чергу, за відсутності науково-методичних основ проведення локального моніторингу поверхневих та підземних вод.

1.2. Розробка керівного нормативного документу з контролю вод в районі бурових площадок

Лабораторією охорони навколишнього середовища при бурінні нафтогазових свердловин проведено дослідно-методичні роботи з вибору і обґрунтування методів оцінки забруднення поверхневих та підземних вод в районі бурової площадки. При виборі методів керувалися сукупністю таких критеріїв: наявність науково-технічної документації, включення до державного реєстру дозволених методів, наявність державного атестату (для засобів вимірювань), доступність методу в плані невисокої вартості і можливість реалізації при існуючому кваліфікаційному рівні персоналу лабораторії. Слід відмітити, що у забрудненні підземних вод нафтопродуктами відіграло свою роль водне законодавство, яке в хімічному складі питної води не лімітувало вміст нафтопродуктів, тобто на попадання нафтопродуктів у підземні води не накладалися ніякі заборони. ГДК більшості нафтопродуктів низькі (бензин - $0,1 \text{ мг/дм}^3$; сірчаниста нафта - $0,1 \text{ мг/дм}^3$; інша нафта - $0,3 \text{ мг/дм}^3$), а в підземних водах, особливо в ґрунтових, їх концентрація може перевищувати ГДК, а це означає, що велика кількість підземних вод, що використовуються для питних цілей, є шкідливою для людини, іншими словами, споживання такої води може утворювати проблеми в екологічній безпеці країни [7].

Вибрані методи контролю вод стосуються таких попередньо вибраних показників :

- хімічне споживання кисню;
- концентрація завислих речовин;
- загальна мінералізація ;
- іонний склад фільтрату : Cl^- , SO_4^{2-} , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
- вміст іонів важких металів : $\sum \text{Fe}$, $\sum \text{Cr}$;
- активна реакція середовища;
- концентрація нафтопродуктів;
- органолептичні показники : запах, кольоровість, прозорість;
- загальна токсичність

Хімічне споживання кисню - визначення цього показника здійснюється біхроматним методом. Цей показник характеризує забрудненість вод органічними сполуками - гуматами, водорозчинними полімерами, розчинними та емульгованими нафтопродуктами, високомолекулярними сполуками, синтетичними жирними кислотами та іншими.

Вміст завислих речовин характеризує процеси пептизації колоїдних частинок при забрудненні питних і господарських вод [20].

Загальна мінералізація характеризує вміст мінеральних (неорганічних) сполук в пробах води. Зміни мінералізації призводять, як правило, до погіршення якості природних вод, зміни інших властивостей води. При змінненні показника мінералізації проводять дослідження іонного складу - вмісту іонів і катіонів неорганічних солей.

Іонний склад фільтрату (вміст аніонів, катіонів):

-хлориди (Cl^-) визначаються титриметричним або потенціометричним методом;

- гідрокарбонати (HCO_3^-) визначаються титриметричним методом;

- кальцій (Ca^{2+}) визначається комплексонометричним методом;

- магній (Mg^{2+}) визначається комплексонометричним методом;

- натрій (Na^+) визначається полум'яно-емісійним методом;

- калій (K^+) визначається полум'яно-емісійним методом або потенціометричним;

Вміст іонів важких металів, зокрема сумарних Fe і Cr, визначають фотометричним методом після отримання забарвлених комплексонів цих елементів при визначеній довжині хвилі λ :

- для заліза $\lambda = 425$ нм (фіолетовий світлофільтр);

- для хрому $\lambda = 540$ нм (зелений світлофільтр).

Фотометричне визначення цих елементів забезпечує результати на рівні ГДК.

При визначенні активної реакції середовища застосовується потенціометрична апаратура типу рН-150, І-130 та інша, яка має стандартне метрологічне забезпечення. рН є важливим універсальним

показником, який характеризує співвідношення H^+ і OH^- - іонів в водному середовищі. При попаданні забруднювачів у вигляді кислот або лугів в водний об'єкт виникають різноспрямовані реакції дисоціації, що призводять до зміни якості води, її сольового складу.

Вміст нафтопродуктів визначають методом ІК-спектрометрії. Цей показник свідчить про рівень забруднення вод неполярними і малополлярними вуглеводнями, які безпосередньо впливають на якість питних і господарських вод.

Визначення загальної токсичності ґрунтуються на біотестуванні найпростіших, зокрема, інфузорій *Paramecium Caudatum* (прилад "Біотестер 2") або бактерій *Photobacterium Phosphoreum* (прилад "Біолюмінометр-8802").

Показник загальної токсичності дозволяє оцінювати ступінь забруднення вод і при його наявності робити висновки про необхідність більш детального аналізу на предмет визначення характеру забруднення.

Для оцінки можливостей застосування вищезгаданих методів при контролі поверхневих та підземних вод у районі бурової площадки було проведено експериментальні постановочні аналізи. Об'єктом досліджень була вода із водних свердловин бурових №77 Східно-Рогінцівського та №335 Яблунівського родовищ, що використовується для господарсько-питного постачання. Результати досліджень викладено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Результати досліджень технічної води із водних свердловин за системою обраних методик

Найменування показників	Од.виміру	Св.№ 77 Східно-Рогінцівського родовища	Св.№ 335 Яблунівського родовища
1	2	3	4
Активна реакція середовища (рН)	од. рН	7,28	7,63
Загальна мінералізація	мг/дм ³	1,007-10 ³	1,021-10 ³

Найменування показників	Од.виміру	Св.№ 77 Східно-Рогінцівського родовища	Св.№ 335 Яблунівського родовища
Іонний склад: Cl^- ; HCO_3^- ; Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Na^+ ; K^+	мг-екв дм^3	5,71 2,37 2,08 0,93 11,21 0,24	6,14 3,16 2,42 1,54 14,07 0,65
Вміст органічних сполук (ХСК біхроматне)	мг/ дм^3	37,2	24,1
Нафтопродукти	мг/ дм^3	відс.	відс.
Завислі речовини	мг/ дм^3	0,68	1,14
Вміст металів важких (сумарний)	мг-екв	$0,73 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-2}$

Визначення токсичності цих вод проводили методом біотестування на *Photobacterium Phosphoreum*. Тестові проби аналізувалися при 3-х кратному повторі. Біотоксичність проб не встановлено. Проба води із свердловини №77 Східно-Рогінцівського родовища показала підвищений вміст іонів важких металів, який оцінювався методом абсорбційної фотометрії дитизонатних комплексів. Ця методика дозволяє експресно визначати сумарний вміст свинцю, міді, цинку, кадмію, нікелю, хрому, заліза в пробах води. Граничнодопустимі концентрації важких металів, виражених в міліграмах-еквівалентах на літр, розташовуються в порядку зростання таким чином: кадмій ($1,8 \cdot 10^{-4}$), свинець ($9,7 \cdot 10^{-3}$), хром ($1,8 \cdot 10^{-3}$), нікель ($3,4 \cdot 10^{-3}$), мідь ($3,7 \cdot 10^{-3}$), залізо ($8,9 \cdot 10^{-3}$), цинк ($3,1 \cdot 10^{-2}$). Якщо знайдений сумарний вміст важких металів перевищує перше з цих значень (1,8-10), слід визначати вміст окремих металів, починаючи з кадмію, і, вираховуючи із суми знайдений результат, визначення ведеться до тих пір, поки різниця не виявиться нижче ГДК наступного порядку металу. Застосування цього методу дозволило б значно здешевити і прискорити визначення вмісту важких металів.

1.3. Розробка методик визначення забруднення вод

На основі результатів науково-дослідних робіт розроблено нормативний документ [18], який визначає перелік пріоритетних показників, які передбачається контролювати при спорудженні свердловин на нафту і газ навколо бурової площадки. Об'єктами контролю є поверхневі і підземні води, що розташовані в зоні можливого виливу бурових робіт. Типова схема відбору проб вод із спостережних свердловин наведена в додатку Б.

У цьому нормативному документі викладено щодо відбору, зберігання та підготовки проб води до аналізу, а також методики з визначення іонного складу води: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ; ΣFe , ΣCr ; загальної мінералізації; завислих речовин; органолептичних показників (запаху, колірності, прозорості); вмісту нафтопродуктів; вмісту органічних речовин. У ньому приведено визначення загальної токсичності вод, яке базується на методах біотестування і дозволяє встановити без попереднього детального аналізу ступінь забруднення поверхневих і підземних вод, і експрес-оцінку його перевищення. Використання біотестування дозволяє підвищити ефективність контролю за рахунок більш економного використання складних аналітичних методів і приладів [19].

У нормативному документі викладено метод оцінки рівня забруднення вод, яка дозволяє встановити характер забруднення і його можливий зв'язок з процесами спорудження нафтогазових свердловин.

Впровадження розробленого КНД з моніторингу вод у районі бурової площадки дозволить підвищити рівень екологічної безпеки при спорудженні свердловин на нафту та газ. Нижче приведено методики, за якими визначається рівень забруднення поверхневих та підземних вод.

РОЗДІЛ 2.

ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ БУРОВИХ СТІЧНИХ ВОД ПРИ БЕЗАМБАРНОМУ СПОСОБІ БУРІННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

2.1 Сучасний стан технологій переробки бурових стічних вод при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин вітчизняними та зарубіжними нафтогазовидобувними підприємствами

Під час спорудження нафтогазових свердловин утворюється велика кількість рідинних відходів буріння (бурових стічних вод, відпрацьованих промивальних рідин) та бурових шламів. За даними ПВ УкрДГРІ, на 1 м буріння утворюється 1-2 м³ відходів буріння, з них більше 50 % - це бурові стічні води. На сьогодні в Україні розповсюджена технологія, при якій рідинні відходи буріння і бурові шлами збирають, зберігають і захороняють в земляних шламових амбарах на місці проведення робіт [8, 14, 15]. Проблема перероблення бурових стічних вод вирішується у таких напрямках:

- очищення з наступною утилізацією шляхом використання в технологічних потребах бурової установки;
- очищення, нейтралізація і наступна утилізація в цілях іригації земель;
- підготовка вод і захоронення у поглинаючі горизонти.

Але в останні роки зросли обсяги розвідувальних робіт та розробки нафтогазових родовищ в екологічно уразливих районах природоохоронних і рекреаційних територіях, водоохоронних зонах, прибережних захисних смугах. Відповідно до чинного природоохоронного законодавства [1, 8], в екологічно уразливих районах спорудження свердловин проводиться за безамбарною схемою, при якій відходи буріння збирають, зберігають в металевих або збірних залізобетонних ємностях, збезводнюють і вивозять

за межі бурової установки, а місця можливого забруднення екранують непроникними матеріалами.

За безамбарною технологією [28, 30] проводили спорудження розвідувальних свердловин №325 та №339 Яблунівської площі за рекомендаціями з охорони довкілля, розроблених ПВ УкрДГРІ. За такою технологією в ці ж роки проводили споруджування експлуатаційних свердловин №77 Східно-Рогінцівського родовища (додаток В).

При безамбарному способі буріння передбачено спорудження площадок із залізобетону або залізобетонних плит під буровою вишкою та привишкових спорудах, збирання стічних вод в металеві ємності по двом окремим лініям і подальше їх очищення на установці для очищення, вивезення за межі бурової установки вибуреної породи та відпрацьованої промивальної рідини (додатки Г, Д).

Перша лінія передбачає збирання всіх забруднених вод із привишкового, силового та насосного блоків, блоків приготування, оброблення та очищення промивальних рідин. Ці води збирають в металеві ємності, очищають від піску і потім подають для очищення з використанням коагулянтів і відстоюванням. Очищена вода із установки подається в буферну ємність і далі в бурову установку для використання в технологічних цілях (розбавлення промивальних рідин, обмив інструментів). Осад після коагуляції подається в осад ущільнювач і вивозиться за межі бурової установки.

Друга лінія передбачає збирання води із джерел водокористування (котельні, охолодження дизельного приводу, бурових насосів, гідрогальмових пристроїв), які в незначній мірі забруднюють стічну воду, і направлення таких вод в буферну ємність очищеної води і далі на бурову установку для використання в технологічних цілях.

Вказана система передбачає збирання бурових стічних вод і відпрацьованих промивальних рідин в металеві ємності, очищення їх з використанням коагулянтів і відстоюванням, повторне використання

освітлених вод в технологічних цілях бурової установки. Зкоагульований осад вивозять за межі бурової установки. Буровий шлам збирають в контейнери для шламу і вивозять за межі бурової установки.

Таким чином, наведені способи перероблення відходів буріння мають такі недоліки: процес очищення стічних вод із використанням коагулянтів і послідовним відстоєм не забезпечує його безперервність; отриманні показники очищеної води не відповідають вимогам очищеної води для її повернення в природні об'єкти (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Вимоги до очищеної БСВ відповідно до [11]

Показники	Вимоги до очищеної БСВ	Вимоги до очищеної БСВ при поверненні її до природних об'єктів
1	2	3
1 Водневий показник, од. рН	5,5-8,2	6,5-8,5
2 Вміст нафтопродуктів, мг/л: - в цілях іригації; - для господарсько-питного водопостачання та для купання, спорту і відпочинку населення; - для рибогосподарських потреб.	до 100 - -	- 0,30 0,05
3. Сухий залишок, мг/л	до 4500	до 1000
4. Завислі речовини, мг/л - для господарсько-питного водопостачання; - для купання, спорту і відпочинку населення.	- -	0,25 0,75
5. Хлориди , мг/л	-	350
6. Сульфати , мг/л	-	500

Слід відмітити, що за амбарного буріння відповідно до [42], якщо показники очищеної стічної води не перевищують таких значень: вміст нафтопродуктів не більше 100 мг/л; мінералізація не більше 4500 мг/л; водневий показник в межах 5,5-8,2, то таку воду можна одноразово скидати на ґрунти в районі бурової площадки.

У закордонній практиці в системах очищення бурових стічних вод та регулювання вмісту твердої фази в промивальних рідинах застосовують метод центрифугування [37]. Для розділення суспензій на осад і освітлену воду використовують горизонтальну шнекову центрифугу з плавним регулюванням відносної швидкості обертання ротор/шнек. Зокрема, нафтогазовидобувними підприємствами "Комінафта" в системах очищення БСВ осад після коагуляції збирається в осадонакопичувач і потім подається до центрифуги для збезводнення. Потім збезводнений осад направляється на вузол збирання твердих відходів, а рідка фаза (освітлена рідина) направляється на подальше оброблення. Фірмою "СВАКО" розроблені і широко застосовуються системи збезводнення (системи коагуляції і флокуляції) для перероблення залишків промивальної рідини [33]. Така система максимально відновлює рідку фазу при переробленні промивальних рідин, яка в подальшому використовується повторно.

Системи "СВАКО" проектується до конкретних потреб замовника і складаються з таких основних елементів:

- системи підготовки, перемішування, введення хімічних реагентів для регулювання величини водневого показника рідинних відходів буріння, введення коагулянтів та флокулянтів;
- модуля центрифугування;
- лабораторного забезпечення.

Слід додати, що у вітчизняній практиці споруджування нафтогазових свердловин існує досвід використання осаджувальних центрифуг. Так, технологічною схемою очищення БСВ в установці для очищення рідинних відходів буріння передбачено використання центрифуги для збезводнення скоагульованого осаду.

З урахуванням досвіду вітчизняних та закордонних нафтогазовидобувних підприємств в напрямку водопідготовки для систем зворотного водопостачання пропонується принципова схема перероблення

бурових стічних вод при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин. Така схема приведена на рисунку Е.1 додатку Е.

Одним із основних вузлів у запропонованій схемі перероблення бурових стічних вод є блок коагуляції і флокуляції. У цьому блоці проводиться попереднє хімічне оброблення бурових стічних вод до ефективного розділення в осаджувальній шнековій центрифугі на осад і освітлену воду, а саме, розбавлення, регулювання величини водневого показника, введення коагулянтів і флокулянтів.

Важливим технологічним прийомом в процесі обробки стічних вод є вибір не лише типу і концентрації коагулянту (флокулянту), а і місця введення робочого розчину коагулянту (флокулянту), виходячи із часу, який необхідно для утворення пластівців зкоагульованих завислих частинок потрібного розміру перед подачею їх на розділення до центрифуги.

При цьому повинно забезпечуватися швидке і рівномірне змішування реагентів з рідиною, що обробляється, з утворенням міцних і укрупнених пластівців, які потім будуть легко відділятися від дисперсного середовища (води).

У зв'язку з тим, що рідинні відходи буріння являють собою, як правило, висококонцентровані суспензії, складені з твердих суспендованих частинок глини і інших мінералів, а також колоїдів всіляких органічних сполук, їх очищення перетворюється на складну науково-прикладну задачу [35].

Одним із найбільш суттєвих факторів, який впливає на ефективність очищення, є правильність вибору і типу складу коагуляторів (коагулянтів, флокулянтів).

З цією метою проведено пошук ефективних реагентів і матеріалів, які б могли бути застосовані для перероблення рідинних відходів буріння. В основу вибору були покладені такі критерії:

- санітарно-гігієнічні характеристики;

- не дефіцитність реагентів і матеріалів;
- достатня ступінь очищення від дисперсної фази;
- можливість застосування в умовах бурової установки.

Була досліджена можливість використання в якості коагулянтів різноманітних солей заліза і алюмінію, неорганічних і органічних кислот, що виробляються вітчизняною хімічною промисловістю. Придбано зразки цих реагентів для вивчення в лабораторних умовах процесів коагуляції рідинних відходів буріння.

Проведено пошук полімерних сполук неорганічного, природного і синтетичного походження для застосування їх в якості флокулянтів. Серед останніх вивчалася можливість використання неіонних, аніонних і катіонних сополімерів поліетиленоксиду, акрилової кислоти та акриламід, поліетиленіміду, полістирольних сульфокислот та інших, як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Також придбано ряд зразків таких матеріалів і хімреагентів для подальшого проведення лабораторних досліджень.

Виконаний аналіз сучасного стану технологій перероблення БСВ при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин показав, що у вітчизняній практиці відсутні системи перероблення БСВ для технологічних потреб буріння. Особливо ця проблема актуальна при безамбарному способі спорудження нафтогазових свердловин у зв'язку з обмеженим об'ємом систем збору, зберігання відходів буріння.

Для вирішення цієї проблеми проведено дослідження в таких напрямках:

- проведення лабораторних досліджень з вибору реагентів для перероблення БСВ;
- розроблення технологічної схеми процесу перероблення БСВ;
- розроблення компоновочних рішень основного обладнання для промислових випробувань розробленої технології перероблення БСВ;

- проведення промислових випробувань розробленої технології перероблення БСВ;
- розроблення технологічного регламенту перероблення БСВ при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин.

Впровадження розробленої технології перероблення БСВ в практику споруджування нафтогазових свердловин дозволить мінімізувати кількість рідинних відходів і тим самим сприятиме розвитку і розповсюдженню безамбарної системи буріння в Україні [46, 48].

2.2 Проведення лабораторних досліджень з перероблення бурових стічних вод в умовах безамбарного способу спорудження свердловини

Метою лабораторних досліджень з вивчення процесів коагуляції і флокуляції бурових стічних вод є визначення типів коагулянтів і флокулянтів, діючих доз та технології їх приготування і введення та оцінка ефективності застосування під час перероблення БСВ. Об'єктом дослідження було вибрано модельні БСВ, приготовані на основі промивальних рідин таких типів:

- акрилокалієва промивальна рідина з низьким вмістом твердої фази і низьким ступенем мінералізації (до 5%) із свердловини № 339 Яблунівської площі (тип I);
- акрилокалієва промивальна рідина з високим вмістом твердої фази і середнім ступенем мінералізації (10% - 20%) із свердловини № 77 Східно-Рогінцівської площі (тип II);
- гідрогельмагнієва промивальна рідина з високим ступенем мінералізації (більше 20%) із свердловини № 74 Східно-Рогінцівської площі (тип III).

Модельні БСВ готувалися шляхом розбавлення промивальної рідини у 10 разів. Після ретельного перемішування і відстоювання впродовж доби

приготована модельна БСВ аналізувалася на предмет визначення складу і фізико-механічних властивостей, дані про які наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Склад і фізико-механічні властивості модельних БСВ

Найменування параметрів	Тип моделі БСВ		
	I	II	III
1	2	3	4
1 Питома вага, г/см ³	1,0162	1,0227	1,0525
2 Вміст завислих речовин, г/дм ³	19,384	25,898	26,215
3 Вміст сухого залишку, г/дм ³	8,167	11,020	22,173
4 Величина рН, од. рН	8,62	9,61	7,26
5 Вміст нафтопродуктів, мг/дм ³	2280	1085	342
6 ХСК, мгО ₂ /дм ³	7733	10135	19736

У якості коагулянтів для перероблення БСВ використовували:

- сульфат алюмінію - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$;
- трихлорид заліза - $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$;
- соляну кислоту - HCl (водний розчин з $\text{pH} \approx 2$);
- ортофосфорну кислоту - H_3PO_4 (водний розчин з $\text{pH} \approx 2$).

У якості флокулянтів випробувано акрилові сополімери (поліакриламід):

- гідролізований ПАА (ПХЗ, м.Дніпродзержинськ) - неіоногенний;
- HENGFLOK 63023 (Китай) - аніоноактивний;
- HENGFLOK 83207, 83912, 84812, 85610 (Китай) - катіоноактивні.

Для оброблення модельних БСВ застосовували водні розчини коагулянтів з концентраціями, масові частки яких складали: сульфату алюмінію - 10%, трихлориду заліза - 0,1%.

Ефективність дії коагулянтів оцінювали за такими критеріями:

- мінімальна діюча доза;
- максимальна ступінь очищення за наведеними нижче параметрами очищеної води;
- швидкість седиментації пластівців осаду, що утворилися;

- структурна міцність утвореного осаду (на предмет подальшого його збезводнення шляхом центрифугування);

У ході досліджень вивчалася як індивідуальна дія коагулянтів і флокулянтів, так і комплексна з постійним введенням коагуляторів. При обробці БСВ самими коагулянтами встановлено, що в межах діючих доз 1 - 5 г/дм³ (сульфат алюмінію, трихлорид заліза) осадження забруднювальних речовин має уповільнений характер. Пластівці осаду мають дрібнодисперсну структуру, шар осаду формується дуже повільно (впродовж 12 - 24 годин) і займає значний об'єм - до 50 % від загальної кількості обробленої води. Коагуляція мінеральними кислотами призводить до аналогічних результатів, крім того відстояна частина БСВ непрозора і містить значну кількість завислих речовин [27, 34, 42].

При очищенні самими флокулянтами спостерігається підвищення інтенсивності процесів осадження забруднювальних речовин. Осадження проходить досить швидко (впродовж 5 - 10 хв) і складає в об'ємі 20% - 30% від загальної кількості БСВ. Але при цьому флокули осаду, що утворюється, мають переважно лінійну структуру, легко руйнуються від механічного впливу і практично непридатні для подальшого механічного збезводнення. Діапазон діючих доз флокулянтів різного типу складає від 5 мг/дм³ до 20 мг/дм³.

Лабораторними дослідженнями було встановлено, що найбільш ефективною є двостадійна обробка БСВ, яка включає в себе попереднє оброблення суспензії коагулянтом і наступне оброблення флокулянтом. При цьому спостерігалось максимально швидке утворення флокул, формування щільного високо структурованого осаду, що дає можливість для його подальшого збезводнення шляхом центрифугування.

Усі подальші лабораторні роботи з вивчення процесів коагуляційного очищення БСВ проводилися саме за цим методом оброблення модельних стічних суспензій. Варіювалися лише діючі дози, типи флокулянтів і коагулянтів, а також типи модельних БСВ.

Модельні БСВ оброблялися з використанням в якості коагулянтів $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, HCl , H_3PO_4 , а флокулянтів HENGFLOK 63023, 83207, 83912, 84812, 85610.

У результаті проведених досліджень встановлено, що найбільшу коагулюючу дію із перелічених вище коагулянтів має сульфат алюмінію. Тому в подальших дослідах в якості коагулянту використовували водний розчин, в якому масова частка сульфату алюмінію складала 10%. У таблиці 2.3 викладено результати дослідів, які проведено з використанням катіоноактивних і аніоноактивних флокулянтів при незмінній концентрації 10 мг/дм³, яку було встановлено експериментальним шляхом, і змінній концентрації сульфату алюмінію в межах від 1 г/дм³ до 5 г/дм³.

Ефективність дії коагулянтів оцінювали візуально - за максимальною прозорістю освітленого шару, швидкістю осаджування пластівців і структурній міцності утвореного осаду.

Із результатів, наведених в таблиці 2.3, видно, що коли мінералізація дисперсного середовища представлена в основному одновалентними катіонами (в даному випадку K^+) і поверхня частинок суспензії має від'ємний заряд, більш ефективними флокулянтами є катіоноактивні при очищенні БСВ типів I і II. Коли електролітична частина дисперсної фази представлена полівалентними катіонами (для типу III БСВ), в основному катіонами Ca^{2+} і Mg^{2+} , а заряд поверхні суспендованих частинок позитивний - більш ефективними є аніоноактивні флокулянти.

До цього слід також додати, що суттєвий вплив на швидкість і повноту седиментації має доза коагулянту - на прикладі результатів, наведених в таблиці 2.3, видно, що існує оптимум діючих доз коагулянтів, який знаходиться в межах від 1 г/дм³ до 3 г/дм³ для сульфату алюмінію [24].

Таблиця 2.3

**Результати досліджень впливу дії доз сульфату алюмінію на ступінь осадження
забруднюючих речовин БСВ з різними типами флокулянтів**

Тип БСВ	Доза коагулянту ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, г/дм ³)	Ступінь осадження, %														
		за 10 хв					за 30 хв					за 60 хв				
		тип флокулянту (доза 10 мг/дм ³)					тип флокулянту (доза 10 мг/дм ³)					тип флокулянту (доза 10 мг/дм ³)				
		84812	83207	85610	63023	83912	84812	83207	85610	63023	83912	84812	83207	85610	63023	83912
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I	1	2,5	9,4	6,3	68,8	3,1	44,0	62,5	46,9	72,5	60,6	52,5	69,0	57,5	73,8	66,9
	2	4,7	28,1	3,1	1,9	45,0	6,9	41,3	9,4	6,3	48,8	9,4	51,3	21,2	13,8	50,0
	3	26,3	13,1	8,8	1,3	11,3	28,1	15,6	9,4	4,4	21,9	31,3	16,9	10,6	9,4	26,9
	4	4,4	31,3	21,3	0,0	0,0	5,0	38,8	33,8	0,0	0,0	5,6	40,0	41,3	0,0	0,0
	5	23,1	0,0	66,9	2,5	43,8	25,0	0,0	69,4	12,5	48,1	25,6	17,5	71,3	17,5	48,8
II	1	62,5	75,0	63,8	5,6	43,1	64,4	81,9	68,8	7,5	66,9	64,4	84,4	70,0	11,3	75,0
	2	25,0	18,8	17,5	0,0	46,3	27,5	20,6	36,3	0,0	50,0	28,8	22,5	42,5	0,0	50,6
	3	7,5	8,8	7,5	12,5	11,9	9,4	9,4	18,8	23,8	37,5	11,3	10,0	28,1	32,5	40,6

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	4	5,6	34,4	12,5	15,6	9,4	6,3	45,6	34,4	23,1	34,4	7,5	50,0	40,0	34,4	40,0
	5	4,4	51,3	7,5	14,4	5,6	6,3	53,8	38,8	25,6	6,9	7,5	55,0	46,3	34,4	9,4
III	1	10,0	4,7	8,1	88,8	5,6	11,4	9,8	9,4	90,6	6,3	17,8	12,5	16,2	93,8	7,5
	2	5,4	12,5	0,0	85,0	6,3	13,8	44,4	0,0	90,6	12,5	15,6	58,8	0,0	95,0	13,1
	3	9,4	0,0	0,0	81,6	0,0	13,8	0,0	0,0	91,1	0,0	21,9	0,0	0,0	97,3	0,0
	4	0,0	0,0	0,0	89,2	0,0	0,0	0,0	0,0	90,8	0,0	0,0	0,0	0,0	95,6	0,0
	5	0,0	0,0	0,0	80,4	0,0	0,0	0,0	0,0	85,6	0,0	0,0	0,0	0,0	90,7	0,0

У таблиці 2.4 наведено показники освітлених модельних БСВ після обробки їх коагуляторами, типи і дози яких виявилися оптимальними.

Таблиця 2.4

**Показники складу і фізико-хімічних властивостей очищення
модельних БСВ**

Найменування показника	Типи моделей		
	I	II	III
	<u>Тип флокулянту</u> доза ($AL_2(SO_4)_3$)		
	<u>83912</u> 2,0	<u>84812</u> 1,0	<u>63023</u> 3,0
1	2	3	4
1 Вміст завислих речовин, г/дм ³	1,003	0,115	1,495
2 Вміст сухого залишку, г/дм ³	11,086	9,463	37,174
3 Водневий показник рН, од.рН	4,82	5,60	5,99
4 Вміст нафтопродуктів, мг/дм ³	20,60	2,60	53,60
5 ХСК, мгО ₂ /дм ³	921	382	4210
6 Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	40	36	444

Із результатів, наведених в таблицях 2.2 і 2.4, видно, що ступінь очищення за ХСК досягає 80%, за вмістом нафтопродуктів - 98%, за вмістом завислих речовин - 95%.

У лабораторних умовах були випробувані нові коагулянти на основі гідроксихлориду алюмінію - "ПОЛВАК-40" і "ПОЛВАК-68", які серійно виготовляються ВАТ "Пологівський хімічний завод "Коагулянт", а також флокулянт комплексної дії на основі сополімеру нітрілу акрилової кислоти та метаакрилової кислоти з підсилюючими флокулюючу дію добавками "Гумілак". Лабораторні випробовування проводили з використанням в якості об'єкту досліджень - промивальні рідини із свердловин № 325 (полімер - калієва) і № 339 (прісна

глиниста) Яблунівського НГКР, які споруджуються за безамбарною схемою. Характеристики промивальних рідин наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Характеристики промивальних рідин

Найменування параметру	Тип промивальної рідини	
	полімер-калієва, свердловина № 325 Яблунівського НГКР	прісна глиниста, свердловина № 339 Яблунівського НГКР
1 В'язкість умовна, с	19	24
2 Питома вага, г/см ³	1,18	1,25
3 Об'ємна частка твердої фази, %	30,82	30,81
4 Мінералізація, г/дм ³	93,9	9,6
5 Водневий показник рН, од.рН	9,72	8,22

Для дослідження використовувалися модельні розчини БСВ, які було приготовано розбавленням промивальної рідини у співвідношенні 1:9 та 10% - ні розчини коагулянтів "ПОЛВАК-40" і "ПОЛВАК-68". У процесі досліджень визначалися висоти відстояної прозорої частини суспензії впродовж однієї години з кроком через кожні 10 хв, а також після добового відстою. Крім того, фіксувалася зміна рН середовища [38].

Кінетика седиментаційних процесів в залежності від дози коагулянтів "ПОЛВАК-40, 68" викладена в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

**Кінетика відстоювання оброблених суспензій в залежності від діючих доз
коагулянтів "ПОЛВАК"**

Вид суспензії(номер свердловин)	Вид коагулянту "ПОЛВАК"	Доза 10% розчину коагулянту, см ³ /100	Висота прозорої частини, мм, у залежності від часу відстоювання, хв							Водний показник рН, од.рН
			10	20	30	40	50	60	доба	
339	40	3	2	3	5	5	6	10	39	6,70
339	68	3	2	5	8	9	10	12	50	7,25
325	40	3	55	75	85	85	85	86	99	7,13
325	68	3	112	125	127	131	133	133	138	8,08
339	40	5	1	1	2	2	3	3	30	6,30
339	68	5	3	8	14	15	16	20	51	7,13
325	40	5	65	72	77	77	80	80	90	6,30
325	68	5	92	95	97	97	97	100	103	7,48
339	40	10	18	22	30	34	43	56	72	5,79
339	68	10	14	21	35	36	49	61	67	6,29
325	40	10	30	80	90	95	98	102	105	4,68
325	68	10	53	80	92	95	96	100	107	6,62

У результаті лабораторних досліджень кінетики седиментаційних процесів у залежності від доз коагулянтів на основі гідроксихлориду алюмінію встановлено, що суспензія, яку було отримано із полімер - калієвої промивальної рідини (свердловини №325 Яблунівського родовища), коагулює інтенсивно з утворенням швидкосідаючого осаду вже при дозі 3 см³ "ПОЛВАК" на 100 см³ суспензії і подальше зростання дози практично не впливає на швидкість седиментації скоагульованого осаду. Суспензія, приготована на основі прісної глинистої рідини (свердловини № 339 Яблунівського родовища), в області низьких доз (3 - 5 см³ на

100 см³ суспензії) коагулює значно повільніше, а при дозі коагулянту - 10 см³ на 100 см³ суспензії процеси седиментації значно прискорюються. При обробленні суспензій коагулянтом "ПОВАК-68" спостерігається більш інтенсивна седиментація в перші 30 хв, потім швидкість осідання скоагульованих частинок аналогічна обробці коагулянтом "ПОЛВАК-40" при тих же самих значеннях доз.

Лабораторними дослідженнями визначали також мінімальну ступінь розбавлення промивальної рідини, при якій найбільш ефективно відбувається коагуляція і відстоювання обробленої суспензії. Розбавлення проводили таким чином: до однієї частини промивальної рідини додавали відповідно 1, 2, 3, 4 частини дистильованої води. Отримані модельні суспензії обробляли реагентами "ПОЛВАК-40" і "ПОЛВАК-68" та флокулянтом "Гумілак", ставили на відстоювання у скляних циліндрах і візуально упродовж однієї години і доби визначали висоту відстою, а також швидкість утворення флокул і їх структурну міцність, зміну водневого показника рН. За отриманими результатами можна зробити такі висновки:

- підвищення ступеню розбавлення промивальних рідин сприяє підсиленню седиментаційних процесів при ідентичних способах оброблення суспензій;

- у разі оброблення прісної глинистої промивальної рідини ефективно розбавлення в межах 1:3-1:4, в разі полімеркалієвої - в межах 1:2-1:3, а при розбавленні 1:4 результати майже не відрізняються від розбавлення 1:3;

- об'ємні частки діючих доз коагулянтів "ПОЛВАК-40" і "ПОЛВАК-68" знаходяться в межах 5 - 10% від об'єму робочих розчинів модельних суспензій, але при цьому слід зауважити, що обробка "ПОЛВАКом-68" на відміну від "ПОЛВАКу-40" дає кращі результати щодо швидкості седиментації та зміни водневого показника рН;

- дослідження щодо порівняння флокулюючої дії ГПАА (типу Hengfloc 83912) і розробленого "Гумілаку", які були проведені в ідентичних умовах, свідчать про те, що при обробці "Гумілаком" швидкість утворення флокул в 2 - 3 рази перевищує швидкість утворення флокул в разі використання Hengfloc 83912, а структурна міцність значно вища (при механічному перемішуванні флокули, утворенні "Гумілаком", не руйнуються). Це дає підстави стверджувати, що при

сепарації сфлокульованих "Гумілаком" суспензій на шнекових центрифугах ступінь освітлення буде значно вищою, ніж при застосуванні традиційних катіоно- або аніоноактивних флокулянтів поліакрилового типу;

- також слід відмітити, що застосування коагулянтів типу "ПОЛВАК" не потребує попереднього оброблення промивальних рідин і стічних вод на їх основі хлористоводневою кислотою, як при використанні сульфату алюмінію, що значно спрощує технологічний процес перероблення рідинних відходів (насамперед відпадає необхідність у застосуванні додаткового обладнання - ємності із кислототривкого матеріалу і насосу - дозатору), а також поліпшуються санітарно - гігієнічні умови праці (соляна кислота - леткий і їдкий небезпечний для здоров'я реагент).

Результати досліджень доводять, що практично неможливо побудувати єдину модель очищення БСВ з різноманітним вмістом і складом забруднюючих речовин, і у практиці перероблення рідинних відходів буріння слід застосовувати індивідуальний підхід експериментального лабораторного визначення тих чи інших типів коагуляторів та їх діючих доз [24].

Проведено також роботи з обґрунтування вимог до складу і фізично-хімічних властивостей зворотних вод, що використовуються для технологічних потреб бурових установок.

Взагалі, вимоги до хімічного складу зворотних вод визначаються умовами використання таких вод в конкретних технологічних процесах. На сьогодні розроблено та обґрунтовано вимоги до зворотних вод, що використовуються в целюлозно-паперовій промисловості, виробництві хімічного волокна, хімічної промисловості [7], а розробкою вимог до зворотних вод, що можуть бути використані для технологічних потреб бурової установки, до цього часу не займалися.

Зворотні води на бурових установках можуть бути використані для приготування водних розчинів хімічних реагентів під час регулювання параметрів промивальних рідин шляхом розбавлення, для промивання технічних засобів очищення промивальних рідин, для миття бурового обладнання і для поповнення

замкнених систем охолодження бурового обладнання (гідромати, дизельні агрегати тощо).

Особливо важливими є вимоги до приготування водних розчинів полімерних реагентів, що використовують для приготування промивальних рідин. Так, як правило, у водах для їх приготування обмежується вміст завислих речовин, солей жорсткості, величини водневого показника рН.

У таблиці 2.7 викладено величини показників, які рекомендуються для зворотних вод, що можуть бути використані в технологічних процесах спорудження свердловин [7].

Таблиця 2.7

Вимоги до складу і фізико-хімічних властивостей зворотних вод для технологічних потреб бурових установок

Найменування показника	Зворотні води для приготування розчинів хімічних реагентів	Зворотні води для використання в системах охолодження
1	2	3
1 Водневий показник, од.рН	6,0 - 9,0	6,5 - 8,5
2 Вміст нафтопродуктів, мг/дм ³	не більше 50	не більше 25
3 Вміст завислих речовин, мг/дм ³	не більше 100	не більше 25
4 Хімічне споживання кисню, мгО ₂ /дм ³	не більше 400	не більше 70
5 Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	не більше 100	не більше 7

Результати досліджень з вивчення процесів коагуляції і флокуляції БСВ використані для розроблення технологічної схеми процесу перероблення БСВ при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин.

2.3 Розробка технологічної схеми процесу перероблення бурових стічних вод при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин

На основі результатів лабораторних досліджень з перероблення бурових стічних вод та запропонованої принципової схеми перероблення таких вод розроблена технологічна схема перероблення БСВ при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин [28, 30].

Технологічний процес перероблення БСВ складається із таких основних операцій: збирання вод; підготовка робочих розчинів реагентів; регулювання фізико-хімічних властивостей та величини водневого показника рН стічних вод; обробка БСВ розчинами коагулянту та флокулянту розділення обробленої БСВ на тверду та рідинну фази центрифугуванням; освітлення; збирання очищеної води; використання очищеної стічної води в технологічних цілях бурової установки. Технологічна схема перероблення бурових стічних вод при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин приведена в Додатку Б.

Бурові стічні води складаються з відпрацьованої промивальної рідини, дощових вод з бурової площадки та стічних вод, які утворюються при митті обладнання тощо. При безамбарному способі буріння бурові стічні води накопичуються в трьох заглиблених ємностях 16, звідки за допомогою занурювального насосу 12, який переміщується кран-балкою 17, подаються на перероблення. Перед подачею на перероблення БСВ перемішують за допомогою гідромоніторного перемішувача 29, задіяного від того ж самого занурювального насосу 12. Перемішування проводиться з метою забезпечення сталого технологічного процесу перероблення БСВ. При переробленні БСВ направляють до змішувального колектору 25, де до них послідовно додають робочі розчини кислоти, коагулянту і флокулянту. Для подачі робочих розчинів кислоти, коагулянту і флокулянту у визначеній пропорції призначені відповідні дозуючі насоси 19, 20 і 21. Ємність для робочого розчину кислоти 23 змінна, стандартна, виготовлена з поліетилену і оснащена зливним краном. Передбачається заповнення цієї ємності за межами бурової установки і встановлення її на місце за допомогою крану. Ємність

для робочого розчину коагулянту 24 виготовлена із нержавіючої сталі, а ємність для робочого розчину флокулянту 22 оснащено механічною мішалкою, що дозволить готувати в ній робочий розчин флокулянту із сухого реагенту. Кількість БСВ контролюється витратоміром індукційним 32 і регулюється кульовим краном, розміщеним в лінії. За необхідності (при високому вмісті твердої фази) до БСВ додається технічна вода з ємності 35 за допомогою електронасосного агрегату 28. Кількість води контролюється витратоміром водяним 31 і регулюється кульовим краном, розміщеним у лінії. Для запобігання потрапляння бурових стічних вод або хімреагентів у водяний витратомір на водяній лінії встановлено зворотний клапан 26. Зворотні клапана встановлені також на лініях подачі робочих розчинів кислоти, коагулянту і флокулянту. У змішувальному колекторі 25 відбувається коагуляція і флокуляція БСВ, після чого підготовлена БСВ направляється до центрифуги 18. Для контролю кожного етапу процесу хімічної обробки БСВ в змішувальному колекторі і перед ним встановлені пробовідбірники 33. У центрифугі 18 здійснюється відцентрове розділення підготовленої суспензії на осад і воду. Осад скидається у контейнер для шламу 4, а вода направляється або безпосередньо до жолобу для розбавлення промивальної рідини, або у ємність для брудної зворотної води 36. Оскільки очищена вода (фугат) з центрифуги, як правило, містить деяку кількість колоїдної фази та органічних домішок, то така вода потребує доочищення. Тому схемою передбачається доочищення води, для чого вона з ємності 36 за допомогою електронасосного агрегату 30 подається до того самого змішувального колектору 25, де здійснюється її додаткова обробка хімічними реагентами, після чого вона направляється до відстійника пластинчатий 27. З пластинчатого відстійника 27 відстояна вода зливається до ємності чистої зворотної води 35, а осад направляється у ємність 36. Очищена зворотна вода за допомогою електронасосного агрегату 28 подається на зрошення вібросит, приготування промивальної рідини, миття обладнання та інші потреби бурової установки або вивозиться автотранспортом за межі бурової установки.

Технологічною схемою передбачено використання центрифуги для регулювання вмісту твердої фази в промивальній рідині. Очищена промивальна рідина подається в ЦС бурової установки [43].

Для ефективного розділення попередньо обробленої БСВ передбачено використання високофакторної центрифуги з плавним регулюванням числа обертів ротору та відносної частоти обертання ротор шнек.

Ефективність роботи технологічної схеми перероблення БСВ може бути забезпечена за умови відпрацьованої системи збору бурових стічних вод, надійної технології нейтралізації і безпечного захоронення бурового шламу та оснащення бурової установки відповідним обладнанням.

На основі запропонованої схеми перероблення бурових стічних вод при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин було розроблено компоновочне рішення основного обладнання блоку. Типова схема розміщення бурового обладнання при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин приведена на рисунку В.1 додатку В. Схема розміщення основного обладнання з перероблення БСВ при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин приведена в додатку Ж.

Блок перероблення БСВ включає такі вузли і агрегати: систему збирання і зберігання стічних вод, яка являє собою три заглиблені металеві ємності і насосний агрегат на підвісній рейці; модуль хімічної обробки БСВ, який розташовано на ємностях кінцевого блоку; відстійник пластинчатий, який розташовано на ємностях кінцевого блоку ЦС ЗД-76 М; центрифугувальна установка, яка розташована на окремій основі; ємність очищеної води, а також полімерна ємність для кислоти, яка знаходиться в приміщенні складу сипучих хімічних реагентів.

Обладнання блоку перероблення БСВ повинно забезпечувати виконання таких операцій: збирання вод; підготовку робочих розчинів реагентів; обробка БСВ розчинами коагулянтів і флокулянтів; розділення обробленої БСВ на тверду і рідинну фазу центрифугуванням; освітлення БСВ; збирання очищеної води; подачу очищеної БСВ для використання в технологічних цілях бурової установки [42].

Відповідно до технологічної схеми перероблення БСВ були розроблені робочі креслення нестандартного обладнання, а саме:

- модуля хімічної обробки стічної рідини, який містить: ємність для приготування флокулянту з перемішувачем, ємність для приготування коагулянту, змішувальний пристрій, під'єднувальні трубопроводи із запірною арматурою і насоси-дозатори для подачі хімреагентів;

- пластинчатого відстійника для очищення стічних вод від тонкодисперсних завислих речовин, який конструктивно являє собою трьохсекційну ємність прямокутної форми, в середній секції знаходяться касети з похилоспрямованими площинами із пластин гофрованого склопластику.

Розрахункова продуктивність блоку перероблення БСВ складає 8 м³/год. Конструктивно блок складається із вузлів і агрегатів вітчизняного виробництва, нестандартне обладнання планувалося виготовляти ремонтно-механічними базами нафтогазовидобувних підприємств України.

Аналіз роботи обладнання та накопичений досвід у сфері перероблення рідинних відходів підтверджує актуальність реалізації розробленої технологічної схеми у вигляді окремих модулів або комплексу обладнання в цілому, що входять в циркуляційну систему бурової установки [5, 37].

Із переліку обладнання блоку перероблення БСВ важливим є обладнання, що входить до складу модуля хімічної обробки і забезпечує використання таких технологічних операцій: підготовку робочих розчинів коагулянтів і флокулянтів, обробку стічних вод робочими розчинами коагулянтів і флокулянтів і подачу попередньо оброблених суспензій на розділення центрифугуванням [46].

Так, наприклад, обладнання, що входить до складу блоку флокуляції фірми MI-"SWACO", забезпечує розбавлення, попередню хімічну обробку стічних вод перед їх подачею до центрифуги. Продуктивність блоку - 10 м³/год. Такий блок флокуляції являє собою морський контейнер розміром 2,5 м х 2,5 м х 9,1 м, в якому розташовані два приміщення - робоче приміщення з технологічним обладнанням і лабораторія. Блок коагуляції і флокуляції промивальних рідин вітчизняного виробництва також виконано окремим блоком. Слід відмітити, що обладнання цього

блоку забезпечує подачу в лінії очищення промивальної рідини не більше 5 м³/год. На основі проведених досліджень запропоновано технологічну схему перероблення БСВ, яка включає: блок флокуляції (МІ-"SWACO"); центрифугу (МІ-"SWACO"); блок приймання забрудненої і очищеної БСВ вітчизняного виробництва; допоміжне обладнання вітчизняного виробництва (насоси, перемішувачі, компресори та інше) [43].

Виконані дослідження з обґрунтування технологічної схеми процесу перероблення БСВ дають підставу для вибору об'єкта для проведення промислових випробувань технології перероблення БСВ в умовах безамбарного способу буріння нафтогазових свердловин і проведення таких випробувань [11, 23].

2.4 Проведення промислових випробувань розробленої технології перероблення бурових стічних вод

Метою випробувань технології перероблення бурових стічних вод на виробництві є визначення діючих доз коагулянтів і флокулянтів вітчизняного виробництва, технології їх приготування і введення та оцінка еколого-технічних показників технології перероблення бурових стічних вод [26].

На сьогодні спорудження нафтогазових свердловин за безамбарним способом проводиться на Яблунівському НГКР в заплавної частині р. Сула Лохвицького району Полтавської області.

З метою реалізації безамбарного способу спорудження нафтогазових свердловин у такому екологічно уразливому районі, як заплава частина р. Сула, ГПУ "Полтавагазвидобування" споруджено вузол з перероблення і утилізації відходів буріння. Технологічна схема перероблення рідинних відходів приведена на рисунку Г.1 (додаток Г).

Рідинні відходи буріння з бурових установок, що розміщені в заплавної частині р.Сула, вивозять в автоцистернах. На вузлі перероблення відходів буріння рідинні відходи збирають в приймальну ємність 12.

Рідинні відходи буріння з ємності 12 гвинтовим насосом 11 подають до блоку флокуляції 9, де після розбавлення водою (за необхідності) їх обробляють хімреагентами з метою дестабілізації суспензії. Після блоку флокуляції 9 оброблену рідину подають до центрифуги 18, де відбувається розподіл її на очищену зворотну воду і шлам. Очищену зворотну воду направляють до блоку флокуляції 9, де її використовують для поповнення запасу, а шлам скидають по жолобу до приймальної воронки блоку нейтралізації шламу. Надлишок зворотної води із блоку флокуляції 9 відводять до приймальної ємності для очищеної зворотної води 3. Під час виведення на режим роботи блоку флокуляції і центрифуги недостатньо очищену зворотну воду відводять по лінії IV до будь-якої з приймальних ємностей 4, 5, 6. Для додаткової хімічної обробки зворотну воду за допомогою відцентрового насосу 8 по напорному колектору III через гідроворонку 15 подають до ємності 14, яка оснащена механічним перемішувачем 13. При цьому через гідроворонку 15 до зворотної води додають хімреагенти. Ємності 3, 4, 5, 6, 12, 14 з'єднані зливним колектором II, що дозволяє за допомогою відцентрового насоса 8 і напірного колектора III перекачувати рідину з однієї ємності до іншої, або відкачати її до автоцистерни 19 для вивозу на бурові установки. Передбачено підключення до зливного колектора II гвинтового насоса 11, завдяки чому для очищення на блоці флокуляції і центрифугі рідину можливо подати з будь-якої ємності. За технологічною схемою передбачається одночасне виконання операцій з перероблення рідинних відходів буріння і відвантаження очищеної зворотної води. Стічні води, які утворюються при експлуатації вузла перероблення відходів буріння, накопичуються в заглибленій ємності 16, звідки можуть бути відкачані за допомогою насосу 17.

Для забезпечення вузла чистою водою передбачена ємність для зберігання чистої води 2, куди за допомогою насосу 22 чисту воду відкачують з ємності для прийому чистої води 21. З автоцистерни 19 воду зливають до ємності 21. З ємності 2 чисту воду насосом 22 по лінії I подають до блоку флокуляції 9, а також для промивання гвинтового насоса 11 і центрифуги 18.

З метою реалізації запропонованого методу перероблення бурових стічних вод [12] було проведено лабораторні дослідження з вибору найбільш ефективних типів і доз коагуляторів. Лабораторні дослідження проводили з використанням бурових стічних вод із свердловини №325 (загальна мінералізація - 9,526 г/дм³, рН - 8,54 од. рН) і свердловини №339 (загальна мінералізація - 0,986 г/дм³, рН - 8,77 од.рН) Яблунівського НГКР, які споруджуються за безамбарною схемою.

Метою досліджень було визначення типів коагулянтів і флокулянтів, їх діючих доз, технології їх приготування і введення та оцінка ефективності застосування під час перероблення БСВ.

Для коагуляції бурових стічних вод використовувалися алюміній сірчаноокислий та нові коагулянти на основі гідроксихлориду алюмінію - "ПОЛВАК-40" і "ПОЛВАК-68", які серійно виготовляються ВАТ "Пологівський хімічний завод "Коагулянт". В якості флокулянтів використовувалися реагенти типу "PRAESTOL" марки 853BC та 2530.

Ефективність дії коагуляторів оцінювали за такими критеріями:

- мінімальна діюча доза;
- максимальна ступінь очищення ;
- швидкість седиментації пластівців осаду, що утворилися;
- структурна міцність утвореного осаду (на предмет подальшого його збезводнення шляхом центрифугування).

У ході досліджень вивчалася як індивідуальна дія коагулянтів і флокулянтів, так і комплексна з постадійним введенням коагуляторів. При обробці БСВ самими коагулянтами встановлено, що в межах діючих доз 1 - 5 г/дм³ (сульфат алюмінію, "Полвак-68", "Полвак-40") осадження забруднювальних речовин має уповільнений характер. Пластівці осаду мають дрібнодисперсну структуру, легко руйнуються від механічного впливу і практично непридатні для подальшого механічного збезводнення, шар осаду формується дуже повільно (впродовж 12 - 24 годин) і займає значний об'єм - до 70% від загальної кількості обробленої води.

Лабораторними дослідженнями було встановлено, що найбільш ефективною є двостадійна обробка БСВ, яка включає в себе попереднє оброблення БСВ розчином

коагулянту і наступне оброблення розчином флокулянту. При цьому спостерігається максимально швидке утворення флокул, формування щільного високоструктурованого осаду, що дає можливість для його подальшого збезводнення шляхом центрифугування.

Ефективність дії коагуляторів оцінювали візуально - за максимальною прозорістю освітленого шару, швидкістю осаджування пластівців і структурній міцності утвореного осаду.

У результаті проведених досліджень встановлено, що найбільшу коагулюючу дію із перелічених вище коагулянтів має коагулянт "Полвак-40". Тому в подальших дослідах в якості коагулянту використовували саме його 10% водний розчин. У таблиці 2.8 викладено результати дослідів, які проведено з використанням флокулянту "PRAESTOL-853BC" та "PRAESTOL-2530" при концентраціях 1-5 мг/дм³ і незмінній концентрації "Полвак-40" - 3 г/дм³, яку було встановлено експериментальним шляхом.

Таблиця 2.8

Кінетика відстоювання бурової стічної води, обробленої коагулянтом "Полвак-40" в залежності від діючих доз флокулянтів "PRAESTOL"

Вид БСВ (номер)	Вид флокулянту	Доза 0,1% розчину флокулянту, см ³ /100 см ³	Висота прозорої частини, обробленої БСВ, мм, у залежності від часу відстоювання, хв, через						Водневий показник рН, од.рН
			10	20	30	40	50	60	
325	"PRAESTOL-853BC"	1	85	90	91	94	97	97	6,54
325		2	102	104	104	105	107	108	6,65
325		3	100	100	107	108	108	109	6,66
325		4	100	100	102	102	102	105	6,70
325		5	85	88	89	90	90	90	6,77
325	"PRAESTOL-2530"	1	78	83	85	85	86	87	6,74
325		2	90	95	97	98	98	100	6,83
325		3	90	91	96	98	98	100	6,80
325		4	80	85	89	90	93	95	6,93
325		5	84	85	89	90	91	94	6,96

Слід додати, що при обробленні коагулянтom "Полвак-40" і флокулянтom типу "PRAESTOL-853BC" спостерігається миттєве освітлення БСВ, більш інтенсивна седиментація осаду, що має міцну структуру, яка не руйнується при механічному перемішуванні. Тому цей осад придатний для збезводнення на центрифугі. При обробленні коагулянтom "Полвак-40" і флокулянтom типу "PRAESTOL-2530" процес освітлення БСВ здійснюється досить інтенсивно, але утворений осад має слабку структуру, яка легко руйнується при механічному перемішуванні, і тому не може бути придатним для збезводнення на центрифугі.

У таблиці 2.9 викладено результати дослідів, які проведено з використанням флокулянту "PRAESTOL-853BC" та "PRAESTOL-2530" при концентраціях 1- 5 мг/дм³ і незмінній концентрації сірчаноокислого алюмінію - 5 г/дм³, яку те ж було встановлено експериментальним шляхом.

Таблиця 2.9

Кінетика відстоювання бурової стічної води, обробленої сірчаноокислим алюмінієм в залежності від діючих доз флокулянтів "PRAESTOL"

Вид БСВ(номер свердловини)	Вид флокулянту	Доза 0,1% розчину флокулянту, см ³ /100 см ³	Висота прозорої частини, обробленої БСВ, мм, у залежності від часу відстоювання, хв, через						Водневий показник рН, од. рН
			10	20	30	40	50	60	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
325	"PRAESTOL-853BC"	1	100	110	110	110	110	110	4,68
325		2	100	100	100	105	105	105	4,76
325		3	100	120	120	120	120	120	4,75
325		4	100	110	110	110	110	110	4,75
325		5	110	110	115	115	116	116	4,72
325	"PRAESTOL-2530"	1	8	15	20	25	29	32	4,60
325		2	15	28	38	43	46	49	4,60
325		3	20	27	32	38	45	50	4,60
325		4	8	16	25	31	36	42	4,58
325		5	8	16	23	28	32	38	4,63

Аналогічні результати було отримано при обробленні бурової стічної води із свердловини №339 Яблунівського родовища. При обробці БСВ самими коагулянтами встановлено, що в межах діючих доз 1 - 5 г/дм³ (сульфат алюмінію,

"Полвак-68", "Полвак-40") процес коагуляції йде досить повільно. Осад має дрібнодисперсну структуру і практично непридатний для подальшого механічного збезводнення. Під час двостадійної обробки БСВ коагулянтами і флокулянтами найбільш ефективною виявилася доза коагулянту (сірчаноокислого алюмінію і "Полваку-40") - 5 г/дм^3 та флокулянту ("PRAESTOL-853BC") - $20 \text{ см}^3/100 \text{ см}^3$ БСВ. У цьому випадку спостерігалася швидке утворення флокул та розподіл фаз, формування щільного високоструктурованого осаду, що дає можливість для його подальшого збезводнення шляхом центрифугування. Величина водневого показника рН БСВ після обробки знаходилася в межах нейтральних значень. При двостадійній обробці БСВ коагулянтами і флокулянтом "PRAESTOL-2530" результати виявилися незадовільними: осад для збезводнення на центрифuzі непридатний.

Після виконання лабораторних досліджень і отримання позитивного результату про можливість здійснення технологічного процесу очищення рідких відходів буріння у промислових умовах при застосуванні флокулянту "PRAESTOL-853BC" з різними типами коагулянтів, були виконані пусконаладжувальні роботи на вузлі з перероблення і утилізації відходів буріння, а саме центрифуги, блоку флокуляції і допоміжного обладнання, здійснено пробний пуск і підібрано параметри технологічного режиму роботи обладнання. Після цього вузол було виведено на стабільний режим роботи впродовж 4 годин.

При цьому параметри технологічного режиму були такими:

- подача рідинних відходів - $1,5 \text{ м}^3/\text{год}$;
- витрати технічної води на попереднє розбавлення промивальної рідини перед хімічною обробкою (моделювання бурової стічної води) - $1,5 \text{ м}^3/\text{год}$;
- витрати 15 % розчину сірчаноокислого алюмінію - 80 л/год ;
- витрати 5 % розчину лимонної кислоти - 80 л/год ;
- витрати 0,2 % розчину флокулянта "PRAESTOL-853EC" - $0,6 \text{ м}^3/\text{год}$.

У результаті отримано очищену бурову стічну воду, характеристики якої наведені в таблиці 2.10, і шлам.

Таблиця 2.10

Результати досліджень ефективності очищення БСВ

Назва показника	Величина показника		Ступінь очищення, %
	БСВ до очищення	БСВ після очищення	
1 Густина, г/см ³	1,109	1,002	-
2 Водневий показник рН, од. рН	7,55	6,51	-
3 Вміст завислих речовин, г/дм ³	159,92	2,82	98,23
4 Вміст нафтопродуктів, г/дм ³	не виявлено	не виявлено	-
5 Хімічне споживання кисню, мгО/дм ³	61538,43	4807,69	92,20

Результати, які було отримано у процесі попередніх випробувань, свідчать про те, що застосована технологічна схема перероблення бурових стічних вод з попереднім обробленням їх коагулянтами і флокулянтами та наступною сепарацією на центрифугі дозволяє отримувати очищену рідину, яку в подальшому можна використовувати для технологічних потреб бурових установок. Ступінь очищення за основними показниками сягала таких значень: завислі речовини - до 98%; органічні речовини за ХСК - до 92%.

При цьому слід відзначити, що процес перероблення бурових стічних вод є в достатній мірі керованим і характеризується стабільністю.

До виявлених недоліків можна віднести таке:

- неоднорідність рідинних відходів буріння, що подаються на перероблення (склад та фізико-хімічні властивості яких змінюються в доволі широкому діапазоні), є наслідком того, що на бурових установках відсутня система роздільного збору бурових стічних вод і бурових шламів;
- внаслідок вищезазначеного недоліку виникає необхідність усереднення складу і фізико-хімічних властивостей таких стічних вод шляхом розбавлення водою, що призводить до збільшення напруження рідини;

- відсутність лабораторного обладнання для здійснення оперативного контролю за процесом.

На основі аналізу результатів попередніх промислових випробувань технології перероблення бурових стічних вод з використанням технологічного обладнання вузла з перероблення і утилізації відходів буріння, який споруджений на Яблунівському НГКР у заплаві частині р. Сули, показано, що необхідно розробити систему роздільного збору рідинних відходів буріння і бурових шламів. Для збору шламів з вібросит, гідроциклонних установок і центрифуги рекомендується використовувати контейнери.

Геометричні розміри контейнерів були вибрані з урахуванням кількості видаленого на технічних засобах очищення бурового шламу та обмежені вантажопідйомністю крану типу КПБ-3 - не більше $1,5 \text{ м}^3$, а також по висоті із розрахунку розміщення контейнерів під лотками для відводу шламів з вібросит, гідроциклонних установок і центрифуги. Оцінку кількості видаленого на очисних засобах шламу виконано за умови, щоб складувати у контейнери всі шлами, які утворюються за добу при бурінні трьох свердловин (по одній на кожному штучному майданчику) в тих інтервалах розкриття порід, де утворення їх є максимальним. З цією метою був розрахований матеріальний баланс технологічного процесу утворення відходів буріння на трьох свердловинах Яблунівського НГКР. Розраховані об'єми рідинних продуктів і бурових шламів, що будуть перероблятися на вузлі, приведено в таблицях 2.11, 2.12.

Як видно із таблиць 2.11, 2.12, найбільша кількість відходів утворюється в інтервалі буріння від 451 м до 2350 м - під першу проміжну колону діаметром 324 мм, де вибурюється найбільша кількість породи за одиницю часу. Кількість бурового шламу, що виділяється на засобах очищення при бурінні інтервалу під проміжну колону діаметром 324 мм за добу (відповідно до проекту - термін буріння цього інтервалу - 84,9 діб) складає $3,35 \text{ м}^3$.

Таблиця 2.11

Вихідні дані для розрахунку об'ємів відходів буріння

Показники	Умовні позначення	Значення показників		
		майданчик № 1, свердловина № 334 Яблунівська	майданчик № 2, свердловина № 336 Яблунівська	майданчик № 3, свердловина № 337 Яблунівська
1 Інтервал буріння, м	L_i	0 - 450 451 - 2350 2351 - 4245 4246 - 4545 4546 - 4820	0 - 450 451 - 2350 2351 - 4245 4246 - 4545 4546 - 5000	0 - 450 451 - 2350 2351 - 4245 4246 - 4545 4546 - 4850
2 Діаметр долота в інтервалі буріння, мм	D_{ni}	550,0; 393,7; 295,3; 215,9; 165,1	550,0; 393,7; 295,3; 215,9; 165,1	550,0; 393,7; 295,3; 215,9; 165,1
3 Середній коефіцієнт кавернозності	d_i	1,1	1,1	1,1
4 Ступінь очищення промиваль-ної рідини від породи - віброситом, - пісковідділювачем, - муловідділювачем, - центрифугою	e^I e^{II} e^{III} e^{IV}	0,15 0,20 0,20 0,20	0,15 0,20 0,20 0,20	0,15 0,20 0,20 0,20
5 Коефіцієнт розуцільнення породи	K_p	1,2	1,2	1,2
6 Внутрішній діаметр експлуа-таційної колони, мм	D_e	168/140	168/140	168/140
7 Об'єм циркуляційної системи, м ³	$V_{Ц}$	180	180	180

Таблиця 2.12

Розрахунок об'ємів бурового шламу, відпрацьованої промивальної рідини, бурових стічних вод для переробки відходів буріння, їх нейтралізації і захоронення

Показники	Умовні позначення	Формули для розрахунку показників	Величини показників		
			майданчик № 1, свердловина № 334 Яблунівська	майданчик № 2, свердловина № 336 Яблунівська	майданчик № 3, свердловина № 337 Яблунівська
1	2	3	4	5	6
1 Об'єм вибуреної породи в і-му інтервалі	$V_{\text{ПР}i}$	$V_{\text{ПР}i} = 0,785 \cdot K_p \cdot (D_{ni} \cdot d_i)^2 \cdot L_i$	$V_{\text{ПР}1} = 155,2 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}2} = 335,7 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}3} = 187,3 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}4} = 15,9 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}5} = 8,5 \text{ м}^3$	$V_{\text{ПР}1} = 155,2 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}2} = 335,7 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}3} = 187,3 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}4} = 15,9 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}5} = 14,1 \text{ м}^3$	$V_{\text{ПР}1} = 155,2 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}2} = 335,7 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}3} = 187,3 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}4} = 15,9 \text{ м}^3$ $V_{\text{ПР}5} = 9,4 \text{ м}^3$
2 Об'єм вибуреної породи після завершення буріння свердловини	$V_{\text{ПР}}$	$V_{\text{ПР}} = 0,785 \cdot K_p \sum_{i=1}^n (D_{ni} \cdot d_i)^2 \cdot L_i$	$V_{\text{ПР}} = 702,6 \text{ м}^3$	$V_{\text{ПР}} = 709,2 \text{ м}^3$	$V_{\text{ПР}} = 703,5 \text{ м}^3$
3 Об'єм видаленої породи	$V_{\text{ВП}}$	$V_{\text{ВП}} = (e^I + e^{II} + e^{III} + e^{IV}) \cdot V_{\text{нр}}$	$V_{\text{ВП}} = 527,0 \text{ м}^3$	$V_{\text{ВП}} = 531,9 \text{ м}^3$	$V_{\text{ВП}} = 527,6 \text{ м}^3$
4 Об'єм відпрацьованої промивальної рідини	$V_{\text{ВПР}}$	$V_{\text{ВПР}} = (3e^I + 1,2e^{II} + 2e^{III} + 3e^{IV}) \cdot V_{\text{ПР}} + 0,5V_{\text{Ц}}$	$V_{\text{ВПР}} = 1277,4 \text{ м}^3$	$V_{\text{ВПР}} = 1288,5 \text{ м}^3$	$V_{\text{ВПР}} = 1278,9 \text{ м}^3$

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4	5	6
5 Об'єм бурових стічних вод	V_{BCB}	$V_{BCB} = 2 \cdot V_{BIP}$	$V_{BCB}=2554,8$ m^3	$V_{BCB}=2577,0$ m^3	$V_{BCB}=2557,8$ m^3
6 Об'єм розчину для випробування свердловини	V_B	$V_B = 1,5 \cdot 0,785 \cdot D_B^2 \cdot H$	$V_B=118,8 m^3$	$V_B=121,9 m^3$	$V_B=119,3 m^3$
7 Об'єм відходів буріння	V_{BB}	$V_{BB} = V_{BII} + V_{BIP} + V_{BCB} + V_B$	$V_{BB}=4478,0$ m^3	$V_{BB}=4519,3 m^3$	$V_{BB}=4483,6 m^3$

Таким чином, одночасно на контейнерному майданчику бурової установки необхідно мати як мінімум чотири контейнери за умови, що шлам з контейнерів має бути перевантаженим і доставленим на вузол з перероблення відходів буріння автосамоскидом. При бурінні на Яблунівському НГКР одночасно трьох свердловин (по одній буровій установці на кожному штучному майданчику) необхідно мати 12 контейнерів, а з урахуванням запасного - по одному контейнеру на свердловину - парк контейнерів складає 15 одиниць [10].

Для збору бурових шламів з технічних засобів очищення промивальних рідин при виконанні бурових робіт за безамбарною схемою розроблено два ескізні варіанти контейнерів. Якщо перевезення шламів на вузол з перероблення рідинних відходів буде виконуватися автосамоскидом, то рекомендується використовувати контейнери, в яких дно виготовлено перфорованим. Бурові шлами з контейнерів перевантажуються і доставляються на вузол з перероблення відходів буріння автосамоскидом, а рідинні відходи - автоцистерною.

Були також виконані лабораторні дослідження з визначення ефективних доз коагулянтів і флокулянтів, технології оброблення та попереднього розбавлення рідинних відходів в межах 1:1, 1:2, 1:3. Об'єктами досліджень були обрані рідинні відходи із свердловин Яблунівського НГКР № 380 і № 512. З урахуванням результатів лабораторних досліджень було проведено промислові випробування технології перероблення рідинних відходів буріння за безамбарною схемою споруджування нафтогазових свердловин на об'єктах Яблунівського НГКР.

Під час випробувань застосовувалася така технологічна схема: рідинні відходи (ВІР) → приймальна ємність → розбавлення → блок флокуляції ENVIRO UNIT ("SWACO") + коагулянт + понижувач рН + флокулянт → центрифуга "SWACO" 518 → шлам ENVIRO FIX ("SWACO") та очищена вода в накопичувальній ємності [33].

Приготування робочих розчинів коагулянту, кислоти, флокулянту та оброблення ними рідинних відходів здійснювалося на обладнанні блоку ENVIRO UNIT.

Кількість рідинних відходів, що були очищені у процесі випробувань - 30 м³.

Для розбавлення вихідної ВПР застосовувалася технічна вода, ступінь розбавлення склала 1 : 2,5.

Параметри технологічного режиму були такими:

- подача розбавленої рідини - 8,75 м³/год;
- витрати робочого розчину коагулянту - 220 дм³/год;
- витрати робочого розчину лимонної кислоти - 180 дм³/год;
- витрати робочого розчину флокулянту - 1,7 м³/год.

Режим роботи центрифуги "SWACO" m 518 характеризувався такими показниками:

- частота обертів ротору - 1900 об/хв;
- відносна частота обертів шнек/ротор - 15 об/хв;
- положення зливних вікон - повністю відкриті;
- сумарна подача рідини на центрифугування - 9,5 м³/год.

У процесі випробувань було використано:

- коагулянту "ПОЛБАК - 40" - 264 кг;
- понижувача рН - кислоти лимонної - 108 кг;
- флокулянту "PRAESTOL - 853 BC" - 20 кг.

Результати досліджень якості очищених рідинних відходів наведено у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Показники якості очищених рідинних відходів

Назва показника	Одиниці вимірювання	Величина показника	
		до очищення	після очищення
1 Густина	г/см ³	1,250	1,002
2 Величина рН	од. рН	8,22	6,58
3 Вміст завислих речовин	г/дм ³	-	0,25
4 Вміст водорозчинних солей	г/дм ³	8,60	11,12
5 Вміст нафтопродуктів	мг/дм ³	3326,0	23,5
6 ХСК	мг О ₂ /дм ³	60598,0	3823,7

Наведені результати якості очищених рідинних відходів свідчать про ефективність технології перероблення рідинних відходів буріння з попереднім обробленням їх коагулянтами і флокулянтами і наступним розділенням на центрифuzі.

Ступінь очищення за основними показниками сягала таких значень: завислі речовини - до 99%; нафтопродукти - до 99%; органічні речовини за ХСК - до 94%.

Очищені рідинні відходи буріння рекомендується використовувати в технологічних цілях під час споруджування нафтогазових свердловин.

Результати промислових випробувань застосованої технології перероблення бурових стічних вод покладено в основу при розробленні технологічного регламенту перероблення бурових стічних вод (рідинних відходів) при безамбарному способі спорудження нафтогазових свердловин.

РОЗДІЛ 3. ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ

3.1 Природоохоронні вимоги до захисту ґрунтових та підземних вод

Сучасна бурова установка є потенційним джерелом забруднення навколишнього середовища. Негативними наслідками спорудження і експлуатації свердловин може бути забруднення поверхневих і підземних вод.

Діючий контроль за якісним станом поверхневих та підземних вод згідно з вимогами Водного кодексу України повинні здійснювати підприємства, установи, організації, в т.ч. геологічні підприємства, діяльність яких може негативно впливати на стан цих вод [10, 11, 12].

Класифікацію вод за ступенем забруднення необхідно проводити відповідно гранично-допустимим концентраціям (ГДК) хімічних речовин в воді згідно з [16]. Оцінка забруднення вод полягає у визначенні концентрації забруднюючих речовин і наступному розрахунку сумарного показника забруднення (СПЗ) за кожним класом небезпеки.

Розрахунок треба виконувати за формулою:

$$\text{СПЗ} = \sum_j \frac{C_j}{\text{ГДК}_j} = \frac{C_1}{\text{ГДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ГДК}_2} + \dots + \frac{C_j}{\text{ГДК}_j}, \quad (3.1)$$

де C_j – сума забруднюючих речовин, які контролюють, мг/л;

ГДК_j – сума ГДК забруднюючих речовин, мг/л.

Гранично-допустимі концентрації забруднюючих речовин наведено в додатку І.

Оцінку забруднення вод слід проводити за допомогою критеріїв, відповідно таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

**Критерії оцінки небезпеки забруднення поверхневих та
підземних вод хімічними речовинами**

Ступінь забруднення	СПЗ елементів 1 класу небезпеки	СПЗ елементів 2 класу небезпеки	СПЗ елементів 3 класу небезпеки	СПЗ елементів 4 класу небезпеки
Допустимий	менше 1	менше 1	менше 1	менше 1
Помірно небезпечний	1 – 2	1 – 5	1 – 10	1 – 10
Небезпечний	2 – 3	5 – 10	10 – 15	10 – 15
Надзвичайно небезпечний	більше 3	більше 10	більше 15	більше 15

З метою попередження забруднення підземних горизонтів із прісними і мінеральними водами необхідно передбачити такий комплекс робіт.

Встановлення зони санітарної охорони навколо водозабірних свердловин і обладнання пригирлової площадки.

Своєчасну ліквідацію водозабірних свердловин, що виконали своє призначення, або передачу їх зацікавленим організаціям у відповідності з чинними нормативними документами [13, 22].

Контрольні хімічні і мікробіологічні дослідження в спостережних свердловинах проводять за участю спеціалістів санітарно-епідеміологічних станцій (додаток Б).

Створення в окремих випадках мережі спостережних свердловин на перший від поверхні водоносний горизонт. Рішення про створення такої мережі приймається організацією, що розробляє проектну документацію на спорудження свердловин на підставі результатів інженерно-геологічних і гідрогеологічних вишукувань, та узгоджується відповідними контролюючими органами.

Застосування методик розкриття і освоєння водоносних горизонтів водозабірних свердловин, що виключають забруднення підземних вод.

При розкритті в процесі проводки свердловин підземних горизонтів, що можуть бути використані як джерела господарсько-питного водопостачання, застосування для обробки промивальних рідин нових хімічних реагентів, не вказаних в цьому стандарті, можливе лише після узгодження їх з органами Міністерства охорони здоров'я та Мінприроди України [39].

Інтервали залягання водоносних горизонтів повинні бути надійно ізольовані. Не дозволяється застосування хімреагентів I і II класу небезпеки.

При бурінні інтервалів, які містять питні води, в умовах поглинання не допускається попадання в пласти промивальних рідин і матеріалів в об'ємах, що змінюють якість і склад підземних вод за межі встановлених нормативів з урахуванням екзогенних і технологічних процесів.

3.2 Природоохоронні заходи щодо екологічного стану підземних вод в районі бурової площадки свердловини № 77 Східно-Рогінцівського родовища

На об'єктах бурової площадки свердловини №77 Східно-Рогінцівського родовища впроваджені нові природоохоронні технології із захисту довкілля під час спорудження нафтових і газових свердловин. Впровадження цих технологій забезпечило надійний захист навколишнього середовища від забруднення відходами буріння в екологічно уразливих місцевостях [27, 31, 44].

Найбільшого впливу на навколишнє природне середовище під час розвідки та розробки родовищ на нафту та газ зазнають поверхневі та підземні води. Джерелами забруднення довкілля при виконанні бурових робіт є промивальні рідини, тампонажні розчини, матеріали і хімічні реагенти для приготування і обробки промивальних рідин і тампонажних розчинів, бурові стічні води (БСВ) і бурові шлами (БШ), продукти випробування і освоєння свердловин, продукти згорання палива в двигунах внутрішнього згорання і котельнях, паливно-мастильні матеріали, господарсько-побутові стічні води і тверді відходи. Одним із шляхів зменшення негативного впливу на довкілля є впровадження нових природоохоронних

технологій з охорони земель та водних об'єктів під час проведення бурових робіт і випробування свердловин на нафту та газ [34, 41].

Слід додати, що охорона довкілля та раціональне природокористування під час спорудження свердловин на нафту та газ повинно базуватися на концепції маловідходної технології [37]. Маловідходна технологія спорудження свердловин - це технологія, при якій забезпечується раціональне і невиснажливе використання природних ресурсів, а негативний вплив на компоненти довкілля в часі скорочується до мінімуму і не перевищує рівня, що дозволяється екологічними та санітарно-гігієнічними нормами, при цьому за технічними, еколого-економічними, організаційними причинами частина відпрацьованої промивальної рідини, бурової стічної води, вибуреної породи, а також інших матеріалів переходять в категорію невикористаних відходів і екологічно безпечно забороняються [29].

Прилуцьким управлінням бурових робіт ВАТ "Укрнафта" проводиться цілеспрямована робота з впровадження нових природоохоронних технологій збирання, зберігання, перероблення та захоронення відходів буріння, систем контролю за станом довкілля в районі виконання бурових робіт, направлених на підвищення екологічної безпеки під час спорудження свердловини №77 Східно-Рогінцівського родовища. В останні роки в Україні спостерігається збільшення об'ємів бурових робіт на нафту та газ в екологічно уразливих місцевостях, зокрема, в заплавах малих та середніх річок, природоохоронних зонах та ін. Бурові роботи на таких об'єктах проводяться в складних гідрогеологічних умовах, коли рівень ґрунтових вод менше 5 м, а коефіцієнт фільтрації ґрунтів більше 10^{-5} см/с. Недотримання природоохоронних вимог в таких умовах може привести до прогресуючого забруднення довкілля, наслідком чого можлива деградація водних об'єктів та біоценозу.

З метою підвищення екологічної безпеки бурових робіт на нафту та газ в екологічно уразливих місцевостях на ДДз впроваджуються такі природоохоронні технології, як:

- використання нових рулонних полімерно-бітумних матеріалів для облаштування амбарів - накопичувачів, які є водонепроникними та морозостійкими;

- застосування матеріалів і реагентів для оброблення промивальних рідин і тампонажних розчинів III - IV класу небезпеки;
- впровадження нової досконалої системи очищення промивальних рідин, яка складається з вібросит, гідроциклонів та центрифуг і зменшує напрацювання рідинних відходів у 2 - 3 рази;
- застосування систем зворотного водопостачання, які дозволяють використовувати для технологічних потреб бурової установки до 50% напрацьованої БСВ;
- проведення заходів з технічної рекультивації та відновлення родючості порушених земель в залежності від рівня їх забруднення з метою скорочення терміну біологічної рекультивації земельних ділянок;
- облаштування системи спостережних водних свердловин та місць відбору проб ґрунтів для проведення локального моніторингу ґрунтів та підземних вод у районі бурової площадки [36].

Комплекс вищезгаданих природоохоронних заходів та ресурсозберігаючих технологій впроваджено під час споруджування нафтогазових свердловин на земельних ділянках з високим рівнем стояння ґрунтових вод та високим коефіцієнтом фільтрації ґрунтів №77 Східно-Рогінцівського родовища.

З метою контролю за ефективністю впровадження нових природоохоронних заходів під час проведення бурових робіт ПВ УкрДГРІ щоквартально проводився об'єктовий моніторинг ґрунтових вод у районі бурових площадок.

Показники екологічного стану ґрунтових вод у районі бурової площадки на прикладі св. №77 Східно-Рогінцівського родовища наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Показники екологічного стану вод у районі бурової площадки св. №77 Східно-Рогінцівського родовища

Назва показника	Одиниця виміру	ГДК	Межі значень показників	
			від	до
1	2	3	4	5

Водневий показник рН	од. рН	6,5 – 8,5)*	7,87	8,34
Хімічне споживання кисню	мгО ₂ /дм ³	30,00)*	24,0	48,0
Масова концентрація сухого залишку	мг/дм ³	до 1000)*	350	1100
Масова концентрація хлорид-іонів	мг/дм ³	350)*	37,51	85,01
Масова концентрація загального хрому	мг/дм ³	0,5)*	0,005	0,025
Масова концентрація загального заліза	мг/дм ³	0,3)*	0,04	0,44
Масова концентрація гідрокарбонат-іонів	мг-екв/дм ³	-	96,03	324,9
Масова концентрація іонів кальцію	мг/дм ³	-	22,64	84,47
Масова концентрація іонів магнію	мг/дм ³	-	10,4	22,6
Масова концентрація іонів натрію	мг/дм ³	200)*	40,52	64,10
Масова концентрація іонів калію	мг/дм ³	-	1,98	7,79
Масова концентрація сульфат-іонів	мг/дм ³	500)*	9,2	21,7
Масова концентрація нафтопродуктів	мг/дм ³	0,3)*	0,05	0,29

Результати лабораторних робіт свідчать про те, що забруднення підземних вод у районі розташування шламових амбарів св. №77 Східно-Рогінцівського родовища за період спостережень не відбулося.

Слід додати, що рідинні відходи буріння, зокрема бурові стічні води, які утворювалися під час виконання бурових робіт на св. №77 Східно-Рогінцівського родовища, характеризувалися такими показниками: водневий показник рН коливався у межах 5,86-7,86 од. рН; густина – 1,005 -1,018 г/см³; масова концентрація сухого залишку – 1,93 - 13,8 г/дм³; масова концентрація нафтопродуктів – 1350 - 5375 мг/дм³; вміст хлорид-іонів – 429 - 7372 мг/дм³; масова концентрація загального хрому – 0,7 - 2,0 мг/дм³. Оцінка класу небезпеки рідинних відходів буріння, виконана відповідно до вимог [11], показала, що відходи буріння відносяться до IV класу небезпеки.

Моніторинговими спостереженнями в районі бурових площадок в умовах високих коефіцієнтів фільтрації та високих рівнів стояння ґрунтових вод на св. №77 Східно-Рогінцівського родовища доведено, що забруднення ґрунтів і ґрунтових вод не сталося.

Впровадження природоохоронних заходів та природоохоронних технологій, викладених в [11], забезпечило надійний захист вод від забруднення відходами буріння за амбарною схемою їх збирання, зберігання, перероблення і захоронення під час спорудження нафтогазових свердловин .

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У даній кваліфікаційній роботі проаналізовано сучасний екологічний стан поверхневих та підземних вод у районі бурової площадки №77 Східно-Рогінцівського родовища та сучасний стан перероблення бурових стічних вод в умовах безамбарного та амбарного способу в спорудженні нафтогазових свердловин, результати лабораторних досліджень з вибору типів і доз коагулянтів і флокулянтів, технології їх введення до обробляємих суспензій, технологічна схема процесу перероблення стічних вод, вибір основного обладнання для промислових випробувань розробленої технології, результати промислових випробувань, технологічний регламент перероблення бурових стічних вод в умовах безамбарного способу спорудження нафтогазових свердловин.

У кваліфікаційній роботі викладено результати науково-дослідної роботи з вирішення комплексу проблем і зменшення техногенного навантаження на навколишнє природне середовище під час проведення бурових робіт на св. №77 Східно-Рогінцівського родовища із застосуванням сучасних промивальних рідин. Один із розділів присвячено лабораторним дослідженням із вивчення процесів коагуляції і флокуляції, їх діючих доз.

На основі вищезгаданого можна зробити наступні висновки.

1. З метою підвищення екологічної безпеки бурових робіт на нафту та газ в екологічно уразливих місцевостях впроваджуються такі природоохоронні технології:

- застосування матеріалів і реагентів для оброблення промивальних рідин і тампонажних розчинів III – IV класу небезпеки;

- впровадження нової доскональної системи очищення промивальних рідин, яка складається з вібросит, гідроциклонів та центрифуг і зменшує напрацювання рідинних відходів у 2 – 3 рази;

- облаштування системи спостережних водних свердловин для проведення локального моніторингу підземних вод у районі бурової площадки;

- застосування систем зворотного водопостачання, які дозволяють використовувати для технологічних потреб бурової установки до 50% напрацьованої БСВ;

- використання нових рулонних полімерно-бітумних матеріалів для облаштування амбарів–накопичувачів, які є водонепроникними та морозостійкими.

2. Впровадження технології перероблення бурових стічних вод у вітчизняну практику спорудження нафтогазових свердловин дозволить мінімізувати кількість рідинних відходів буріння, зменшити нераціональні витрати водних ресурсів і тим самим сприятиме розвитку і розповсюдженню безамбарної системи буріння в Україні.

3. Впровадження комплексу вищезгаданих природних заходів та ресурсозберігаючих технологій на свердловині №77 Східно-Рогінцівського родовища в умовах високого рівня стояння ґрунтових вод та високого коефіцієнта фільтрації зводить до мінімуму забруднення поверхневих та підземних вод.

З метою впровадження природоохоронних заходів у практику спорудження нафтогазових свердловин в екологічно уразливих місцевостях рекомендується продовжити дослідження у напрямку розроблення нових технічних рішень і технологій у сфері перероблення рідких відходів буріння, для екологічно безпечного проведення бурових робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25.06.1991
2. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо відходів» № 1288-XIV від 14.12.1999
3. Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» № 1809-14 від 08.06.2000 р.
4. Закон України «Про внесення змін до Водного кодексу України» від 26.09.2018 р.
5. Постанова ВР України "Про стан виконання законодавства у сфері поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення" від 06.10.2015 р
6. ДСТУ 3910-99 Охорона природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів. Порядок найменування відходів за генетичним принципом і внесення їх до класифікаційних категорій
7. ДСТУ 3911-99 Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи. Загальні вимоги
8. ДК 005-96 Державний класифікатор України. Класифікатор відходів
9. СанПиН 4630-88 Охрана поверхностных вод от загрязнения
10. КНД 41-00032626-000-335-2000 «Визначення забруднення вод в районі бурової площадки. Методичні вказівки»
11. КНД 41-00032626-227-96 «Біотестування рідких відходів буріння нафтових та газових свердловин. Методичні вказівки»
12. Перелік методик виконання вимірювань (визначень) складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів і скидів, тимчасово допущених до використання Мін природи України, затверджений наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 635 від 18.12.2017 року
13. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум. Навчальний посібник. – К.: Лібра, 2014. – 368 с.
14. Білявський Г.О., Падун М.М., Сурдуй Р.С. Основи загальної екології. Підручник. – К.: Либідь, 2016

15. Запольський А.К. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. Підручник. - К. : Лібра, 2018. - 352 с.
16. Кухар В.В. Щодо основних положень створення системи державного моніторингу геологічного середовища, на територіях розвідки, видобуванні і транспортуванні вуглеводнів та її функціонування. Збірник наукових праць УкрДГРІ. – Київ, 2016. Вип. 1.
- 17.35. Плахетко І.В. , Фесенко М.М., Коваленко В.І., Берюк О.В. Установка для очищення рідинних відходів буріння. Матеріали 6-ої Міжнародної науково-практичної конференції "Нафта і газ України - 2000", м. Івано-Франківськ, 31 жовтня - 3 листопада. – Т.2. – С. 93.
18. Берюк О.В., Коваленко В.І., Плахетко І.В. Застосування осаджувальних центрифуг в сучасній технології спорудження нафтогазових свердловин. Нафтова та газова промисловість. - 2018. - № 3. – С. 22 – 23.
19. Дорош М.М. Навколишнє середовище в районі бурової. Мінеральні ресурси України. – 2019. - № 2.
20. Коваленко В.І., Решетнік Н.П. Удосконалення нормативних документів щодо отримання екологічних норм під час спорудження нафтогазових свердловин // Матеріали науково-практичної конференції «Екологічні проблеми нафтогазового комплексу» - м. Яремча, Івано-Франківська обл., 23 – 27 лютого 2018 р.
21. Коваленко В.І., Фесенко І.М. Особливості моніторингу вод та ґрунтів при бурінні нафтогазових свердловин. Матеріали 6^{ої} Міжнародної науково-практичної конференції "Нафта і газ України – 2000" . Збірник наукових праць - Івано-Франківськ, 31 жовтня – 3 листопада 2022 р. - Т. 3. – С. 347 – 348.
22. Плахетко І.В. Техногенно-екологічна безпека при бурінні свердловин на нафту і газ. Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Державний науково-технічний збірник . Випуск 37. – Т. 1. – Івано-Франківськ, 2000. – С. 100 – 102.
23. Фесенко М.М., Берюк О.В. Коваленко В.І., Плахетко І.В. Удосконалення технології очищення бурових промивальних рідин з використанням центрифуг вітчизняного виробництва. Збірник наукових праць УкрДГРІ, науковий журнал, 2023. - № 2. – С. 137 – 140.

- 24.Фесенко М.М. Рациональне природокористування та охорона довкілля під час спорудження свердловин на нафту та газ . Мінеральні ресурси України.-2018.- № 2. – С. 42 – 44.
- 25.Василюк О. В., Ширяєва Д. В., Біатов А. П. Можливості використання первинного картографічного матеріалу щодо об'єктів ПЗФ. ГІС і заповідні території: матеріали науково-методичного семінару (НПП Слобожанський, 30 травня – 01 червня 2015 р.). Харків, 2016. С. 38–41
- 26.ДСТУ 3041-95. Гідросфера. Використання й охорона води. Терміни та визначення. [Чинний від 01.07.1996]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 1995. 26 с.
- 27.. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. [Чинний від 2012-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 40 с.
- 28.ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 30 с.
- 29.ДСТУ ГОСТ 27384:2005. Вода. Норми похибки вимірювань показників складу і властивостей. [Чинний від 2006-04-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 8 с.
- 30.. ДСТУ ISO 5667-3:2001. Якість води. Відбирання проб. Частина 3 (ISO 5667-3:1994 IDT). Настанови щодо зберігання та поводження з пробами. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2001. 38 с.
- 31.ДСТУ ISO 5667-11:2005. Якість води. Відбирання проб. Частина 11 (ISO 5667-11:1993 IDT). Настанови щодо відбирання проб підземних вод. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 15 с.
- 32.ДСТУ ISO 5667-14:2005. Якість води. Відбирання проб. Частина 14 (ISO 5667-14:1998 IDT). Настанови щодо забезпечення якості відбирання та оброблення проб природних вод. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 22 с.
- 33.ДСТУ ISO 5667-18:2007. Якість води. Відбирання проб. Частина 18 (ISO 5667-18:2001 IDT). Настанови щодо відбирання проб підземних вод із забруднених

- місць. [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 26 с.
- 34.ДСТУ ISO 5667-4:2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 4 (ISO 5667-4:1987 IDT). Настанови щодо відбирання проб із природних та штучних озер. [Чинний від 2004-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 11 с.
- 35.ДСТУ ISO 5667-6:2009. Якість води. Відбирання проб. Частина 6 (ISO 5667-6:2005 IDT). Настанови щодо відбору проб води з річок та струмків. [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 24 с.
- 36.ДСТУ ISO 6107-2:2004. Якість води. Словник термінів. Частина 2. (ISO 6107-2:1997, IDT). [Чинний від 2005-04-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 24 с.
- 37.Водний кодекс № 213/95-ВР від 06.06.1995
- 38.Закон України "Про відходи" № 187/98-ВР від 05.03.1998
- 39.ДНБ А.2.2-1-2003 Державні будівельні норми України. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд
- 40.ДНБ А.2.2-3-2004 Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва
- 41.ДСанПіН 2.2.7-029-99 Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення
- 42.Закон України «Про екологічну експертизу» № 45/95 ВР від 09.02.1995
- 43.СОУ 73.1-41-11.00.01:2005 Охорона довкілля. Природоохоронні заходи під час споруджування свердловин на нафту та газ
- 44.СНиП 2.01.28-85 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию (Полігони із знешкодження і захоронення токсичних промислових відходів. Основні положення із проектування)

ДОДАТКИ

Склад супутніх вод нафтогазових родовищ

Таблиця А.1

Аналіз складу супутніх вод нафтогазових родовищ північної
прибортової зони ДДЗ

Показник	ГДК, мг/ дм ³	Коливання концентрації, мг/дм ³		Перевищення ГДК, разів
		від	до	
1	2	3	4	5
Сухий залишок	1000,00	146250,000	192750,000	146,0÷193,0
Сℓ	350,00	91218,000	116475,000	260,0÷332,0
SO ₄	500,00	20,000	503,000	-
Ca	180,00	7925,000	9743,000	44,0÷54,0
Mg	40,00	1518,000	1900,000	38,0÷47,0
Na	200,00	34225,000	47950,000	170,0÷240,0
K	50,00	298,000	618,000	6,0÷12,0
Sr	7,00	240,000	444,000	41,0÷63,0
Cs	-	0,188	0,279	∞
Li	0,03	3,650	4,750	122,0÷158,0
I	-	3,980	9,790	∞
Br	0,20	96,800	143,000	483,0÷715,0
Ba	0,10	41,000	91,800	410,0÷920,0
Fe	0,30	26,300	100,000	87,0÷333,0
Mn	0,10	1,380	11,190	14,0÷112,0
Cu	1,00	0,250	1,3888	1,4
Cr	0,05	0,880	2,500	17,0÷50,0
Pb	0,03	0,630	2,670	21,0÷89,0

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5
Sn	2,00	0,630	8,420	4,2
Bi	0,10	0,280	2,600	2,8÷26,0
Ni	0,10	0,500	3,080	5,0÷31,0
Co	0,10	1,000	1,500	10,0÷15,0
Ti	0,10	0,750	9,250	7,0÷92,0
Ag	0,05	0,125	0,906	2,5÷18,0
La	0,01	1,220	9,200	120,0÷920,0
Al	0,05	1,250	69,250	2,5÷140,0
Si	10,00	27,500	120,000	3,0÷12,0
B	0,50	27,100	141,700	54,0÷283,0
Rb	0,10	< 0,050	0,300	3,0

Схема відбору проб води в районі бурової площадки

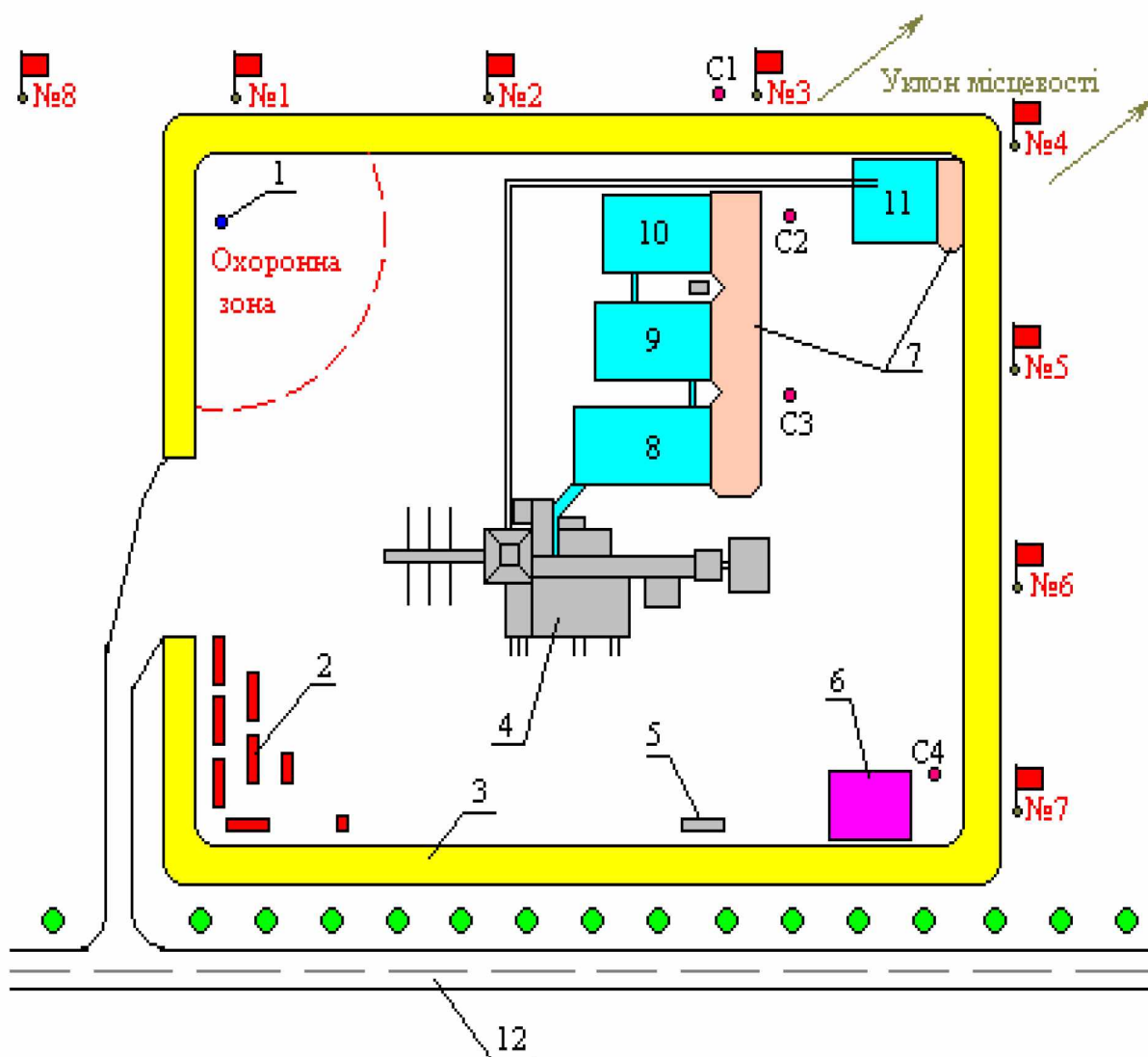
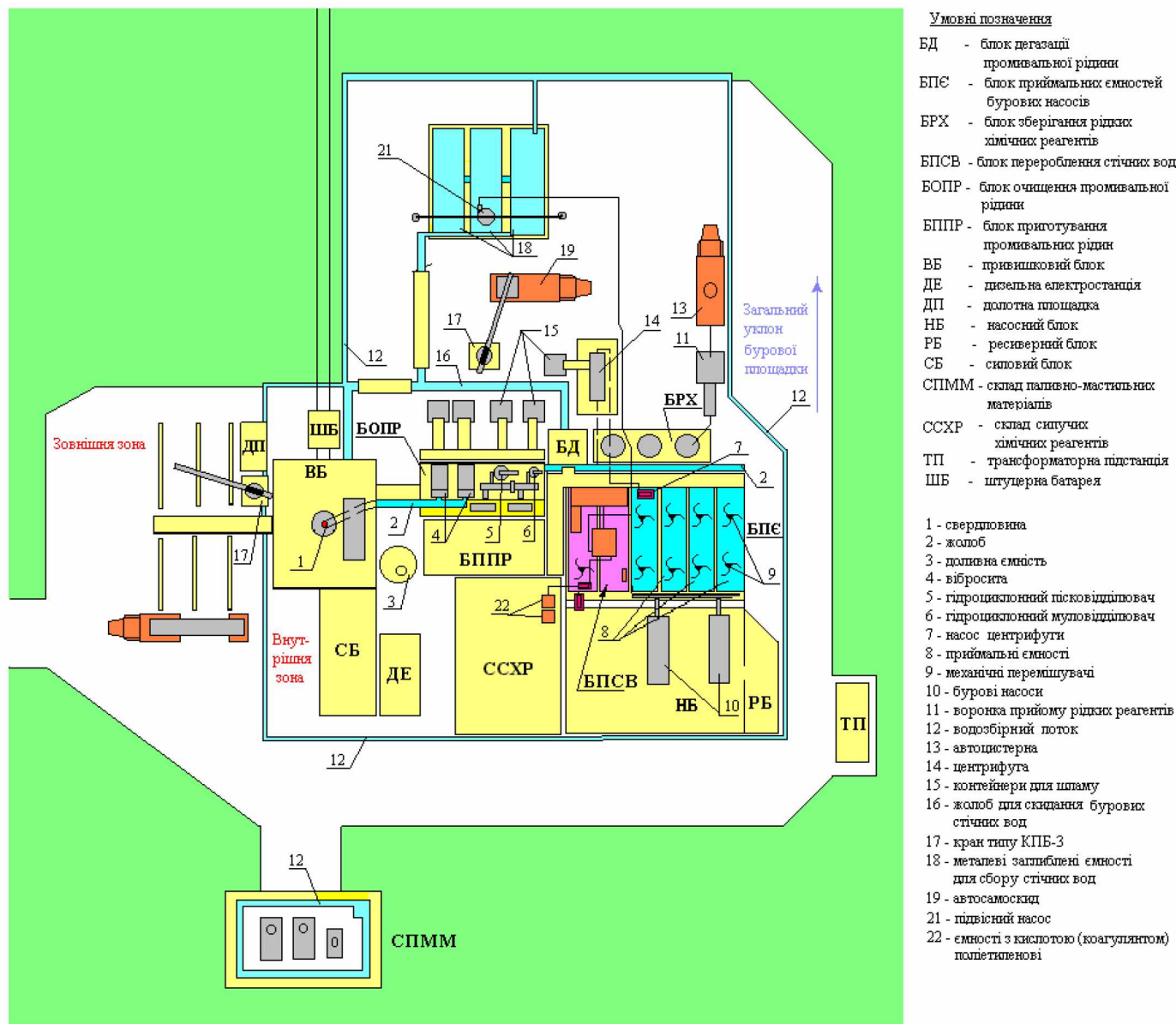


Рисунок Б.1 - Типова схема відбору проб води в районі бурової площадки

1 - водна свердловина; 2 - побутові приміщення; 3 - родючий шар ґрунту; 4 - бурова установка Уралмаш-ЗД; 5 - котельня; 6 - склад паливно-мастильних матеріалів; 7 - мінеральний ґрунт з амбарів; 8 - амбар збору шламу; 9 - амбар відстою бурових стічних вод; 10 - амбар відстоюючої води; 11 - амбар скиду загазованої рідини; 12 - автодорога

● C1 ... ● C4 - свердловини відбору підземних вод;

Схема розміщення бурового обладнання при безамбарному способі буріння



Облаштування металевих заглиблених ємностей для збору стічних вод

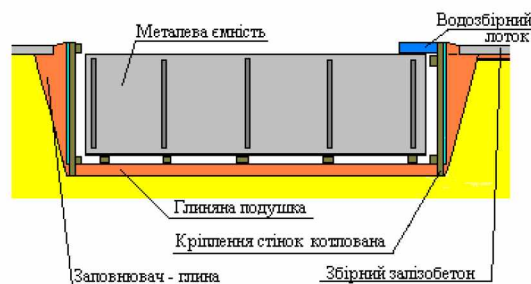


Рисунок В.1 - Типова схема розміщення бурового обладнання при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин

The diagram illustrates the layout of a wastewater treatment plant (WWTP) with the following components and flow paths:

- Raw Water Intake (1):** Raw water enters the system from the left.
- Primary Sedimentation Tank (2):** The first stage of solid-liquid separation.
- Aeration Tanks (3-7):** Five parallel tanks where biological treatment occurs.
- Secondary Sedimentation Tank (8):** For settling the activated sludge from the aeration tanks.
- Sludge Handling:**
 - Sludge (9):** Settled sludge from the secondary sedimentation tank.
 - Sludge Thickener (10):** Concentrates the sludge.
 - Sludge Dewatering (11):** Removes water from the sludge.
 - Sludge Storage (12):** Temporary storage of dewatered sludge.
 - Sludge Disposal (13):** Final destination for the sludge.
- Effluent Treatment:**
 - Effluent (14):** Treated water from the secondary sedimentation tank.
 - Effluent Discharge (15):** Final discharge point for the treated effluent.
- Chemical Addition:**
 - Chemical Storage (16):** Storage for chemicals used in the process.
 - Chemical Addition Point (17):** Where chemicals are added to the wastewater.
- Sludge Neutralization:**
 - Sludge Neutralization Tank (18):** A tank where sludge is neutralized.
 - Sludge Disposal (19):** Final destination for neutralized sludge.
- Water Reuse:**
 - Water Reuse (20):** Water recycled within the plant.
 - Water Reuse (21):** Water recycled for other purposes.
- Flow Control:**
 - Flow Control (22):** A pump or valve used to regulate the flow of water.

1 - кран пробковий; 2 - ємність для зберігання чистої води; 3 - приймальна ємність для очищеної зворотної води об'ємом по 40 м³; 4, 5, 6 - приймальні ємності для очищених на центрифугі рідинних відходів об'ємом по 40 м³; 7 - засувка; 8 - відцентровий насос 6Ш-8; 9 - блок флокуляції; 10 - швидкокороз'ємне з'єднання; 11 - гвинтовий насос; 12 - приймальна ємність рідинних відходів буріння об'ємом 40 м³; 13 - механічний перемішувач; 14 - ємність для хімічної обробки рідини об'ємом 40 м³; 15 - гідроворонка для введення хімічних реагентів; 16 - заглиблена ємність для збирання стічних вод; 17 - насос занурювальний ГНОМ; 18 - центрифуга; 19, 20 - автоцистерна, 21 - ємність для прийому чистої води; 22 - водяний насос.

Процеси: А - зливання рідинних відходів буріння в приймальну ємність; Б - завантаження автоцистерни очищеною зворотною водою для потреб бурової установки; В - злив чистої води з автоцистерни і перекачка її в ємність для зберігання чистої води.

Схема перероблення бурових стічних вод

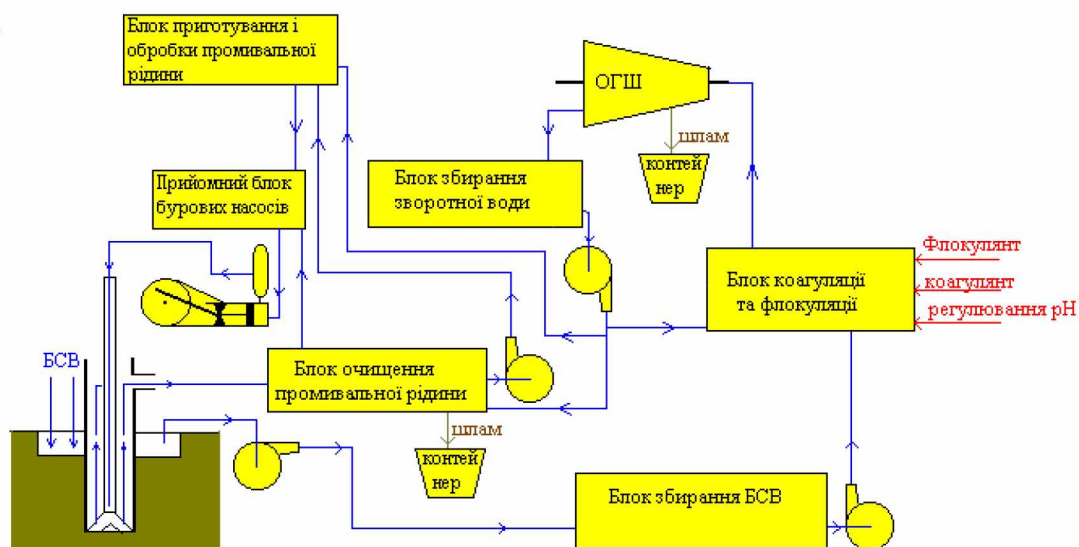


Рис. Д.1 Принципова схема перероблення бурових стічних вод при безамбарному способі буріння свердловин

Блок перероблення стічних вод при безамбарному способі буріння

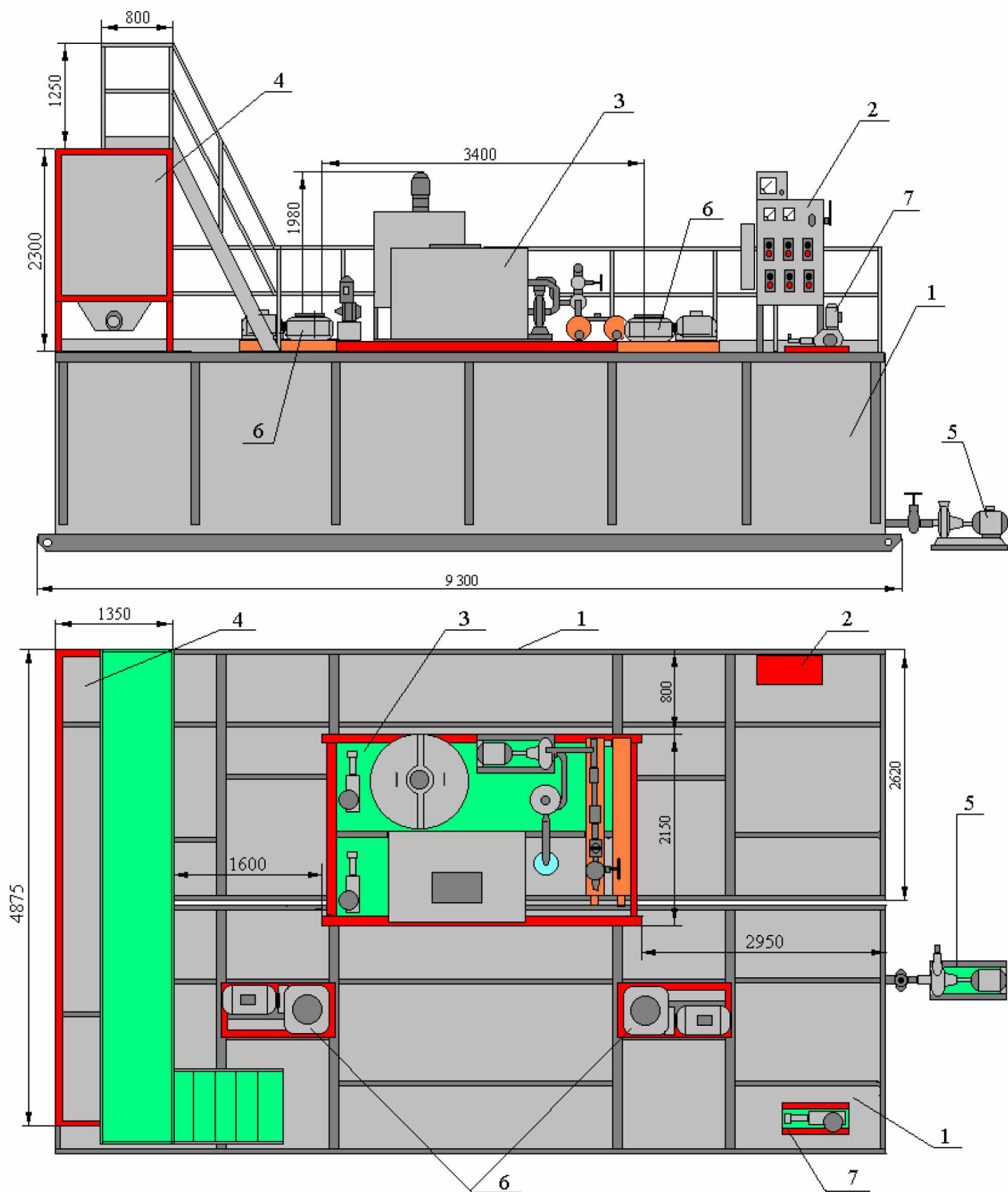


Рисунок Е.1 - Розміщення основного обладнання блоку перероблення стічних вод при безамбарному способі буріння нафтогазових свердловин

1 - блок кінцевий ЦСЗД-76М; 2 - шафа управління; 3 - модуль хімічної обробки; 4 - відстійник пластинчатий;
5 - електронасосний агрегат ПІ 12,5/12,5; 6 - перемішувач механічний ПБР-7,5; 7 - дозуючий насос НД 1,0 100/10К14В.

До вишкового блоку

На зрошення вібросит

В автотранспорт

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

4

5

6

7

8

9

10

Подача відпрацьованої промивальної рідини на скид

Стичні та дощові води з бурової площадки

Скидання води під час миття приймальних ємностей бурових насосів

На розбавлення пром. рідини

До бурових насосів

Для приготування розчинів коагулянтів і флокулянтів

1 - свердловина; 2 - жолоб; 3 - вібросито; 4 - контейнер для шламу; 5 - дегазатор; 6 - горизонтальний шламовий насос типу 6Ш-8; 7 - пісковідділювач; 8 - муловідділювач; 9 - зливна горловина відстійника; 10 - ємність блока очистки; 11 - кран кульовий; 12 - насос занурювальний; 13 - блок приготування промивальних рідин; 14 - жолоб; 15 - приймальні ємності бурових насосів; 16 - заглиблені ємності для стічних вод об'ємом по 40 м³; 17 - кран-балка; 18 - центрифуга ОГШ-352К; 19 - дозуючий насос флокулянту; 20 - дозуючий насос кислоти; 21 - дозуючий насос коагулянту; 22 - ємність з мішалкою для флокулянту об'ємом 0,6 м³; 23 - ємність для кислоти поліетиленова об'ємом 1 м³; 24 - ємність для коагулянту об'ємом 1,5 м³; 25 - змішувальний колектор; 26 - клапан зворотний; 27 - відстійник пластинчастий; 28 - електронасосний агрегат АСВН 20/10; 29 - гідромоніторний перемішувач; 30 - електронасосний агрегат П 12,5/12,5; 31 - витратомір води; 32 - витратомір індукційний; 33 - пробовідбірник; 34 - манометр; 35 - ємність чистої зворотної води об'ємом 40 м³; 36 - ємність брудної зворотної води об'ємом 40 м³; 37 - перемішувач механічний; 38 - ємність чистої води.

Гранично-допустимі концентрації забруднюючих речовин у воді

Таблиця І.1

Гранично-допустимі концентрації забруднюючих речовин у воді водних
об'єктів

Назва	Одиниці виміру	Гранично-допустимі концентрації за [16]			Для рибогосподарських потреб
		для господарсько- питного водопостачання	для купання, спорту і відпочинку населення	клас небезпеки	
Завислі речовини	мг/дм ³	0,25	0,75	-	-
Запах	бал	до 1	до 1	-	-
Колірність	-	без кольору в 20 см	без кольору в 10 см	-	-
Водневий показник (рН)	-	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	-	-
Сухий залишок	мг/дм ³	до 1000	до 1000	-	-
Нафта	мг/дм ³	0,3	0,3	4	-
Хлориди (Cl ⁻)	мг/дм ³	350	350	4	-
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	500	500	4	-
Кальцій (Ca ²⁺)	мг/дм ³	-	-	-	180
Магній (Mg ²⁺)	мг/дм ³	-	-	-	40
Калій (K ⁺)	мг/дм ³	-	-	-	50
Натрій (Na ⁺)	мг/дм ³	200	200	2	-
Залізо (Fe ²⁺)	мг/дм ³	0,3	0,3	3	-
Хром (Cr ³⁺)	мг/дм ³	0,5	0,5	3	-
(Cr ⁶⁺)		0,05	0,05	3	-