

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Природничих наук та технологій
(факультет)
Кафедра нафтогазової інженерії та буріння
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра
(бакалавра, магістра)

студентки Лухтанової Вікторії Сергіївни
(ПІБ)

академічної групи 184М-19-1 ГРФ
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою «Буріння розвідувальних та експлуатаційних свердловин»
(офіційна назва)

на тему Розробка технології спорудження розвідувальної свердловини для умов Білозерського залізорудного району з удосконаленням системи перебування непродуктивних товщ
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Коровяка Є.А.			
розділів:				
Технологічний Спеціальний	Коровяка Є.А.			
Охорона праці Екологія	Савельєв Д.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Расцветаєв В.О.			

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

нафтогазової інженерії та буріння

(повна назва)

Коровяка Є.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 12 » жовтня 2020 року

ЗАВДАННЯ**на кваліфікаційну роботу****ступеня** магістра

(бакалавра, магістра)

студентці Лухтановій Вікторії Сергіївні **академічної групи** 184М-19-1 ГРФ

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 184 Гірництво**спеціалізації** _____**за освітньо-професійною програмою** «Буріння розвідувальних таексплуатаційних свердловин»

(офіційна назва)

на тему Розробка технології спорудження розвідувальної свердловини для умов Білозерського залізрудного району з удосконаленням системи перебудування непродуктивних товщ

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 16.11.2020 р. № 947-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Технологічний</i>	<i>Геолого-географічна та літологічна характеристика ділянки проведення робіт. Проектування технології буріння розвідувальної свердловини в умовах залізрудного родовища з потужним чохлам осадових і анізотропних магматичних порід, схильних до обвалів, поглинань і інтенсивного викривлення стовбура свердловини</i>	26.10.20 р.
<i>Спеціальний</i>	<i>Удосконалення технологічної системи перебудування непродуктивних товщ порід</i>	12.11.20 р.
<i>Організація та економіка бурових робіт</i>	<i>Розробка технологіко-організаційної структури виконання борових і допоміжних робіт</i>	26.11.20 р.
<i>Охорона праці та навколишнього середовища</i>	<i>Аналіз потенційних небезпек запроєктованого об'єкта і можливостей негативного впливу його на навколишнє природне середовище</i>	08.12.20 р.

Завдання видано

(підпис керівника)

Коровяка Є.А.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 12.10.2020 р.**Дата подання до екзаменаційної комісії** 11.12.2020 р.**Прийнято до виконання**

(підпис студента)

Лухтанова В.С.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 89 с., 10 рис., 19 табл., 2 додатки, 39 джерел.

РОЗВІДУВАЛЬНА СВЕРДЛОВИНА, РОДОВИЩЕ, КЕРН, ГІРСЬКА ПОРОДА, РУДА, ДОЛОТО, АЛМАЗНА КОРОНКА, ПАРАМЕТР РЕЖИМУ, ЗАЛІЗИСТИЙ КВАРЦИТ, БУРИЛЬНА ТРУБА.

Сфера застосування розробки – буріння свердловин на тверді корисні копалини.

Об'єкт розроблення – технологія буріння свердловин для умов пошуку та розвідки залізистих кварцитів і мартизових руд в товщах осадових відкладень та анізотропних магматичних порід (на прикладі ділянки Білозерського залізорудного району, геологічної формації – Український кристалічний щит).

Мета роботи – розробка прогресивної технології буріння розвідувальних свердловин для умов родовищ залізистих кварцитів і мартизових руд в товщах осадових і анізотропних магматичних порід, схильних до обвалів, поглинань і інтенсивного викривлення стовбура свердловини, що ґрунтується на методах відпрацювання спеціальних режимних параметрів руйнування забою.

Новизна одержаних результатів – обґрунтовано конкретні питання проектування конструкції свердловини і визначення складу колонкового набору та підбору прогресивного породоруйнівного інструмента з визначенням раціональних параметрів режиму буріння, що унеможливають, або зводять до мінімуму вірогідність складного просторового викривлення стовбура свердловини.

Практичні результати – розроблено прогресивну технологію буріння для умов розвідки залізозміщуючих утворень в товщах анізотропних порід, схильних до прояву технологічних ускладнень та викривлення свердловини, що може бути впроваджена на ділянках з однойменними геологічними особливостями.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – підвищення показників ефективності проведення пошуково-розвідувальних робіт для гірничо-геологічних умов Білозерського залізорудного району, геологічної формації – Український кристалічний щит.

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	5
Розділ 1	Геолого-технічні умови проведення бурових робіт.....	7
1.1	Загальні відомості про район проектних робіт.....	7
1.2	Геологічна будова родовища.....	11
1.3	Гірничо-геологічні умови буріння свердловин.....	14
Розділ 2	Техніко-технологічна частина.....	21
2.1	Вибір способу буріння та проектування конструкції свердловини.....	21
2.2	Кріплення свердловин та пов'язані з ним розрахунки.....	24
2.3	Вибір бурових установок та способу електропостачання.....	28
2.4	Вибір бурильної колони.....	31
2.5	Вибір технічних засобів для проведення і механізації спусково-підйомних операцій.....	32
2.6	Монтаж бурового устаткування.....	33
2.7	Технологія буріння.....	35
2.7.1	Вибір типу промивальних рідин та способу приготування і очистки промивальної рідини.....	35
2.7.2	Склад колонкового набору та породоруйнівний інструмент і визначення параметрів режиму буріння.....	39
2.7.3	Вибір технічних засобів і технології буріння по корисній копалині.....	46
2.7.4	Заходи щодо попередження викривлення свердловин і направлене буріння.....	47
2.7.5	Контроль процесу буріння і його автоматизація.....	49
2.7.6	Заходи щодо попередження і ліквідації аварій і ускладнень.....	50
2.7.7	Ліквідація свердловин і ліквідаційне тампонування.....	53
2.7.8	Перевірочні розрахунки бурового устаткування і інструменту.....	54
Розділ 3	Спеціальне завдання - удосконалення системи перебудування непродуктивних товщ.....	58
Розділ 4	Охорона праці.....	69
Розділ 5	Охорона навколишнього середовища.....	77
Розділ 6	Організація та економіка бурових робіт.....	80
	ВИСНОВКИ.....	84
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	85
	ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	88
	ДОДАТОК Б Відзив на кваліфікаційну роботу.....	89

Вступ

Залежно від виду корисних копалини буріння свердловин може здійснюватися на рідкі (вода, нафта), газоподібні або тверді копалини. Це багато в чому визначає низку особливостей техніки і технології буріння. Особливостями буріння свердловин на тверді корисні копалини є наступне: буріння ведеться, як правило, колонковим способом, тобто з відбором колонки керна, і лише деякі обмежені інтервали свердловин можуть буритися суцільним забоем без відбору керна; у відмінність від буріння на рідкі і газоподібні корисні копалини, діаметри свердловин істотно менше, що визначає специфіку технології буріння і конструкцію свердловин; значно відрізняється техніка і технологія випробування пластів корисних копалин.

За колонкового буріння частки зруйнованої породи віддаляються із забоею і виносяться на поверхню промивальною рідиною, що нагнітається буровим насосом в колону бурильних труб. Вибурений kern входить в колонкову трубу і у міру поглиблення свердловини заповнює її. Періодично kern заклинають, відривають від забоею і піднімають на поверхню.

Колонкове буріння здійснюється буровими установками, за допомогою яких реалізують наступні основні і допоміжні операції: спуск і підйом інструменту, обертання і подачу бурового снаряда та ін. Залежно від твердості і абразивних властивостей гірських порід для буріння використовуються бурові коронки (або долота) різних типів. Колонковим бурінням проходять вертикальні, похилі, такі, що повстають та багатозабійні свердловини в породах з найрізноманітнішими фізико-механічними властивостями.

Областю раціонального використання безкернового буріння слід вважати породи I - VIII категорій за буримістю, тому як для ефективного руйнування більш твердих порід потрібні такі осьові навантаження, що важко забезпечити при геологорозвідувальному бурінні. Породи більш високих категорій раціональніше бурити колонковим алмазним інструментом, навіть якщо kern не потрібний.

В той же час, в обов'язковому порядку, незалежно від категорій порід, проектується безкернове буріння в моренах і валунно-галечних відкладеннях, в зонах інтенсивного дроблення порід, якщо ці ділянки свердловин не містять корисних копалин.

Рациональною областю застосування твердосплавного буріння є породи I - VII категорій. Застосування твердосплавних коронок для порід VIII - IX категорій може бути припущено тільки в випадках, коли такі породи є тонкими прошарками, товщина яких менша, ніж раціональна довжина рейсу. Доцільно в розрізах з породами середньої міцності комбінувати твердосплавне буріння (в породах I - VI категоріях) з алмазним бурінням коронками (що містять великі синтетичні алмази), призначеними для порід VII - VIII категорій.

В розрізах, де переважають породи високих категорій, потрібно проектувати тільки алмазне буріння, орієнтуючи на цей спосіб конструкцію свердловини і всю технологію буріння.

Основна мета колонкового буріння свердловин полягає в отриманні геологічної інформації про гірські породи, передусім, про корисні копалини. Достовірність і повнота цієї інформації пов'язані з якістю техніки і технології випробування при бурінні.

До завдань, які вирішуються в процесі колонкового буріння свердловин, відноситься визначення розмірів і форми покладу корисної копалини, оцінка кількості і якості копалини, геологічної будови, властивостей гірських порід, гірничо-геологічних умов експлуатації родовища. Усі ці і інші подібні завдання вирішуються з використанням даних випробування при бурінні. Завдання випробування можуть бути різні, залежно від стадії розвідки. Відповідно до цього вимоги до відбору проб диференційовані залежно від цілей розвідки.

З огляду на зазначене, метою даної роботи є розробка сучасної прогресивної технології буріння розвідувальної свердловини в умовах Білозерського родовища, що є унікальним об'єктом з найякіснішими багатими залізними рудами, які практично не потребують збагачення і відповідають агломераційній та мартенівській руді.

Розділ 1. Геолого-технічні умови проведення бурових робіт

1.1 Загальні відомості про район проектних робіт

Об'єкт проектних робіт тектонічно та територіально приурочена до південно-східної частини Середньопридніпровського мегаблоку Українського кристалічного щита і за металогенічним районуванням входить до Конксько-Білозерської металогенічної зони в межах Середньопридніпровської провінції (рис. 1.1) [1].

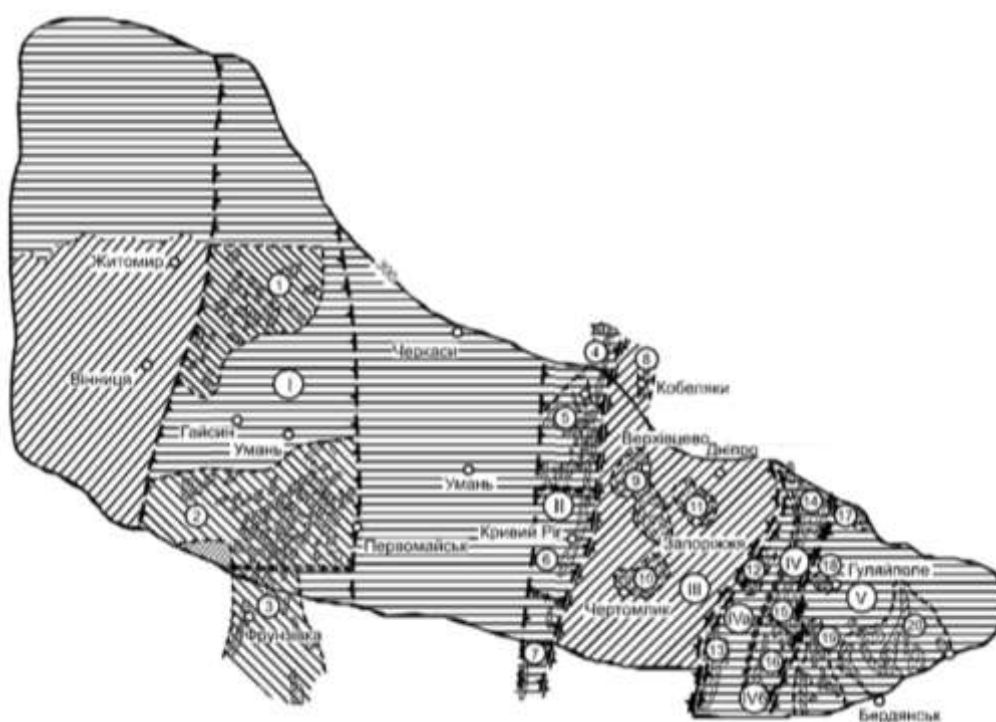


Рисунок 1.1. Схема розташування залізорудних родовищ Українського кристалічного щита - металогенічні області і зони: I – Одесько-Білоцерківська, II – Криворізько-Кремінчуцька, III – Придніпровська, IV – Білозерсько-Оріховська (підзони: IVa – Конксько-Білозерська, IVб – Оріхово-Павлоградська), V – Приазовська; залізорудні райони й райони магнітних аномалій: 1 – Білоцерківсько-Володарський, 2 – Середньопобузький, 3 – Одесько-Ананівський, 4 – Кременчуцький, 5 – Правобережний, 6 – Криворізький, 7 – Херсонський, 8 – Кобеляцький, 9 – Верхіцевський, 10 – Чортомлицький, 11 – Сурський, 12 – Конкський, 13 – Білозерський, 14 – Павлоградський, 15 – Оріховський, 16 – Молочанський, 17 – Волчанський, 18 – Гуляйпільський, 19 – Західно-Приазовський, 20 – Східно-Приазовський

У структурному відношенні ділянка робіт приурочена до Білозерського синклінорію, якому відповідає Білозерська зеленокам'яна структура. У геологічній будові формації беруть участь метаморфічні та інтрузивні породні комплекси палео- і мезоархею, що складають фундамент, та платформні утворення

мезокайнозою. Палеоархей у регіоні репрезентований плагіогранітоїдами дніпропетровського комплексу із ксенолітами порід аульської серії, мезоархей – утвореннями конкської і білозерської серій та парагенетично зв'язаними з ними у віковому й просторовому плані гранітоїдами сурського комплексу [2]. Породи фундаменту інтенсивно дислоковані процесами плікативної і диз'юнктивної тектоніки.

Платформні утворення представлені корою вивітрювання кристалічних порід, піщано-глинистими, вапняними й суглинистими породами, сформованими в морських і континентальних умовах. Мезокайнозойські осадові породи повсюдно залягають на дислокованому фундаменті горизонтально із слабким нахилом на південь у бік занурення Причорноморської западини. Потужність їх зростає з півночі на південь, коливаючись від 180 м на півночі до 527 м на крайньому півдні Білозерської структури [3].

Породи конкської серії розвинені в північній частині структури і представлені переважно метавулканітами від ультраосновного до кислого складу.

Білозерська серія залягає на горизонтах конкської серії з кутовим і стратиграфічним неузгодженням та має потужність 2,5 км [4]. Породи серії слабо метаморфізовані (фація зелених сланців) і представлені осадовими теригенними пісковиково-глинистими і хомогенними залізисто-кременистими утвореннями. Вони складають субмеридіональну, розширену на південь смугу (до 12 км) у центральній частині синклінорію. У складі білозерської серії знизу до гори виділяються три світи: михайлівська, запорізька, переверзівська [3].

Породи михайлівської світи утворюють нижню частину розрізу білозерської серії й представлені метаконгломератами, метагравелітами, метапісковиками, сланцями.

Відклади запорізької світи поділяють на три підсвіти (горизонти): нижню – метапісковиково-сланцеву, середню – залізорудну та верхню – кварцито-сланцеву. Середня потужність світи в межах родовища – 350 м [5].

Залізорудний горизонт розвинутий у вигляді вузьких смуг у межах Північно-Білозерського та Південно-Білозерського родовищ. Потужність цього гори-

зонту змінюється від 90 - 120 м у південній частині структури до 220 - 250 м у північній [6].

Структурна ділянка проектних робіт прийнята до освоєння наприкінці 1956 року. У 1954 - 1960 рр. у його межах проведено пошуки, попередню й детальну розвідку. Після введення 1969 року родовища в експлуатацію тривало його вивчення й поетапна геологічна дорозвідка різних горизонтів і флангів до 1993 року включно, епізодично такі роботи проводяться і в даний час [3].

Об'єкт робіт розміщується за 70 км на південь від м. Запоріжжя. Найближчий великий населений пункт – м. Дніпрорудне, розкинулося за 25 км на північ від нього (рис. 1.2).

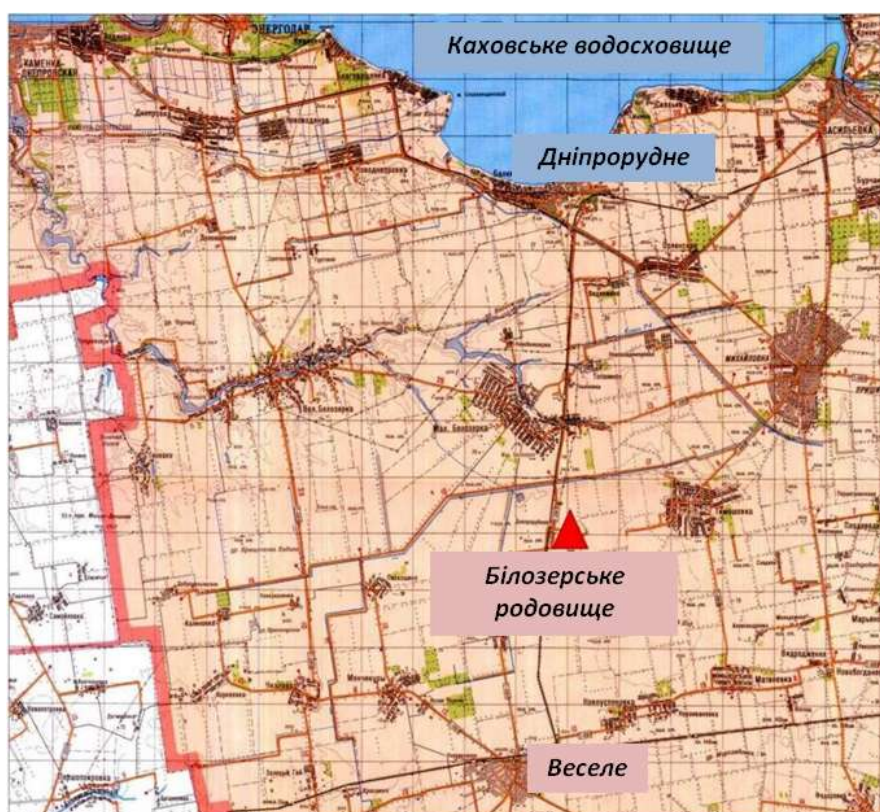


Рисунок 1.2. Оглядова карта району проектування бурових робіт (Білозерське родовище)

Клімат регіону – помірно-континентальний, характеризується чітко означеною посушливістю, яка обумовлена пануванням на більшості території області сухих східних вітрів [7]. На рік у середньому припадає 225 сонячних днів, рівень опадів становить 448 мм. Середньорічні температури: літня + 22⁰С, зима - 4,5⁰С.

Водний фонд у відношенні до ділянки робіт та в цілому до Запорізької області складають ріка Дніпро, розташовані на ній Каховське та Дніпровське водосховища з об'ємами води в них відповідно 18,2 і 3,3 км³, 3 середніх, 62 малих річки, на яких створено 28 водосховищ та 1205 ставків [8]. Загальна довжина річок складає 2877,6 км, у т.ч. в межах області - 2648,7 км, із них середніх річок – 459 км, малих - 2189,7 км, крім того нараховується 3 151,5 км притоків та яруг. На території Запорізької області розташовані 4 лимани: Білозерський, Утлюцький, Тубальський та Молочний, загальна площа водного дзеркала яких становить 655,5 км². Експлуатаційні запаси підземних вод по 14 розвіданих родовищах складають 110,3 млн.м³/рік (302,309 тис. м³/добу).

Надзвичайно високий рівень господарського освоєння земель області обумовлений наявністю у земельному фонді угідь із родючими ґрунтами, високою щільністю населення та значною концентрацією продуктивних сил.

Територія Запорізької області розташована в межах типового та сухого степу. Ґрунтовий покрив представлений чорноземом, темно-каштановими ґрунтами, які характеризуються деякою солонуватістю, особливо в приморській частині. Для цього району характерна значна строкатість ґрунтових умов. В залежності від мікро- і мезорельєфу тут можна спостерігати велику кількість ґрунтових різновидів: від слабосолонцюватих ґрунтів і солончакових солонців на підвищеннях до хлоридно-сульфатних солончаків у пониженнях.

Зміна зональних ґрунтів на території області відбувається з північного сходу на південний захід. У цьому напрямку збільшується вміст рухомого фосфору, що пов'язано з більш тривалим теплим періодом і більшою сумою активних температур у південних районах і відповідно кращими умовами для проходження мікробіологічних процесів мінералізації фосфатів. У загальних рисах в цьому напрямку змінюється ступінь забезпеченості ґрунтів обмінним калієм, у середині типів та підтипів ґрунтів залежить від механічного складу та інших особливостей. Основними чинниками антропогенного впливу на земельні ресурси області є сільське господарство, промисловість, енергетика, транспорт, гірничодобувна промисловість.

1.2 Геологічна будова родовища

Промислові поклади заліза в Україні сформувалися на протязі декількох металогенічних епох – в докембрії та кайнозої [9].

Докембрійська залізорудна провінція в Україні охоплює Криворізький залізорудний басейн, Кременчуцький, Білозерський залізорудні райони та Приазовську залізорудну область.

За своїм промисловим значенням Білозерський залізорудний район це один з найкрупніших і найперспективніших залізорудних районів України після Криворізького [10]. На даний час розробляється лише Південно-Білозерське родовище, на базі якого працює Запорізький залізорудний комбінат, який щорічно видобуває біля 3 млн т багатих залізних руд, що не потребують збагачення. Запаси багатих руд на глибині до 900 - 1500 м оцінюються в 460 млн т, а ресурси – в 225 млн т.

Залізорудний горизонт Білозерського залізорудного району поділяють на такі підгоризонти: нижній – хлорит-магнетит-карбонатний; середній – магнетитових кварцитів та покладів багатих залізних руд; верхній – хлорит-карбонат-магнетитових кварцитів, кварц-карбонат-хлоритових і слюдисто-хлоритових сланців. Залізисті кварцити окиснені, доволі часто переходять у багаті залізні руди. Водночас магнетит заміщується мартитом, залізисто-магнетитові карбонати – дисперсним гематитом, хлорит – глинистими мінералами і гематитом. Неокиснені різновиди кварцитів збереглися здебільшого у лежачому та висячому боках продуктивного горизонту (рис. 1.3) [11].

Структура району робіт у тектонічному відношенні – складно побудований Білозерський синклінорій субмеридіального простягання, ускладнений серією складок двох головних систем [3, 12]. Найбільш представницькою є система лінійних поздовжніх антикліналей і синкліналей. Менш інтенсивно проявлена поперечна складчастість, що представлена пологими вигинами пластів. Поздовжня й поперечна системи складок також ускладнені розривними порушеннями субмеридіонального й субширотного простягання.

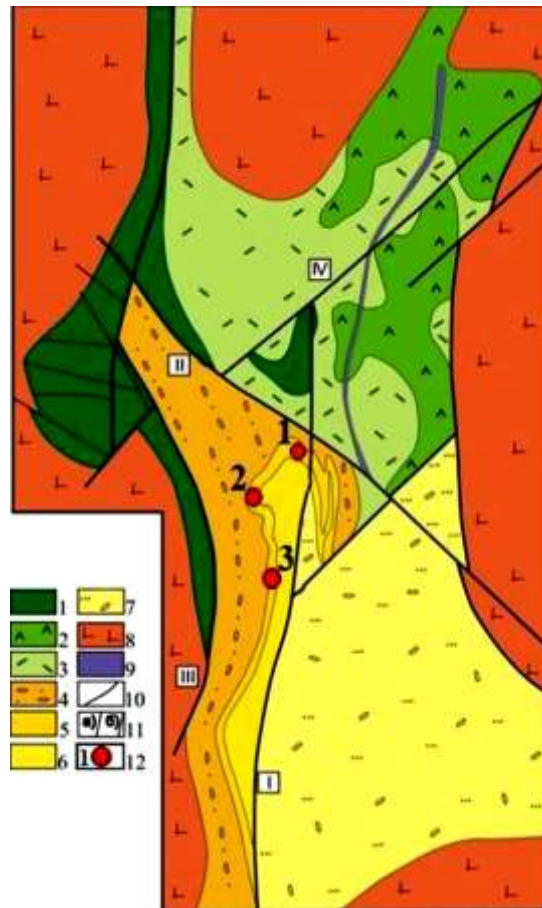


Рисунок 1.3. Схема геологічної будови Білозерської структури: 1 – сурська світа (амфіболіти, плагіоклаз-хлорит-амфіболові сланці, прошарки грюнеріт-магнетитових, роговообманково-магнетитових і безрудних кварцитів); 2 – чортомлицька світа (метабазальти, метадацити, метаріодацити, метадолерити); 3 – соленівська світа (метаріодацити, метаріоліти, метадацити, метабазальти, метаандезити). Білозерська серія: 4 – михайлівська світа (кварцові, аркозові метапісковики, метагравеліти, метаконгломерати, філітоподібні та вуглецеві сланці); 5 – запорізька світа (кварц-хлоритові, кварц-карбонат-хлоритові сланці і кварцито-сланці); 6 – теплівська товща – метакоматіти (серпентиніти, актиноліти, тремоліти, сланці карбонат-талькові); 7 – тимошівська товща – метапісковики серицит-кварцові, кварц-серицитові з метаконгломератами; 8 – плагіограніти сурського комплексу; 9 – варварівський комплекс ультрабазитів; 10 – геологічні границі; 11 – розривні порушення; 12 – родовища заліза: 1) Північно-Білозерське; 2) Південно-Білозерське; 3) Переверзівське. Номери регіональних розломів: I – Центральний; II – Діагональний; III – Західний; IV – Північно-Східний

Антикліналь дуже складна в морфологічному плані. Це ізоклінальна асиметрична складка, яка в ядерній частині представлена метапіщано-сланцевими породами та масивом ультрабазитів. Крила складки утворені залізистими кварцитами та сланцево-піщанистими породами. Південно-Білозерська антикліналь ускладнена диз'юнктивними порушеннями північно-західного, північно-східного, субширотного і субмеридіонального напрямків.

Достатньо широко на родовищі розвинені тектонічні порушення. Крім плікативної тектоніки, на площі родовища проявилася також розривна тектоніка, яка виражається в порушеннях розломного типу і розвитку зон тектонічних брекчій [13]. Більшість розривних порушень – пострудні. Вони зміщують рудні поклади і зумовлюють явища зім'яття та брекчіювання. Найбільше ускладнюють структуру родовища і рудних покладів поперечні дислокації.

У межах родовища спостерігається будинаж пластів залізистих кварцитів, проявлений у вигляді періодичного зменшення й збільшення їхньої потужності. Гірничо-експлуатаційними роботами встановлено широкий розвиток пологих тріщин окремоті (з кутами падіння до 10 - 20° та азимут простягання 250 - 275°), а також вертикальних (азимут простягання яких 350°). Цими тріщинами залізисті кварцити розбиті на невеликі блоки. Іноді вони контролюються кварцовими жилами та рудними брекчіями.

Багаті залізні руди родовища за походженням і властивостями належать до саксаганського геологопромислового типу [3, 14]; вони просторово й генетично пов'язані із залізистими кварцитами.

Утворення руд на родовищі відбулося завдяки гіпергенним змінам метаморфічних порід і покладів метаморфогенних залізних руд унаслідок окиснення магнетиту і магнезіально-залізистих силікатів, а також збагачення вихідних руд через видалення з них CO_2 і SiO_2 без зменшення їхнього об'єму, що зумовило виникнення поруватих напівпухких залишкових гематитових руд з вмістом заліза 65 - 68%. Рудні поклади мають стовпо-, пласто-, гніздо- і лінзоподібну, а також пластову й лінзову форми.

Мінливість зруденіння в горизонтальному і вертикальному напрямках є неоднаковою [3]. За латераллю найбільша мінливість зруденіння є характерною, звісно, для напрямку, перпендикулярному простягання родовища. Найменша змінність параметрів рудних покладів і тіл спостерігається за падінням рудних покладів і тіл.

Для рудних покладів родовища характерними є: наявність скупчень рудних покладів і рудних тіл, кулісоподібне залягання дрібних покладів, наявність

залишків залізистих кварцитів у рудних тілах у вигляді лінз і прошарків, розвиток відгалужень рудних тіл і залізистих кварцитів за падінням і простяганням, часте тупе виклинювання зруденіння на флангах з поділом основного рудного тіла на кілька відгалужень.

Головним рудоутворювальним мінералом є гематит, який становить 80 - 98% рудної маси [15]. Мінерал представлений трьома різновидами – дисперсним гематитом, мартитом і залізною слюдкою. Інколи в багатих гематитових рудах наявний магнетит у вигляді реліктів неправильної форми в мартитових зернах. За мінеральним складом руди належать до гематитового типу. За різною формою виділення гематиту руди поділяють на три головні підтипи: мартитові (зокрема залізнослюдково-мартитові), дисперсногематит-мартитові (зокрема залізнослюдково-дисперсногематит-мартитові) та дисперсногематитові (зокрема мартит-дисперсногематитові), які мають різні фізичні властивості.

1.3 Гірничо-геологічні умови буріння свердловин

Проектований об'єкт робіт – Білозерський залізорудний район об'єднує декілька родовищ. Район має зручні залізничні і річкові транспортні зв'язки. На березі Каховського водосховища збудовано місто Дніпрорудний, яке є портом для відправки руди по Дніпру.

Загальні запаси руд району (до глибини 1500 м) становлять близько 1,4 млрд. т. На частку багатих руд з вмістом заліза 60 - 64% припадає близько 600 млн. т. Решта запасів руд має переважно вміст заліза 46 - 48%. В перспективі у районі збільшиться використання значних запасів залізистих кварцитів з вмістом заліза 25 - 40%, які після збагачення перетворюються в концентрат з вмістом заліза 65 - 70%. Видобуток руди в районі відкритим способом почався з 1969 р. Геологорозвідувальні роботи в басейні ще не завершені [16].

Родовище характеризується складними гідрогеологічними, інженерно-геологічними й гірничотехнічними умовами, що пов'язано з вкрай складною неоднорідністю фізико-механічних властивостей залізорудної товщі і вміщува-

льних порід, а також наявністю потужного водонасиченого осадового чохла перекривальних мезо-кайнозойських відкладів [3]. Потужність осадових порід збільшується з півночі на південь і в межах родовища становить 250 - 300 м (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Узагальнена геологічна характеристика покладів Білозерського залізрудного району

Форма покладу (панівна)	Довжина, м		Потужність, м		Напрямок (азимут), градус		Кут падіння, градус
	за простяганням	за падінням	від	до	простягання	падіння	
пластоподібна	700 - 1400	понад 1200	20 - 30	130 - 150	310 - 360	40 - 90	60 - 80
лінзопластоподібна	250 - 600	понад 1200	10 - 20	90 - 100	20 - 40	110 - 130	75 - 85
лінзостовпоподібна	80 - 180	1000	5 - 10	60 - 70	30 - 40	120 - 130	75 - 85
лінзопластоподібна	120 - 220	понад 1200	5 - 10	50 - 70	30 - 50	120 - 140	70 - 85
пластово-лінзова	150 - 450	понад 700	10 - 20	150	40 - 60	130 - 150	70 - 90

Природні умови родовища великою мірою ускладнені наявністю значної кількості водоносних горизонтів, що залягають як в осадовій товщі, так і у верхній частині руднокристалічного масиву [3, 17]. Водоносні горизонти поділяють на два водоносні комплекси: верхній та нижній. До верхнього належать горизонти, що приурочені до четвертинних, понтичних, сарматських та харківських осадових відкладів і залягають в інтервалі глибин від 5 до 130 м. Характерна особливість їх у тому, що вони надійно ізольовані від горизонтів другого комплексу потужною товщею (до 100 м) харківських та київських водонепроникних глин і глинистих мергелів, тому осушувальні роботи під час освоєння Білозерського родовища на їхньому режимі не позначаються. До другого комплексу належать водоносні горизонти приконтактної зони осадової товщі з руднокристалічним масивом у пісках буцацького регіоярису, у відкладах крейдового віку та води в тріщинуватій зоні кристалічних порід. Ці горизонти, на відміну від водоносних горизонтів першого (верхнього) комплексу, беруть безпо-

середню участь в обводненні шахтних виробок у процесі експлуатації родовища.

Водоносні горизонти другого комплексу, насамперед бучацький, є найбільш водозбагаченими та визначальними для гідрогеологічних умов спорудження шахтного поля та розвідувальних свердловин [18]. Перераховані водоносні горизонти гідравлічно пов'язані між собою. Це зумовлено тією обставиною, що в північній частині рудного покладу бучацькі водоносні піски, а в південній частині крейдові піски залягають безпосередньо на кристалічних породах. Крім того, взаємозв'язок між цими горизонтами засвідчується близькими позначками п'езометричних рівнів.

У межах поширення тріщинуватих рудовміщувальних порід виділяються дві обводнені зони: водоносний горизонт верхньої тріщинуватої зони і водоносний горизонт глибинної тріщинуватої зони [3]. Верхній горизонт приурочений до зони тріщинуватості, що поширена здебільшого на глибину 40 - 50 м нижче покрівлі кристалічного масиву, а на окремих ділянках до 100 м. Обводненість масиву зумовлена екзогенною тріщинуватістю [19].

Таблиця 1.2

Основні показники міцності залізних руд Білозерського залізрудного району

Тип руди за міцністю	Тимчасовий опір стисканню, МПа	Співвідношення, %
Украй низької міцності	менше 10	4
Низької міцності	10 - 30	3
Середньої міцності	30 - 80	10
Міцні	80 - 150	60
Дуже міцні	понад 150	23

Руди, вмісні породи та породи непродуктивних товщ Білозерського родовища характеризуються широким діапазоном міцності. Коефіцієнт міцності за Протод'яконовим змінюється від 1 - 2 до 18 (категорія за буримістю, в середньому, від II до X). Найнижчими значеннями вирізняються поруваті і кавернозні гематит-мартитові руди та тальк-карбонатні породи, максимальними – кварцити. Частка порід з низьким коефіцієнтом є незначною. Переважають руди й

породи міцні і дуже міцні (табл. 1.2), тому загалом умови родовища є сприятливими для розробки корисної копалини підземним способом. Але на окремих ділянках, головним чином у зонах підвищеної тріщинуватості, нестійкість стеліни гірничих виробок потребує укріплення торкретбетоном, а іноді навіть металевими арками, у відношенні до спорудження свердловин, це виражається в необхідності встановлення відповідних обсадних колон [20].

Складність гірничо-геологічних умов розробки Білозірського родовища пов'язана переважно зі значними водопритоками до гірничих виробок та просторовим заляганням порід (рис. 1.4).

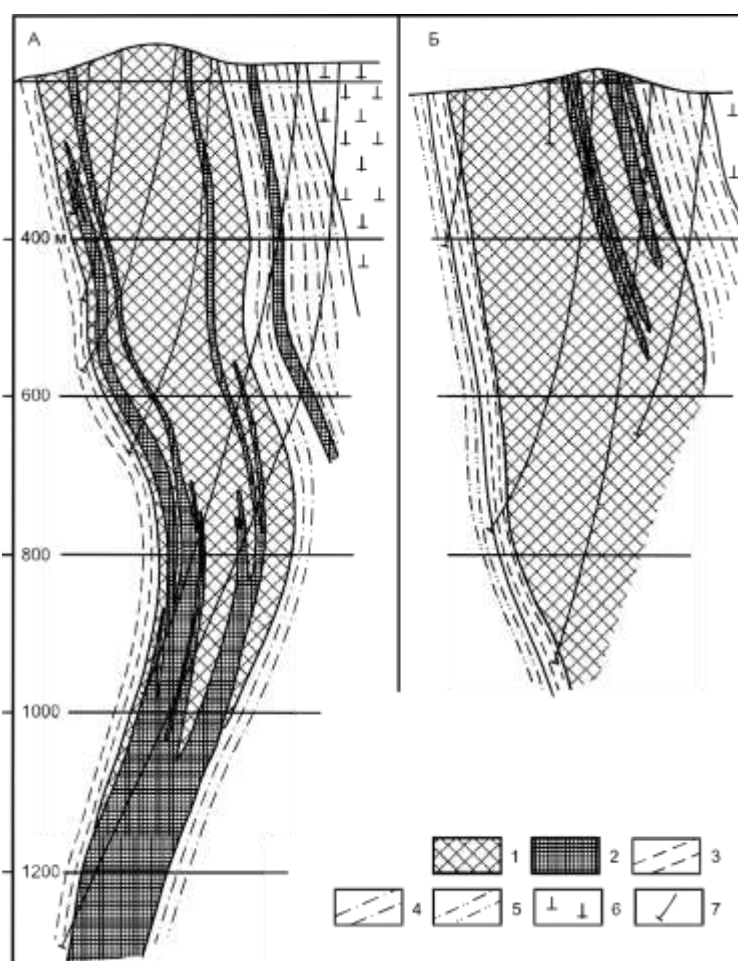


Рисунок 1.4. Типові геологічні розрізи Білозірського родовища: 1 – залісті кварцити; 2 – руди: мартитові, гематит-мартитові, мартит-гематитові, гематитові, магнетитові, сидерито-магнетитові; сланці: 3 – кварц-хлоритові і кварц-серіцит-хлоритові формації, 4 – кварц-карбонат-хлоритові утворення, 5 – кварц-серіцитові утворення; 6 – серпентиніти; 7 – свердловини

На сьогодні запаси багатих залізних руд Білозірського родовища оцінено до горизонту мінус 1200 м, подальші перспективи розробки родовища пов'язані

з глибокими горизонтами (мінус 1500 - 1600 м), до яких простежені багаті руди, а також з промисловим освоєнням Переверзівського родовища подібних руд, яке розміщується безпосередньо на південь.

У відповідності до умов проекту, дорозвідку рудного поля передбачається вести шляхом буріння 8 свердловин. Оптимальна глибина свердловин визначається необхідною глибиною перетину очікуваних рудоносних зон. З досвіду робіт відомо наступне: природне нарощування зенітного кута складає 2 - 4⁰ на 100 м поглиблення, що обов'язково повинно бути враховано при проектуванні складу бурового снаряду та режимно-технологічних параметрів спорудження свердловин [21]. Проектний геологічний розріз розвідувальної свердловини, складений за результатами попереднього буріння на розроблювальній ділянці, наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Проектний геологічний розріз розвідувальної свердловини Білозерського родовища

Короткий опис порід	Глибина підшви пласту, м	Категорія за буримістю	Група абразивності	Зони можливих ускладнень
Суглинок	10	III	1	Обвали
Конгломерат	120	VI	3	Повне поглинання
Вапняк	300	VIII	3	
Роговик	510	X	5	
Сланці кристалічні	650	IX	4	
Скарн	780	XI	6	
Роговик	960	X	5	
Габро	1140	V	2	Зона тектонічних порушень 1120 - 1140 м
Сланці кристалічні	1220	IX	4	
Руди маритові	1240	VII	3	
Магнетит	1260	XI	5	

Потужність пухкого чохла четвертинних відкладень порівняно невелика, проте враховуючи повсюдний розвиток лінійних кір вивітрювання, передбачалося подвійне закріплення свердловин обсадними трубами.

Характеристика геологічного розрізу і умови буріння приведені в табл. 1.4. Розріз в основному складний міцними породами магматичного походження, середня категорія за буримістю - IX - X.

Таблиця 1.4

Якісна характеристика геологічного розрізу проектованої свердловини

Група порід із спільною категорією за буримістю	Найменування порід	Загальна потужність, м	Частка у % в загальному об'ємі
III	Суглинок	10	0,8
V	Габро	180	14,3
VI	Конгломерат	110	8,7
VII	Руди маритові	20	1,6
VIII	Вапняк	180	14,3
IX	Сланці кристалічні	220	17,5
X	Роговик	390	31,0
XI	Скарн, магнетит	150	11,8
Всього - 1260			100%

Середню категорію за буримістю для проектного геологічного розрізу знайдемо з наступного виразу:

$$K_{сер} = \frac{3 \cdot 10 + 5 \cdot 180 + 6 \cdot 110 + 7 \cdot 20 + 8 \cdot 180 + 9 \cdot 220 + 10 \cdot 390 + 11 \cdot 150}{1260} = 8,5,$$

приймаємо $K_{сер} = IX$ кат.

Коротка характеристика гірських порід за механічними властивостями приведена в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Коротка характеристика гірських порід геологічного розрізу проектованої свердловини за механічними властивостями

Найменування порід	Категорія порід за буримістю	Коефіцієнт абразивності	Твердість по штампу, МПа	Приблизна буримість порід, м/год
Суглинок	III	0,5	400	5,8
Габро	V	1,0 - 1,5	1200	2,2
Конгломерат	VI	1,5	1600	1,5
Руди маритові	VII	2,0	2300	1,2
Вапняк	VIII	2,0	3400	1,02
Сланці кристалічні	IX	2,0	4600	0,82
Роговик	X	2,5	5600	0,48
Скарн, магнетит	XI	2,5	6200	0,36

Попередні бурові роботи на проектованій ділянці передбачали наступні конструкції свердловин. Породи пухкого чохла перебудувалися твердосплавною коронкою діаметром 151 мм в інтервалі 0,0 - 20,0 м. Цей інтервал закріплювався трубами діаметром 127 мм. До глибини 130 м, перед корою вивітрю-

вання, буріння велося твердосплавною (победітовою) коронкою діаметром 76 мм, а в інтервалі 130 - 140 м – алмазною коронкою. Після цього проводили розширення стовбура до діаметру 112 мм з закріпленням свердловини в інтервалі 0,0 - 140,0 м трубами діаметром 89 мм.

В означених випадках закріплення стовбура завершувалося цементациєю затрубного простору з залишком 5-метрової цементної пробки.

Подальше буріння виконувалося алмазною коронкою діаметром 76 мм, включаючи пласти порід низьких (VI, VIII) категорій (конгломерати, вапняки). Вихід керну по кристалічних породах не перевищував 80%. Ускладнення ліквідувалися встановленням відповідних обсадних колон.

Розділ 2. Техніко-технологічна частина

2.1 Вибір способу буріння та проектування конструкції свердловини

Відомо наступне: всі основні і допоміжні роботи в області розвідувального буріння повинні бути спрямовані, насамперед, на забезпечення збереження керна, витягнутого з великої глибини, а основним засобом пошуків і розвідки родовищ корисних копалини і інженерно-геологічних досліджень, що дають можливість витягати із земних надр зразки гірських порід у вигляді кернів (рис. 2.1, а), є колонкове буріння; проте, для переборювання потужних товщ непродуктивних порід, може бути рекомендовано до застосування безкернаве буріння (рис. 2.1, б).

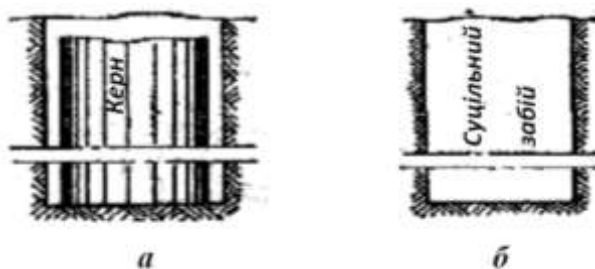


Рисунок 2.1. Схеми буріння свердловин кільцевим (а) і суцільним (б) забоям

Таким чином колонкове буріння – це такий спосіб, при якому руйнування породи здійснюється не за усією площею забоя, а по кільцю із збереженням внутрішньої частини породи у вигляді керна [22].

Проектом передбачається буріння свердловини з відбором керна, починаючи з глибини 120 метрів. Відповідно до завдання і геологічних умов Білозерського родовища буде застосовано колонковий метод - обертальне буріння алмазними та твердосплавними коронками.

У нашому випадку вибір колонково-обертального буріння має місце тому, що при цьому способі буріння мається можливість [21]:

- витягати зі свердловини керни, по яких уточнюються дані проектного геологічного розрізу, і випробувати комбінованими методами корисну копалину;

- бурити свердловини під різними кутами до горизонту, різними породоруйнівними інструментами в породах будь-якої твердості і абразивності;
- бурити свердловини малих діаметрів на великі глибини, застосовуючи відносно легке устаткування.

Вибір і обґрунтування конструкції свердловини, під якою розуміється її характеристика, що визначає зміну діаметрів з глибиною, а також діаметри і довжини обсадних колон. Водночас з проектуванням застосування обсадних колон вирішується і питання про необхідність їх цементації. Вірний вибір конструкції є найважливішим початковим моментом при проектуванні бурових робіт і грає вирішальну роль в успішному проведенні свердловини до проектної глибини з кращими техніко-економічними показниками та забезпеченні оптимальних умов буріння і випробування корисних копалин [22].

Початковими даними для побудови конструкції свердловини колонкового буріння є фізико-механічні властивостей гірських порід, наявність пористих і нестійких інтервалів, і, головне, кінцевий діаметр буріння. Конструкція свердловини впливає на усі види робіт, що становлять процес буріння, і визначає їх вартість і якісне виконання геологічного завдання.

При бурінні на різні види корисних копалини застосовуються різні конструкції свердловин залежно від допустимого діаметру керна. Кінцевий діаметр свердловини визначається мінімально допустимим діаметром керна конкретної корисної копалини (у нашому випадку маритових руд) (табл. 2.1) [23].

Таблиця 2.1

Вимоги до кінцевих діаметрів розвідувальних свердловин на тверді корисні копалини

Найменування корисної копалини	Кінцевий основний діаметр свердловини, мм	Кінцевий резервний діаметр свердловини, мм
родовища кам'яного вугілля	76	59
залізорудні родовища	59	46
родовища поліметалів	46 - 59	36 - 46
вкраплені руди, боксити	93	76
мінеральні солі	112	93

Виходячи із загального уявлення про тип родовища, допустимий мінімальний діаметр керна по корисній копалині і кінцевий діаметр свердловини

приймаємо, що необхідний допустимий діаметр керна для родовищ маргітових руд, який забезпечує показність випробування становить 32 мм.

Виходячи з рекомендацій по мінімально допустимих діаметрах керна корисної копалини, приймаємо кінцевий діаметр свердловини рівним 59 мм з резервним діаметром 46 мм. У інтервалі залягання габро прогнозується зона тектонічних порушень (1120 - 1140 м) і очікується вивалювання порід в стовбур свердловини, тому після перебудування інтервал обсаджується трубами діаметром - 73 мм (при цьому, оскільки глибина установки обсадної колони перевищує 1000 м - то колона встановлюється "впотай"). Наступний інтервал свердловини, складений відносно м'якими тріщинуватими породами (0 - 120 м), після перебудування слід обсадити колоною обсадних труб діаметром 89 мм, оскільки тут спостерігається повне поглинання промивального агенту. У верхньому інтервалі свердловини (0 - 10 м) встановлюється напрям діаметром 108 мм для обладнання системи промивання і завдання первинного напрямку проектної свердловини. Проектна конструкція свердловини приведена на рис. 2.2.

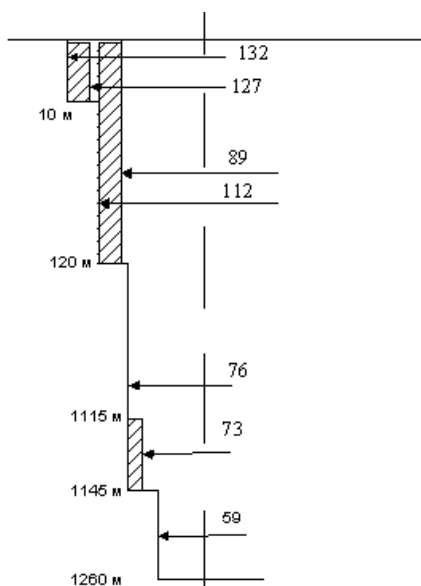


Рисунок 2.2. Проектна конструкція свердловини для умов Білозерського родовища

Дамо короткий опис конструкції свердловини. Від гирла свердловина забурюється долотом діаметром 132 мм до глибини 10 м, потім на інтервалі 0 - 10 м встановлюється направляюча колона діаметром 127 мм з повною цементациєю затрубного простору. Далі буріння ведеться долотом діаметром 112 мм до гли-

бини 120 м, після чого в пробуреному інтервалі (0 - 120 м) встановлюють обсадну колону – кондуктор, діаметром 89 мм з повною цементациєю затрубного простору (один діаметр буріння пропущений для збільшення затрубного проміжку, що дозволить поліпшити якість цементування і забезпечити можливість безперешкодного підйому розчину за трубами при існуючому обладнанні). Подальше буріння ведеться коронками діаметром 76 мм до глибини 1145 м, з наступною установкою "потайної" обсадної колони діаметром 73 мм в інтервалі 1115 - 1145 м. До проектної глибини 1260 м свердловина буриться коронками діаметром 59 мм.

Основні характерні параметри конструкції свердловини приведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Параметри конструкції проекрованої свердловини

Інтервал буріння, м	Діаметр буріння, мм	Інтервал обсадження трубами, м	Діаметр обсадної труби, мм		Тип з'єднань	Інтервал цементування, м
			Внутрішній	Зовнішній		
0 - 10	132	0 – 10	117	127	ніпельний	0 – 10
10 - 120	112	0 - 120	79	89	Безніпельний (труба в трубу)	0 - 120
120 - 1145	76	1115 - 1145	63	73	Безніпельний (труба в трубу)	1115 - 1145
1145 - 1260	59	-	-	-	-	-

Таким чином, в результаті детальних розрахунків отримано раціональну конструкцію. Розвідувальної свердловини для умов Білозерського родовища залізних руд.

2.2 Кріплення свердловин та пов'язані з ним розрахунки

Відповідно до загально прийнятих норм, тимчасове кріплення свердловин здійснюється глинистим розчином в процесі їх буріння. Для постійного кріплення свердловин застосовуються обсадні труби. Встановлення в стовбурі обсадних тру викликається необхідністю запобігання обвалам стінок свердловини

в нестійких породах, перекриття напірних і поглинаючих горизонтів, відновлення циркуляції промивальної рідини і для інших цілей [21]. Крім того, в багатьох випадках, встановлені у свердловині труби піддають тампонуванню – це процес заповнення кільцевого простору між низом колони обсадних труб і стінками свердловини щільним водонепроникним матеріалом (глиною, цементним розчином або СШС – сумішшю, що швидко схоплюється). Тампонування здійснюється для ізоляції водоносних пластів, розкритих при бурінні свердловин; утримання обсадної колони в підвішеному стані; захисту обсадної колони від корозії; ліквідації поглинань промивальної рідини; попередження стінок свердловини від обрушень. У якості тампонажних матеріалів використовуються глина, цемент, глиноцементні суміші та ін.

Тампонування глиною застосовується в основному при бурінні неглибоких розвідувальних свердловин. Якщо в місці тампонування залягає пласт в'язкої глини потужністю 2÷3 м, башмак обсадної труби задавлюють або забивають в глину на 0,5÷1,0 м, попередньо пробуривши цей пласт на 0,5÷0,6 м.

При відсутності глинистого пласта в свердловину закидають кульки глини діаметром 5÷7 см, з періодичним ущільнюванням трамбівкою. Після одержання шару глини 2÷3 м в неї задавлюють башмак обсадних труб. Інколи встановлюють на торці труб пробку для покращання ущільнення глини.

Тампонування свердловин цементом або матеріалами, які містять цемент, називається цементуванням. Для цементування свердловин застосовується портландцемент марок 500 і 600 [22].

При колонковому бурінні кріплення стінок свердловини обсадними трубами здійснюється в наступному порядку. Перед кріпленням ретельно промивають свердловину, вимірюють її глибину, перевіряють різьблення і кривизну обсадних труб. Для перевірки кривизни через кожну трубу пропускають колонковий набір. На нижній кінець першої ланки, складеної з двох труб, нагвинчують башмак, а на верхній - пробку-вертлюга. Вертлюг підхоплюють підйомним крюком, і за допомогою лебідки піднімають зібрану ланку труб над свердловини-

ною, а потім опускають в неї до тих пір, поки верхній кінець ланки не дійде до трубоутримувача, встановленого на гирло свердловини. Після цього затискають трубу в трубоутримувачі, знімають вертлюга і нагвинчують його на наступну ланку обсадних труб. У буровий журнал записують довжину кожної спущеної ланки.

Вибір свердловинного тампонуального облаштування повинен бути обґрунтований, тому що в силу особливостей конструкції обладнання, щось з існуючої номенклатури може виявитися більш прийнятним.

Заходи з регулювання якості тампонуальної суміші включають в себе порядок додавання компонентів (реагентів) та визначення раціональних концентрацій, що забезпечують якісну реалізацію процесу кріплення. Наприклад, силікат натрію в глиноцементну суміш доцільно вводити в процесі тампонування. Здійснюється це заливкою реагентів або під фільтр бурового насоса в приймальну ємність поступово (виходячи з загального обсягу тампонуальної суміші), або в колектор насоса через спеціальну ємність з каліброваною насадкою. Перший варіант реалізується легше, але концентрація реагенту підтримується нерівномірно. Другий варіант розроблений тільки для цементуального агрегату ЦА-320 з насосом 9Т. Таким чином, вибір зумовлюється наявністю відповідного обладнання.

Розрахунок тампонування

Об'єм тампонуального розчину для закріплення обсадних колон, закріплення стінок свердловини, ізоляції продуктивних горизонтів і створення мостів в свердловинах шляхом заливання через бурильні труби, доставці в колонковій трубі і тампонування з допомогою пакеру, встановлюваного в породі, ведеться по формулі [22, 24]:

$$V_{ц.р.} = \frac{\pi}{4} l K_p \cdot D_c^2 - D_{o.m.}^2 \cdot \frac{\pi}{4} d_e^2 \cdot h, \text{ м}^3, \quad (2.1)$$

де l – висота підйому цементного розчину в затрубному просторі, м;

K_p – коефіцієнт розробки ствола свердловини;

D_c – діаметр свердловини, м;

D_{om} – діаметр обсадних труб, м;

D_g – внутрішній діаметр обсадних труб, м;

h – висота цементної пробки, м.

$V^1_{ц.р.} = 0,785 \cdot 10 \cdot (1,2 \cdot 0,132^2 - 0,127^2) + 0,785 \cdot 0,117^2 \cdot 3 = 0,08 \text{ (м}^3\text{)}$ - об'єм тампонавального розчину (суміші) для закріплення обсадної колони – напрямку;

$V^2_{ц.р.} = 0,785 \cdot 120 \cdot (1,2 \cdot 0,112^2 - 0,089^2) + 0,785 \cdot 0,079^2 \cdot 5 = 0,75 \text{ (м}^3\text{)}$ – об'єм тампонавального розчину (суміші) для закріплення обсадної колони – кондуктора;

$V^3_{ц.р.} = 0,785 \cdot 30 \cdot (1,1 \cdot 0,076^2 - 0,073^2) + 0,785 \cdot 0,063^2 \cdot 5 = 0,05 \text{ (м}^3\text{)}$ - об'єм тампонавального розчину (суміші) для закріплення обсадної колони – потайної труби.

Густина тампонажного/цементного розчину

$$\rho_{ц.р.} = \frac{\rho_{ц} \cdot \rho_{в} (1 + m)}{\rho_{в} + m \rho_{ц}}, \quad (2.2)$$

де $m = 0,5$ – водоцементне відношення;

$\rho_{ц}$ - щільність цементу;

$\rho_{в}$ - густина води.

$$\rho_{ц.р.} = \frac{3,2 \cdot 1 (1 + 0,5)}{1 + 0,5 \cdot 3,2} = 1,85 \text{ (т/м}^3\text{)}$$

Витрата цементу для приготування 1м³ розчину:

$$q_{ц} = \rho_{в.ц} / (1 + m) = 1,85 / (1 + 0,5) = 1,2 \text{ (т/м}^3\text{)} \quad (2.3)$$

Загальні витрати цементу:

$Q^1_{ц} = K_{ц} \cdot q_{ц} \cdot V^1_{ц.р.} = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,08 = 0,11 \text{ (т)}$ – маса цементу для закріплення обсадної колони – напрямку;

$Q^2_{ц} = K_{ц} \cdot q_{ц} \cdot V^2_{ц.р.} = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,75 = 1,0 \text{ (т)}$ – маса цементу для закріплення обсадної колони – кондуктора;

$Q^3_{ц} = K_{ц} \cdot q_{ц} \cdot V^3_{ц.р.} = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,05 = 0,07 \text{ (т)}$ – маса цементу для закріплення обсадної колони – потайної труби;

$$\sum Q_{ц} = 0,11 + 1,0 + 0,07 \approx 1,2 \text{ (т)} = 1200 \text{ (кг)}$$

Загальні витрати води:

$$V_e = \frac{mQ_u}{K_e \cdot \rho_e}; \quad (2.4)$$

$$V_e^1 = \frac{0,5 \cdot 0,11}{1,15 \cdot 1} = 0,05 \text{ м}^3 \text{ – витрата води в процесі приготування цементного роз-}$$

чину для закріплення обсадної колони – напрямку;

$$V_e^2 = \frac{0,5 \cdot 1,0}{1,15 \cdot 1} = 0,43 \text{ м}^3 \text{ – витрата води в процесі приготування цементного роз-}$$

чину для закріплення обсадної колони – кондуктора;

$$V_e^3 = \frac{0,5 \cdot 0,07}{1,15 \cdot 1} = 0,03 \text{ м}^3 \text{ – витрата води в процесі приготування цементного ро-}$$

зчину для закріплення обсадної колони – потайної труби;

$$\sum V_e = 0,05 + 0,43 + 0,03 = 0,51 \text{ (м}^3\text{)} = 510 \text{ (л)},$$

Коефіцієнти K_u та K_e в наведених розрахунках становлять втрати цементу та води при приготуванні цементного розчину відповідно. Розрахунок тампонування свердловини завершено.

2.3 Вибір бурових установок та способу електропостачання

Бурова установка це комплекс механізмів і пристроїв, за допомогою яких виконуються всі роботи зі спорудження свердловини. Вона складається з бурового агрегату, бурової вишки або щогли, бурової будівлі, транспортної бази [22].

Буровий агрегат складається з бурового верстата, бурового насоса, силового приводу (двигунів), засобів механізації допоміжних процесів, засобів автоматизації і керування процесами буріння свердловин, системи очищення промивальної рідини.

Усі бурові верстати й установки класифікуються в залежності від способу буріння, умов застосування, транспортної бази, системи приводу, системи подачі і підйому бурового інструменту, глибини буріння та ін.

Початковий діаметр, мм	214	
Глибина буріння, м		
- при кінцевому діаметрі 93 мм	1200	
- при кінцевому діаметрі 59 мм	2000	
Частота обертання, об/хв	0-1500	
Зусилля подачі, кН		
- вниз	120	
- вгору	150	
Зусилля натягнення канату лебідкої, кН		55
Швидкість намотування канату на барабан, м/с	0 - 8	
Діаметр барабана лебідки, мм	430	
Потужність ел.двигуна, кВт	70	
Буровий насос	НБ4-320/63	НБ5-320/100
Щогла, вишка	БМТ-7	
	ВРМ-24-540	

Технічна характеристика щогли БМТ – 7

Вантажопідйомність - 200 кН.

Довжина свічки - 18,6 м.

Глибина буріння - 2000 м.

Характеристика бурового насосу – НБ4-320/63

Максимальна подача, л/хв

I 32 125

II 55 180

III 105 320

Максимальний тиск, МПа 6.3/10 6.3/10 6.3/10 5.5/10 6.3/10 3.0/6.0

Діаметри плунжерів (втулок), мм 45 80

Число плунжерів 3

Довжина ходу, мм 90

Число подвійних ходів в хвилину 95; 140; 260

Потужність приводу, кВт 22/37

Проектом передбачається енергопостачання від Держенергомережі. Будівництво низьковольтних ліній на ділянці проводиться бригадою електромонтажників [26]. Для підведення до бурового агрегату використовується кабель довжиною 300 м. Для підведення електроенергії від підстанції до бурової установки застосовується, як правило, повітряна лінія. Вибираємо алюмінієві дроти перетином 35 мм². В якості опор будуть використовуватися дерев'яні стійки зі штирьовими ізоляторами ШС-10. Відстань між стійками 70 м.

2.4 Вибір бурильної колони

Колона бурильних труб служить для з'єднання породоруйнуючого інструменту, який працює на вибої, із буровою установкою, що змонтована на поверхні і виконує такі основні функції [21, 27]: передає від бурової установки і створює за рахунок своєї маси осьове навантаження на породоруйнуючий інструмент; передає крутний момент на породоруйнуючий інструмент; служить каналом для подачі промивальної рідини на вибій свердловини. Бурильна колона повинна швидко роз'єднуватись на окремі ланки – свічі при виконанні спуску і підйому породоруйнуючого інструмента. Основний вид з'єднання бурильних труб – різьбовий.

Типорозмір бурильних труб і їх з'єднань повинен визначатися діаметром породоруйнуючого інструменту і способом руйнування гірських порід. При твердосплавному, безкерновому і гідроударному бурінні, якщо дозволяє діаметр свердловини, перевагу треба віддавати муфтово-замковим з'єднанням.

При алмазному бурінні для зниження вібрації снаряду і здійснення високих частот обертання слід вибирати колони з ніпельними з'єднаннями, діаметр яких максимально наближений до діаметру свердловини. З цієї ж метою потрібно передбачати використання антивібраційних мастил ГЕОЛ або КАВС, емульсійних промивальних розчинів.

Довжина свічки бурильних труб залежить від висоти вибраної вишки або щогли. Для вишки висотою 24 м довжина свічки приймається 18,5 м; 18 м - 14 м; 13 - 14 м – 9,5 м; 8 - 9 м - 5 м.

Оскільки буріння до проектної глибини вестиметься алмазним породоруйнівним інструментом, який вимагає високих швидкостей обертання, приймаємо бурильну колону ніпельного з'єднання діаметром 54 мм; її загальна характеристика наведена в табл. 2.3 [28].

Таблиця 2.3

Технічна характеристика бурильних труб СБТН - 54

Зовнішній діаметр, мм	Товщина стінки, мм	Маса 1м труби, кг	Тип з'єднання	Матеріал
54	4,5	6,48	ніпельний	36Г2С

На інтервалі 0 - 120 м буріння здійснюватиметься без відбору керна, тому для запобігання викривленню свердловини слід застосовувати обважені бурильні труби (ОБТ) діаметром 108 мм, загальна характеристика ОБТ-108П наведена в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Технічна характеристика обважених бурильних труб ОБТ-108П

Зовнішній діаметр, мм	Товщина стінки, мм	Довжина, мм	Маса труби, кг	Маса 1м труби, кг
108	35	6000	408	68

Вибір типу і обґрунтування складу бурильної колони завершено.

2.5 Вибір технічних засобів для проведення і механізації спусково-підйомних операцій

Колонкове буріння відрізняється незрівнянно великими об'ємами виконання спуско-підйомних операцій, що виконуються, насамперед, для витягання керну з колонкової труби. Зазначені операції надзвичайно трудомісткі та доволі небезпечні. Саме тому необхідно передбачати можливо найвищий ступінь механізації, або, навіть, автоматизації виконання окремих операцій буро-

вого циклу [29]. До самих розповсюджених засобів механізації бурових робіт відносять напівавтоматичні елеватори і трубоповорот.

Для механізації спусково-підйомних операцій на буровій установці УКБ-7П використовуватиметься напівавтоматичний елеватор ЭН- 2-20 (табл. 2.5) та трубоповорот РТ-1200М.

Таблиця 2.5

Технічна характеристика напівавтоматичного елеватору

Тип	Вантажопідйомність, кН	
	Номінальна	Максимальна
ЭН2-20	220	320

Технічна характеристика трубоповороту РТ-1200М

Максимальний крутний момент, Н·м – 3500.

Частота обертання, обор/хв – 75.

Час згвинчення, розгвинчування, с - 4 ÷ 5.

Потужність приводу, кВт – 3.

Маса, кг – 246.

Зазначмо наступне: буровий станок СКБ-7 обладнаний гідравлічними затискними патронами, що усуває необхідність ручного затискування ведучої труби, а крім того, в склад верстату введено систему автоперехоплення колони.

2.6 Монтаж бурового устаткування

До споруд, що входять в бурову установку, відносяться: бурова щогла, бурова будівля, очисна система. Бурова установка збирається з окремих блоків, вузлів або безпосередньо на робочому майданчику або вузли їх заздалегідь монтуються на транспортній базі: санях, причепах, шасі автомобіля або трактора.

Блокова конструкція установки УКБ-7П (рис. 2.3) забезпечує роздільне перевезення будівлі і щогли. Бурова будівля установки - контейнерного типу. Транспортування будівлі здійснюється на підкатних візках на пневматичних шинах з максимальною швидкістю 40 км/год. Як тягач використовується трак-

тор або автомобіль. Підкатні візки оснащені колодковими гальмами з пневмоприводом [22].

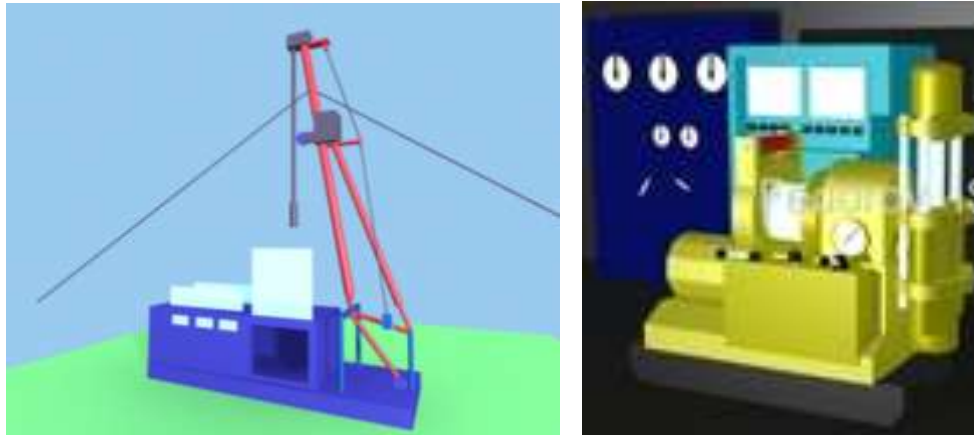


Рисунок 2.3. Загальний вигляд бурової установки УКБ-7П

Щогла монтується на загальній основі з будівлею, в якій розміщується бурове устаткування і встановлюється на металеві полози санного типу. Щогла в нерозібраному виді транспортується тракторами.

Під'їм і опускання щогли здійснюється за допомогою трактора. Можлива горизонтальна зборка щогли з наступним підйомом одним блоком за допомогою трактора. Забезпечена можливість центрування осі кронблока відносно осі свердловини. Установку монтує бурова бригада.

Операції по монтажу бурових агрегатів є важливими операціями в загальній схемі проведення підготовчих робіт при бурінні свердловини. Майданчик для встановлення бурової установки має бути очищений від пнів, великих валунів і інших перешкод.

Таблиця 2.6

Рекомендації по розмірам жолобної системи і відстійників

Геолого-технічні умови буріння свердловини, м	Довжина жолобів, м	Забезпечення ємкостями			
		Приймальні відстійники		Відстійники	
		Кількість і об'єм			
		шт.	м ³	шт.	м ³
Глибина буріння до 2000 м (стаціонарні установки)					
Нормальні по твердим стійким породам	22	2	42	1	2
Ускладнені по м'яким породам піщано-глинястого комплексу	38	3	54	2	2

Одночасно з монтажем бурового устаткування споруджується система для циркуляції промивальної рідини і пристосувань для очищення води або глинистого розчину від вибуреної породи. Ця система складається з жолобів і відстійників, пов'язаних між собою в безперервний ланцюг (табл. 2.6).

У безпосередній близькості від відстійника, що служить для прийому рідини насосом, монтується глиномішалка і гідроциклон для очищення глинистого розчину.

2.7 Технологія буріння

2.7.1 Вибір типу промивальних рідин та способу приготування і очистки промивальної рідини

Процес геологорозвідувального буріння повинен неодмінно супроводжуватися очищенням свердловини від шламу розбуреної породи, що можна здійснювати за допомогою створення циркулярці технічної води, спеціальних рідин і розчинів [30].

При бурінні свердловин промивальні рідини повинні виконувати такі основні функції: ефективно очищати вибій від частинок вибурених порід і видаляти їх на денну поверхню; утримувати частинки вибуреної породи та інші частинки твердої фази в завислому стані при припиненні циркуляції і попереджувати їх осідання на вибій; забезпечувати охолодження і змащування деталей доліт, вибійних двигунів, бурильної колони та інших вузлів; попереджати стінки свердловини від обвалення нестійких порід; створювати гідростатичний тиск, достатній для попередження флюїдопроявлень як у процесі буріння, так і при тривалому припиненні промивання; передавати потужність від джерела на денній поверхні до вибою при бурінні з гідравлічними вибійними двигунами.

Основними передумовами вибору очисних агентів є геологічний розріз і призначення свердловини. Майже всі компоненти промивальних рідин є в тій

або іншій мірі токсичними. Тому додатковою загальною передумовою є вибір найменш токсичних складів.

При виборі промивальних рідин необхідно враховувати їх функції і можливість ефективної реалізації всього комплексу функцій. Відомий, наприклад, негативний вплив густини розчину на механічну швидкість буріння, бо зростання густини призводить до збільшення гідродинамічного і гідростатичного тиску на вибій, зростанню реологічних параметрів, що погіршує умови очищення вибою свердловини від вибуреної породи. В той же час зростання гідростатичного і гідродинамічного тиску підвищує, при інших рівних умовах, стійкість стінок свердловини, що в підсумку призводить до зростання комерційної швидкості буріння.

Технічну воду в якості промивальної рідини слід застосовувати в монолітних і слаботріщинуватих породах. Воді слід віддавати перевагу і при алмазному бурінні. В той же час не можна переходити на промивання водою, якщо на вищележачих горизонтах для закріплення стінок свердловини застосовувались розчини, бо вода змиє захисну кірку зі стінок свердловини. При алмазному бурінні в цьому випадку треба застосовувати малоглинясті або безглинясті розчини з малою густиною і глейкістю. Може виявитися економічно вигідним закріпити верхні інтервали трубами тільки для того, щоб забезпечити можливість подальшого буріння з промиванням водою.

Для підвищення ефективності алмазного буріння за рахунок зменшення тертя труб об стінки свердловини і впливу на руйнування вибою поверхнево-активних речовин (ПАР) широко застосовуються різноманітні емульсійні розчини.

Вибір промивальної рідини за наявності поглинаючих зон буде залежати від доцільності ізоляційних робіт і положення проникненої зони. В будь-якому випадку рішення повинно бути економічно доцільним.

Враховуючи геологічні умови буріння, а саме те, що верхня частина розрізу складена осадовими породами (0 - 120 м), а основна частина геологічного

розрізу (120 - 1260 м) складена міцними породами то доцільно для промивання свердловини застосовувати:

1) на інтервалі буріння 0 - 120 м - нормальний глинистий розчин з наступними параметрами:

Густина, $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$,

В'язкість, $T = 20 \text{ с}$,

Водовіддача, $V = 10 \text{ см}^3/\text{за } 30 \text{ хв}$,

Вміст піску $< 4\%$,

Товщина кірки - 1,0 мм.

Для приготування розчину з такими параметрами в нього необхідно додати наступні реагенти:

ВЛР - 15 %,

КМЦ - 1%.

ВЛР (вугле-лужний реагент) і піногасники додаються безпосередньо в глинистий розчин без всякої підготовки, КМЦ - додається у вигляді 10% водного розчину.

2) на інтервалі залягання скельних порід (120 - 1260 м) - технічну воду з наступними параметрами:

Густина, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$,

В'язкість, $T = 15 \text{ с}$,

Водовіддача – необмежена,

Вміст піску $< 4\%$.

Процес руйнування порід на вибої свердловини поліпшиться, якщо до складу технічної води ввести додатково відповідну ПАР з концентрацією в розчині 0,2 – 2,0% (Феноксол, Сульфонол) [24].

Для очищення промивальної рідини від шламу застосовують систему очищення в жолобах і відстійниках.

Витрата матеріалів для приготування глинистого розчину на інтервалі буріння (0 - 120 м).

Об'єм розчину:

$$V_p = V_{св} + V_{рез} + K V_{св}, \quad (2.5)$$

де:

$V_{св} = (\pi/4) \cdot D_1^2 \cdot l_1 + (\pi/4) \cdot D_2^2 \cdot l_2 + (\pi/4) \cdot D_3^2 \cdot l_3 + \dots + (\pi/4) \cdot D_i^2 \cdot l_i$ – об'єм свердловини;

$V_{рез}$ = об'єм резервуара, приймаємо 5 м³;

$K = 2$ – коефіцієнт запасу розчину;

$$V_{св} = 0,785 \cdot (0,132^2 \cdot 10 + 0,112^2 \cdot 110) \approx 1,2 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$V_p = 1,2 + 5 + 2 \cdot 1,2 = 8,6 \text{ м}^3$$

Витрата глини на 1 м³ розчину:

$$q_{гг} = \frac{\rho_{гг}(\rho_p - \rho_г)}{\rho_{гг} - \rho_г} = \frac{2,2(1,2 - 1)}{2,2 - 1} = 0,37 \text{ т/м}^3 \quad (2.6)$$

Загальні витрати глини:

$$G_{гг} = q_{гг} \cdot V_p = 8,6 \cdot 0,37 = 3,2 \text{ (т)} \quad (2.7)$$

Об'єм води:

$$V_г = \frac{V_p \cdot \rho_p - G_{гг}}{\rho_г} = \frac{8,6 \cdot 1,2 - 3,2}{1} \approx 7,1 \text{ (м}^3\text{)} \quad (2.8)$$

Витрата реагентів:

$$P_{ВЛР} = \frac{G_p \cdot 15\%}{100\%} = \frac{V_p \cdot \rho_p(15\%)}{100\%} = \frac{10320 \cdot 15}{100} = 1548 \text{ кг} \quad (2.9)$$

$$P_{КМЦ} = \frac{10320 \cdot 1\%}{100\%} = 103,2 \text{ кг} \quad (2.10)$$

Витрата реагентів на 1 м³ розчину:

$$\text{ВЛР} = P_{ВЛР}/V_p = 1548/8,6 = 180 \text{ кг/м}^3 \quad (2.11)$$

$$\text{КМЦ} = P_{КМЦ}/V_p = 103,2/8,6 = 12 \text{ кг/м}^3 \quad (2.12)$$

Витрата технічної води на інтервалі буріння (120 - 1260 м).

$$V_{св} = 0,785 \cdot (0,079^2 \cdot 120 + 0,076^2 \cdot 1025 + 0,059^2 \cdot 115) = 5,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$V_B = 5,5 + 5 + 2 \cdot 5,5 = 21,5 \text{ м}^3$$

Витрата ПАР на об'єм розчину:

$$\text{Феноксол, Сульфонол} = 21,5 \cdot 0,02 = 0,43 \text{ (м}^3\text{)}$$

Слід оцінити доцільність додаткової механічної очистки промивальної рідини від вибуреної поріди, за допомогою спеціальних засобів – гідроциклонів, вібросит. Особливо ця задача актуальна в породах пухкого комплексу, які містять пісок, де є висока механічна швидкість і значне надходження твердої фази в очисний агент. Підставою для рішення про необхідність очистки промивальної рідини від вибуреної поріди є ступінь насичення очисного агента “піском” і абразив-ність останнього. Допустима концентрація “піску” в промивальній рідині - 4%.

2.7.2 Склад колонкового набору та породоруйнівний інструмент і визначення параметрів режиму буріння

Призначенням колонкового набору є приймання і утримання керну, його укрупнену схему представлено на рис. 2.4.



Рисунок 2.4. Колонковий набір: 1 – коронка, 2 – колонкова труба, 3 – перехідник, 4 – бурильна труба

У склад колонкового набору також входять: керновідривач, в окремих випадках шламова труба (якщо при бурінні свердловини утворюється велика кількість шламу) [27]. При алмазному бурінні до складу колонкового набору може бути включений розширювач, для запобігання звужуванню стовбура свердловини при зносі коронки по діаметру.

Іноді буріння ведеться без керновідривача. У таких випадках відрив керну від масиву гірської породи здійснюється за допомогою матеріалів для заклинювання (фарфор, дріб, дріт та ін.) або "затиранням у суху".

Керновідривач – це частина колонкового набору, призначена для відривання керна від масиву гірської породи й утримання його в колонковій трубі при підйомі бурового снаряда. Керновідривач складається з циліндричного корпусу з внутрішньою конічною розточкою, що розширюється уверху, у якій поміщається конічне пружинне кільце з виступами, що розрізане по утворюючій.

Колонкові труби – частина колонкового набору, призначена для приймання і зберігання керна. На обох кінцях колонкової труби нарізана внутрішня трапецеїдальна різьба. Колонкові труби виготовляються довжиною 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 м. У довгий колонковий набір колонкові труби збираються за допомогою ніпелів. Колонкові труби випускаються з таким зовнішнім діаметром: 25; 34; 44; 57; 73; 89; 108; 127 і 146 мм.

Перехідники служать для з'єднання окремих елементів бурового снаряда, що відрізняються за діаметром або різьбою.

Шламові труби служать для збирання під час буріння значних по розміру і важких часток шламу. Шламова труба на одному кінці має ліву різьбу, за допомогою якої вона через перехідник включається в колонковий набір. Довжина шламової труби розраховується так, щоб ємність її була дещо більше об'єму важкого шламу, одержуваного за рейс.

Буріння свердловини до глибини 120 м ведеться долотами без відбору керна [21].

Склад колонкового набору при бурінні коронками діаметром 76 мм:

- Коронка діаметром 76 мм
- Керновідривач - К- 76
- Розширювач - РСА- 1-76
- Колонкова труба – 73 мм
- Перехідник - ПІ 54/73

Склад колонкового набору при бурінні коронками діаметром 59 мм:

- Коронка діаметром 59 мм
- Керновідривач - К- 59
- Розширювач - РМВ- 1-59
- Колонкова труба - 57мм
- Перехідник - ПІ 54/57

Тип породоруйнівного інструменту (ПРІ) вибирається для кожного різновиду або групи порід відповідно до їх механічних і абразивних властивостей, категорії по буримості, дані щодо обраного ПРІ наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Сфера застосування і характеристика ПРІ

Характеристика порід			Тип породоруйнівного інструменту	Конструктивні параметри			
Найменування	Категорія за буримістю	Коефіцієнт абразивності		Діаметр, мм		Число різців	Площа торця коронки, см ²
				Зовнішній	Внутрішній		
Суглинок	III	0,5	ПІ32М-ЦВ	-	-	-	132
Конгломерат	VI	1,5	ПІ12ТЗ-ЦВ		-		112
Габро	V	1,0 - 1,5	СМ5-76	58	12	-	76
Вапняк, сланці кристалічні	VIII - IX	2,0	01А4 - 76	58	-	12,6	76
Роговик, скарн	X - XI	2,0 - 2,5	02И4 - 76	58		12,6	76
Сланці кристалічні	IX	2,0	01А4 - 59	42	-	8,5	59
Магнетит	XI	2,5	02И4 - 59	42	-	8,5	59

Обчислення режимів буріння

Шарошкове долото ПІ 132 М - ЦВ

Осьове навантаження: $P_{oc} = P_{\partial} \cdot D$, де:

P_{∂} – навантаження на 1 см діаметра долота;

D – діаметр долота, см.

$P_{oc} = 50 \cdot 13,2 = 660$ даН приймаємо $P_{oc} = 700$ даН

Частота обертання: $n = \frac{60 \cdot V_{окр}}{\pi \cdot D}$, $V_{окр}$ – окружна швидкість, м/с;

$$n = \frac{60 \cdot 0,8}{3,14 \cdot 0,132} = 116 \text{ об/хв, приймаємо } n = 120 \text{ об/хв.}$$

Витрата промивальної рідини:

$$Q = (\pi/4) \cdot (D^2 - d^2) \cdot V_{вис}, \text{ де:}$$

D – діаметр свердловини;

d – діаметр бурильних труб;

$V_{вис}$ – швидкість висхідного потоку, $V_{вис} = 0,4$ м/с [31].

$$Q = 0,785(0,132^2 - 0,05^2)0,4 = 0,004 \text{ м}^3/\text{с} = 240 \text{ л/хв, приймаємо } Q = 240$$

л/хв.

Шарошкове долото П 112 ТЗ - ЦВ

Осьове навантаження: $P_{ос} = P_{\delta} \cdot D$, де:

P_{δ} – навантаження на 1 см діаметра долота;

D – діаметр долота, см.

$$P_{ос} = 200 \cdot 11,2 = 2240 \text{ даН приймаємо } P_{ос} = 2250 \text{ даН}$$

З метою попередження викривлення стовбура свердловини, на цьому інтервалі необхідно застосовувати *ОБТ-108П* з вагою 1 м $q_1 = 68$ даН.

Довжина ОБТ, м:

$$L_{ОБТ} = \frac{P_{ос} \cdot K}{q_1 \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right)} = \frac{2250 \cdot 1,25}{68 \cdot \left(1 - \frac{1,2}{7,85}\right)} = 48$$

З урахуванням довжини свічки $l_{св} = 18,6$ м приймаємо $l_{ОБТ} = 55,8$ м (3 свічки).

Частота обертання: $n = \frac{60 \cdot V_{окр}}{\pi \cdot D}$, $V_{окр}$ – окружна швидкість, м/с;

$$n = \frac{60 \cdot 1,0}{3,14 \cdot 0,112} = 170 \text{ об/хв, приймаємо } n = 170 \text{ об/хв.}$$

Витрата промивальної рідини:

$$Q = (\pi/4) \cdot (D^2 - d^2) \cdot V_{вис}, \text{ де:}$$

D – діаметр свердловини;

d – діаметр бурильних труб;

$V_{вис}$ – швидкість висхідного потоку, $V_{вис} = 0,3$ м/с.

$$Q = 0,785(0,1122 - 0,052)0,4 = 0,003 \text{ м}^3/\text{с} = 180 \text{ л/хв, приймаємо } Q = 180$$

л/хв.

Різеца твердосплавна коронка СМ5-76

Осьове навантаження: $P_{oc} = P_{пит} \cdot m$, де:

$P_{пит}$ - питоме навантаження на 1 основний різець коронки;

m – кількість основних різців коронки, шт.

$$P_{oc} = 100 \cdot 12 = 1200 \text{ даН, приймаємо } P_{oc} = 1200 \text{ даН}$$

Частота обертання: $n = \frac{60 \cdot V_{окр}}{\pi \cdot D_{сер}}$; $D_{сер} = \frac{D_{зн} + D_{вн}}{2} = \frac{76 + 58}{2} = 67$ мм – середній

діаметр;

$$n = \frac{60 \cdot 1,1}{3,14 \cdot 0,067} = 314 \text{ об/хв, приймаємо } n = 315 \text{ об/хв.}$$

Витрата промивальної рідини: $Q = Q_{пит} \cdot D$; $Q_{пит}$ – питома витрата промивальної рідини на 1 мм діаметра коронки;

$$Q = 0,8 \cdot 76 \approx 60 \text{ л/хв, приймаємо } Q = 70 \text{ л/хв.}$$

Одношарова алмазна коронка 01А4 - 76

Осьове навантаження: $P_{oc} = P_k \cdot F$, де:

P_k - питоме навантаження на 1 см² площі торця коронки;

F – площа торця коронки, см².

$$P_{oc} = 80 \cdot 12,6 = 1008 \text{ даН, приймаємо } P_{oc} = 1050 \text{ даН}$$

Частота обертання: $n = \frac{60 \cdot V_{окр}}{\pi \cdot D_{сер}}$; $D_{сер} = \frac{D_{зн} + D_{вн}}{2} = \frac{76 + 58}{2} = 67$ мм – середній

діаметр;

$$n = \frac{60 \cdot 1,1}{3,14 \cdot 0,067} \approx 314 \text{ об/хв, приймаємо } n = 315 \text{ об/хв.}$$

Витрата промивальної рідини: $Q = Q_{\text{пит}} \cdot D$; $Q_{\text{пит}}$ – питома витрата промивальної рідини на 1 мм діаметра коронки;

$$Q = 0,6 \cdot 76 \approx 46 \text{ л/хв, приймаємо } Q = 50 \text{ л/хв.}$$

Імпрегнована алмазна коронка 02И4 – 76

Осьове навантаження: $P_{\text{ос}} = P_{\text{к}} \cdot F$, де:

$P_{\text{к}}$ - питоме навантаження на 1 см² площі торця коронки;

F – площа торця коронки, см².

$$P_{\text{ос}} = 120 \cdot 12,6 = 1512 \text{ даН, приймаємо } P_{\text{ос}} = 1550 \text{ даН}$$

Частота обертання: $n = \frac{60 \cdot V_{\text{окр}}}{\pi \cdot D_{\text{сер}}}$; $D_{\text{сер}} = \frac{D_{\text{зн}} + D_{\text{вн}}}{2} = \frac{76 + 58}{2} = 67 \text{ мм}$ – середній

діаметр;

$$n = \frac{60 \cdot 2,0}{3,14 \cdot 0,067} \approx 570 \text{ об/хв, приймаємо } n = 570 \text{ об/хв}$$

Витрата промивальної рідини: $Q = Q_{\text{пит}} \cdot D$; $Q_{\text{пит}}$ – питома витрата промивальної рідини на 1 мм діаметра коронки;

$$Q = 0,6 \cdot 76 \approx 46 \text{ л/хв, приймаємо } Q = 50 \text{ л/хв.}$$

Одношарова алмазна коронка 01А4 - 59

Осьове навантаження: $P_{\text{ос}} = P_{\text{к}} \cdot F$, де:

$P_{\text{к}}$ - питоме навантаження на 1 см² площі торця коронки;

F – площа торця коронки, см².

$$P_{\text{ос}} = 80 \cdot 8,5 = 680 \text{ даН, приймаємо } P_{\text{ос}} = 700 \text{ даН}$$

Частота обертання: $n = \frac{60 \cdot V_{\text{окр}}}{\pi \cdot D_{\text{сер}}}$; $D_{\text{сер}} = \frac{D_{\text{зн}} + D_{\text{вн}}}{2} = \frac{59 + 42}{2} = 50,5 \text{ мм}$ – се-

редній діаметр;

$$n = \frac{60 \cdot 1,1}{3,14 \cdot 0,0505} \approx 418 \text{ об/хв, приймаємо } n = 420 \text{ об/хв.}$$

Витрата промивальної рідини: $Q = Q_{\text{пит}} \cdot D$; $Q_{\text{пит}}$ – питома витрата промивальної рідини на 1 мм діаметра коронки;

$Q = 0,6 \cdot 59 \approx 36$ л/хв, приймаємо $Q = 40$ л/хв.

Імпрегнована алмазна коронка 02И4 – 59

Осьове навантаження: $P_{oc} = P_k \cdot F$, де:

P_k - питоме навантаження на 1 см² площі торця коронки;

F – площа торця коронки, см².

$P_{oc} = 120 \cdot 8,5 = 1020$ даН, приймаємо $P_{oc} = 1050$ даН

Частота обертання: $n = \frac{60 \cdot V_{окр}}{\pi \cdot D_{сер}}$; $D_{сер} = \frac{D_n + D_{вн}}{2} = \frac{59 + 42}{2} = 50,5$ мм – сере-

дній діаметр;

$n = \frac{60 \cdot 1,7}{3,14 \cdot 0,0505} \approx 650$ об/хв, приймаємо $n = 650$ об/хв

Витрата промивальної рідини: $Q = Q_{нит} \cdot D$; $Q_{нит}$ – питома витрата промивальної рідини на 1 мм діаметра коронки;

$Q = 0,6 \cdot 59 \approx 36$ л/хв, приймаємо $Q = 40$ л/хв.

Розрахункові значення режимних параметрів уточнюються відповідно до технічної характеристики установки і заносяться в табл. 2.8 [25].

Таблиця 2.8

Значення режимних параметрів буріння свердловини

Тип породоруйні- вного інструмен- ту	Значення параметрів			Примітка
	P_{oc} , даН	n , об/хв	Q , л/хв	
П132М-ЦВ	700	120	240	При забурюванні осьове навантаження слід зменшувати в 2 рази, з мінімальною подачею промивальної рідини і частотою обертання
П112Т3-ЦВ	2250	170	180	
СМ5 - 76	1200	315	70	
01А4 - 76	1050	315	50	
02И4 - 76	1550	570	50	
01А4 - 59	700	420	40	
02И4 - 59	1050	650	40	

Бурінню проектованої свердловини передують різного роду заходу щодо визначення місця і закладення, по підготовці робочого майданчика і під'їзних доріг, по доставці і монтажу бурового устаткування і бурового інструменту.

Свердловина забурюється відповідно до вказівок геолого-технічного проекту. Снаряд для забурювання складається з перехідника, короткої колонкової труби, коронки і долота.

Дуже важливо правильно вибрати метод забурювання свердловини, який забезпечуватиме швидкий перетин зони нестійких порід, не викликаючи викривлення свердловини, розмивання і руйнування порід в гирло свердловини.

Перед початком забурювання в точці закладення свердловини викопують приямок глибиною 0,5 м для того, щоб під шпindel можна було завести короткий забурочний снаряд, який сполучений з бурильною трубою, що проходить через шпindel верстата. При цьому бурильна труба в затискних патронах повинна закріплюватися строго співвісно, в іншому випадку станеться відхилення ствола свердловини від заданого напрямку. Після установки забурочного снаряда перевіряють правильність положення шпинделя і починають буріння при невеликих осьових навантаженнях і мінімальній частоті обертання, витрата промивальної рідини встановлюється залежно від твердості порід. У м'яких і рихлих породах забурювати свердловину можна без промивальної рідини. Якщо свердловину забурюють алмазною коронкою, то перед цим треба підготувати кільцевий забій твердосплавною коронкою з наступним очищенням забою свердловини від металевих часток. У міру поглиблення свердловини довжину колонкової труби збільшують.

2.7.3 Вибір технічних засобів і технології буріння по корисній копалині

Відбір якісної проби корисної копалини залежить від вчасного і правильного використання технологічних і технічних засобів [23, 27].

Для цього в першу чергу треба знати властивості корисної копалини, вміщуючих і інших порід, де вимагається високий вихід керна, фактичний вихід керна при бурінні звичайними колонковими наборами, плановий вихід керна.

В монолітних і слаботріщинуватих породах VII - XII категорій по буримості (перша група по складності відбору керна) можна застосовувати одинарні колонкові труби, але краще ТДН-У (діаметр 59) і ТДН-УТ (діаметри 46, 59, 76). Ці подвійні труби захищають kern від впливу обертання труби і від тривалого впливу потоку рідини, що омиває kern тільки в привибійній зоні. При цьому ширина матриці коронок не відрізняється від стандартної, тобто діаметр керна не зменшується. Означені ДКТ можуть застосовуватися при бурінні з промиванням водою і емульсійними розчинами.

Технологія буріння:

1. При наближенні до межі зустрічі з корисною копалиною необхідно укорочувати рейси.
2. Перед спуском колонкового набору необхідно здійснити очищення забою свердловини і системи жолобів.
3. Режими буріння: $P_{oc} = 1050$ даН; $n = 570$ об/хв; $Q = 40$ л/хв.
4. Підйом бурильної колони після зриву керна здійснюється плавно.

2.7.4 Заходи щодо попередження викривлення свердловин і направлене буріння

Відомо наступне: більшість розвідувальних свердловин відхиляються від заданого напрямку з різноманітних причин [32]. Це спотворює геологічні дані, дає помилкове уявлення про глибину, форми і розміри корисних копалин. Буріння свердловин, за положенням яких в просторі встановлений постійний контроль, а в випадку їхнього відхилення від проектної траси приймаються міри для збереження заданого напрямлення, відноситься до направленого буріння.

Фактичні відомості про викривлення свердловин на ділянці робіт повинні включати середню інтенсивність зенитного викривлення, дані про наявність або відсутність азимутального викривлення, кути забурювання свердловин.

Проектується періодичність і частота контролю за викривленням свердловин. Вимір викривлення в свердловинах діаметром до 76 мм рекомендується виконувати інклінометром КІТ, свердловин діаметром 59 - 46 мм - приладом МІ-30. В магнітних середовищах потрібно застосовувати гіроскопічні інклінометри ІГ-70, ІГ-50. Звичайна частота (інтервал) замірів інклінометрами при плановому контролі складає 20 м. Періодичність контролю залежить від характеру викривлення. При інтенсивності викривлення до 0,05 град/м, характерної для вугільних родовищ, вимір кривизни звичайно приурочується до планового каротажу свердловин. На родовищах з високою інтенсивністю викривлення вимірювати можна з періодичністю через 100 - 150 м, якщо немає фактичних даних про практику робіт. При виконанні штучного викривлення необхідні заміри до і після кожного викривлення.

Звичайно для зменшення інтенсивності використовуються жорсткі сцентровані компоновки. Крім того, в умовах сильного викривлення доцільно вище колонкового набору встановлювати профільну трубу. Для збільшення інтенсивності викривлення використовують скорочені (в межах довжини рейсу) колонкові набори, буріння на окремих ділянках скороченим східчастим снарядом для безкернового буріння, а також шарнірні компоновки, в тому числі снаряд плавного викривлення СПВ.

Надмірне осьове навантаження при зниженій частоті обертання, підвищена витрата промивальної рідини, великий проміжок між колонковим набором і стінками свердловини, наявність каверн викликають інтенсивне викривлення стовбура свердловини.

Значна кривизна свердловини ускладнює режим роботи, часто призводить до поломки бурильних труб, утрудняє виробництво ловильних робіт і спотворює істинну потужність порід. Тому необхідно приймати усі можливі заходи до того, щоб свердловина бурилася з найменшим кутом відхилення від заданого напрямку.

Щоб уникнути викривлення свердловини треба правильно обґрунтувати і вибрати раціональну для цих умов буріння траєкторію свердловини, правильно

розрахувати траєкторію свердловини і вибрати технічні засоби і режими буріння.

Буріння свердловини повинне супроводжуватися систематичним контролем за кривизною її стволів. Своєчасне виявлення аномального відхилення ствола свердловини від заданого проектного профілю дозволяє вчасно прийняти необхідні заходи по його усуненню. Контроль кривизни ділиться на два види: 1) оперативний контроль, здійснюваний буровою бригадою; 2) плановий контроль, здійснюваний каротажними загонами після закінчення буріння свердловини по усьому її стволу або в певних інтервалах.

2.7.5 Контроль процесу буріння і його автоматизація

Контроль та вимірювання проєктованих та дійсних параметрів режиму буріння буде здійснюватися за допомогою вбудованого комплексу контрольно-вимірювальної апаратури КУРС-613 [25].

Характеристика комплексу КУРС-613

Зусилля на гаку, кН 0-200

Навантаження на породоруйнівний інструмент, кН 0-30

Механічна швидкість буріння, м/год 0-3; 0-15

Тиск промивальної рідини, МПа 0-10

Витрати промивальної рідини, л/хв. 0-150; 0-300

Частота обертання, хв⁻¹:

Шпинделя 0-1500

Ротора 0-750

Крутний момент, кН-м:

на шпинделі 0-1500

на роторі 0-3000

Напруга споживання, В 380±76

Частота струму, Гц 50±0,5

Споживана потужність, В-А,

не більше 300

Температура навколишнього повітря, 0С -10. ..+40

Відносна вологість при 25 0С, %	90
Розміри пульта показувальних приладів, мм	810x650x300
Маса пульта показувальних приладів, кг	60
Вібростійкість, Гц	5-80

Апаратура КУРС-613 дає змогу вимірювати зусилля на гаку, осьове навантаження на породоруйнівний інструмент, механічну швидкість буріння, тиск і витрати промивальної рідини, частоту обертання бурового снаряда і крутний момент на шпинделі або роторі; реєструвати осьове навантаження на породоруйнівний інструмент і зусилля на гаку; забезпечувати світлову і звукову сигналізацію у випадках перевищення встановлених оператором значень крутного моменту, зусилля на гаку (понад 200 ± 20 кН), витрат промивальної рідини в межах 0-7 % від верхніх границь вимірювання.

Апаратура КУРС-613 складається з ряду систем, кожна з яких має перетворювач, показувальний прилад і призначена для вимірювання одного з перелічених вище параметрів. Перетворювачі розміщені на вузлах обладнання, а показувальні прилади - на пульті.

2.7.6 Заходи щодо попередження і ліквідації аварій і ускладнень

Буріння свердловин в цілому, і геологорозвідувальних зокрема, характеризується необхідністю приділення постійної уваги питанням попередження, а в багатьох випадках і ліквідації аварій та ускладнень [33]. Особливо значні вимоги щодо мінімізації проблем в процесі будівництва свердловин, ставляться до промивальних рідин. Найбільш часто ускладнення розвиваються в породах осадового комплексу і супроводжується порушенням стійкості стінок свердловини в результаті настання граничного стану в глинистих породах. До зон складних умов буріння відносяться також крупноуламкові гравійні, галечні, валунні відкладення, пливуні, винятково сильнотріщинуваті породи, здимаючі породи, зони впливу гірничих виробок, що зумовлюють сильну тріщинуватість, вивали

порід і провали інструменту. Буріння в зонах з сильною тріщинуватістю може супроводжуватися поглинанням промивальної рідини [24].

На ліквідацію аварій витрачається багато часу. Значно легше попередити аварію у свердловині, чим її ліквідувати. Тому необхідно приймати усі заходи по попередженню аварій, а саме:

- 1) Підвищувати кваліфікацію бурового персоналу;
- 2) Оснащувати бурові верстати контрольно-вимірювальними приладами;
- 3) Застосовувати рівну за міцністю по усій довжині бурильну колону;
- 4) Передавати навантаження на породоруйнівний інструмент за допомогою ОБТ;
- 5) Регулювати параметри і якість промивальної рідини відповідно до геологічного розрізу свердловини;
- 6) Усувати всякі простої;
- 7) Механізувати усі трудомісткі операції;
- 8) Підвищувати відповідальність бурового персоналу.

Серйозна аварія у свердловині може бути викликана навіть дрібними неполадками з устаткуванням. Тому необхідно постійно підтримувати в справному стані усі механізми установки. Це може бути забезпечено за умови своєчасного проведення планово-запобіжного огляду і ремонту усього устаткування і інструменту та вживаного талевого оснащення.

Щоб уникнути перерв подачі промивальної рідини необхідно стежити за якістю зшивання приводних ременів насосів, не допускати послаблення кріплення нагнітального шланга до штуцерів насоса і бурового сальника, своєчасно міняти набивання бурових сальників. Велике значення має також своєчасне змащення і очищення від бруду робочих частин устаткування і каната лебідки.

Необхідно оберегати гирло свердловини від попадання в неї дрібних предметів. Гирло треба закривати під час буріння металевим диском з отвором для бурильних труб, а після витягання снаряда зі свердловини дерев'яною пробкою.

Здійснювати буріння при несправному контрольно-вимірювальному обладнанні не можна.

Бурильник зобов'язаний уважно стежити за показами контрольно-вимірювальних приладів і циркуляцією промивальної рідини та швидко реагувати.

Під час кожного підйому необхідно систематично оглядати бурильну колону і своєчасно вибраковувати через дефекти і знос; враховувати тривалість роботи труб; застосовувати бурильні труби з діаметром найбільш близьким до діаметру свердловин; правильно відпрацьовувати бурильні труби, щоб знос був рівномірним по усій довжині колони; стежити за станом різьбових з'єднань, згвинчувати повністю; приладдя для СПО утримувати в постійній справності.

Забороняється залишати інструмент на забої без подачі промивальної рідини у свердловину; при раптовому припиненні циркуляції промивальної рідини підводити снаряд над забоем на 1.5 - 3 м; тримати в чистоті забій свердловини; підтримувати відповідність промивальної рідини умовам геолого-технічного проекту; у кінці кожного рейсу перед підйомом снаряда треба періодично здійснювати спеціальне очищення свердловини снарядом, що складається з короткої колонкової труби і довгої шламової труби.

Забороняється залишення у свердловині породоруйнівних інструментів, зруйнованих алмазовміщуючих матриць, припалених коронки. Треба очищати забій перед спуском снаряда; дотримувати оптимальні осьові навантаження на породоруйнівний інструмент; ретельно оглядати коронку перед кожним її спуском у свердловину; включати до складу снаряда розширювач або дотримувати черговість роботи коронками відповідно до їх діаметрів; знижувати вібрації снаряда; при бурінні по сильнотріщинуватим породам знижувати осьове навантаження і частоту обертання снаряда; контролювати процес промивання; з підвищенням тиску промивальної рідини знижувати осьове навантаження; різьбові з'єднання мають бути герметичні; при підклинюванні керна необхідно припинити буріння і підняти снаряд на поверхню.

Попадання у свердловину дрібних інструментів або сторонніх предметів. Треба закривати під час буріння гирло свердловини металевим диском з отво-

ром для бурильних труб, а після витягання снаряда зі свердловини дерев'яною пробкою.

2.7.7 Ліквідація свердловин і ліквідаційне тампонування

Свердловина що виконала геологічне завдання повинна бути ліквідована [22]. Залежно від геологічних і гідрогеологічних умов для ліквідаційного тампонування застосовують спеціальні глинисті розчини, глину або цемент.

При ліквідації неглибоких свердловин, що не розкрили водоносні горизонти, обмежуються заливкою у свердловину густого глинистого розчину, що доставляється на забій свердловини за допомогою колонкового набору.

Ліквідаційне тампонування цементом застосовують у разі, коли водоносні горизонти знаходяться в покрівлі або в ґрунті покладу корисної копалини, а також при перетині свердловиною напірних вод з самовиливом.

Якщо свердловина бурилася із застосуванням глинистого розчину (як в нашому випадку), її заздалегідь промивають водою для розглинізації. Цементний розчин нагнітають насосом через бурильні труби, які у міру заповнення свердловини розчином піднімають від забою.

У разі цементації свердловини, що зустріла напірні води, обваженим глинистим розчином спочатку глушать фонтанування, а потім проводять її цементування.

Враховуючи геологічні і гідрогеологічні умови застосовується простий спосіб тампонування свердловини з використанням тампонажної суміші за рецептурою: цемент, суглинок, вода, в співвідношенні 1:1:0,8, з густиною - 1,67 г/см³.

Об'єм тампонажної суміші:

$$V_{св} = (\pi/4) \cdot D_1^2 \cdot l_1 + (\pi/4) \cdot D_2^2 \cdot l_2 + (\pi/4) \cdot D_3^2 \cdot l_3;$$

$$V_{св} = 0,785 \cdot (0,079^2 \cdot 120 + 0,076^2 \cdot 1025 + 0,059^2 \cdot 115) = 5,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$G_{ц} = G_{суг}; G_{вод} = 0,8G_{ц}; G_{m.c.} = V_T \cdot \rho_T = 5,5 \cdot 1,67 \approx 9,2 \text{ (т)}$$

$$G_{ц} + G_{суг} + 0,8 \cdot G_{ц} = G_{m.c.} = 12 \text{ (т)} \Rightarrow G_{ц} = G_{m.c.} / 2,8 = 9,2 / 2,8 = 3,3 \text{ (т)}$$

$$G_6 = 0,8 \cdot 3,3 = 2,6 \text{ (т)} = 2,6 \text{ (м}^3\text{)} = 260 \text{ л.}$$

Для приготування 1 м³ тампонажного розчину потрібно:

$$q_u = 0,6 \text{ т/м}^3; q_{\text{суз}} = 0,6 \text{ т/м}^3; V_6 = 480 \text{ л/м}^3.$$

На гирло ліквідованої свердловини встановлюють репер - відрізок обсадної труби з цементною пробкою, на якому позначені номер свердловини, її глибина, назва бурової організації і дата закінчення буріння.

2.7.8 Перевірочні розрахунки бурового устаткування і інструменту

Розрахунок втрат тиску при промиванні свердловини і потужності привода насосу

$$P_{\Sigma} = \kappa(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6), \text{ МПа, де:}$$

κ - коефіцієнт, що враховує запас тиску;

P_1 - втрати натиску в бурильних трубах;

P_2 - втрати тиску в кільцевому просторі;

P_3 - втрати тиску в з'єднаннях;

P_4 - втрати тиску в колонковій трубі;

P_5 - втрати тиску при заклинку керна;

P_6 - втрати тиску в обв'язуванні насоса [22, 24].

$P_1 = 8,12 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda_1 \cdot \rho \cdot Q^2 \cdot L / d_e^5$, де λ_1 – коефіцієнт гідравлічного опору; ρ – густина промивальної рідини; d_e – внутрішній діаметр бурильних труб.

$$Q = (\pi/4) \cdot (D^2 - d^2) V_6 = 0,785(0,059^2 - 0,05^2)0,8 = 0,0006 \text{ м}^3/\text{с} \approx 40 \text{ л/хв.}$$

$$Q < Q_n, \text{ де } Q_n = 320 \text{ л/хв.}$$

$$V_1 = \frac{4 \cdot Q}{\pi d_e^2} = \frac{4 \cdot 0,0006}{3,14 \cdot 0,039^2} = 0,4 \text{ м/с;}$$

$$R_e = \frac{V_1 \cdot d_e \cdot \rho}{\mu} = \frac{0,4 \cdot 0,039 \cdot 1000}{10^{-6}} = 18,7 \cdot 10^6 > 3000 - \text{отже режим течії – турбулентний.}$$

$$\lambda_1 = 0,1 \left(1,46 \frac{D_2}{d_e} + \frac{100}{R_e} \right)^{0,25} = 0,1 \left(1,46 \frac{5 \cdot 10^{-2}}{39} + \frac{100}{18,7 \cdot 10^6} \right)^{0,25} = 0,02$$

$$P_1 = 8,12 \cdot 10^{-7} \cdot 0,02 \cdot 1000 \cdot 0,0006^2 \cdot 1260 / 0,039^5 = 0,5 \text{ МПа}$$

$$P_2 = 8,12 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda_2 \cdot \rho \frac{Q^2 \cdot L}{D - d_n \quad D + d_n}; R_e = \frac{V_2 \cdot D - d_n \cdot \rho}{\mu}$$

$$V_2 = \frac{4 \cdot 0,0005}{3,14 \cdot 0,059^2 - 0,05^2} = 0,2 \text{ м/с}; R_e = \frac{0,2 \cdot 0,059 - 0,05 \cdot 1000}{10^{-6}} = 5 \cdot 10^6 > 3000$$

$$\lambda_2 = 0,1 \left(1,46 \frac{5 \cdot 10^{-5}}{0,059 - 0,05} + \frac{100}{6,2 \cdot 10^6} \right)^{0,25} = 0,02$$

$$P_2 = 8,12 \cdot 10^{-7} \cdot 0,02 \cdot 1000 \frac{0,0005^2 \cdot 1260}{0,059 - 0,05 \quad 0,059 + 0,05} \cong 0,2 \text{ МПа}$$

$$P_3 = 8,1 \cdot 10^{-7} \cdot \xi \cdot \rho \frac{Q^2}{d_e^4} n_c, n_c = \frac{L}{l_{ca}} = \frac{1260}{6} \cong 210 \text{ шт.} - \text{число з'єднань.}$$

$$\xi = a_k \left[\left(\frac{d_e}{d_o} \right)^2 - 1 \right]^2 = 1,5 \left[\left(\frac{0,039}{0,028} \right)^2 - 1 \right]^2 = 1,3$$

$$P_3 = 8,1 \cdot 10^{-7} \cdot 1,3 \cdot 1000 \frac{0,0006^2}{0,039^4} \cdot 210 = 0,3 \text{ МПа}$$

Приймаємо $P_4 = 0,1 \text{ МПа}$; $P_5 = 0,5 \text{ МПа}$; $P_6 = 0,15 \text{ МПа}$

$P_\Sigma = (0,5 + 0,2 + 0,3 + 0,1 + 0,5 + 0,15) \cdot 1,5 \approx 3 \text{ МПа} < \rho_n = 6,3 \text{ МПа}$ – отже прийнятій привод насоса задовольняє умовам буріння даної свердловини.

Розрахунок потужності приводу бурового верстата

$$N_B = N_3 + N_T + N_{BCT}, \text{ де:}$$

N_3 – потужність, що витрачається на забої свердловини;

N_T – потужність, що витрачається на обертання колони бурильних труб;

N_{BCT} – потужність, що витрачається в трансмісії верстата.

$$N_3 = 2 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot n \cdot D_{CP}, \text{ кВт, де:}$$

P - осьове навантаження на коронку, даН;

n - частота обертання, об/хв;

$D_{CP} = 0,0505$ – середній діаметр.

$$N_3 = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 \cdot 650 \cdot 0,0505 = 6,8 \text{ кВт}$$

$$N_T = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \left[8,28 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9 + 20 \delta \frac{D \cdot q}{EI^{0,16}} \cdot n^{3,85} L^{0,75} + 0,44 \cos \varphi \right] + 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot \delta \cdot P \cdot n, \text{ кВт},$$

де:

$k_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив промивальної рідини;

$k_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив стінок свердловини;

$k_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує тип матеріалу труб;

$k_4 = 1$ – коефіцієнт, що враховує тип з'єднань труб;

$k_5 = 1$ – коефіцієнт, що враховує кривизну бурильних труб.

EI – жорсткість, $\text{Н} \cdot \text{м}^2$; $(EI)^{0,16} = 5,44$

$\varphi = 90^\circ$ – кут нахилу свердловини; δ – радіальний зазор.

$$N_T = 1,2 \cdot \left[8,28 \cdot 10^{-6} \cdot 0,9 + 20 \cdot 0,013 \frac{0,059 \cdot 6,2}{5,44} \cdot 650^{3,85} 1260^{0,75} \cdot 1 \right] + 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 0,013 \cdot 1000 \cdot 650 = 10 \text{ кВт}$$

$$N_{CT} = 1,1 \cdot N_{\text{дв}} \cdot 10^{-2} + 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot n = 1,1 \cdot 70 \cdot 10^{-2} + 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 650 \approx 11 \text{ кВт}$$

$N_b = 6,8 + 10 + 11 \approx 28 \text{ кВт} < N_{\text{дв}} = 70 \text{ кВт}$ – отже привід бурового верста-
та придатний для буріння проектної свердловини.

Перевірочний розрахунок вантажопідйомних пристроїв

$$\text{Навантаження на гак: } Q_z = \alpha \cdot g \cdot L \cdot q \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m} \right) \beta \cdot 10^{-3} \text{ кН}$$

$\alpha = 1,08$ – збільшення маси за рахунок з'єднань;

$q = 6,48 \text{ кг}$ – вага 1 м колони;

L – довжина колони;

ρ_p – густина промивальної рідини;

ρ_m – щільність матеріалу труб;

β – коефіцієнт прихоплення.

$$Q_z = 1,08 \cdot 9,8 \cdot 1260 \cdot 6,48 (1 - 1,0/7,85) \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} \approx 82 \text{ кН}$$

$$\text{Число струн талевої оснастки: } m_T = \frac{Q_{KP}}{P_L \cdot \eta_{T.C.}} = \frac{82}{55 \cdot 0,9} = 1,7$$

P_L – вантажопідйомність лебедки.

Приймаємо симетричну талеву оснастку та $m = 4$ (рис. 2.5). Загальне число струн при симетричній оснастці: $m_T = m + 2 = 4 + 2 = 6$.

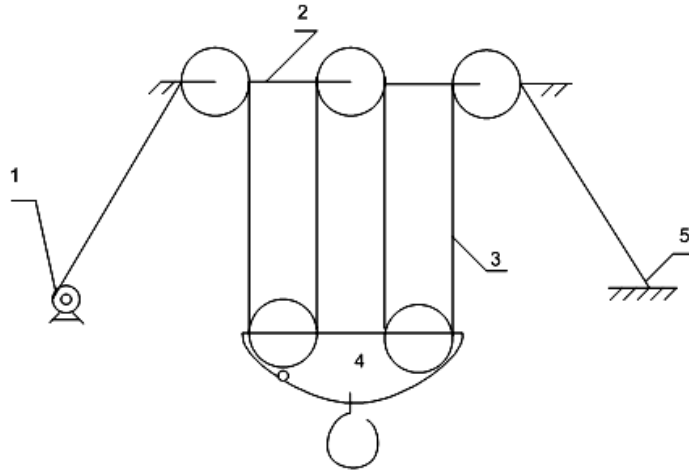


Рисунок 2.5. Схема талевої системи: 1 - лебідка; 2 - кронблок; 3 - канат; 4 - талевий блок; 5 - "мертвий" кінець каната.

Приймаємо 6-ти струнне талеве оснащення з нерухомим кінцем канату до проектної глибини 1740 м

Прийнятий раніше напівавтоматичний елеватор ЭН- 2-20 з вантажопідйомністю 200 кН задовольняє умовам буріння по вантажопідйомності.

Перевірка вишки на вантажопідйомність:

$$Q = \left(1 + \frac{2}{m\eta}\right) Q_{кр} = \left(1 + \frac{2}{2 \cdot 0,9}\right) \cdot 82 \approx 170 \text{ кН} < 200 \text{ кН} - \text{отже умова вантажопідйомності дотримується.}$$

Розділ 3. Спеціальне завдання - удосконалення системи перебування непродуктивних товщ

Відомо що в практиці розвідувального буріння широко застосовується механічний обертальний спосіб руйнування гірських порід [22]. Причому, порода долотом на забої свердловини може руйнуватися по всьому його перерізу, або вибурюється тільки кільцевий забій, а в центрі свердловини залишається ціла колонка породи, тобто керн, що, як було показано раніше, використовується в геології для вивчення структури і речовинного складу породи. Лише в специфічних випадках, наприклад, при бурінні свердловин на воду або розвідці розсіпів, може виникнути необхідність вибору між обертальним і ударно-канатним бурінням, обсяги якого не перевищують декількох процентів від загальних обсягів геологорозвідувального буріння.

Для обертального способу, з урахуванням досвіду робіт на об'єктах геологорозвідувальних робіт, слід вирішити наступні питання: 1) співвідношення між колонковим і безкерновим бурінням; 2) раціональна область застосування твердосплавного і алмазного породоруйнівального інструменту; 3) застосування спеціальних технологій і інструментів: снарядів зі знімними керноприймальниками, гідроударне і пневмоударне буріння, буріння з гідровиносом керну [21, 30].

Структурні, опорні і пошукові свердловини слід бурити тільки колонковим способом. В пошуково-розвідувальних свердловинах інтервал до корінних порід кристалічного фундаменту можна бурити без відбору керна. В розвідувальних свердловинах детально вивчені непродуктивні інтервали розрізу рекомендується бурити безкерновим способом. Довжина інтервалів безкернового буріння повинна бути обґрунтована.

Областю раціонального використання безкернового буріння слід вважати породи I - VIII категорій за буримістю, так як для ефективного руйнування більш твердих порід потрібні навантаження, що складно забезпечити при геологорозвідувальному бурінні. Породи більш високих категорій раціональніше

бурити колонковим алмазним інструментом, навіть якщо керн не потрібний [27].

В той же час в обов'язковому порядку, незалежно від категорій порід, проектується безкернове буріння в моренах і валунно-галечних відкладеннях, в зонах інтенсивного дроблення порід, якщо ці відрізки свердловин не містять корисних копалин.

Загалом можна зазначити таке: застосування колонкового буріння може бути виправдане тільки в тих випадках, коли за геологічних умов відбір керна абсолютно необхідний. У всій решті випадків слід переходити на безкернове буріння. Це буріння застосовують в добре вивчених геологічних умовах (наприклад, при детальній розвідці родовищ), а також в поєднанні з додатковими надійними методами випробування. Безкернове буріння дозволяє різко збільшити швидкість буріння, рейсову проходку і скоротити час на спуско-підйомні операції. Цей спосіб буріння є найпрогресивнішим і продуктивнішим.

При безкерновому бурінні застосовуються дрібноалмазні бурові долота, шарошкові долота (найчастіше), долота типа ДЛ (долота лопатеві), пікобури; особливо ефективно буріння шарошковими долотами по міцних зруйнованих і тріщинуватих породах [20].

Для геологорозвідувальних робіт серійно випускаються шарошкові долота типів М, МС, С, СТ, Т, ТК, К та в дослідному порядку типів СЗ, ТЗ, ТКЗ, ОК [22, 28].

Буровий снаряд для безкернового буріння складається з долота, перехідника, ОБТ, від'єднувального перехідника і колони бурильних труб. Оскільки безкернове буріння вимагає високих осьових навантажень, застосування в складі снаряду ОБТ є більш прийнятним. Для діаметрів долот 76 мм і 93 мм використовуються геологорозвідувальні обважені бурильні труби ОБТ-Р-73, для свердловин діаметром 112 мм – ОБТ-РПУ-89, а для діаметрів 132 і 151 мм відповідно ОБТ С1-120 і ОБТ С1-133 нафтового сортаменту.

В випадку відсутності ОБТ для центрування снаряду слід над долотом встановити через перехідник колонкову трубу.

Приєднувальні різьби геологорозвідувальних стандартів мають тільки долота діаметром 46, 59 мм (ніпельні різьби) і 76 мм (різьба 3-42). Інші долота мають різьби нафтового сортаменту 3-66 і 3-88. Отже, в снаряді треба застосувати спеціальні перехідники.

Лопатеві долота ріжучого типу випускаються типів М і МС діаметрами 93, 112, 132 і 151 мм. Різновидом лопатевих доліт є пікобури, що виробляються безпосередньо в геологорозвідувальних організаціях.

При виборі типу шарошкових доліт враховується категорія порід за буримістю, наявність прошарків більш твердих порід і їх абразивність.

В м'яких породах I - IV категорій шарошкови долота слід застосовувати тільки для буріння крихких порід, пластичні породи з глинястим матеріалом треба бурити лопатевими долотами і пікобурами. Для них вимагається менша подача рідини і до них менш наліплюється зруйнована порода.

Хоча за безкернового буріння неможливо отримати колонку породи для проведення, наприклад кернометрії [27], проте вивчення речовинного складу порід та різноманітні геохімічні дослідження доволі здійсненні, але в такому випадку застосовується шлам зруйнованих на забої порід. Слід також зазначити і те, що за буріння так званих сипких незв'язних порід I - IV категорій за буримістю, навіть колонковим інструментом, об'єктивно не можливе отримання керну. Проблематика шламового опробування геологорозвідувальних свердловин полягає в оперативному транспортуванні зруйнованої породи на поверхню та відповідної прив'язки отриманих зразків шламу до пройдених інтервалів без будь-яких спотворень [23]. Чіткого розбиття продуктів руйнування, за маркувальними інтервалами отримання, можна досягти лише на підставі вивчення закономірностей руху часток шламу у висхідному потоці промивальної рідини. Виходячи з таких відомостей можна, із високим ступенем надійності, визначити усі параметри процесу транспортування продуктів руйнування та тим самим, отримавши останні на гирлі свердловини, співвідносити їх до конкретного інтервалу геологічного розрізу. З огляду на зазначене, в роботі опрацьовані деякі

питання механізму руху часток шламу, що є базовими для розробки комплексної методики опробування свердловин за шламовим матеріалом.

Швидкість руху шламу стовбуром свердловини залежить від таких чинників, як розмір і форма часток шламу, швидкість висхідного потоку і умови його руху, параметри очисного агента [34].

Розмір часток шламу характерний великим діапазоном: від декількох мікрон до сантиметрів. Для оцінки можливості транспортування шламу потоком очисного агента приймається зазвичай середній розмір часток, які разом з дрібнішими фракціями складають основну частину шламу, що утворюється. При цьому окремі частки на забої можуть бути більше середнього розміру в 3 - 5 разів. Середній розмір часток шламу залежить, передусім, від конструкції породоруйнівного інструменту. Розмір часток більше при бурінні в тріщинуватих і зернистих породах, при ударній дії інструменту, при бурінні з великим осьовим навантаженням і малою частотою обертання.

За результатами узагальнення джерел за питаннями руйнування гірських порід отримано усереднені характерні розміри часток шламу при бурінні різним породоруйнівним інструментом (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Гранулометрична характеристика продуктів руйнування при бурінні свердловин

Тип породоруйнівного інструменту	Усереднені розміри часток		
	Діапазон		
	середній	характерний	максимальний
Твердосплавні коронки	0,5	0,5 - 1,0	5,0
Алмазні коронки	0,25	0,01 - 0,25	3,0
Шарошкові долота геологорозвідувального сортаменту	3,0	2,0 - 4,0	10,0
Шарошкові долота нафтового сортаменту	6,0	0,25 - 10,0	20 і більш

Форма часток шламу чинить вплив на величину підйомної сили, що створюється потоком. Залежно від структури порід і способу руйнування можлива широка різноманітність форм часток. Найчастіше зустрічаються частки зернистої форми, включаючи округлі і неправильної конфігурації.

Транспортування шламу стовбуром свердловини характеризується абсолютною швидкістю частки V , яка пов'язана з середньою швидкістю потоку рідини в кільцевому просторі ω співвідношенням

$$V = \omega - u, \quad (3.1)$$

де u - швидкість частки шламу відносно потоку рідини (відносна швидкість). Оскільки одна з величин V або ω зазвичай відома, то для визначення іншої необхідно знайти величину u .

В даний час відомо декілька залежностей для визначення швидкості осідання часток шламу. Слід відзначити, що дослідження по процесам руху часток в потоці рідин проводились в різних умовах і тому результати розрахунків по різним формулам для однакових вихідних даних не співпадають.

Рівняння руху твердої частки складається за законами механіки і сума усіх сил, діючих на частку, дорівнюється до сили інерції. В умовах гідропідйому це зробити легко, тому що траєкторія частки відома і напрям дії усіх сил співпадає з її напрямом.

На тіло, що занурюється в необмеженому об'ємі рідини, крім сили інерції діє сила тяжіння $G_T = \rho g V_T$ та Архімедові сила $P_A = \rho_P g V_T$. При появі відносної швидкості між тілом і рідиною виникає сила опору

$$R = C_f \frac{\rho_P u^2}{2}. \quad (3.2)$$

Рівняння руху тіла під дією цих сил можна записати у вигляді

$$G_T - P_A - R = m_T \frac{du}{dt}. \quad (3.3)$$

Підставляючи значення для G_T , P_A і R у рівняння (3.3) маємо

$$m_T \frac{du}{dt} = \rho_P g V_T \left(\frac{\rho}{\rho_P} - 1 \right) - C_f \frac{\rho_P u^2}{2}, \quad (3.4)$$

де ρ_P і ρ - відповідно густина рідини та щільність тіла, що занурюється; V_T - об'єм тіла, зануреного в рідину; f - площа проекції поверхні тіла на нормаль до вектору швидкості; C - коефіцієнт опору, який залежить від форми тіла та режиму обтікання; u - швидкість тіла відносно рідини; m_T - маса тіла.

При невстановленому русі з'являється дія сили інерції; розрахунки показують, що тривалість початкового періоду руху тіла зі стану спокою зазвичай мала і його можна не приймати до уваги. В загальному випадку розглядають рух встановлений і тому силу інерції дорівнюють нулю.

Після деяких перетворень рівняння (3.4) отримуємо

$$u = \sqrt{\frac{4g}{3C} d \left(\frac{\rho}{\rho_p} - 1 \right)}. \quad (3.5)$$

Ця формула має назву формули Рітгінгера і дуже поширена при гідравлічних розрахунках в бурінні. Слід зазначити, формула (3.5) отримана з умови, що тіло, яке рухається в рідині має кулеподібну форму.

Значення коефіцієнту опору залежить від двох чинників: форми та числа Рейнольда, яке для кулі з діаметром d визначається виразом

$$Re = \frac{ud}{\nu}, \quad (3.6)$$

де ν – кінематична в'язкість рідини.

Формула для визначення сили опору частки, яка має кулеподібну форму, при обтіканні її рідиною за Стоксом [35], має вигляд

$$R = 3\pi\mu du \quad (3.7)$$

де μ – динамічна в'язкість рідини.

Дорівнюючі праві частини рівнянь (3.2) і (3.6), маємо вираз для визначення коефіцієнту опору

$$C = 24/Re. \quad (3.8)$$

Підставляючи вираз (3.8) в рівняння (3.5), після деяких перетворень маємо так звану формулу Стокса, яку також рекомендують застосовувати при обчисленні швидкості занурення часток шламу в рідині

$$u = \frac{d^2 \rho - \rho_{ж} \bar{g}}{18\mu}. \quad (3.9)$$

Також при розрахунках використовують наступну формулу

$$u = \frac{v}{d} \exp 10 \left(\frac{\sqrt{\ln Ar + 2,3}}{2,3} - 1 \right), \quad (3.10)$$

яка отримана на підставі логарифмічного закону критеріальної залежності, що описує "стандартну криву" $C=f(Re)$ в діапазоні $Re=0,5 - 10^5$ [33]. В цій формулі Ar – безрозмірний параметр Архімеду

$$Ar = \frac{d^3 (\rho - \rho_P)}{v^2 \rho} g. \quad (3.11)$$

Часток шламу ідеальної сферичної форми не існує, тому до величини u для трьох основних форм – компактної, подовженої та площинної в порядку першого наближення слід застосовувати поправочні множники відповідно 0,7; 0,6 и 0,5.

Як було показано вище, всі формули що застосовують при розрахунках відносної швидкості не враховують впливу стінок, що обмежують кільцевий простір. Експериментальними дослідженнями, що були проведені у ВНДІБТ [30] було встановлено, що такий вплив має місце і з урахуванням цього чинника була визначена наступна формула для визначення відносної швидкості

$$u = \sqrt{\frac{2gl}{C_X} \left(\frac{\rho}{\rho_P} - 1 \right)}, \quad (3.12)$$

де l – характерний розмір частки шламу, C_X – коефіцієнт лобового опору, що визначається за формулою

$$C_X = \left(\frac{D_C - d_{BT}}{l} \right)^{-0.18}, \quad (3.13)$$

де D_C – діаметр свердловини; d_{BT} – діаметр бурильних труб.

В закордонній практиці проектування режиму промивки свердловини поширення одержала формула Уокера-Мейєза[4]

$$u = \sqrt{\frac{2gd(\rho - \rho_P)}{1,12\rho_P}}. \quad (3.14)$$

Нижче наведено графічні залежності швидкості осідання часток шламу, що характерні для шарошкового породоруйнівного інструменту.

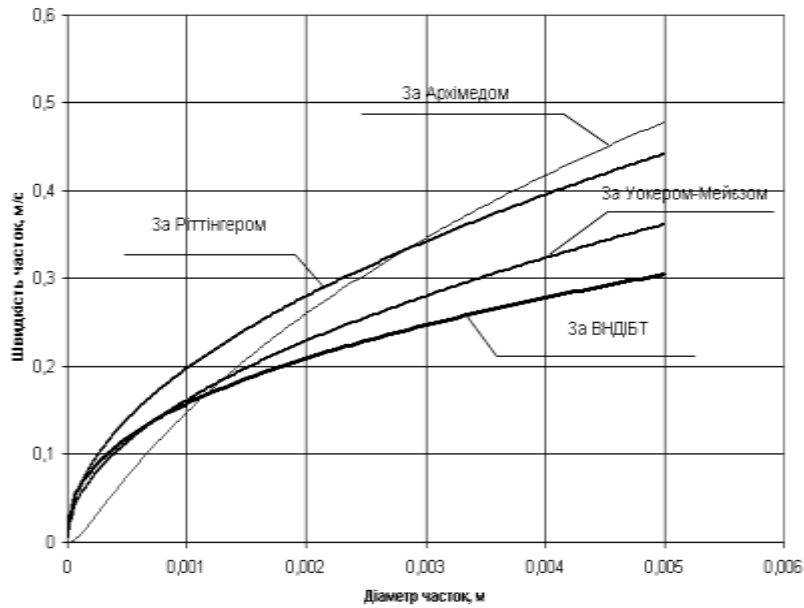


Рисунок 3.1. Залежність швидкості осідання часток, характерних для шарошккового буріння, від їх діаметру

Виходячи з даних рис. 3.1 можна зробити наступні висновки: найменша швидкість осідання часток характерна при розрахунках її за формулою ВДІБТ; при розрахунках за формулою Архімеда для часток характерним діаметром до $1 \cdot 10^{-3}$ швидкість осідання мінімальна, з ростом діаметру часток вона зростає і при діаметрі у $5 \cdot 10^{-3}$ вона максимальна у порівнянні з іншими залежностями.

Базовим параметром, що визначає тривалість процесу руху часток шламу стовбуром свердловини є рекомендована швидкість висхідного потоку (табл. 3.2) [33]

Таблиця 3.2

Рекомендовані швидкості висхідного потоку для доліт різних типів

Породоруйнівний інструмент	Швидкість висхідного потоку при промиванні, м/с	
	водою	глинистим розчином
Лопатеві долота	0,6 – 1,0	0,6 – 0,8
Шарошкові долота	0,6 – 0,8	0,4 – 0,6

Відносно зазначених швидкостей було розраховано величини подач рідини за допомогою бурового насосу, що дозволяють транспортувати шлам максимально можливого розміру (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Значення витрат промивальної рідини з умови створення необхідної швидкості в затрубному просторі, л/хв

Діаметр породоруйнівного інструменту, мм	Тип промивальної рідини			
	Вода		Глинистий розчин	
	Тип долота			
	Шарошкове	Лопатеве	Шарошкове	Лопатеве
151	265	635	212	529
132	189	454	151	378
112	144	346	115	288
93	86	207	69	173
76	47	112	37	94

Виходячи з отриманих даних (табл. 3.3), можна зазначити наступне: більш прийнятним інструментом для спорудження свердловин із шламовим випробуванням є шарошкові долота, оскільки лопатеві долота дають шлам занадто великих розмірів, транспортування якого вимагає великих витрат промивальної рідини, забезпечення останніх практично неможливе за існуючого парку бурового обладнання.

Таблиця 3.4

Значення витрати промивальної рідини для транспортування часток шламу різної форми

Діаметр коронки	Категорія порід за буримістю			
	II	III	IV	V
Переважає більшість шламу округлої форми				
151	121-211	121-211	181-242	181-242
132	106-185	106-185	158-211	158-211
112	90-157	90-157	134-179	134-179
93	74-130	74-130	112-149	112-149
Переважає більшість шламу пластинчастої форми				
151	121-242	121-182	121-182	91-121
132	106-211	106-158	108-158	79-106
112	90-179	90-134	90-134	67-90
93	74-149	74-112	74-112	56-74
Переважає більшість шламу неправильної форми				
112	90-157	90-134	90-134	67-90
93	74-130	74-112	74-112	59-74
76	61-106	61-91	61-91	46-61
59	47-83	47-71	47-71	35-47

Механічні властивості гірських порід також чинять значний вплив на умови транспортування шламу; спостереження довели, що шлам порід від

м'яких до твердих змінюється у формі від округлих далі до пластинчатих завершуючи частками неправильних форм; стосовно зазначеного були підраховані необхідні величини подач насосу для задовільного транспортування часток на гирло свердловини (табл. 3.4).

Дані табл. 3.4 свідчать про підлеглість умов транспортування часток зруйнованої породи їх формі, із ускладненням останньої, збільшуються сили опору руху продуктів руйнування та, як наслідок, збільшується швидкість винесення часток шламу.

Ефективним і таким, що дозволяє отримувати вичерпну геологічну інформацію стосовно перебудованих гірських порід є спосіб із гідротранспортом продуктів руйнування – КГК [30], у основі останнього лежить метод безперервного видалення із забою зруйнованої породи і транспортуванні її на поверхню потоком очисного агента, що забезпечується при використанні подвійної бурильної колони, спеціальних забійних снарядів і конструкцій породоруйнівного інструменту.

Оскільки за умов застосування комплексів КГК у якості породоруйнівного інструменту використовують спеціальні твердосплавні коронки, процес транспортування часток шламу дещо трансформується. В табл. 3.5 наведено порівняльні відомості щодо умов транспортування продуктів руйнування при бурінні безкерновим способом та КГК.

Таблиця 3.5
Рекомендовані абсолютні швидкості руху часток

Породоруйнівний інструмент	Абсолютна швидкість руху часток при промиванні, м/с	
	водою	глинистим розчином
Спеціальні твердосплавні коронки	0,05 – 0,12	0,04 – 0,1
Шарошкові долота	0,12 – 0,16	0,08 – 0,12

З даних табл. 3.5 видно, що за умов застосування комплексів КГК значно зменшується граничні значення необхідних величин подачі насосу, що позитивно відбивається на зниженні енергоспоживання буровим обладнанням.

У табл. 3.6 представлені значення середніх розмірів часток шламу характерних для спеціальної твердосплавної коронки типу КГК і розрахункові значення швидкості осідання часток шламу в нерухомій рідині u , $V_{\text{ч}}$ і швидкості висхідного потоку рідини, що забезпечує винесення часток шламу V_P для вказаних розмірів, за умови промивання свердловини водою ($\rho_p = 1000 \text{ кг/м}^3$) і глинистим розчином ($\rho_p = 1200 \text{ кг/м}^3$), значення ρ прийнято рівним 2500 кг/м^3 .

Таблиця 3.6

Розрахункові значення швидкостей осідання, винесення часток шламу і швидкості висхідного потоку очисного агента при промиванні свердловини водою і глинистим розчином

Вид породоруйнівного інструменту	Середній розмір часток шламу, мм	u , м/с	$V_{\text{ч}}$, м/с	V_P , м/с
Промивання водою				
Спеціальна твердосплавна коронка	0,5	0,139	0,028-0,042	0,167-0,181
Промивання глинистим розчином				
Спеціальна твердосплавна коронка	0,5	0,119	0,024 - 0,036	0,143 - 0,155

З даних табл. 3.6 випливає, що навіть у випадку наявності шламу із максимальними розмірами, буріння із застосуванням технологій КГК забезпечує задовільне стабільне винесення часток зруйнованої породи на поверхню [34].

В результаті проведених розрахунково-аналітичних досліджень отримано інженерну методику визначення раціональних витрат промивальної рідини, що забезпечує умови шламового випробування геологорозвідувальних свердловин із високим ступенем достовірності. Методика базується на об'єктивних даних щодо типу промивальної рідини, геометричних і гранулометричних характеристиках продуктів руйнування, типу породоруйнівного інструменту, технологій спорудження свердловин.

Розділ 4. Охорона праці

Поняття «охорона праці» або «техніка безпеки» включають в себе узгоджену систему взаємодії технічних засобів і прийомів роботи, направлених на створення умов праці, безпечних для життя і здоров'я працівників. Техніка безпеки займається також вивченням причин нещасних випадків і розробкою технічних і організаційних профілактичних заходів для їх упровадження у виробництво.

Виробнича санітарія займається боротьбою з виробничими захворюваннями – професійними і простудними.

До технічного керівництва буровими і гірничопрохідницькими роботами допускаються особи, що мають закінчену технічну освіту за фахом або право відповідального ведення цих робіт.

Всі робітники, що знов поступають або переводяться на роботу по іншій кваліфікації, повинні проходити виробничий інструктаж по техніці безпеки. В інструктажі передбачаються загальні питання по техніці безпеки, встановлені для даного структурного підрозділу, і спеціальні питання, пов'язані з виконуваною роботою.

Інструктаж із загальних питань техніки безпеки повинен проводити виконроб (старший виконроб), із спеціальних питань і на робочих місцях – майстер, головний механік (механік), енергетик.

Для проведення інструктажа з окремих питань техніки безпеки (способи надання першої допомоги потерпілим, правила пожежної безпеки, гасіння вогню і т.д.) повинні бути залучені кваліфіковані фахівці.

Після засвоєння встановленого інструктажу робітник проходить стажування безпосередньо на робочому місці під керівництвом кваліфікованого робітника.

На робочих місцях повинні бути вивішені інструкції, плакати і попереджувальні знаки, що безпосередньо відносяться до виконуваної роботи.

При введенні нових технологічних процесів і методів праці, нових видів устаткування, інструменту і механізмів, а також при введенні нових правил і інструкцій по техніці безпеки робітники проходять додатковий інструктаж. Якщо в процесі роботи виявиться, що робітник не знає тих або інших правил безпеки або безпечних методів праці, майстер або начальник ділянки проводить повторний інструктаж.

Конкретні правила охорони праці на об'єктах геологорозвідувальних робіт розглянемо на прикладі правил безпеки при виконанні бурових робіт [36]. Прокладати під'їзні шляхи, споруджувати бурові установки, розміщати обладнання, влаштовувати опалення, освітлення тощо необхідно проводити за проектами затвердженими керівниками підприємства. Бурову установку необхідно обладнати механізмами і пристосуваннями, які забезпечують безпеку праці. Зайняті на бурових установках робітники і спеціалісти забезпечуються захисними касками.

До верхолазних робіт з монтажу, демонтажу та обслуговування вишок (щогл) можна допускати лише робітників бурових бригад і вишкомонтажників, придатних за станом здоров'я до роботи на висоті і які пройшли навчання з безпечного ведення робіт. Необхідно дотримуватись відстані від бурової установки до житлових і виробничих приміщень, охоронних зон, залізниць і шосейних доріг, інженерних комунікацій, ЛЕП не менше висоти вишки (щогли) плюс 10 м, а до магістральних нафто- і газотрубопроводів - не менше 50 м. У разі буріння свердловин в населених пунктах і на території промислових підприємств допускається, за погодженням з органами Державної служби України з питань праці та пожежної інспекції, монтаж бурових установок на меншій відстані за умови проведення необхідних додаткових заходів, що забезпечують пожежну безпеку, безпеку робіт та населення.

Обладнання бурових установок

Бурові вишки (щогли) повинні кріпитись розтяжками з сталевих канатів, як це передбачено їх інструкціями з експлуатації. Кількість, діаметр і місце кріплення розтяжок необхідно виконувати відповідно до технічної документації.

Розтяжки повинні бути встановлені в діагональних площинах так, щоб вони не перетинали доріг, повітряних ліній електропередач, маршових сходів і перехідних майданчиків. Нижні кінці розтяжок необхідно кріпити через стяжні муфти до якорів. Кріплення розтяжок необхідно виконувати не менш ніж трьома затисками. Розтяжки треба робити із суцільного канату.

Пальці, свічкоукладач та свічкоприймальну дужку треба застраховувати від падіння у разі їх поломки, щоб вони не перешкоджали руху талевого блоку і елеватора.

Біля стаціонарних та пересувних бурових установок з боку робочого (основного) виходу необхідно влаштовувати прийомний міст з нахилом 1:10 з дощок товщиною не менше 40 мм і довжиною, що перевищує довжину бурильних труб (свічок), які виносяться, не менш ніж на 2 м. Для укладання бурильних та обсадних труб біля приймального мосту необхідно обладнати стелажі з пристроями, що запобігають розкачуванню труб. Якщо висота приймального мосту понад 0,7 м, його треба виготовляти з дощок товщиною не менше 50 мм і обладнати поручнями з боку, протилежного стелажу.

Запобіжний пристрій бурових насосів необхідно підбирати з розрахунку спрацювання у разі перевищення максимального робочого тиску на 3% і обладнати його зливною лінією, через яку у разі спрацювання запобіжного клапану промивна рідина скидається в прийомну ємкість. Зливну лінію необхідно виконувати без різких перегинів і жорстко кріпити.

Монтаж, демонтаж бурових вишок (щогл)

Механізми та пристрої для підйому зібраних на землі вишок і вантажів (лебідки, козли, стріли, канати тощо) необхідно вибрати за умови трикратного запасу міцності по відношенню до максимально можливого навантаження.

Перед підйомом зібраної на землі вишки керівник робіт повинен перевірити правильність збору вишки, правильність та надійність оснастки і кріплення канатів підйомної системи, надійність кріплення опорних плит, справність підйомних механізмів, пристроїв, канатів, ланцюгів тощо.

Піднімати і спускати зібрану бурову вишку або її полотна (пар) необхідно за допомогою підйомних лебідок, кранів або тракторів. Підвалини упорних ніг вишки треба надійно закріпити для запобігання зміщення під час підйому. Робітників, підйомні і транспортні механізми на час підйому слід розташовувати від вишки на відстані її висоти плюс 10 м. Для запобігання перекидання вишки, що підіймається, її треба обладнати страховою відтяжкою.

Монтаж, демонтаж пересувних і самохідних установок

Монтувати і демонтувати бурове обладнання із застосуванням вантажопідйомних кранів слід згідно з вимогами "Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів".

Підтримувати і направляти обладнання, що переміщується з допомогою механізмів, необхідно лише з застосуванням відтяжок.

Устатковувати талеву систему і ремонтувати кронблок щогли, яка не має кронблочного майданчика, необхідно за умов опущеної щогли з використанням драбини або спеціальних майданчиків.

Пересування бурових установок

Трасу пересування вишок і бурових установок необхідно заздалегідь обрати і підготувати, щоб на ній не було різких переходів від спуску до підйому та навпаки. Односторонній нахил пересування вишок та бурових установок не повинен перевищувати того, який допускається їх технічним паспортом .

Трасу слід відмітити рядом віх, встановлених на відстані не більше 100 м одна від одної з лівого по ходу боку, а на поворотах траси та на закритій місцевості - з урахуванням їх видимості.

Пересувати вишки бурових установок слід під час вітру силою не більше 5 балів (або 7 балів для блоків, на яких немає вишок), а на різко пересіченій місцевості - вітру до 4 балів, відсутності сильного туману, дощу, снігопаду, ожеледиці. У разі пересування бурових установок в темний час доби трасу між буровою установкою, яку пересувають, і тягачем, а також по ходу пересування треба освітлювати від вишки. Для запобігання проковзування вишки у разі її руху під нахил слід застосовувати страхову відтяжку, закріплену до підвалин

вишки. Під час пересування бурових установок або вишок усі предмети, залишені на них, які можуть переміститися, повинні бути закріплені. Бурові вишки заввишки більш ніж 14 м незалежно від рельєфу місцевості пересуваються з використанням підтримуючих відтяжок із сталевих канатів.

Буріння свердловин

Пов'язані з бурінням свердловин роботи можна проводити лише на закінченій монтажем буровій установці за наявності геолого-технічного наряду та після оформлення акту прийому бурової установки в експлуатацію.

Талевий канат необхідно закріплювати на барабані лебідки з допомогою спеціальних пристроїв, передбачених конструкцією барабану. У всіх випадках під час спуско-підйомних операцій на барабані лебідки треба залишати не менше трьох витків канату. Машиніст бурової установки перед початком зміни повинен перевірити всі працюючі канати.

Нерухомий кінець талевого канату необхідно закріплювати спеціальним пристосуванням, яке дозволяє його перетягування, так щоб він не торкався елементів вишки (щогли).

З'єднувати канат з підйомним інструментом необхідно за допомогою коуша і не менш ніж трьома гвинтовими затискачами або канатним замком. Різати/рубати сталеві канати необхідно з допомогою спеціальних пристосувань.

Для спуско-підйомних операцій слід застосовувати канат, у якого:

- цілі всі пасма;
- на довжині кроку скрутки канату діаметром до 20 мм число обірваних дротин складає менше 5%, а канату діаметром понад 20 мм - менше 10%;
- його найменший діаметр складає 90% та більше від початкового;
- нема сплюснутості або витягнутості;
- нема втиснутості пасом внаслідок розриву сердечника;
- нема скруток (жучків).

Для спуско-підйомних операцій необхідно застосовувати вантажопідйомні пристрої і пристосування (елеватори, фарштулі, напівавтоматичні елеватори,

вертлюги-пробки тощо), які відповідають стандартам або технічним умовам заводів-виробників.

Бурові насоси та їх обв'язку (компенсатори, трубопроводи, штанги і сальники) перед вводом в експлуатацію необхідно опресувати водою з тиском в 1,5 рази вище максимального робочого. Запобіжний клапан насосу необхідно відрегулювати таким чином, щоб він спрацьовував під тиском, який на 3% перевищує робочий. Демонтаж пристроїв для опресування обв'язки необхідно проводити після зняття тиску в системі. Результати опресування слід оформляти актом.

Під час буріння необхідно свічки заводити за палець вишки (щогли), піднімати бурильні, колонкові та обсадні труби з приймального мосту і опускати їх на нього із швидкістю руху елеватора до 1,5 м/сек.

Очищати бурильні труби від глиняного розчину у разі підйому необхідно спеціальними пристроями.

Різниця в довжині свічок бурильних труб повинна бути не більше 0,5 м, При цьому свічки мінімальної довжини можуть виступати над рівнем підлоги робочого майданчику (полатів) не менше ніж 1,2 м, а свічки максимальної довжини - не більше 1,7 м.

Перекріплювати механічні патрони шпинделя можна після повної зупинки шпинделя та перемикання рукоятки вмикання і вимикання обертача (коробки зміни передач) в нейтральне положення.

Всі операції по згвинчуванню і розгвинчуванню сальника і бурильних труб необхідно виконувати із спеціального майданчика.

Якщо розмір діаметру сталевих бурильних труб 63,5 мм і більше для їх переміщення від гирла свердловини до підсвічника і назад, а також для підтягування труб за палець вишки у разі відстані від верхньої площадки до осі бурової вишки більшої 0,7 м, необхідно використовувати гачки. Гачки, які знаходяться на верхній площадці необхідно тримати прив'язаними.

Згвинчувати і розгвинчувати породоруйнуючий інструмент та витягувати керн з підвішеної колонкової труби необхідно з дотриманням наступних вимог:

- труба утримується на вазі гальмом, підвішування труби допускається лише на вертлюзі-пробці, кільцевому елеваторі або напівавтоматичному елеваторі при закритому і зафіксованому защіпкою затворі;
- відстань від нижнього кінця труби до підлоги необхідно витримувати не більше 0,2 м.

У разі використання напівавтоматичних елеваторів необхідно:

- підвішувати елеватор лише до вертлюга-амортизатора;
- застосовувати підсвічники, які мають по периметру металеві борти висотою не менше 350 мм;
- машиністу під час підйому елеватора вгору по свічці знаходитись на відстані не менше 1 м від підсвічника.

Під час витягування керну з колонкової труби забороняється:

- підтримувати руками знизу колонкову трубу, яка знаходиться в підвішеному стані;
- перевіряти рукою положення керну в підвішеній колонковій трубі;
- витягувати керн струшуванням колонкової труби лебідкою, нагріванням колонкової труби.

Керувати трубооборотом при загвинчуванні і розгвинчуванні бурильних труб з його допомогою дозволяється лише помічнику машиніста. Кнопку управління трубооборотом необхідно розташовувати таким чином, щоб уникнути можливості одночасної роботи з вилками і кнопкою управління.

Під час роботи з трубооборотом забороняється:

- тримати руками свічку, яка обертається;
- вставляти вилки в прорізи замка бурильної труби або виймати їх до повної зупинки водила;
- користуватись ведучими вилками з подовженими рукоятками і зі спрацьованими зівами, що перевищують розміри прорізів у замкових та ніпельних з'єднаннях більше ніж на 2,5 мм;
- застосовувати додаткові трубні ключі для розкріплення міцно затягнутих різьбових з'єднань;

- стояти в напрямку обертання водила у початковий момент розкріплення різьбового з'єднання;
- проводити включення трубозвороту, якщо підкладна вилка встановлена на центратор з нахилом, а хвостова частина вилки не увійшла в заглиблення між виступами кришки.

У разі роботи з труботримачем для буріння зі знімальним керноприймачем (СЗК і КСЗК) необхідно:

- використовувати для затиску бурильних труб плашки, що відповідають діаметру труб;
- здійснювати затиск колони труб лише після повної її зупинки;
- рух бурильної колони виконувати лише при відкритому труботримачі;
- знімати обойму з плашками перед підняттям зі свердловини колонкового снаряду і перед початком буріння.

Під час руху бурильної колони забороняється утримувати педаль труботримача ногою і знаходитись у безпосередній близькості від гирла свердловини.

Розділ 5. Охорона навколишнього середовища

У відповідності до вимог чинного законодавства для проведення робіт по бурінню свердловини мають бути відведені окремі земельні ділянки під бурові майданчики, кожен з яких повинен мати площу достатню для розміщення бурового обладнання, привишкових споруд, службових та побутових приміщень та іншого з урахуванням екологічних, санітарних, протипожежних вимог [37]. Зелені насадження в межах бурових майданчиків повинні бути відсутні.

Охорона природного середовища при бурінні свердловин складається з дотримання всіх технологічних вимог, що передбачаються робочими проектами на спорудження даних свердловин і в захисті водоносних горизонтів від забруднення.

Аналіз виробничої діяльності бурових підприємств свідчить, що найуразливішим компонентом довкілля, який найбільше зазнає негативного впливу з боку реалізації технологічних процесів спорудження свердловин, є поверхневі та підземні води – це є наслідком їхньої розповсюдженості, динамічності, ресурсної цінності та виняткової важливості екосистемних функцій.

Заходи щодо охорони водних ресурсів повинні передбачати наступне: на буровій ділянці організовується належна система складування продуктів руйнування гірських порід, для чого передбачаються спеціальні площадки; облаштовується тверде покриття промислової ділянки для розміщення і обслуговування відповідної техніки; організовується комплекс техніко-технологічних заходів із запобігання забруднення підземних вод та раціонального використання водних ресурсів.

Організації, що займаються спорудженням свердловин зобов'язані дотримуватися наступних правил щодо нівелювання впливу викидів забруднюючих речовин на атмосферне середовище: здійснювати організаційно-господарські, технічні та інші заходи, спрямовані на забезпечення виконання вимог, передбачених стандартами та нормативами екологічної безпеки у галузі охорони атмосферного повітря, дозволами на викиди забруднюючих речовин тощо; вживати

заходів щодо зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин і зменшення впливу фізичних факторів; забезпечувати безперебійну ефективну роботу і підтримання у справному стані споруд, устаткування та апаратури для очищення викидів і зменшення рівнів впливу фізичних та біологічних факторів; здійснювати контроль за обсягом і складом забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, і рівнями фізичного впливу та вести їх постійний облік; заздалегідь розробляти спеціальні заходи щодо охорони атмосферного повітря на випадок виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і вживати заходів для ліквідації причин, наслідків забруднення атмосферного повітря; забезпечувати здійснення інструментально-лабораторних вимірювань параметрів викидів забруднюючих речовин стаціонарних і пересувних джерел та ефективності роботи газоочисних установок; забезпечувати розроблення методик виконання вимірювань, що враховують специфічні умови викиду забруднюючих речовин; - використовувати метрологічно атестовані методики виконання вимірювань і повірені засоби вимірювальної техніки для визначення параметрів газопилового потоку і концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та викидах стаціонарних і пересувних джерел; здійснювати контроль за проектуванням, будівництвом і експлуатацією споруд, устаткування та апаратури для очищення газопилового потоку від забруднюючих речовин і зниження впливу фізичних та біологічних факторів, оснащення їх засобами вимірювальної техніки, необхідними для постійного контролю за ефективністю очищення, дотриманням нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин і рівнів впливу фізичних та біологічних факторів та інших вимог законодавства в галузі охорони атмосферного повітря.

Виробничі підприємства, у тому числі і бурові, повинні контролювати зміни і нововведення у природоохоронному законодавстві, у тому числі з питань поводження з відходами, організувати природоохоронну роботу з урахуванням цих змін і нововведень.

У відповідності до розробленого проекту комплекс обладнання та привишкових споруд компактно розміщується на майданчику бурової, покриття яко-

го передбачається здійснити залізобетонними плитами. На покритій залізобетонними плитами частині кожного майданчика окрім основного та допоміжного бурового обладнання розташовуються службові і побутові приміщення, майданчик для розміщення спецавтотехніки. Інша частина майданчика, яка не покривається залізобетонними плитами, використовується для розміщення кагатів родючого та мінерального ґрунтів, водяної свердловини з водоохоронною зоною та інших потреб.

У зв'язку з проведенням бурових робіт слід виділити дві групи екологічних заходів.

Перша торкається охорони надр і передбачає в основному захист природних масивів порід від забруднення підземних вод і перетікання підземних вод з одного горизонту на іншій. З цією метою забороняється застосовувати промивальні і тампонажні склади, рецептура яких не відповідає санітарним нормам.

Друга група заходів передбачає природоохоронні заходи щодо захисту довкілля.

Охорона поверхні землі є основним заходом, при якому на точці буріння знімається і складається родючий шар землі не менше 0,6 м.

Площа, займана буровою установкою, не повинна перевищувати встановлену для цього типу установки норму. Іншим критерієм є щільність забудови, яка має бути не менше 30% від загальної площі.

Особливі вимоги встановлюються до прокладення доріг, електроліній, водопроводів. Їх будівництво повинне завдавати мінімального збитку.

В процесі буріння повинні прийматися заходи по захисту від попадання розчинів і паливно-мастильних матеріалів в ґрунт, ґрунтові або поверхневі води.

Після закінчення буріння уся раніше займана площа повинна рекультуватися, тобто відновлюватися в початковому виді.

Розділ 6. Організація та економіка бурових робіт

Спорудження свердловин у найкоротший термін та у повній відповідності до геолого-технічного завдання, можливо лише за чіткої структурної організації виконання бурових робіт [38]. Керівником бурових робіт є начальник виробничо-технічної служби (ВТС), підлеглий головному інженеру експедиції. Кожну бригаду очолює буровий майстер. В зміні процес спорудження свердловин безпосередньо здійснюють машиніст бурової установки V або VI розряду (в залежності від глибини свердловин і складності геолого-технічних умов) і його помічник III - IV розрядів. В склад ВТС входять бурові цехи і диспетчерська служба, що забезпечує взаємозв'язок з допоміжними цехами: глиностанцією, ремонтно-механічними майстернями, електроцехом, гаражем, будцехом, складом.

Графік змінності залежить від місцеположення ділянки геолого-розвідувальних робіт, його віддалення від бази або експедиції, відстані між окремими свердловинами, форми організації праці і інших чинників.

В кожній експедиції створюється технологічна група, що складається з старшого технолога, інженера і техника-технолога. В групу можуть включатися кваліфіковані майстри по ремонту і настройці приладів, газокернонабірників, знімних керноприймальників і іншого спеціального інструменту. В обов'язок групи входить контроль за технологічними процесами, впровадження нових передових технологій, іспит нової техніки. Разом з співробітниками глиностанції група може брати участь в розробці рецептури очисних агентів і тампонувальних сумішей.

Якщо буріння виконується самохідними і пересувними установками, то перевезення і монтаж-демонтаж останніх проводяться силами бурових змін і бригад. Перевезення і монтаж-демонтаж блочних стаціонарних установок з частковим їх розбиранням також робить бурова бригада. Використання стаціонарних установок, які вимагають для перевезення повного розбирання, нерационально.

Якщо буріння ведеться стаціонарними установками з баштовими буровими вишками, то в експедиції організується вишко-монтажна бригада. Ця бригада завчасно готує в проектній ділянці майданчик, збирає і встановлює вишку, зміцнюючи її розтяжками, споруджує циркуляційну систему. Бурове обладнання і будинок перевозиться на нову точку силами буровий бригади або спільно з монтажниками.

Відповідно до геолого-технічного наряду, на кожен свердловину складається специфікація, що визначає потребу у основних видах бурового устаткування, інструменту і матеріалів, необхідних для буріння і поповнення зносу. Розрахунки виконуються на основі норм, передбачених "Збіркою кошторисних норм" [39]. Специфікація бурового устаткування включає бурову установку (верстат), насос, вишку (щоглу), напіваавтоматичний елеватор, трубозворот.

Необхідна кількість бурового інструменту розраховується по наступних позиціях: обсадні і бурильні труби і їх з'єднання, колонкові труби, перехідники, коронки і долота.

Витрати матеріалів включають промивну рідину в цілому і глину та конкретні реагенти (добавки) зокрема, цемент і необхідні добавки.

Витрати часу на буріння за спрощеною методикою визначаються відносно середньозваженого діаметру бурової свердловини:

$$D_c = (D_1 L_1 + D_2 L_2 + \dots + D_n L_n) / \sum L$$

$$D_c = (0,132 \cdot 10 + 0,112 \cdot 110 + 0,076 \cdot 1025 + 0,059 \cdot 115) / 1260 = 0,078 \text{ м, приймаємо } D_c = 76 \text{ мм.}$$

Визначаємо кількість верстато-змін на спорудження проекрованої свердловини:

$$T = H \cdot L_k, \text{ вст-змін, } T = 0,35 \cdot 1260 = 441 \text{ вст-змін.}$$

де H - норма часу на спорудження свердловини у відповідності до діаметру та глибини, вст-змін., L_k – кінцева глибина свердловини, м.

В подальших розрахунках будимо використовувати отримане значення витрат часу на спорудження свердловини

Визначаємо необхідну кількість бурового інструменту.

а. Витрати колонкових труб

Зовнішній діаметр, мм	Обсяг буріння, м	Середня категорія по інтервалу	Початкова кількість, м	Норма зносу, м/м	Кількість на поповнення зносу, м	Загальна кількість, м
73	120 – 1145	IX	4,5	0,078	35,4	40
57	1145 – 1260	IX	4,5	0,096	43,6	48

б. Витрати подвійних перехідників

Шифр перехідника	Обсяг буріння, м	Середня категорія по інтервалу	Початкова кількість, шт.	Норма зносу, шт/м.	Кількість на поповнення зносу, шт.	Загальна кількість
ПО 50/76	120 – 1145	IX	1	0,004	5,04	6
ПО 50/59	1145 – 1260	IX	1	0,0117	14,7	16

в. Витрати бурильних труб

Шифр бурильної колони	Група свердловини по глибині, м	Кінцевий діаметр і спосіб буріння	Норма зносу, м/ст.-зм.	Початкова кількість, м.	Витрати на знос, м	Загальні витрати, м.
СБТН 50	1260	59	0,89	1260	403	1653

г. Витрати з'єднань бурильних труб

Вид елементу з'єднання	Норма зносу, шт/верст.-зм.	Початкова кількість, шт.	Витрати на знос, шт.	Загальні витрати, шт.
Замки (ніпелі) для з'єднання свічок	0,247	68	112	170
Ніпелі для з'єднання труб у свічку	03	204	136	340

д. Витрати промивальної рідини

Норма витрат м ³ /хв	Кількість, м ³	Використана кількість, м ³	Загальна кількість, м ³
0,092	22	116	138

е. Потрібне обладнання та матеріали

Найменування	Тип (шифр)	Одиниця вимір.	Кількість
<i>Бур. обладнання:</i>			
Верстат	СКБ-7	шт	1
Насос	НБ4-320/63	шт	1
Елеватор полуавтоматичний	МЗ 50-80-2	шт	1
Труборазворот	РТ 1200М	шт	1
Бурова щогла	БМТ 7	шт	1
Електростанція пересувна	АСД-АД-100	шт	1
Блок талевий і роликовий	БТ-249-13700	шт	1

Вертлюг сальник	ВС-10	шт	1
Транспортна база	ТБ-15	шт	1
Домкрат гідравлічний	ДГМО	шт	1
КИП	КУРС-613	шт	1
Переносна лабораторія для промивальних рідин	ЛГР-3	шт	1
Глиномішалка		шт	1
Трансформаторна підстанція	КТП 10/04-100	шт	4
<i>Буровий інструмент</i>			
Колонкові труби	d=73	м	10,4
	d=57	м	42,6
Двойні перехідники	ПО 50/73	шт	2
	ПО 50/57	шт	3
Бурильні труби	СБТН 50	м	1653
Ниппель		шт	370
ОБТ		м	27,9
<i>Застосування реагентів</i>			
ПВЛР		кг	1440
КМЦ		кг	96
Піногасник		кг	96
Глина		кг	3000

Постійний оперативний контроль і збір інформації про геологорозвідувальні роботи, передача її керівництву по мірі необхідності для прийняття рішення, покладаються на диспетчерську службу, яку очолює старший диспетчер. Змінність роботи диспетчерів співпадає, як правило, з графіком змінності бурового цеху.

В денний час, по попереднім заявкам бурових майстрів або екстреним вимогам машиністів установок, старший диспетчер замовляє на складі і організує доставку до місця призначення потрібного обладнання, інструменту і матеріалів. На диспетчерському пункті повинен бути повний список аварійного інструменту і місця його знаходження, щоб при необхідності його можна було швидко перевезти до місця виникнення аварії.

Висновки

1. Роботи з пошуку та розвідки нових горизонтів покладів залізозміщуючих руд та мінералів є складовою частиною програми розвитку гірничо-видобувного комплексу України. Результатом цього є забезпечення сировиною розвиненої металургійної промисловості нашої держави.

2. Розроблені в технічному проекті спорудження свердловин техніко-технологічні рішення базуються на даних щодо геологічного розрізу та гідрогеологічних умов, фізико-механічних параметрів порід і технологічних вимог до буріння, стратиграфічних особливостей залягання продуктивних горизонтів.

3. При розробці проекту було виконано: обґрунтування прогресивної конструкції свердловини, вибір основного та допоміжного бурового обладнання та інструменту з перевірочними розрахунками останніх.

4. Для запобігання прояву ускладнень при бурінні свердловин, викликаних геологічними умовами та можливістю виникнення передумов викривлення стовбура свердловини, здійснено: обґрунтування технологічних параметрів режиму буріння у поєднанні із засобами механізації та автоматизації.

5. Визначено інструментарій, методи та прийоми застосування технічних засобів і технології буріння по корисній копалині.

6. В проекті розглянуті питання: приготування та очистки промивальної рідини, гідравлічного розрахунку промивання свердловини, матеріального постачання бурових установок та способу забезпечення електрикою.

7. Розроблено технічні та технологічні засади програми проектування регламенту перебурки непродуктивних товщ порід, що забезпечує істотне підвищення основних економічних показників спорудження свердловин з одночасним повним виконанням параметрів геологічного завдання.

8. Виконано обґрунтування заходів із попередження негативного впливу бурових робіт на геологічне середовище та визначено заходи з охорони праці на об'єктах ведення геологорозвідувальних робіт на прикладі правил безпеки при виконанні бурових операцій.

Перелік посилань

1. Войновський А. С., Бочай Л. В., Нечаєв С. В. та ін. Комплексна металогенічна карта України. Масштаб 1:500000. Пояснювальна записка. – К.: УкрДГРІ, 2002. – 336 с.
2. Єсипчук К. Ю., Бобров О. Б., Степанюк Л. М. та ін. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита. Пояснювальна записка. – К.: УкрДГРІ, 2004. – 30 с.
3. Лисенко О.А., Колотієвський Р.П., Ковтун О.В. Південно-Білозірське родовище багатих залізних руд // Збірник наукових праць УкрДГРІ, 2018, № 3 - 4. – С. 30 – 53.
4. Кушинов Н.В. К вопросу геологического строения Белозерского района // Геол. журн. – 1981. – № 4. – С. 14 – 19.
5. Кушинов Н.В. Новое о тектоническом строении Белозерского железорудного района // Геол. журнал. – 1981. – № 6. – С. 112 – 117.
6. Грінченко О.В., Курило М.В., Михайлов В.А. та ін. Металічні корисні копалини України. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2006. – 220 с.
7. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України. – К.: Знання, 2006. – 511 с.
8. Гудзевич А.В. Регіональна фізична географія / А.В. Гудзевич. – Вінниця: Віндрук, 2005. – 464 с.
9. Свинко Й. М. Геологія. Підручник / Й. М. Свинко, М. Я. Сивий. – К.: Либідь, 2003. – 480 с.
10. Немець Л.М. Економічна і соціальна географія України / Л.М. Немець, П.А. Вірченко, Ю.Ю. Сільченко. – Харків: ФОП Грицак С.Ю., 2014. – 276 с.
11. Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І. та ін. Металічні корисні копалини України. – Київ – Львів: Вид-во “Центр Європи”, 2006. – 740 с.

12. Щеголев И.Н. Железорудные месторождения докембрия и методы их изучения. М.: Недра, 1985. – 193 с.
13. Смирнов В.І. Геологія корисних копалин. К.: Вища школа, 1995. – 295 с.
14. Белевцев Я.Н., Епатко Ю.М. Железорудные месторождения Украины и их прогнозная оценка. К.: Наукова думка, 1981. – 230 с.
15. Строна П.А. Главные типы рудных формаций. Л.: Недра, 1978. – 199 с.
16. Кулиш Е.А., Плотников А.В. Геологические факторы экономической ценности железорудных месторождений. К.: Логос, 2005. – 292 с.
17. Огняник М.С. Мінеральні води України. К., ВПЦ "Київський університет", 2000. – 216 с.
18. Климентов П.П., Кононов В.М. Динамика подземных вод. М.: Недра, 1985. – 384 с.
19. Мандрик Б.М., Чомко Д.Ф., Чомко Ф.В. Гідрогеологія. – К.: Либідь, 2005 – 197 с.
20. Технология и техника разведочного бурения / Ф.А. Шамшев, С.Н. Тараканов, Б.Б. Кудряшов и др. – М.: Недра, 1983. – 565 с.
21. Разведочное бурение / А. Г. Калинин, О. В. Ошкордин, В. М. Питерский и др. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. – 748 с.
22. Геологорозвідувальна справа і техніка безпеки: навч. Посібник / П.П. Вирвїнський, Ю.Л. Кузін, В.Л. Хоменко. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. - 368 с.
23. Пономарев П.П., Каулин С.А. Отбор кернa при колонковом геологоразведочном бурении. - Л.: Недра, 1989. - 256 с.
24. Ивачев Л.М. Промывка и тампонирование геологоразведочных скважин: Справочное пособие. - М.: Недра, 1989. – 246 с.
25. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин / Под ред. Е.А.Козловского: В 2 т. – М.: Недра, 1984. – Т.1 – 512 с.

26. Лимитовский А.М. Электрооборудование и электроснабжение геологоразведочных работ: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1986. - 271 с.
27. Воздвиженский Б.И., Волков С.А., Волков А.С. Колонковое бурение: Учебное пособие. – М.: Недра, 1989. – 247 с.
28. Буровой инструмент для геологоразведочных скважин: Справочник / Под ред. Н.И. Корнилова. - М.: Недра, 1990. - 395с.
29. Шамшев Ф.А., Шелковников И.Г. Автоматизация и механизация производственных процессов при бурении геологоразведочных скважин. - Л.: Недра, 1982. - 238 с.
30. Давиденко А.Н., Игнатов А.А. Прямая и обратная схемы очистки при бурении скважин. – Д.: РВК НГУ, 2012. – 101 с.
31. Михайлова Н.Д. Техническое проектирование колонкового бурения. - М.: Недра, 1985. - 200 с.
32. Сулакшин С.С. Направленное бурение. - М.: Недра, 1987. - 272 с.
33. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в осложненных условиях. – М.: Недра, 1987. – 269 с.
34. Давиденко А.Н., Игнатов А.А., Полищук П.П. Транспортировка продуктов разрушения при бурении скважин. – Д.: РВК НГУ, 2016. – 116 с.
35. Ленов Е.Г., Исаев В.И. Гидроаэромеханика в бурении. – М.: Недра, 1987. – 304 с.
36. Голінько В.І. Охорона праці при геологорозвідувальних роботах: навч. посіб. / В.І. Голінько, О.В. Безщасний; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 218 с.
37. Потемкин А.А. Охрана недр и окружающей среды. - М.: Недра, 1977. - 205 с.
38. Справочное руководство мастера геологоразведочного бурения / Г.А. Блинов, Б.И. Васильев, Ю.В. Бакланов и др. - Л.: Недра, 1983. - 400 с.
39. Збірник укрупнених кошторисних норми на геологорозвідувальні роботи (ЗУКН), розділ 13. Буріння геологорозвідувальних свердловин. Геоінформ. Київ, 1999. 342 с.

ДОДАТОК А
Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	НГІБ.КР.20.05.ПЗ	Пояснювальна записка	89	
5					
6		НГІБ.КР.20.05.ДМ	Демонстраційний матеріали	14	
7					
8			Геологічна карта ділянки (родовища)	1	
9			Геологічний розріз ділянки (родовища)	1	
10			Геолого-технічний проект	1	
12			Пропозиції з удосконалення технології буріння	1	

ДОДАТОК Б

ВІДЗИВ

на кваліфікаційну роботу магістра на тему: «Розробка технології спорудження розвідувальної свердловини для умов Білозерського залізрудного району з удосконаленням системи перебування непродуктивних товщ» студентки групи 184м-19-1 ГРФ, Лухтанової Вікторії Сергіївни

1. Метою кваліфікаційної роботи є оволодіння методами самостійного рішення широкого кола прикладних інженерних задач в галузі буріння розвідувальних свердловин, обробка й узагальнення результатів досліджень шляхом комплексного використання отриманих у процесі навчання знань та умінь.

2. Розробка проекту з пошуку та розвідки нових горизонтів покладів залізовміщуючих руд та мінералів, з метою забезпечення вітчизняної металургійної промисловості сировиною, є складовою частиною програми розвитку гірничо-видобувного комплексу України.

3. Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра за спеціальністю 184 «Гірництво».

4. Тема та зміст роботи відповідає освітньо-професійній програмі підготовки магістра за спеціальністю 184 «Гірництво», зокрема в розділі проектування технології та супроводження процесів, пов'язаних з бурінням свердловин на тверді корисні копалини.

5. Практичне значення та оригінальність технічних рішень полягає в наступному – рішення базуються на даних щодо геологічного розрізу, фізико-механічних параметрів гірських порід і технологічних вимог до буріння, умов залягання водоносних горизонтів; для запобігання ускладнень при бурінні свердловин, викликаних геологічними умовами та можливістю виникнення передумов викривлення стовбура свердловини, здійснено: вибір конструкції свердловини, обґрунтування технологічних параметрів режиму буріння у поєднанні із засобами механізації та автоматизації; розроблено методичні основи процесу переборювання непродуктивних товщ гірських порід.

6. В роботі застосовані програми Excel, Matncad, Компас 3D.

7. Відповідність оформлення кваліфікаційної роботи стандартам задовільна.

8. Ступінь самостійності виконання кваліфікаційної роботи високий.

9. За умов відповідного представлення до захисту, кваліфікаційна робота заслуговує оцінки «відмінно» (91 бал).

10. Значущих недоліків, які б виступали підставою для зниження вказаної оцінки, кваліфікаційна робота магістра не містить.

Керівник кваліфікаційної роботи,
завідувач кафедри НГІБ

_____ Коровяка Є.А.