

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 бакалавра
(бакалавра, магістра)

студента Шипілова Віктора Юрійовича
(ПІБ)

академічної групи 184-17з-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 Переверзівського залізорудного родовища Запорізької області
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Ігнатов А.О.			
розділів:				
Технологічний	Ігнатов А.О.			
Охорона праці та навколишнього середовища	Савельєв Д.В.			
Рецензент	Терешкова О.А.			
Нормоконтролер	Расцветаєв В.О.			

Дніпро
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

нафтогазової інженерії та буріння
(повна назва)Коров'яка Є.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 04 » травня 2021 року**ЗАВДАННЯ****на кваліфікаційну роботу****ступеня** бакалавра

(бакалавра, магістра)

студенту Шипілову Віктору Юрійовичу академічної групи 184-173-1 ГРФ
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності 184 Гірництво

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою «Буріння розвідувальних та експлуатаційних свердловин»

на тему Розробка технології спорудження розвідувальної свердловини для умов Переверзівського залізрудного родовища Запорізької області

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 19.05.2021 р. № 273-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Технологічний</i>	<i>Коротка геолого-географічна та літологічна характеристика ділянки проведення робіт; геолого-технічний аналіз особливостей спорудження розвідувальних свердловин в умовах обмеженої геологічної інформативності. 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>	02.06.21 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>	04.06.21 р.

Завдання видано _____ Ігнатов А.О.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)Дата видачі 04.05.2021 р.Дата подання до екзаменаційної комісії 08.06.2021 р.Прийнято до виконання _____ Шипілов В.Ю.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 76 с., 14 рис., 15 табл., 2 додатки, 30 джерел.

РОДОВИЩЕ КОРИСНИХ КОПАЛИН, РОЗВІДУВАЛЬНА СВЕРДЛОВИНА, КЕРН, ГІРСЬКА ПОРОДА, ДОЛОТО, АЛМАЗНА КОРОНКА, ПАРАМЕТР РЕЖИМУ, ЗАЛІЗИСТИЙ КВАРЦИТ.

Сфера застосування розробки – буріння свердловин на тверді залізорудні корисні копалини.

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

Мета роботи – розробка прогресивної технології буріння свердловин для умов розвідки залізистих кварцитів (з урахуванням наявності обмеженої геологічної інформативності) в товщах анізотропних магматичних порід, схильних до інтенсивного викривлення стовбура свердловини, що ґрунтуються на методах відпрацювання спеціальних режимних параметрів руйнування забою.

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

Практичні результати – розроблено прогресивну технологію буріння свердловин для умов розвідки залізистих кварцитів в товщах анізотропних порід, схильних до інтенсивного викривлення стовбура свердловини, що може бути впроваджена на ділянках з однойменними геологічними умовами.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності проведення пошуково-розвідувальних робіт для гірничо-геологічних умов Білозерського залізорудного району – перспективної ділянки Переверзівського залізорудного родовища, 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 проекрованої ділянки і родовища.....	11
1.3	Гірничо-геологічні умови буріння свердловин.....	15
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.....	29
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.....	40
2.7.3	Вибір технічних засобів і технології буріння по корисній копалині.....	47
2.7.4	Заходи щодо попередження викривлення свердловин і направлене буріння.....	49
2.7.5	Контроль процесу буріння і його автоматизація.....	51
2.7.6	Заходи щодо попередження і ліквідації аварій і ускладнень.....	52
2.7.7	Ліквідація свердловин і ліквідаційне тампонування.....	56
2.7.8	Перевірочні розрахунки бурового устаткування і інструменту	57
Розділ 3	Охорона праці.....	61
Розділ 4	Охорона навколишнього середовища.....	68
	ВИСНОВКИ.....	71
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	72
	ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	75
	ДОДАТОК Б Відзив на кваліфікаційну роботу.....	76

ВСТУП

Відомо, що вже з давніх часів спостерігається використання різних гірських порід та руд, перш за все для виготовлення знарядь праці. Корисні копалини становлять собою один з найважливіших засобів виробництва. Вчення про родовища корисних копалин тісно пов'язане з задоволенням практичних потреб і розвивалося саме на цьому підґрунті. Практика ж, у свою чергу, давала необхідний матеріал для подальшого розвитку вчення, можливість встановлення закономірностей розповсюдження корисних копалин в земній корі, умов їх утворення та ін.

Стан та рівень використання мінеральної сировини багато в чому зумовлює національну безпеку багатьох країн світу. Це стосується і України, яка має потужну і розвинену мінерально-сировинну базу, що ставить її в ряд провідних видобувних країн світу. Найважливішими корисними копалинами України є залізни і марганцеві руди, поклади урану, титану, циркону, різноманітні неметалічні корисні копалини.

Процес дослідження і освоєння родовища ставить перед геологічною розвідкою ряд задач, які і визначають характер окремих видів розвідувальних робіт. До них відносяться пошуки і розвідка корисної копалини. Пошукові роботи включають відшукання родовища, визначення його промислового значення, з'ясування технічних і економічних умов майбутньої розвідки, вибір методу розвідки. Межею між пошуками і розвідкою прийнято вважати момент виявлення корисних копалин в конкретних геологічних умовах. Задачами розвідки є: визначення форми і меж промислової частини і встановлення елементів залягання корисних копалин, якісна і кількісна характеристика родовища, характеристика супутніх порід. Буріння широко використовується в народному господарстві для вирішення численних завдань; особливо широко воно застосовується при геологопошукових, розвідувальних і експлуатаційних роботах, а також при проведенні інженерно-геологічних досліджень.

Умови залягання корисних копалини в надрах землі, їх якість і величина запасів, економічна доцільність експлуатації родовищ визначається за допомо-

гою гірничо-розвідувальних виробок і бурових свердловин. У зв'язку з більшою швидкістю проведення і меншою вартістю 1 м проходки, бурові свердловини мають більшу питому вагу.

Родовища вугілля, залізних і марганцевих руд, багато родовищ кольорових металів, що мають нескладну форму залягання і поширення в земній корі, розвідуються в основному буровими роботами. Поліметалічні руди, а так само руди рідкісних, благородних металів розвідуються буровими свердловинами у поєднанні з гірничо-розвідувальними виробками. При будівництві різних споруд широко застосовується інженерно-геологічне буріння.

На способи проходки свердловин вирішальний вплив чинять мета буріння, геологічна і фізико-механічна характеристики гірських порід і природні умови. Сукупність усіх цих чинників, зрештою, визначає швидкості проходки свердловин і їх вартість. Розвиток народного господарства спричиняє значне розширення геолого-пошукових і розвідувальних робіт, збільшення масштабів гідротехнічного, промислового і житлового будівництва, що вимагає різкого збільшення об'ємів бурових робіт і відповідно витрат на їх проведення.

При пошуках і розвідці корисних копалини буровими свердловинами одним з головних завдань є отримання керна - основного фактичного матеріалу для виявлення, вивчення і оцінки промислового потенціалу родовища. При цьому достовірність оцінки родовища тим вище, чим більше отримано керна і чим повніше він відбиває основні властивості і речовий склад пробурених порід і руд. Керн дозволяє найточніше скласти геологічний розріз, визначити умови залягання і запаси корисної копалини. Звідси видно, яку цінність для геологів і бурильників представляє кернавий матеріал і геолого-технічні умови його відбору. Максимально можливий вихід керна дозволяє з повною достовірністю вивчати гірські породи, пересічені буровою свердловиною, і визначати запаси корисної копалини.

Метою даної роботи є розробка прогресивної технології буріння розвідувальної свердловини в умовах Переверзівського залізрудного родовища, в товщах порід, представлених осадовим чохлам та кристалічними формаціями.

Розділ 1. Геолого-технічні умови проведення бурових робіт

1.1 Загальні відомості про район проектних робіт

Район проектних робіт приурочений до південно-східної частини Середньопридніпровського мегаблоку Українського кристалічного щита (УКЩ) і за металогенічним районуванням входить до Конксько-Білозерської металогенічної зони в межах Середньопридніпровської провінції. УКЩ – брилове підняття кристалічного фундаменту Східноєвропейської платформи, що в межах України простягається вздовж середньої течії Дніпра смугою довжиною понад 1000 км і шириною близько 250 км. Це найдавніша докембрійська споруда, яка сформувалася понад 3,7 млрд років тому. Обмежений Дніпровсько-Донецьким і Прип'ятським палеорифтами на заході та півночі, щит похило занурюється в південному напрямку, де перекривається платформенним чохлам палеозойських, мезозойських та кайнозойських відкладів (рис. 1.1) [1].

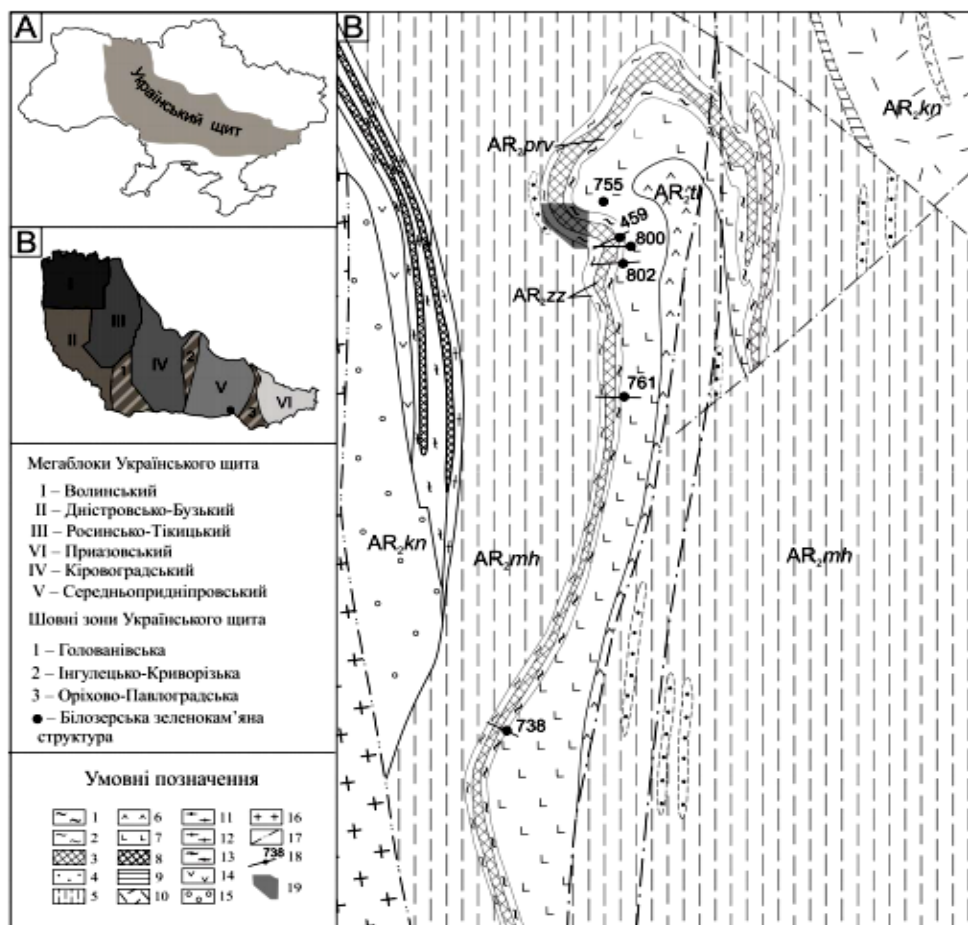


Рисунок 1.1. Схематична карта Конксько-Білозерської металогенічної зони

У будові щита із заходу на схід виділяється п'ять великих меридіанних блоків: Волино-Подільський, Білоцерківсько-Уманський, Кіровоградський, Придніпровський і Приазовський. Їх розділяють зони глибинних розломів – Оріхово-Павлоградська, Тальновська, Криворізька та інші, які були закладені в пізньому археї та активно розвивалися у протерозої. УКЩ на 85 - 90% утворений метаморфічними гірськими породами (мігматитами, гнейсами, гранітогнейсами, кристалічними сланцями тощо) та на 10 - 15% магматичними гірськими породами (гранітоїдами, габро, діабазами й ін.) архейського і протерозойського віку [2].

У структурному відношенні ділянка робіт приурочена до Білозерського синклінорю, 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. Породи фундаменту інтенсивно дислоковані процесами плікативної і диз'юнктивної тектоніки [3].

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 [4].

Білозерська серія залягає на горизонтах конкської серії з кутовим і стратиграфічним неузгодженням та має потужність 2,5 км. Породи серії слабо метаморфізовані (фація зелених сланців) і представлені осадовими теригенними пісковиково-глинистими і хемогенними 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 [5].

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.

Переверзівська світа (потужність до 4000 м) за літолого-фаціальним складом близька до михайлівській світи. Вона складена головним чином метапісковиками, сірими філітоподібними, чорними вуглецевими сланцями, кислими метавулканітами. Присутні пачки конгломерато-брекчій, що перешаровуються з метапісковиками і сланцями [6].

В цілому родовища Білозерського залізорудного району прийняті 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 [4].

Об'єкт проектних робіт розміщується на південь від м. Запоріжжя. Найближчий великий населений пункт – м. Дніпрорудне, розкинулося на північ від нього (рис. 1.2) [7].

Клімат регіону – помірно-континентальний, характеризується чітко означеною посушливістю, яка обумовлена пануванням на більшості території області сухих східних вітрів [8]. На рік у середньому припадає 225 сонячних днів, рівень опадів становить 448 мм. Середньорічні температури: літня + 22⁰С, зимова - 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. 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).

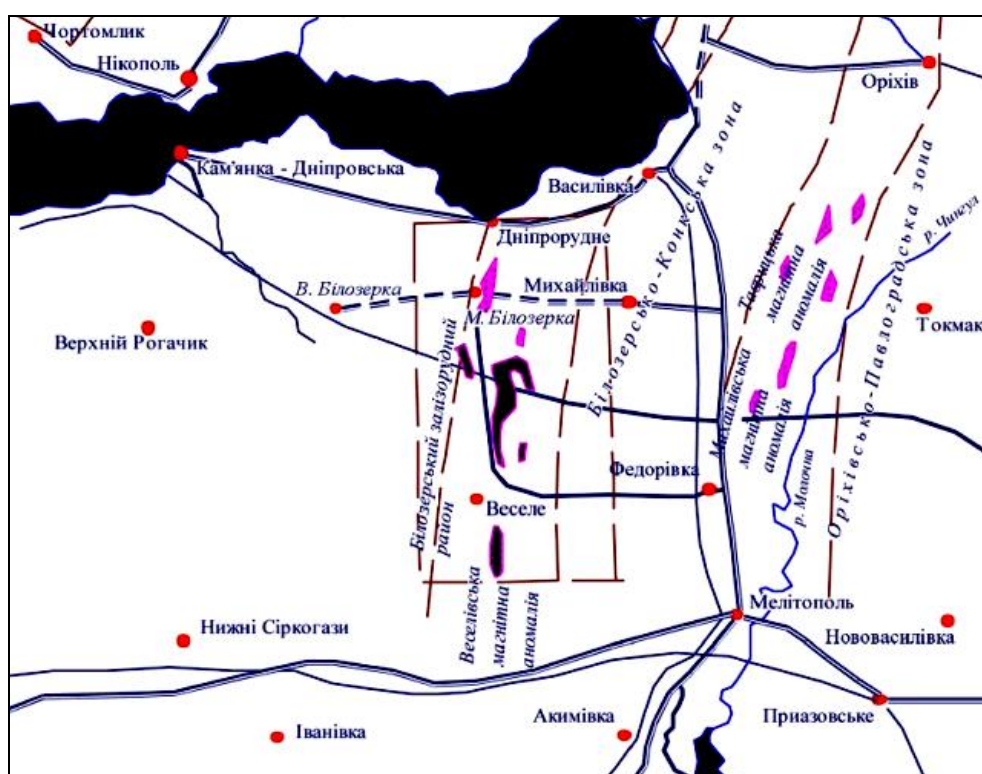


Рисунок 1.2. Оглядова карта району проектування бурових робіт (Переверзівське залізорудне родовище Запорізької області)

Надзвичайно високий рівень господарського освоєння земель області обумовлений наявністю у земельному фонді угідь із родючими ґрунтами, високою щільністю населення та значною концентрацією продуктивних сил [9].

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 зале-

жності 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 [10].

1.2 Геологічна будова проектованої ділянки і родовища

В геологічній історії Землі виявляється металогенічна спеціалізація головних тектонічних епох та циклів. Так, родовища заліза розвинуті переважно в протерозої. Що стосується УКЩ, то тут також існує нерівномірність рудоутворення родовищ основних корисних копалин в різні епохи. Так, родовища заліза максимально розвинуті в палеопротерозої. Для палеопротерозою характерні також родовища молібдену та графіту.

Промислові концентрації залізних руд утворювались в різноманітних геологічних умовах (ендогенних, екзогенних, матаморфогенних) протягом усієї історії розвитку земної кори. Найважливішу роль в їх формуванні відігравали осадові і матаморфогенні процеси. Найбільші запаси залізних руд сконцентровані в цих типах родовищ. У видобутку залізних руд на матаморфогенні типи родовищ припадає 60%, екзогенні – 30%, ендогенні – 10%.

Залізні руди нерівномірно поширені у головних структурах земної кори і металогенічних епохах. Головні запаси залізних руд зосереджені у межах доке-

мбрійських платформ, значно бідніші залізом палеозойські (каледонські й герцинські) складчасті структури, відносно багата кімерійсько-альпійська епоха.

Серед ендегенних родовищ виділяють: магматичні, в т.ч. карбонатитові, скарнові, гідротермальні, вулканогенно-осадові; серед екзогенних – осадові і залишкові (залізні шляпи і латерити). Окремий генетичний тип утворюють матаморфогенні родовища [1].

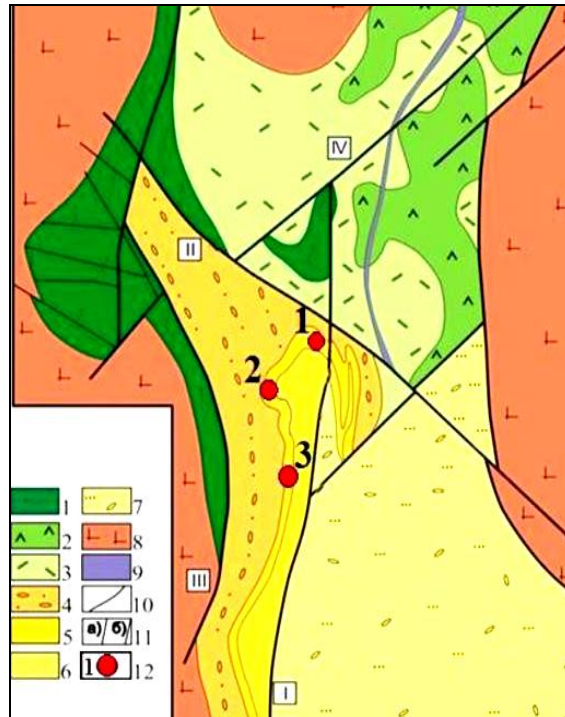


Рисунок 1.3. Схема геологічної будови Білозерської структури: Родовища заліза: 1) Північно-Білозерське; 2) Південно-Білозерське; 3) Переверзівське. Номери регіональних розломів: I – Центральний; II – Діагональний; III – Західний; IV – Північно-Східний

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 [11]. 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 [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 субмеридіального й субширотного простягання.

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 субмеридіального 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. 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 будинач 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 залістї кварцити розбиті на невеликі блоки. Іноді вони контролюються кварцовими жилами та рудними брекчіями.

Багаті залістні руди родовища за походженням і властивостями належать до саксаганського геологопромислового типу [13]; вони просторово й генетично пов'язані із залістистими кварцитами.

Утворення руд на родовищі відбулося завдяки гіпергенним змінам метаморфічних порід і покладів метаморфогенних залістних руд унаслідок окиснення магнетиту і магнезіально-залістистих силікатів, а також збагачення вихідних руд через видалення з них CO₂ і SiO₂ без зменшення їхнього об'єму, що зумовило виникнення поруватих напівпукких 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 [5]. 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 залістистих кварцитів у рудних тілах у вигляді лінз і прошарків, розвиток відгалужень рудних тіл і залістистих 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 [1]. 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. Руди представлені мартитовими (залізолюдково-мартитовими), дисперсногематит-мартитовими (дисперсногематит-залізолюдково-мартитовими), мартит-дисперсно-гематитовими і дисперсно-гематитовими різновидами. Текстура руд реліктово-шарувата, плоскопаралельна, інколи мікроскладчаста, масивна, зрідка сланцювата і брекчієвидна; структура суцільна, поперечно- і діагонально зросткова. Поширені пористі й цементаційні структури – результат гіпергенного вилуговування нерудних компонентів (переважно кварцу) і наступної цементації пор гематитом, гетитом, залізистим карбонатом, кварцом або апатитом.

1.3 Гірничо-геологічні умови буріння свердловин

Розвідувальні роботи й геологічне вивчення під час розробки окремих ділянок Білозерського залізорудного району дали змогу істотно уточнити загальні уявлення щодо геології та структури родовища, умов залягання, морфології і внутрішньої будови рудних покладів, якісних та технологічних показників корисної копалини, гідрогеологічних і гірничотехнічних умов промислової розробки багатих залізних руд (рис. 1.4) [4].



Рисунок 1.4. Центральна група шахтних стволів ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат»

Загальні запаси руд Білозерського 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 [15].

Природні умови родовища великою мірою ускладнені наявністю значної кількості водоносних горизонтів, що залягають як в осадовій товщі, так і у верхній частині руднокристалічного масиву [4]. 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 приконтатної зони осадової товщі з руднокристалічним масивом у пісках бучацького регіонарусу, у відкладах крейдового віку та води в тріщинуватій зоні кристалічних порід. Ці горизонти, на відміну від водоносних горизонтів першого (верхнього) комплексу, беруть безпосередню 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. 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'єзометричних рівнів.

У межах поширення тріщинуватих рудовміщувальних порід виділяються дві обводнені зони: водоносний горизонт верхньої тріщинуватої зони і водоносний горизонт глибинної тріщинуватої зони. 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.

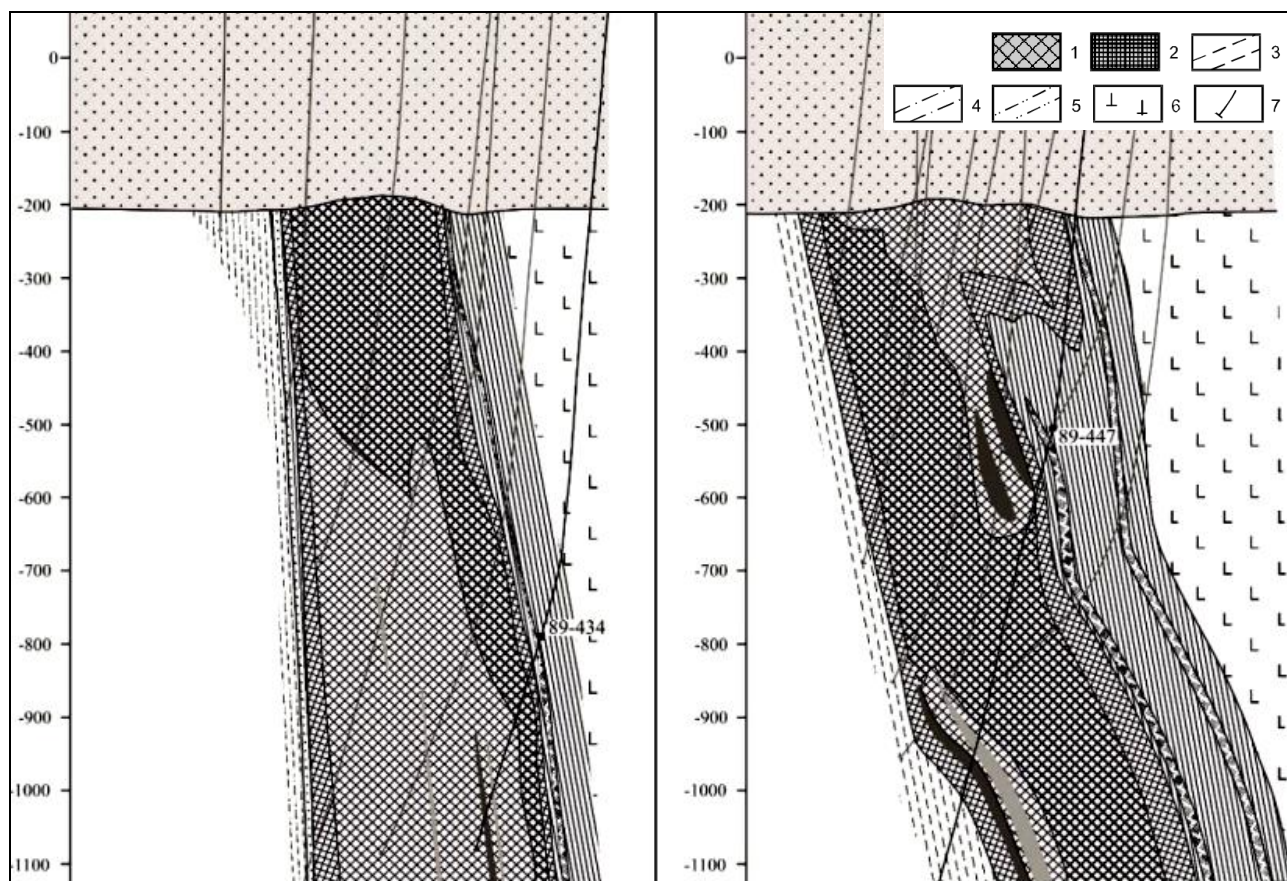


Рисунок 1.5. Схематичні геологічні розрізи Білозерської структури (Переверзівське залізорудне родовище): 1 – залізисті кварцити; 2 – руди: мартитові, гематит-мартитові, мартит-гематитові, гематитові, магнетитові, сидерито-магнетитові; сланці: 3 – кварц-хлоритові і кварц-серицит-хлоритові формації, 4 – кварц-карбонат-хлоритові утворення, 5 – кварц-серицитові утворення; 6 – серпентиніти; 7 – свердловини

Руди, вмісні породи та породи непродуктивних товщ Переверзівського родовища характеризуються широким діапазоном коефіцієнта міцності за Протод'яконовим (від 1 - 2 до 18 – категорія за буримістю від II до X). Найнижчими значеннями вирізняються поруваті і кавернозні гематит-мартитові руди та тальк-карбонатні породи, максимальними – кварцити. Переважають руди й породи міцні і дуже міцні, тому загалом умови родовища є сприятливими для роз-

робки корисної копалини підземним способом. Але на окремих ділянках, головним чином у зонах підвищеної тріщинуватості, нестійкість стелини гірничих виробок потребує укріплення торкретбетоном, а іноді навіть металевими арками, у відношенні до спорудження свердловин, це виражається в необхідності встановлення відповідних обсадних колон [15].

Складність гірничо-геологічних умов розробки Переверзівського залізрудного родовища пов'язана переважно зі значними водопріпливами до гірничих виробок та просторовим заляганням порід (рис. 1.5).

Таблиця 1.1

Проектний геологічний розріз розвідувальної свердловини Переверзівського залізрудного родовища

Короткий опис порід	Глибина підшви пласту, м	Категорія за буримістю	Група абразивності	Зони можливих ускладнень
Суглинок	8	III	1	Обвали
Конгломерат	190	VI	3	Повне поглинання промивальної рідини
Сланці кремєністі	290	IX	4	
Роговик	480	X	5	
Сланці кристалічні	620	IX	4	
Скарн	760	XI	6	
Роговик	920	X	5	
Габро	940	V	2	Зона тектонічних порушень
Сланці кристалічні	1020	IX	4	
Руди маритові	1080	VII	3	
Магнетит	1120	XI	5	

У відповідності до умов проекту, розвідку рудного поля передбачається вести шляхом буріння 6 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 [16]. Проектний геологічний розріз розвідувальної свердловини, складений за результатами буріння на сусідній ділянці, наведено в табл. 1.1.

Характеристика геологічного розрізу і умови буріння приведені в табл. 1.2. Розріз здебільшого основному складний міцними породами магматичного походження, середня категорія за буримістю – IX - X.

Таблиця 1.4

Якісна характеристика геологічного розрізу проектованої свердловини

Категорією за буримістю	Найменування порід	Загальна потужність, м	Частка у % в загальному об'ємі
III	Суглинок	8	0,72
V	Габро	20	1,74
VI	Конгломерат	182	16,3
VII	Руди маритові	60	5,2
IX	Сланці кременисті	100	9
IX	Сланці кристалічні	220	19,6
X	Роговик	350	31,2
XI	Скарн	140	12,6
XI	Магнетит	40	3,64
Всього - 1120			100%

Переверзівське залізорудне родовище характеризується складними гідро-геологічними, інженерно-геологічними й гірничотехнічними умовами, що пов'язано з вкрай складною неоднорідністю фізико-механічних властивостей залізорудної товщі і вміщувальних порід, а також наявністю потужного водонасиченого осадового чохла перекривальних мезо-кайнозойських відкладів [1]. Потужність осадових порід збільшується з півночі на південь і в межах родовища становить 250 - 300 м. Коротка характеристика гірських порід за механічними властивостями приведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Характеристика гірських порід геологічного розрізу за механічними властивостями

Найменування порід	Категорія порід за буримістю	Коефіцієнт абразивності	Твердість за штампом, МПа	Приблизна швидкість механічного буріння, 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
Сланці кременисті	IX	2,0	4400	0,86
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 сусідньому Білозірському родовищі передбачали наступні конструкції свердловин. Породи осадового 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 вивітрювання, буріння велося твердосплавною 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; закріплення стовбура завершувалося цементацією затрубного простору з залишком 5-метрової цементної пробки. Подальше буріння виконувалося алмазною коронкою діаметром 76 мм. Вихід керну по кристалічних породах не перевищував 80%.

В цілому процес спорудження свердловини включав підготовчий, основний і завершальний етапи.

Підготовчий: винесення точки закладення свердловини на місцевість, планування майданчики під бурову, влаштування циркуляційної системи для промивальної рідини, монтаж бурової будівлі і устаткування, підготовка під'їзних шляхів та ліній електропередачі. перевірка готовності бурової.

Основний етап включав власне буріння, супроводжуючі його операції і інші необхідні види робіт. Буріння здійснювалося шляхом чергування рейсів. Рейс складався з власне буріння і супутніх йому операцій: підготовки до рейсу (зборка колонкового снаряда, виконання необхідних вимірів), спуск бурового снаряда, доходження до забою, власне буріння із зупинками на нарощування і перекріплювання керна, підйом бурового снаряда і витягання керна.

При бурінні виконувалися додаткові роботи, пов'язані з обслуговуванням свердловини, бурового устаткування і інструменту (кріплення обсадними трубами, боротьба з геологічними ускладненнями, проведення свердловинних досліджень, заміна елементів бурового снаряда).

Завершальний етап: проведення завершальних досліджень у свердловині і вимірів (глибини свердловини, параметрів викривлення), витягання обсадних труб, ліквідаційне тампонування, демонтажні роботи, рекультивацію площі.

Розділ 2. Техніко-технологічна частина

2.1 Вибір способу буріння та проектування конструкції свердловини

Визначальною рисою розвідувального (колонкового) буріння є спрямованість останнього, головним чином, на забезпечення збереження керна, витягнутого з великої глибини, а основним його призначенням є пошук і розвідка корисних копалин і здійснення інженерно-геологічних досліджень, що дають можливість отримувати із земних надр зразки гірських порід у вигляді кернів.

Таким чином колонкове буріння це такий спосіб, при якому руйнування породи здійснюється не за усією площею забою, а по кільцю із збереженням внутрішньої частини породи у вигляді керна (рис. 2.1). Особливості колонково-обертального буріння: витягання зі свердловини кернів, по яких складають геологічний розріз і випробують корисну копалину; буріння свердловин під різними кутами до горизонту, різними породоруйнівними інструментами в породах будь-якої твердості і абразивності; буріння свердловин малих діаметрів на великі глибини із застосуванням відносно легкого устаткування.



Рисунок 2.1. Зразки гірських порід у вигляді кернів

Згідно із геолого-технічними умовами, розроблюваним проектом передбачається буріння свердловини з відбором керна, починаючи з глибини 190 метрів. Відповідно до завдання і геологічних умов, буде застосовано колонковий метод – обертальне буріння алмазними коронками [17].

Вибір і обґрунтування конструкції свердловини є найважливішим початковим моментом при проектуванні і грає вирішальну роль в успішному проведенні свердловини до проектної глибини з високими техніко-економічними показниками та забезпеченні оптимальних умов буріння і випробування. Під конструкцією свердловини розуміють характеристику бурової колонкової свердловини, що визначає зміну її діаметру з глибиною, а також діаметри і довжини обсадних колон. Початковими даними для побудови конструкції свердловини колонкового буріння є фізико-механічні властивості 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 та можливість якісного виконання геологічного завдання.

Кінцевий діаметр свердловини визначається мінімально допустимим діаметром керна конкретної корисної копалини (табл. 2.1) [18].

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

Дані табл. 2.2 дають загальне уявлення про механічні властивості порід рудного комплексу, серед яких можна виділити поруваті і кавернозні гематитові руди, мартитові руди, тальк-карбонатні породи та кварцити.

Таблиця 2.2

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

Необхідний допустимий діаметр керна для родовищ маритових руд, який забезпечує показність випробування становить 32 мм.

Керуючись рекомендаціями відносно мінімально допустимих діаметрів керна корисної копалини (табл. 2.1) [6], приймаємо діаметр свердловини рівним 59 мм з резервним - 46 мм. В інтервалі залягання габро (920 - 940 м) очікується перетин зони тектонічних, тому після перебудки інтервал обсаджується трубами технічної колони діаметром - 73 мм. Інтервал свердловини складений осадовими породами (10 - 190 м) після перебудки слід обсадити кондукторною колоною труб діаметром 89 мм. У верхньому інтервалі свердловини (0 - 10 м) встановлюється направляюча труба діаметром 108 мм для обладнання системи промивання і завдання первинного напрямку проектної свердловини. Проектна конструкція свердловини приведена на рис. 2.2.

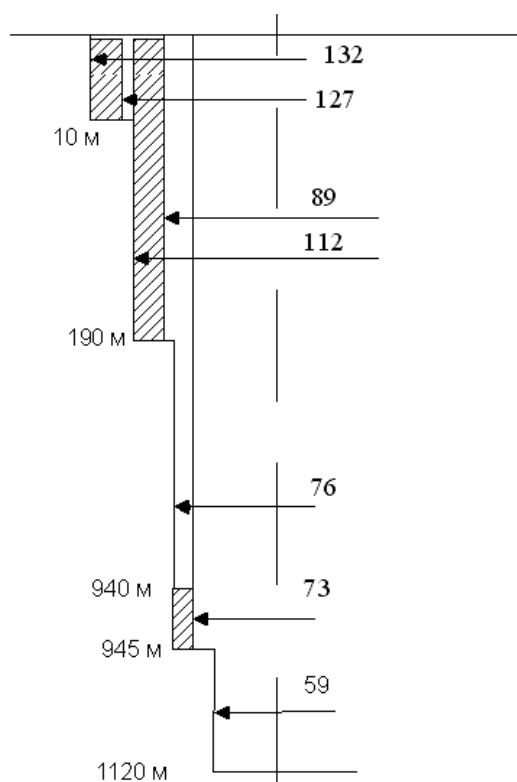


Рисунок 2.2. Проектна конструкція свердловини для умов Переверзівського залізородного родовища

Опис конструкції свердловини: свердловина забурюється долотом діаметром 132 мм до глибини 10 м, потім на інтервалі 0 - 10 м встановлюється напрям діаметром 127 мм з повною цементациєю затрубного простору. Далі буріння ве-

деться долотом діаметром 112 мм до глибини 190 м, після чого в отриманому інтервалі (0 - 190 м) встановлюють обсадну колону діаметром 89 мм з повною цементациєю затрубного простору (один діаметр буріння пропущений для збільшення затрубного проміжку, що дозволить поліпшити якість цементування). Подальше буріння ведеться коронками діаметром 76 мм до глибини 945 м, з наступною установкою технічної обсадної колони (оскільки на проектованій ділянці повністю відсутній досвід встановлення потайних колон) діаметром 89 мм в інтервалі 0 - 1120 м. До проектної глибини 1120 м свердловина буриться коронками діаметром 59 мм. Основні параметри конструкції свердловини приведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Параметри конструкції свердловини для умов Переверзівського залізорудного родовища

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 - 190	112	0 - 260	79	89	Безніпельний (труба в трубу)	0 - 190
190 - 945	76	0 - 945	63	73	Безніпельний (труба в трубу)	945 - 940
945 - 1120	59	-	-	-	-	-

Таким чином, в результаті детальних розрахунків отримано раціональну конструкцію свердловини для умов Переверзівського залізорудного родовища.

2.2 Кріплення свердловин та пов'язані з ним розрахунки

Операція встановлення обсадних труб виконується для запобігання обвалам стінок свердловини в нестійких породах, перекриття напірних і поглинаючих горизонтів, відновлення циркуляції промивальної рідини і для інших цілей [16]. Необхідність кріплення свердловин викликається: слабкою стійкістю порід, в яких можуть відбуватися обвали стінок свердловини; небезпекою вива-

лення фрагментів породи із стінок свердловини при перетині зон тектонічних порушень; необхідністю відділення одного горизонту від іншого.

Тимчасове кріплення свердловин здійснюється глинистим розчином в процесі їх буріння. Для постійного кріплення свердловин застосовуються обсадні труби.

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-вертлюг. Вертлюг підхоплюють підйомним крюком, і за допомогою лебідки піднімають зібрану ланку труб над свердловиною, 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 вертлюг і нагвинчують його на наступну ланку обсадних труб.

Тампонування свердловин цементом (тампонажним матеріалом) [19] в процесі буріння проводиться з однією з наступних цілей: закріплення обсадних колон, ізоляції продуктивних, поглинаючих і водопроявних горизонтів, укріплення міцних, але нестійких в силу тріщинуватості гірничих порід, створення мостів для установки відхиляючих приладів при направленому бурінні. В залежності від мети тампонування проектується склад тампонуючої суміші і технологія тампонування.

Для кріплення обсадних колон та ізоляції продуктивних горизонтів рекомендуються цементні розчини з прискорювачами схоплення, для укріплення порід і створення мостів застосовуються як цементні розчини, так і склади на основі синтетичних смол, для боротьби з абсорбцією і водопроявами використовуються практично всі існуючі тампонувальні склади. В останньому випадку для вибору тампонувального складу стосовно до конкретних умов необхідна додаткова інформація про проникну зону (часткове, повне або катастрофічне

поглинання, товщина зони, глибина статичного і динамічного рівнів, глибина покрівлі зони і т.д.). Чим інтенсивніша абсорбція, тим більша повинна бути глейкість тампонуваної суміші, тим швидше вона повинна схоплюватися. Необхідно мати на увазі, що чим менше пластовий тиск поглинаючої зони і статичний рівень рідини в свердловині, тим важче усунути поглинання.

Технічні засоби і технологія тампонування приймаються в залежності від того, до якої категорії відноситься абсорбція. Звичайно рішення зумовлене або рекомендацією класифікаційної таблиці, або досвідом робіт по місцю проходження практики, або власними уявленнями, виходячи з місцеположення поглинаючого інтервалу і складу прийнятого тампонувального розчину.

Прокачуємий насосом тампонуєчий розчин доставляється в зону поглинання шляхом заливки через бурильні труби, швидкоохоплюючі суміші, виготовляемі в свердловині, вимагають застосування тампонувальних приладів, сухі тампонувальні склади зумовлюють свою технологію використання, швидкоохоплюючі склади, виготовляемі на поверхні, доставляються в колонкових трубах і можуть бути використані при глибинах поглинаючих зон до 200 - 300 м.

Вибір свердловинного тампонувального влаштування повинен бути обґрунтований, тому що в силу особливостей конструкції влаштування щось з існуючих може виявитися більш прийнятним.

Захід по регулюванню якості тампонуєчої суміші включає в себе порядок вступу компонентів (реагентів) і мір, що забезпечують його реалізацію в прийнятому співвідношенні складових речовин. Наприклад, силікат натрію в глиноцементну суміш доцільно вводити в процесі тампонування. Здійснюється це заливкою реагентів або під фільтр бурового насосу в приймальну ємність поступово (виходячи з загального обсягу тампонуєчої суміші), або в колектор насосу через спеціальну ємність з каліброваною насадкою. Перший варіант реалізується легше, але концентрація реагенту підтримується нерівномірно. Другий варіант розроблений тільки для цементувального агрегату ЦА-320 з насосом 9Т. Таким чином, вибір зумовлюється наявністю відповідного обладнання.

Розрахунок об'єму тампонувального розчину (суміші) 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 за формулою [20]:

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

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

K_p – коефіцієнт розробки стовбура свердловини;

D_c – діаметр свердловини, м;

$D_{ом}$ – діаметр обсадних труб, м;

D_g – внутрішній діаметр обсадних труб, м;

h – висота цементної пробки, м.

$V_{ц.р.}^1 = 0,785 \cdot 10 \cdot (1,2 \cdot 0,132^2 - 0,127^2) = 0,04 \text{ (м}^3\text{)}$ - об'єм тампонувального розчину (суміші) для закріплення обсадної колони – напрямку;

$V_{ц.р.}^2 = 0,785 \cdot 190 \cdot (1,1 \cdot 0,112^2 - 0,089^2) + 0,785 \cdot 0,079^2 \cdot 5 = 0,89 \text{ (м}^3\text{)}$ - об'єм тампонувального розчину (суміші) для закріплення обсадної колони – кондуктора;

$V_{ц.р.}^3 = 0,785 \cdot 5 \cdot (1,1 \cdot 0,076^2 - 0,073^2) + 0,785 \cdot 0,063^2 \cdot 5 = 0,02 \text{ (м}^3\text{)}$ - об'єм тампонувального розчину (суміші) для закріплення обсадної технічної колони.

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 1 м³ 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:

$Q^1_{ц} = K_{ц} \cdot q_{ц} \cdot V^1_{ц.р.} = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,04 \approx 0,06$ (т) – маса цементу для закріплення обсадної колони – напрямку;

$Q^2_{ц} = K_{ц} \cdot q_{ц} \cdot V^2_{ц.р.} = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,89 \approx 1,23$ (т) – маса цементу для закріплення обсадної колони – кондуктора;

$Q^3_{ц} = K_{ц} \cdot q_{ц} \cdot V^3_{ц.р.} = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,02 \approx 0,03$ (т) – маса цементу для закріплення технічної обсадної колони;

$$\sum Q_{ц} = 0,06 + 1,23 + 0,03 = 1,32 \text{ (т)} = 1320 \text{ (кг)}$$

Загальні витрати води:

$$V_e = \frac{m Q_{ц}}{K_e \cdot \rho_e}; \quad (2.4)$$

$V^1_e = \frac{0,5 \cdot 0,06}{1,15 \cdot 1} = 0,03 \text{ м}^3$ – витрата води в процесі приготування цементного розчину для закріплення обсадної колони – напрямку;

$V^2_e = \frac{0,5 \cdot 1,23}{1,15 \cdot 1} = 0,53 \text{ м}^3$ – витрата води в процесі приготування цементного розчину для закріплення обсадної колони – кондуктора;

$V^3_e = \frac{0,5 \cdot 0,03}{1,15 \cdot 1} = 0,01 \text{ м}^3$ – витрата води в процесі приготування цементного розчину для закріплення технічної обсадної колони;

$$\sum V_e = 0,03 + 0,53 + 0,01 = 0,57 \text{ (м}^3\text{)} = 570 \text{ (л)},$$

де $K_{ц}$ та K_e – витрати цементу та води при приготуванні цементного розчину відповідно.

Дані розрахунку зведено до підсумкової табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Параметри процесу цементування свердловини

Найменування обсадної колони	Об'єму тампонажного розчину, м ³	Витрати цементу для приготування тампонажного розчину, кг	Об'єм води для приготування тампонажного розчину, м ³	Інтервал цементування, м
Напрямок	0,04	60	0,03	0 - 10
Кондуктор	0,89	1230	0,53	0 - 190
Технічна	0,02	20	0,01	945 - 940
Разом	-	1320	0,57	-

Таким чином, в результаті проведених розрахунків, отримано дані щодо параметрів процесу цементування свердловини в умовах Переверзівського залізорудного родовища.

2.3 Вибір бурових установок та способу електропостачання

Вибір бурового обладнання необхідно здійснювати відносно проектної конструкції свердловини, окрім того воно повинно повністю відповідати своєму призначенню, основним вимогам і геолого-технічним умовам експлуатації, способу буріння свердловин [18]. Бурова установка вибирається за головним параметром – кінцева глибина свердловини, що споруджується.

Для буріння картировочних, неглибоких пошукових, гідрогеологічних і інженерно-геологічних свердловин перевагу слід віддавати самохідним установкам. Буріння свердловин глибиною більш 200 - 300 м, свердловин алмазного буріння слід вести пересувними установками. Свердловини глибиною 1500 - 2000 м з великими обсягами алмазного буріння слід проходити установками УКБ-7П, в інших випадках можна застосовувати як УКБ-7П, так і ЗІФ-1200МР.

Необхідно обов'язково враховувати кінцевий діаметр буріння. Наприклад, установкою УРБ-3АМ при кінцевому 76 мм можна бурити свердловину глибиною 500 м, діаметрі 93 мм - 300 м, діаметрі 112 мм - 200 м. Початковий діаметр буріння у самохідних установок обмежується діаметром прохідного отвору ротора. Так у УРБ-3АМ він 250 мм, 1БА15В - 250 або 410 мм в залежності від типу ротора, що застосовується. У шпindelних і рухомих обертачій початковий діаметр буріння залежить від міцності шпинделя і вказується в технічній характеристиці в якості основного параметру.

Виходячи з кінцевої глибини свердловини і діаметрів буріння, приймаємо бурову установку - УКБ-7П.

Характеристика бурової установки УКБ-7П

Тип установки	УКБ-7П
Тип верстату	СКБ-7

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 лебідкою, кН	55
Швидкість намотування канату на барабан, м/с	0 - 8
Діаметр барабана лебідки, мм	430
Потужність електродвигуна, кВт	70
Буровий насос	НБ4-320/63 НБ5-320/100
Щогла, вишка	БМТ-7
	ВРМ-24-540



Рисунок 2.3. Бурова установка УКБ-7П та буровий насос НБ4-320/63

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. 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

Типорозмір бурильних труб і їх з'єднань повинен визначатися діаметром породоруйнівального інструменту і способом руйнування гірських порід. При твердосплавному, безкернавому і гідрударному бурінні, якщо дозволяє діаметр свердловини, перевагу треба віддавати муфтово-замковим з'єднанням [15].

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 же метою потрібно передбачати використання антивібраційних мастил ГЕОЛ або КАВС, емульсійних промивальних розчинів.

Якщо конструкція свердловини алмазного буріння уступчаста (наприклад: 93/89(20) 76(300)59(700)), то рекомендується застосовувати східчасту колону: до глибини 300 м буріння ведуть з трубами СБТН-68, а далі нарощують колону трубами СБТН-54. Застосовувати колони з трьох типорозмірів труб не рекомендується. Доцільніше закріпити верхній інтервал свердловини технічною обсадною колоною.

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 вестиметься алмазним породоруйнівним інструментом, який вимагає високих швидкостей обертання, приймаємо бурильну колону ніпельного з'єднання діаметром 54 мм.

Таблиця 2.5

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 - 190 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. 2.6.

Таблиця 2.6

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 типорозміру і обґрунтування складу бурильної колони завершено.

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

До основних засобів механізації бурових робіт за колонкового буріння на установці УКБ-7П, відносять напівавтоматичні елеватори і труборозвороти [21].

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 бурового циклу.

Для механізації спусково-підйомних операцій на буровій установці УКБ-7П використовуватиметься напівавтоматичний елеватор ЕН-2-20 (табл. 2.7) та труборазворот РТ-1200М.

Таблиця 2.7

Технічна характеристика напівавтоматичного елеватору

Тип	Вантажопідйомність, кН	
	Номінальна	Максимальна
ЕН-2-20	220	320

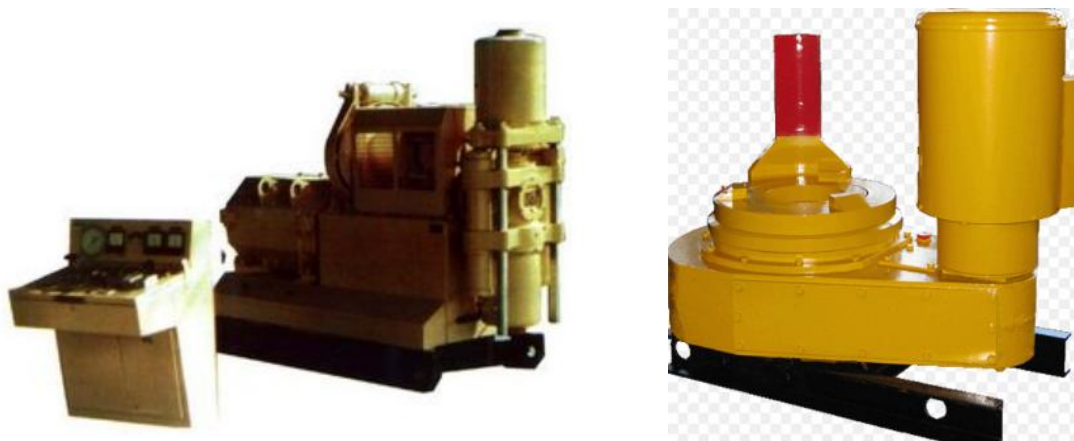


Рисунок 2.4. Буровий станок СКБ-7 та труборазворот РТ-1200М

Технічна характеристика труборазворота РТ-1200М

Максимальний крутний момент, Н·м – 3500.

Частота обертання, обор/хв – 75.

Час згвинчування, 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

Основні вузли пересувної бурової установки УКБ-7П представлені: буровою щоглою, буровою будівлею, очисною системою. Бурова установка збира-

ється 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. 2.5) 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 трактор або автомобіль. Підкатні візки оснащені колодковими гальмами з пневмоприводом [15].

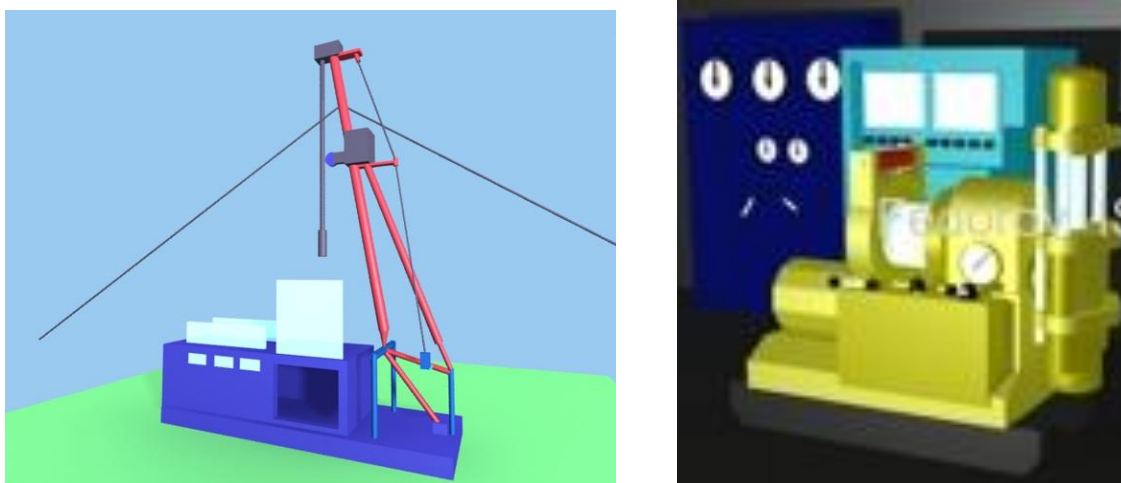


Рисунок 2.5. Загальний вигляд окремих вузлів бурової установки УКБ-7П

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 2.8

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. 2.8).

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

Відповідно до сучасних умов геологорозвідувального буріння, очищення свердловини від шламу розбуреної породи проводиться безперервно в процесі її спорудження промиванням технічною водою, спеціальними рідинами і розчинами [19]. Промивальна рідина, вживана в бурінні, повинна задовольняти наступним вимогам: повністю очищати забій свердловини від розбуреної породи, щоб породоруйнівний інструмент міг працювати увесь час на чистому забої; закріплювати стінки свердловини при бурінні в осадових нестійких рихлих породах, здатних до обвалів і вивалень; попереджати можливість прориву пластових вод у свердловину в процесі буріння; підтримувати частки вибуреної поро-

ди в зваженому стані під час перерв в роботі, коли промивальна рідина у свердловині знаходиться в повному спокої; інтенсивно охолоджувати породоруйнівний інструмент в процесі буріння.

Для приготування промивальної рідини в нашому випадку використовуватимемо глинопорошок. Якість глинопорошків і глинистих розчинів з них залежить від технічних умов. Усі глинопорошки поставляються в паперових мішках масою по 40 кг; мішки маркіруються, кожна партія глинопорошка повинна мати паспорт з вказівкою дати виготовлення і якісних показників глинопорошка.

Основними вхідними передумовами до 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.

Останні роки все більше розповсюдження одержують неглинястий і малоглинясті розчини. Вони забезпечують майже таку ж механічну швидкість, як при бурінні з промиванням водою. Однак функції забезпечення стійкості стінок свердловини у таких промивальних рідини знижені і при виборі очисного агента цю обставину необхідно враховувати.

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 вищележа-

чих 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.

При бурінні твердосплавним інструментом, шарошечними і лопатевими долотами в нестійких пухких породах піщаного комплексу необхідно підтримувати достатньо високий гідростатичний тиск, тобто застосовувати розчини з підвищеною густиною. Зниження водовіддачі як чинника підвищення стійкості стінок за рахунок створення фільтраційної кірки і обмеження зони змочування, у цьому випадку, відступає на другий план. В нестійких породах глинястого комплексу більший вплив на збереження стійкості має водовіддача, причому в першу чергу, як чинник зменшення зони змочування (особливо в здимаючих породах). Але в усіх випадках, вибираючи промивальну рідину, потрібно прагнути мати мінімальну глейкість.

Якщо передбачається промивальна рідина для перебування поглинаючих горизонтів, складених пористими або тонкотріщинуватими зонами, необхідно збільшувати глейкість або вводити наповнювачі. Це дозволить скоротити витрати промивальної рідини або попередити поглинання. Але в цьому випадку необхідно вибрати промивальну рідину, яка має значення статичної напруги зрушення не менше 1 Па.

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 осадовим чохлам (0 - 190 м), а основна частина геологічного розрізу (190 - 1120 м) складена міцними кристалічними породами, то доцільно для промивання свердловини застосовувати:

1) на інтервалі буріння 0 - 190 м - нормальний глинистий розчин з наступними параметрами:

Густина, $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$,

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 (190 - 1120 м) - технічна вода з наступними параметрами:

Густина, $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$,

В'язкість, $T = 15 \text{ с}$,

Водовіддача – необмежена,

Вміст піску $< 4\%$

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

Жолоби дерев'яні, шириною 30 см і заввишки 25 см, укладаються з ухилом 1:100. По дну жолобів через 1 м ставляться знімні перегородки заввишки 15 см. Загальна довжина жолобів - 20 м.

Витрата матеріалів для приготування глинистого розчину на інтервалі буріння 0 - 260 м.

Об'єм розчину:

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

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 $V_{рез} = 5 \text{ м}^3$;

$K = 2$ – коефіцієнт запасу розчину;

$$V_{св} = 0,785 \cdot (0,132^2 \cdot 10 + 0,112^2 \cdot 180) \approx 2 \text{ (м}^3\text{)},$$

$$V_p = 2 + 5 + 2 \cdot 2 = 11 \text{ м}^3.$$

Витрата глини на 1 м^3 розчину:

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

Загальні витрати глини:

$$G_{глі} = q_{глі} \cdot V_p = 11 \cdot 0,37 = 4,07 \text{ (т)} \quad (2.7)$$

Об'єм води:

$$V_г = \frac{V_p \cdot \rho_p - G_{глі}}{\rho_г} = \frac{11 \cdot 1,2 - 4,07}{1} = 9,13 \text{ (м}^3\text{)} \quad (2.8)$$

Витрата реагентів:

$$P_{ВЛР} = \frac{G_p \cdot 15\%}{100\%} = \frac{V_p \cdot \rho_p(15\%)}{100\%} = \frac{13200 \cdot 15}{100} = 1980 \text{ кг} \quad (2.9)$$

$$P_{КМЦ} = \frac{13200 \cdot 1\%}{100\%} = 132 \text{ кг} \quad (2.10)$$

Витрата реагентів на 1 м^3 розчину:

$$\text{ВЛР} = P_{ВЛР}/V_p = 1980/11 = 180 \text{ кг/м}^3 \quad (2.11)$$

$$\text{КМЦ} = P_{КМЦ}/V_p = 132/11 = 12 \text{ кг/м}^3 \quad (2.12)$$

Витрата технічної води на інтервалі буріння 190 - 1120 м.

$$V_{св} = 0,785 \cdot (0,079^2 \cdot 190 + 0,076^2 \cdot 755 + 0,059^2 \cdot 175) \approx 5 \text{ (м}^3\text{)},$$

$$V_B = 5 + 5 + 2 \cdot 5 = 20 \text{ м}^3.$$

Слід оцінити доцільність очистки промивальної рідини від вибуреної поріди. 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 абразивність 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. 2.6.

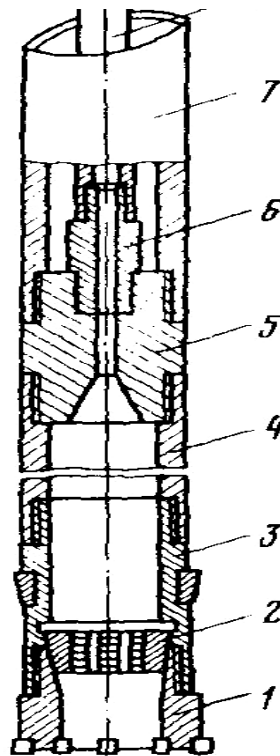


Рисунок 2.6. Колонковий набір: 1 – коронка, 2 – керновідривач, 3 – розширювач, 4 – колонкова труба, 5 – перехідник, 7 – шламова труба.

У склад колонкового набору зазвичай входять: коронка, керновідривач, колонкова труба і перехідник. При алмазному бурінні до складу колонкового

набору може бути включений розширювач, для запобігання звужуванню стовбура свердловини при зносі коронки по діаметру. Якщо при бурінні свердловини утворюється велика кількість шламу, то до колонкового набору включають шламову трубу. 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 190 м ведеться долотами без відбору керна [22].

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.

Таблиця 2.9

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	ПІ12Т3-ЦВ	112	-	-	-
Габро	V	1,0 - 1,5	СМ5-76	76	58	12	-
Вапняк, сланці кременисті	VIII - IX	2,0	01А4 - 76	76	58	-	12,6
Роговик, скарн	X - XI	2,0 - 2,5	02И4 - 76	76	58	-	12,6
Сланці кристалічні	IX	2,0	01А4 - 59	59	42	-	8,5
Магнетит	XI	2,5	02И4 - 59	59	42	-	8,5

Обчислення режимів буріння

Шарошкове долото П 132 М - ЦВ

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

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

D – діаметр долота, см.

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

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.

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

л/хв.

Шарошкове долото П 112 ТЗ - ЦВ

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

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

D – діаметр долота, см.

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

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

Довжина ОБТ, м:

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

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:

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

D – діаметр свердловини;

d – діаметр бурильних труб;

$V_{\text{вис}}$ – швидкість висхідного потоку, $V_{\text{вис}} = 0,3$ 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 CM5-76

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

$P_{\text{нит}}$ – 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: $n = \frac{60 \cdot V_{\text{окр}}}{\pi \cdot D_{\text{сер}}}$; $D_{\text{сер}} = \frac{D_{\text{зн}} + D_{\text{вн}}}{2} = \frac{76 + 58}{2} = 67$ 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: $Q = Q_{\text{нит}} \cdot D$; $Q_{\text{нит}}$ – 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 01A4 - 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: $n = \frac{60 \cdot V_{\text{окр}}}{\pi \cdot D_{\text{сер}}}$; $D_{\text{сер}} = \frac{D_{\text{зн}} + D_{\text{вн}}}{2} = \frac{76 + 58}{2} = 67$ 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: $Q = Q_{\text{нит}} \cdot D$; $Q_{\text{нит}}$ – 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: $P_{oc} = P_k \cdot F$, де:

P_k - питоме навантаження на 1 см² площі торця коронки;

F – площа торця коронки, см².

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

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: $Q = Q_{\text{нит}} \cdot D$; $Q_{\text{нит}}$ – 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: $P_{oc} = P_k \cdot F$, де:

P_k - питоме навантаження на 1 см² площі торця коронки;

F – площа торця коронки, см².

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

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: $Q = Q_{\text{нит}} \cdot D$; $Q_{\text{нит}}$ – 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: $n = \frac{60 \cdot V_{окр}}{\pi \cdot D_{сер}}$; $D_{cp} = \frac{D_n + D_{вн}}{2} = \frac{59 + 42}{2} = 50,5$ 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. 2.10 [15].

Таблиця 2.10

Значення режимних параметрів буріння свердловини

Тип породоруйнівного інструменту	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 шпindelю можна було завести короткий забурочний снаряд, який сполучений з бурильною трубою, що проходить через шпindelю 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 [18]. 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.

Для вибору бурового снаряду корисну копалину треба віднести до відповідної групи по класифікації, що представлена в табл. 2.11 [23].

Таблиця 2.11

Класифікація порід по складності відбору керна

Група по складності відбору керна	Характеристика порід	Категорія порід за буримістю	Приблизний вихід керна при бурінні одинарною колонковою трубою з промивкою	Рекомендовані технічні засоби з відбору керна
1	Зв'язні, монолітні і слаботріщинуваті	IV - XII	80 - 100%	Одинарні колонкові набори, подвійні колонкові снаряди ТДН-УТ.
2	Зв'язні, середньо і сильнотріщинуваті, не руйнуємі потоком рідини схильні до систематичного самозаклинювання	VII - XII	10 - 60%	Ежекторні колонкові снаряди одинарні (ОЕС) і подвійні (ДЕС), снаряди з примусовою зміною напрямку потоку (ТДН-2/0) з зворотною промивкою.
3	Зв'язні, середньотріщинуваті, неруйнуємі потоком рідини при короткочасному впливі	V - XII	20 - 60%	Обурюючі подвійні колонкові снаряди (ТДН-2/0) з прямою промивкою, ТДН-ССК і аналогічні.
4	Слабозв'язні, легкоруйнуємі під впливом потоку рідини, вібрацій і ударів Розмиваємі (розчиняємі) солі	III - V	0 - 40%	Снаряди, оснащені керноприймальником із штампом (ДТА-2, «ДонбасНДЛ», ДКС-ІМР і аналогічні). ТДН будь якого типу і водно-сольові розчини.
5	Незв'язні, пухкі, розмиваємі	I - III	0 - 20%	Безнасосне буріння, затірка «в суху», ґрунтоноси.

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 керн від впливу обертання труби і від тривалого впливу потоку рідини, що омиває керн 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.

2.7.4 Заходи щодо попередження викривлення свердловин і направлене буріння

Більшість розвідувальних свердловин відхиляються від заданого напрямку з різноманітних причин [24]. 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.

Як правило, вісь або траса свердловини це просторова крива, що від устя свердловини має вертикальну спрямованість, а у подальшому, в міру дії тих або інших чинників, набуває складної орієнтації – отримує викривлення (рис. 2.7).

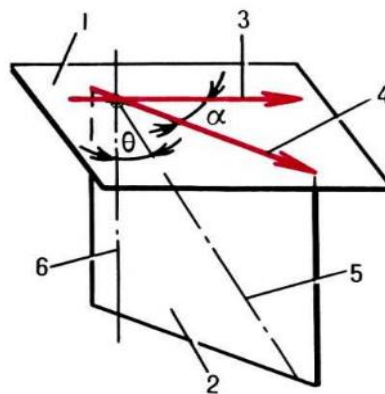


Рисунок 2.7. Просторове положення свердловини: 1 - горизонтальна площина; 2 - апсидальна площина; 3 - магнітний меридіан; 4 - напрямок свердловини; 5 - дотична до точки стовбура; 6 - вертикаль через точку виміру кутів

Фактичні відомості про викривлення свердловин на ділянці робіт повинні включати середню інтенсивність зенитного викривлення, дані про наяв-

ність 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 [21].



Рисунок 2.8. Комплекс контрольно-вимірювальної апаратури КУРС-613

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.

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 [25]. Особливо значні вимоги щодо мінімізації проблем в процесі будівництва свердловин, ставляться

до промивальних рідин. Прояв ускладнень в свердловинах пов'язаний із порушенням стійкості стінок свердловини в результаті настання граничного стану в породах. До зон складних умов буріння відносяться 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 [26].

Буріння свердловин в м'яких осадових породах (переважна більшість з яких представлена глинистими формаціями та їх різницями) супроводжується виникненням різного роду ускладнень, найпоширенішим з них є прихоплення – непередбачувані аварії у свердловині, що характеризуються частковим або повним припиненням руху бурильного інструмента, металевих обсадних труб або геофізичних (гідрогеологічних) приладів і пристроїв [27]. Прихоплення є найскладнішими і найтрудомісткими аваріями в бурінні. Виділяють три основних типи прихоплень: 1) бурильних колон; 2) обсадних труб; 3) породоруйнівних інструментів і колонкових наборів.

Таблиця 2.12

Рекомендації щодо вибору очисних агентів для складних умов буріння

Ускладнення	Типові породи	Рекомендовані очисні агенти
Обвали, розмив	Піски	Глинясті і крейдянні розчини з підвищеною кількістю твердої фази, обважнені розчини
Обвали, набухання, пластична течія, розмив	Суглинки, глини, піщано-глинясті ґрунти	Інгібовані глинясті розчини, крейдянні, сапропелеві розчини
Обвали, осипи, слабе набухання, пластична течія, розмив	Сланці глинясті	Інгібовані глинясті і крейдянні розчини, із зниженою водовіддачею. В окремих випадках глинясті розчини
Обвали, осипи, слабкий розмив, вивали	Сланці піщано-глинясті	Глинясті і крейдянні розчини. Розчини на основі вибурених порід, силікатно-гумінові, полімерні, комбіновані

В табл. 2.12 наведені конкретні рекомендації щодо вибору ефективних промивних систем для спорудження свердловин в товщах м'яких осадових порід [28].

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 простои;
- 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 спуско-підйомальних операцій (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 підclinюванні 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 [26]. 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 цементзації 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:

$$V_m = (\pi/4) \cdot D_1^2 \cdot l_1 + (\pi/4) \cdot D_2^2 \cdot l_2 + (\pi/4) \cdot D_3^2 \cdot l_3. \quad (2.13)$$

$$V_m = 0,785 \cdot (0,079^2 \cdot 190 + 0,076^2 \cdot 755 + 0,059^2 \cdot 175) \approx 5 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$G_{\text{ц}} = G_{\text{суг}}; G_{\text{вод}} = 0,8G_{\text{ц}}; G_{\text{м.с.}} = V_m \cdot \rho_{\text{T}} = 5 \cdot 1,67 \approx 8,5 \text{ (т)}$$

$$G_{\text{ц}} + G_{\text{суг}} + 0,8 \cdot G_{\text{ц}} = G_{\text{м.с.}} = 8,5 \text{ (т)} \Rightarrow G_{\text{ц}} = G_{\text{м.с.}} / 2,8 = 8,5 / 2,8 = 3,1 \text{ (т)}$$

$$G_6 = 0,8 \cdot 3,1 = 2,5 \text{ (т)} = 2,5 \text{ м}^3.$$

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

$$P_{\Sigma} = \kappa(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6), \text{ МПа}, \quad (2.14)$$

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 [29].

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

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

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

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

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

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

$$P_1 = 8,12 \cdot 10^{-7} \cdot 0,02 \cdot 1000 \cdot 0,0006^2 \cdot 1120 / 0,039^5 \approx 0,5 \text{ МПа}$$

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

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

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

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

$$P_3 = 8,1 \cdot 10^{-7} \xi \cdot \rho \frac{Q^2}{d_e^4} n_c, n_c = \frac{L}{l_{ce}} = \frac{1120}{6} \approx 186 \text{ шт.} - \text{число з'єднань.}$$

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

$$P_3 = 8,1 \cdot 10^{-7} \cdot 1,3 \cdot 1000 \frac{0,0006^2}{0,039^4} \cdot 186 \approx 0,3 \text{ МПа}$$

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

$$N_B = N_3 + N_T + N_{BCT}, \quad (2.15)$$

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.

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

P - осьове навантаження на коронку, даН;

n - частота обертання, об/хв;

$D_{CP} = 0,0505$ – середній діаметр.

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

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

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 бурових труб.

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

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

$$N_T = 1,2 \cdot \left[8,28 \cdot 10^{-6} \left(0,9 + 20 \cdot 0,013 \right) \frac{0,059 \cdot 6,2}{5,44} \cdot 650^{3,85} 1120^{0,75} \cdot 1 \right] + 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 0,013 \cdot 1000 \cdot 650 \approx 10 \text{ кВт}$$

$$N_{BCT} = 1,1 \cdot N_{\text{об}} \left(6 \cdot 10^{-2} + 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot n \right) \approx 1,1 \cdot 70 \left(6 \cdot 10^{-2} + 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 650 \right) \approx 11 \text{ кВт}$$

$N_B = 6,8 + 10 + 11 \approx 28 \text{ кВт} < N_{\text{об}} = 70 \text{ кВт}$ – отже привід бурового верстата

придатний для буріння проектної свердловини.

Перевірочний розрахунок вантажопідйомних пристроїв

Навантаження на гак:

$$Q_z = \alpha \cdot g \cdot L \cdot q \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m} \right) \beta \cdot 10^{-3} \text{ кН}, \quad (2.16)$$

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

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

L – довжина колони;

ρ_p – густина промивальної рідини;

ρ_m – щільність матеріалу труб;

β – коефіцієнт прихоплення.

$$Q_z = 1,08 \cdot 9,8 \cdot 1120 \cdot 6,48 \left(1 - 1,0/7,85 \right) \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} \approx 74 \text{ кН}$$

Число струн талевої оснастки: $m_T = \frac{Q_{KP}}{P_L \cdot \eta_{T.C.}} = \frac{74}{55 \cdot 0,9} = 1,48,$

де P_L – вантажопідйомність лебідки.

Приймаємо симетричну талеву оснастку та $m = 4$ (рис. 2.9). Загальне число струн при симетричній оснастці: $m_T = m + 2 = 4 + 2 = 6$.

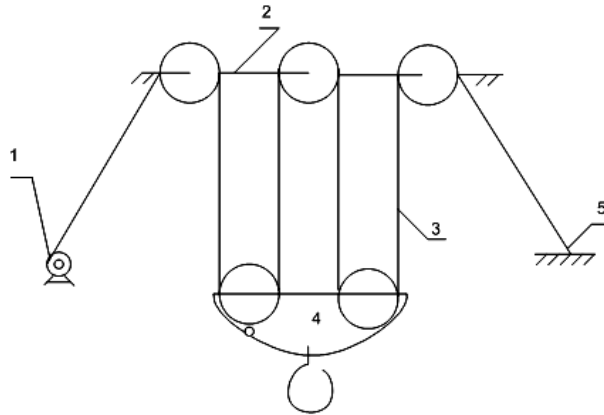


Рисунок 2.9. Схема талевої системи: 1 - лебідка; 2 - кронблок; 3 - канат; 4 - талевий блок; 5 - "мертвий" кінець каната.

Приймаємо 6-ти струнне талеве оснащення з нерухомим кінцем канату до проектної глибини 1120 м.

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

Перевірка вишки на вантажопідйомність:

$$Q = \left(1 + \frac{2}{m\eta}\right) Q_{кр} = \left(1 + \frac{2}{2 \cdot 0,9}\right) \cdot 82 \approx 160 \text{ кН} < 200 \text{ кН} - \text{отже умова вантажопідйомності дотримується.}$$

жопідйомності дотримується.

Розділ 3. Охорона праці

Правила охорони праці на об'єктах геологорозвідувальних робіт розглянемо на прикладі правил безпеки при виконанні бурових робіт [30].

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. 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.

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 затискачами. 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».

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 пересувають з використанням підтримуючих відтяжок із сталевго канату.

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'єднати 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 опресовувати 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.

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 більшій 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 заціпкою 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 трубообороту, якщо підкладна вилка встановлена на центратор з нахилом, а хвостова частина вилки не ввійшла 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 4. Охорона навколишнього середовища

Згідно 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 [26, 30].

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 привішкових споруд компактно розміщується на майданчику бурової, покриття якого передбачається здійснити залізобетонними плитами. На покритій залізобе-

тонними 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.

ВИСНОВКИ

1. Пошук та розвідка нових горизонтів покладів залізозміщуючих руд та мінералів в умовах Білозерського залізорудного району є складовою частиною програми розвитку гірничо-видобувного комплексу України. Вона забезпечує сировиною розвинену металургійну промисловість.

2. Розроблені в технічному проекті спорудження свердловин техніко-технологічні рішення базуються на вельми обмежених на даний час відомостях щодо геологічного розрізу та гідрогеологічних умов, фізико-механічних параметрів гірських порід і технологічних вимог до буріння, умов залягання водонесних горизонтів та ін.

3. При розробці проекту було виконано: вибір основного та допоміжного бурового обладнання та інструменту, обґрунтовано принципи підбору породоруйнівного інструменту і бурильної колони.

4. Для запобігання ускладнень при бурінні свердловин, викликаних геологічними умовами та можливістю виникнення передумов викривлення стовбура свердловини, здійснено: вибір конструкції свердловини (виходячи з умови непередбачуваності прояву геологічних ускладнень), обґрунтування технологічних параметрів режиму буріння у поєднанні із засобами механізації та автоматизації.

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

6. Виконано: перевірочний розрахунок потужності привода верстата та перевірочний розрахунок вантажних пристроїв.

7. В проекті розглянуті питання: приготування та очистки промивальної рідини, гідравлічного розрахунку промивання свердловини, інструментального забезпечення бурових установок та способу електропостачання.

8. Виконано обґрунтування заходів по попередженню 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 робіт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Грінченко О.В., Курило М.В., Михайлов В.А. та ін. Металічні корисні копалини України. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. – 220 с.
2. Свинко Й.М. Геологія / Й.М. Свинко, М.Я. Сивий. – К.: Либідь, 2003. – 480 с.
3. 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.
4. 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.
5. Кушинов Н.В. К вопросу геологического строения Белозерского района // Геол. журн. – 1981. – № 4. – С. 14 - 19.
6. Рузина М.В, Терешкова О.А, Иванов В.Н, Смирнов А.Я. Формационный, фациальный состав и рудоносность белозерской серии докембрия Украинского щита в зеленокаменных структурах Среднего Приднепровья // Науковий вісник НГУ. – 2013. – № 5. – С. 17 - 23.
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. Мезенцева Н.І., Мезенцев К.В. Економічна та соціальна географія України. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 240 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. Кушинов Н.В. Новое о тектоническом строении Белозерского железорудного района // Геол. журнал. – 1981. – № 6. – С. 112 – 117.
13. Геологія з основами мінералогії / Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов, М.А. Щуковський та ін.; за ред. д-ра с.-г. наук, проф. Д.Г. Тихоненка. К.: Вища освіта, 2003. – 287 с.
14. Кулиш Е.А., Плотников А.В. Геологические факторы экономической ценности железорудных месторождений. К.: Логос, 2005. – 292 с.
15. Разведочное бурение / А.Г. Калинин, О.В. Ошкордин, В.М. Питерский и др. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 748 с.
16. Технология и техника разведочного бурения / Ф.А. Шамшев, С.Н. Тараканов, Б.Б. Кудряшов и др. – М.: Недра, 1983. – 565 с.
17. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин / Под ред. Е.А.Козловского: В 2 т. – М.: Недра, 1984. – Т. 1 – 512 с.
18. Воздвиженский Б.И., Волков С.А., Волков А.С. Колонковое бурение. – М.: Недра, 1989. – 247 с.
19. Ивачев Л.М. Промывка и тампонирувание геологоразведочных скважин: Справочное пособие. - М.: Недра, 1989. – 246 с.
20. Михайлова Н.Д. Техническое проектирование колонкового бурения. - М.: Недра, 1985. – 200 с.
21. Шамшев Ф.А., Шелковников И.Г. Автоматизация и механизация производственных процессов при бурении геологоразведочных скважин. - Л.: Недра, 1982. - 238 с.
22. Сулакшин С.С. Практическое руководство по геологоразведочному бурению. – М.: Недра, 1978. - 333 с.
23. Юшков А.С., Пилипец В.И. Геологоразведочное бурение: Учебное пособие. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 464 с.
24. Сулакшин С.С. Направленное бурение. – М.: Недра, 1987. – 272 с.

25. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в осложненных условиях. – М.: Недра, 1987. – 269 с.
26. Курсове та дипломне проектування бурових робіт: Навчальний посібник / О.І. Калініченко, О.С. Юшков, Л.М. Івачов та ін.: За ред. О.І. Калініченко. - Донецьк: ДонДТУ, 1998. – 153 с.
27. Грей Дж., Дарли Г.С.Г. Состав и свойства буровых агентов (промысловых жидкостей): пер. с англ. М.: Недра, 1985. – 509 с.
28. Прогресивні технології спорудження свердловин / Є.А. Коровяка, А.О. Ігнатів; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: 2020. – 164 с.
29. Ганджумян Р.А. Практические расчеты в разведочном бурении. – М.: Недра, 1986. – 253 с.
30. 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.

ДОДАТОК А
Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	НГІБ.КР.21.05.ПЗ	Пояснювальна записка	76	
5					
6		НГІБ.КР.21.05.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 бакалавра на тему: «Розробка технології спорудження розвідувальної свердловини для умов Переверзівського залізрудного родовища Запорізької області»
студента групи 184-17з-1 ГРФ, Шипілова Віктора Юрійовича

1. Метою виконаної кваліфікаційної роботи є оволодіння методами самостійного рішення інженерних задач, обробка й узагальнення результатів дослідження шляхом комплексного використання отриманих у процесі навчання знань та умінь.

2. Розробка проекту з пошуку та розвідки нових горизонтів покладів залізовміщуючих руд та мінералів в умовах Білозерського залізрудного району – 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 бакалавра за спеціальністю 184 «Гірництво».

4. Тема та зміст роботи відповідає освітньо-професійній програмі підготовки бакалавра 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 та гідро-геологічних умов, 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.

6. Роботу виконано із застосуванням, зокрема, пакетів прикладних програм Excel, Mathcad, Компас 3D.

7. Оформлення кваліфікаційної роботи відповідає діючим стандартам.

8. Ступінь самостійності виконання кваліфікаційної роботи високий.

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

10. Недоліків, які б слугували підставою для зниження зазначеної оцінки, кваліфікаційна робота не містить.

Керівник кваліфікаційної роботи,
доц. кафедри НГІБ

_____ А.О. Ігнатів