

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Геологорозвідувальний  
(факультет)  
Кафедра нафтогазової інженерії та буріння  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню магістра  
(бакалавра, магістра)

студента Гладкого Андрія Вадимовича  
(ПІБ)

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

спеціальності 184 Гірництво  
(код і назва спеціальності)

спеціалізації \_\_\_\_\_

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

на тему Проект буріння свердловини у межах Ганнівської ділянки (Кривбас) з  
удосконаленням обертального способу буріння.  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Пащенко О.А.			
розділів:				
Технологічний	Пащенко О.А.			
Охорона праці				
Економічний	Пащенко О.А.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Судаков А.К.			

Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

нафтогазової інженерії та буріння

(повна назва)

Коров'яка Є.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«    »      2020 року**ЗАВДАННЯ****на кваліфікаційну роботу****ступеню магістра**

(бакалавра, магістра)

студенту Гладкому Андрію Вадимовичу академічної групи 184М-19-1 ГРФ

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 184 Гірництвоспеціалізації     за освітньо-професійною програмою «Буріння свердловин»на тему Проект буріння свердловини у межах Ганнівської ділянки (Кривбас) зудосконаленням обертального способу буріннязатверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 16.11.2020 р.  
№947-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Опис та геологічна характеристика району робіт.. Проектування конструкції свердловини, розрахунок параметрів буріння, вибір бурового устаткування й інструменту. Удосконалення обертального способу буріння.	01.11.2020
Охорона праці та навколишнього середовища	Аналіз потенційних небезпек запроєктованого об'єкта і можливостей негативного впливу його на навколишнє природне середовище,	01.12.2020
Економічний	Організація бурових робіт і кошторис на їх виробництво	14.12.2020

**Завдання видано**

(підпис керівника)

Пащенко О.А.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 12.10.2020 р.Дата подання до екзаменаційної комісії 14.12.2020 р.**Прийнято до виконання**

(підпис студента)

Гладкий В.А.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 91 сторінка, 49 таблиць, 14 рисунків, 18 джерел.

**Актуальність роботи** полягає в необхідності проведення оцінки запасів корисних копалин у межах Ганнівської ділянки (Кривбас) та удосконалення обертального способу буріння.

**Мета роботи:** запроектувати параметри буріння свердловини у межах Ганнівської ділянки (Кривбас) та удосконалити обертальний спосіб буріння.

**Задачі роботи:** удосконалити обертальний спосіб буріння.

**Предметом дослідження** є імпульсний сповільнювач швидкості який забезпечує зменшення швидкості поширення поздовжнього імпульсу і його амплітуди, що дозволяє оптимізувати процес руйнування породи при спільній дії поздовжнього імпульсу і імпульсних моментів на коронку, **об'єктом дослідження** – методологія оптимізації процесу буріння та технічні засоби які дозволяють її використовувати.

**Іноваційність** полягає в удосконаленні обертального способу буріння.

**Практичне значення** полягає в застосуванні запропонованого бурової штанги з імпульсним сповільнювачем швидкості.

В роботі розглянуто методологію оптимізації процесу буріння при бурінні свердловин. Розрахована **економічна ефективність** проведення буріння, вартість буріння погонного метру свердловини 718,45 грн/м. Висвітлені питання безпеки проведення бурових робіт, охорони надр і навколишнього середовища при будівництві свердловини.

У процесі проектування проводилися: літературні дослідження; аналіз шкідливих і небезпечних факторів і заходів для їхнього попередження; кошторисно-фінансові розрахунки.

Дипломна робота виконана в текстовому редакторі Microsoft Office Word, таблиці й діаграми складені у програмі Microsoft Office Excel.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ БУРІННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПАРАМЕТРИ, ІМПУЛЬСНИЙ СПОВІЛЬНЮВАЧ, КОРОНКА.

## ABSTRACT

Explanatory note: 91 pages, 49 tables, 14 figures, 18 sources.

**The actuality of the work** lies in the need to assess the reserves of minerals within the Hannivka site (Kryvbas) and improve the rotational drilling method.

**Purpose:** to design the parameters of drilling a well within the Hannivka site (Kryvbas) and to improve the rotational method of drilling.

**Objectives:** to improve the rotational method of drilling.

**The subject of the study** is a pulse decelerator which reduces the speed of propagation of the longitudinal pulse and its amplitude, which allows to optimize the destruction of the rock with the combined action of the longitudinal pulse and pulse moments on the crown, the object of study - methodology .

**Innovation** lies in the improvement of the rotary drilling method.

**The practical significance** lies in the use of the proposed drill rod with a pulse decelerator.

The methodology of optimization of the drilling process when drilling wells is considered in the work. Calculated **economic efficiency** of drilling, the cost of drilling a running meter of the well 718.45 UAH / m. Issues of safety of drilling, subsoil and environmental protection during well construction are covered.

In the design process were conducted: literature research; analysis of harmful and dangerous factors and measures for their prevention; budget and financial calculations.

Thesis is done in a text editor Microsoft Office Word, tables and charts are compiled in Microsoft Office Excel.

**KEY WORDS:** DRILLING OPTIMIZATION, EFFICIENCY, PARAMETERS, PULSE SLOWER, CROWN.

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	2
ЗМІСТ .....	4
ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1 ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА .....	8
1.1 Загальні відомості про район робіт .....	8
1.2 Коротка геологічна характеристика району робіт .....	11
1.3 Геологічна будова ділянки .....	19
1.4 Методика проведення запроектованих робіт .....	21
1.4.1 Буріння геологорозвідувальних свердловин .....	22
1.4.2 Геологічна документація .....	22
1.4.3 Геофізичні дослідження в свердловинах .....	22
1.4.4 Топографо-геодезичні роботи .....	23
1.4.5 Кернове випробування .....	23
1.4.6 Гідрогеологічні дослідження в свердловинах .....	24
1.4.7 Камеральні роботи .....	24
1.4.8 Очікувані результати проведення робіт .....	25
Висновки по першому розділу .....	25
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА .....	26
2.1 Бурові роботи .....	26
2.1.1 Загальний огляд геолого-технічних умов буріння .....	26
2.1.2 Аналіз раніше проведених бурових робіт .....	26
2.1.3 Вибір і обґрунтування способу буріння і профілю свердловини .....	27
2.1.4 Проектування конструкції свердловини .....	27
2.1.5 Вибір бурового інструменту .....	29
2.1.6 Бурове обладнання .....	36
2.2 Технологія буріння .....	38
2.2.1 Вибір очисного агенту .....	38
2.2.2 Проектування технологічного режиму буріння .....	39
2.2.3 Заходи щодо підвищення якості відбору керна .....	39
2.2.4 Перевірочні розрахунки .....	41
Висновки по другому розділу .....	50
РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЕРТАЛЬНОГО СПОСОБУ БУРІННЯ .....	51
3.1. Обертальний спосіб буріння свердловин, його опис і характеристика .....	51
3.2. Призначення бурових установок .....	53
3.3. Вимоги, що пред'являються до бурових установок .....	54
3.4. Основні вузли бурової установки .....	55



3.5 Удосконалення обертального способу буріння .....	58
Висновки по третьому розділу .....	62
<b>РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....</b>	<b>63</b>
4.1 Характеристика умов та аналіз потенційних небезпек .....	63
4.2 Забезпечення безпеки при проєктованих роботах .....	63
4.3 Забезпечення безпеки при надзвичайних ситуаціях.....	65
4.4 Вплив гірничо-металургійного комплексу на екологічну обстановку регіону .....	66
4.5 Стан атмосферного повітря.....	67
4.6 Стан водних об'єктів .....	67
4.7 Стан зелених насаджень і ґрунтового покриву.....	68
4.8 Проблеми радіоекології в регіоні .....	69
Висновки по четвертому розділу.....	70
<b>РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>71</b>
5.1 Проєктування .....	71
5.2 Виробничо-технічна частина .....	71
5.2.1 Проєктування .....	71
5.2.2 Бурові роботи .....	72
5.2.3 Геофізичні роботи.....	75
5.2.4 Випробування.....	76
5.2.5 Лабораторні роботи .....	77
5.2.6 Камеральні роботи .....	78
5.3 Організація робіт.....	79
5.4 Кошторис на виробництво геологорозвідувальних робіт.....	82
5.5 Зведений кошторис .....	87
Висновки по п'ятому розділу .....	88
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>89</b>

## ВСТУП

Середньопридніпровський мегаблок Українського щита (УЩ) як типовий архейський кратон з розвиненими в його межах зеленокам'яними поясами (структурами) має виразну металогенічну спеціалізацію на золото. Геологорозвідувальними роботами (ГРР), що активно розгорнулися наприкінці другої половини ХХ ст., виявлено родовища Сергіївське, Балка Золота і Балка Широка, десятки рудопроявів і понад 100 пунктів мінералізації благородного металу. Загалом Середнє Придніпров'я за ресурсним потенціалом може зіставлятися з відомими та освоєними зеленокам'яними провінціями Канади, Австралії, Південної Африки, Індії, які в сумі дають близько  $\frac{3}{4}$  світового видобутку металу.

Зруденіння молібдену істотно менше поширене в зеленокам'яних поясах давніх кратонів порівняно із золотом, і загалом є не типовим для раннього докембрію [7, 20]. Помітного розвитку воно набуває з початку протерозою разом з міддю, у складі комплексних родовищ порфірового типу. Наприклад, у Центральноіндійській тектонічній зоні відоме гігантське мідь-молібден-золоторудне родовище Маланжханд пізньоархей-ранньопалеопротерозойського віку [16]. Частка ранньодокембрійських власне молібденових родовищ за різними оцінками становить від 1 до 4 % їхньої загальної кількості. Представлені вони переважно невеликими родовищами, відомими в межах давніх кратонів Канадського, Фенноскандинавського, Південноафриканського та інших кристалічних щитів [7, 14, 19]. Потрібно згадати також Вербинський рудопрояв молібдену в межах Волинського мегаблока УЩ, який пов'язаний з палеопротерозойським Устинівським гранітним масивом.

На теренах Середньопридніпровського кратону (СПК) зруденіння молібдену має помітніший розвиток порівняно з іншими архейськими кратонами. На сьогодні виявлено понад 30 рудопроявів і пунктів мінералізації [9], які зазвичай приурочуються до крайових або внутрішніх частин мезоархейських (3,1–2,9 млрд років) зеленокам'яних структур (ЗКС) і зрідка локалізуються серед гранітоїдів за їхніми межами. З-поміж них найперспективнішими є рудопрояви Східносергіївський, Солонянський у Сурській ЗКС і Ганнівський (ділянка Червона) у Криворізькій структурі (рис. 1.1). Останній приурочений до новокриворізької світи, яка так само належить до зеленокам'яного комплексу.

Постановка проблеми. Незважаючи на істотний промисловий потенціал СПК, насамперед золоторудний, добування благородного металу з різних причин дотепер не розпочато. А в межах перспективних рудопроявів молібдену ГРР виконують спорадично і в невеликих обсягах, а відтак їхнє промислове майбутнє також залишається невизначеним.



У сучасних умовах екстенсивного розвитку геологічної галузі України на перший план виступає пошук нових шляхів і підходів до вивчення й розвитку родовищ і рудопроявів з невизначеними промисловими перспективами, спрямованих на підвищення їхнього практичного значення та інвестиційної привабливості.

Щодо цього потрібно відзначити факт просторового суміщення, перекриття або ж, щонайменше, зближення в межах єдиних геологічних структур головних рудних об'єктів золота й молибдену. Так, на східному фланзі родовища Сергіївського [11] розміщений рудопрояв молибдену Східносергіївський і зона їхнього перекриття представлена золото-молибденовим типом руд. Така сама ситуація спостерігається і на родовищі Балка Золота [1], зі сходу до якого прилягає Солонянський рудопрояв молибдену. За результатами геологознімальних і тематичних робіт (М. В. Кушинов, 1988; О. А. Гончар, 2000; В. М. Петько, 2003 та ін.) просторові асоціації мінералізації золота й молибдену виявлено також у межах Чортомлицької ЗКС, наприклад, на Чкалівській перспективній ділянці. Як елементи єдиної рудно-металогенічної зональності, що проявилась у межах Криворізько-Кременчуцької зони, мож- на розглядати рудопрояви Жовтянський золота в межах Жовтоводської смуги метаморфічних порід [3] і Ганнівський молибдену на північному фланзі Криворізької структури [2, 4, 5]. Проте, очевидні факти просторової, а подекуди й генетичної асоціації рудної мінералізації золота й молибдену не завжди отримували належної уваги в процесі виконання ГРР і супутніх наукових досліджень. Зазвичай рудоносні об'єкти вивчали та оцінювали окремо по кожному виду корисних копалин. Уперше питання наявності комплексного золото-молибденового типу зруденіння порушила співавторка цієї статті у "Звіті про пошуки молибдену в межах південної частини Сурської структури в 1993–2004 рр."



## РОЗДІЛ І ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Загальні відомості про район робіт

Ганнівський рудопрояв виявила в 1965–1969 рр. геолого-розвідувальна партія № 2 Східного ГЗК під час спеціалізованого геологічного картування північної частини Кривбасу. У наступні роки в межах ділянки рудопрояву спорадично виконували порівняно малі обсяги буріння у складі різних видів ГРР. Серед останніх найважливішими є “Пошуки родо-вищ молибдену та вольфраму в межах Ганнівської ділянки” (Л. В. Гальчанський та ін., 2004) і “Пошуково-оціночні роботи на молибден у межах ділянки Червона” (Р. І. Постолюк та ін., 2010). Звіти за цими роботами – це головні джерела, в яких міститься фактичний матеріал про Ганнівський рудопрояв. Власне він охоплює Східноганнівську смугу Криворізької структури [2], а ділянка Червона виділяється в середній частині смуги як найпродуктивніша на молибден.

Рудоносна зона простежена в субмеридіональному напрямку майже на 9 км за потужності від 30–35 до 100–120 м і бортового вмісту молибдену 0,01 % та приурочена до контакту порід новокриворізької світи (метабазальти, метаандезибазальти, амфіболіти, амфіболіти та амфібол-біотитові сланці) з гранітоїдами облямування Криворізької структури, серед яких переважають породи демуринського комплексу. За морфологією зона розглядається як лінійний штокверк, у межах якого виділяються рудні тіла потужністю від 1 до 15 м з вмістом молибдену від 0,05 % до 0,27 %. В окремих пробах виявлено золото в концентрації 0,2–0,6 г/т, рідко – до 2 г/т. За даними буріння свердловин зруденіння простежене до глибини 500 м. Зазвичай мінералізація молибдену локалізується в метавулканітах основного складу новокриворізької світи, значно рідше – у гранітоїдах демуринського комплексу. Основний тип зруденіння – прожилковий. Переважають молибденіт-кварцові прожилки, їхня потужність від часток міліметра до 1,5–2,0 см. Менше поширені вкраплені та прожилково-вкраплені руди. Молибденіт дрібно- та тонколускуватий, зазвичай асоціює зі слюдами, зрідка з піритом, халькопіритом, вісмутином.

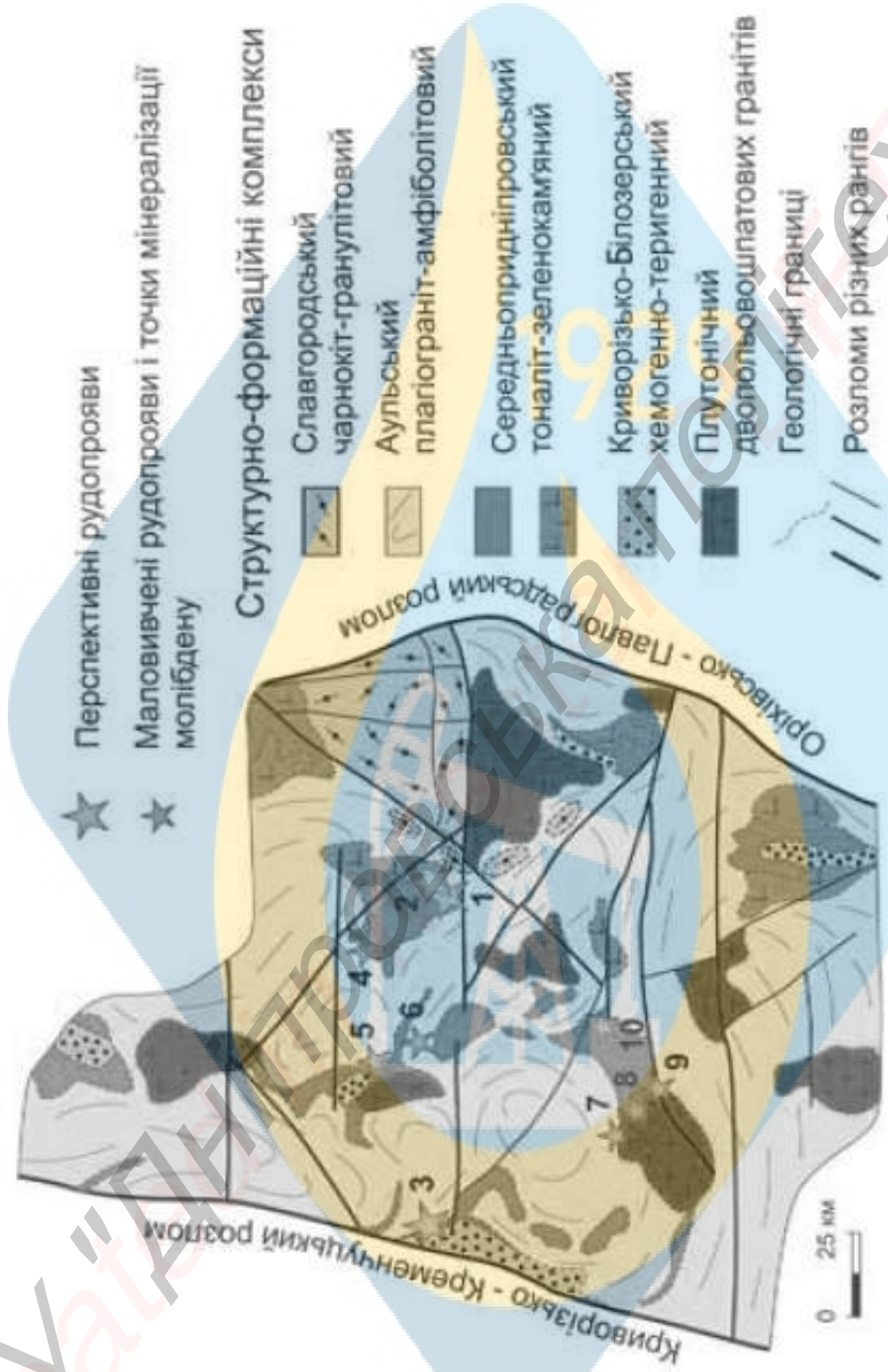


Рисунок 1.1 - Схема розміщення головних рудопоявів і пунктів мінералізації молібдену в Середньопридніпровському архейському кратоні: 1 - Східносергіївський, 2 - Солонянський, 3 - Ганнівський, 4 - Ми- колаївський, 5 - Первозванівський, 6 - Кудашівський, 7 - Олександрівський, 8 - Токівський, 9 - Олександрівський, 10 - Чкалівський



Автори пошуково-оцінювальних робіт у центральній частині ділянки Червона оцінили запаси молібдену категорії С2, а на південному й північному флангах – перспективні ресурси Р1 і Р2, визначали також ресурси супутніх компонентів: міді, вісмуту, вольфраму. Попередня геолого-економічна оцінка зруденіння молібдену засвідчила можливість рентабельної розробки ділянки Червона за бортового вмісту 0,03 % (середній вміст Мо 0,053 %). Найекономічніше вигідним є варіант, розрахований за бортовим умістом 0,05 % (середній вміст Мо 0,087 %) і з урахуванням вилучення супутніх елементів. Відповідно запаси і перспективні ресурси металу разом у першому випадку становлять 34,9 тис. т, у другому – 18,8 тис. т.

Північніше Ганнівського рудопрояву молібдену в межах так званого Жовтоводського простягання (смуги розвитку метаморфічних порід) розміщений Жовтянський рудопрояв золота [3]. Його виявлено в 1989–1994 рр. під час пошуково-оцінювальних робіт на залізисті кварцити в межах Попельнастівської та Жовтоводської ділянок. Дещо пізніше, у 1998–2000 рр., його вивчали паралельно з “Пошуками родовищ молібдену та вольфраму в межах Ганнівської ділянки” (Л. В. Гальчанський та ін., 2004). У невеликих обсягах було виконано буріння свердловин, що дало змогу підтвердити наявність рудної мінералізації та оцінити її загальні перспективи. “Пошуки золотого зруденіння в межах Попельнастівської площі” (В. К. Бутирін, 2012), якими передбачалося продовжити золоторудну зону Жовтянського рудопрояву вздовж Криворізько-Кременчуцького розлому на Попельнастівську ділянку, дали негативний результат.

За даними, що містяться у звітах про вищезазначені ГРР, зруденіння Жовтянського рудопрояву простежене на відстань близько 800 м і представлене зонами золото-сульфідної мінералізації з умістом золота від 1–2 до 11–12 г/т, а у сверд. 4191 – до 49 г/т за потужності 0,5 м. Продуктивне зруденіння локалізується як у залізистих кварцитах, так і в різних за складом і генезисом породах: метаосадових (кварц-хлоритових, кварц-біотит-хлоритових, кварц-графіт-хлоритових сланцях), метавулканогенних (амфіболітах). Зруденілі зони виділені за бортовим умістом золота 0,1 г/т, рудні тіла – 1,0 г/т. Перспективні ресурси золота за бортового вмісту 1 г/т становлять 9,957 т, глибина оцінки – 300 м.

Описані рудопрояви золота й молібдену, на відміну від родовищ Солонянського рудного поля, просторово розмежовані, тому питання щодо їхнього об'єднання не розглядається. Разом з тим, для обох об'єктів спільною рудоконтрольовальною структурою є Криворізько-Кременчуцький розлом (або зона розлому) [2, 3]. Окрім цього, Л. В. Гальчанський, В. К. Бутирін та ін. припускають наявність гіпотетичного, не розкритого ерозійним зрізом смугоподібного рудогенерувального гранітного масиву, який субмеридіонально простягається в північній частині Криворізької структури від Першотравневого



рудника на півдні до Жовтих Вод на півночі. У такому випадку розвинена в межах Східноганнівської та Жовтоводської ділянок мінералізація благородних і кольорових металів цілком задовільно пояснюється процесами рудогенерації над апікальними виступами передбачуваного масиву в породах новокриворізької світи та криворізької серії. Типові комплексні золото-молібденові родовища-аналоги. Родовища молібдену архейського віку відомі в Норвегії, Швеції, Фінляндії, Росії, Канаді, ПАР [7]. Більшість з них є невеликими за масштабом зруденіння і на сьогодні вже відпрацьовані або не розробляються. Наприклад, у Фінляндії родовище Мятясваара було відпрацьоване упродовж Другої світової війни, а Аітоярві залишається не освоєним [14]. Більше того, немає відомостей про їхню просторову асоціацію із золоторудною мінералізацією. Щодо цього на родовищі золота Хемло в Канаді [16] мінералізація благородного металу зазвичай супроводжується молібденітом, який є надійним індикатором промислового зруденіння. Його вміст подекуди сягає 0,1 %, проте самостійних рудних тіл, на відміну від рудопроявів СПК, він не утворює.

## 1.2 Коротка геологічна характеристика району робіт

Ганнівський рудопрояв молібдену, відкритий в 60-ті роки минулого століття і раніше описаний у звітах К.Ф.Різдвянського (1975), Л.В.Гальчанського (2004) та інших, а також у публікаціях [1, 2], згідно з існуючим районуванням Українського щита (УЩ), розташований у крайній західній частині Середньопридніпровського мегаблоку і в геологічному плані одночасно є складовою Жовтоводської та північної частини Криворізької структур – так званої Східно-Ганнівської смуги. Зі сходу названі структури залягають на нижньопротерозойських гранітах кіровоградського комплексу та гранітах демуринського комплексу верхнього архею, а з заходу обмежені Криворізько-Кременчуцькою шовною зоною субмеридіонального простягання, що складена трьома зближеними субпаралельними розломами – Західним, Тарапаківським та Східним. У межах Ганнівського рудопрояву простежено останній розлом, який проходить через всю ділянку, має круте західне падіння під кутами  $75^{\circ}$  –  $85^{\circ}$  і майже скрізь є границею між породами новокриворізької світи та кіровоградськими гранітами.

Рудовміщуючими на рудопрояві є породи новокриворізької світи (PR1nk), що займає нижню частину утворень криворізької серії нижньопротерозойського віку і вище по розрізу змінюється, відповідно, породами скелюватської (PR1sk), саксаганської (PR1sx) і гданцівської (PR1gd) світи.

Комплекс порід *новокриворізької світи*, яка за своїм первинним генезисом є вулканогенно-осадовою, представлений амфіболітами роговообманкового, актинолітового, хлорит-амфіболового, актиноліт- і тремоліт-біотитового складу



(рис. 1.2), габро-амфіболітами, сланцями та кварцитами. У складі *скелюватської світи* присутні кварцити, кварцито-пісковики, аркозові пісковики з прошарками сланців. *Саксаганська світа* складена двома сланцевими та двома залізними горизонтами. Утворення *гданцівської світи* присутні у крайній західній частині рудопрояву і представлені сланцями, гнейсами, кварцитами та метапісковиками. Гранітоїди *кіровоградського комплексу (PR1kg)*, серед яких переважають дрібно- та середньозернисті, інколи порфіробластові смугасті плагіомікроклінові граніти та мігматити, в межах рудопрояву підстиляють новокриворізьку світу амфіболітів, формуючи куполоподібні масиви, міжпластові тіла та тіла, що приурочені до лінійних зон тектонічних порушень.

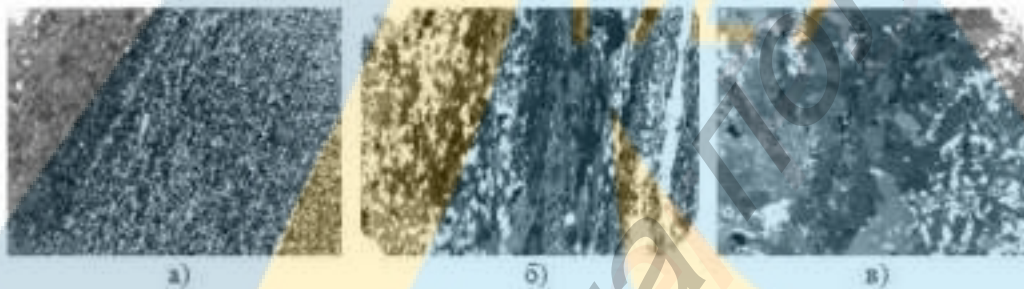


Рисунок 1.2 – Різновиди амфіболітів; прозорі шліфи, ніколи паралельні:

а) амфіболіт шаруватий з різною зернистістю окремих прошарків; св. 24744, гл. 237,0 м (довжина по горизонталі 2,2 мм); б-в) хлорит-амфіболові амфіболіти: б) св. 24743, гл. 450,0 м (довжина по горизонталі 2,0 мм); в) св. 24743, гл. 440,1 м (довжина по горизонталі 2,0 мм)

Серед гідротермально-метасоматичних змінень проявлені альбітизація, калішпатизація, скарнування, грейзенізація, окварцювання тощо.

Альбітизація у вигляді прошарків і жил альбітитів, інколи – з проявами більш ранньої калішпатизації, в більшій ступені спостерігається у південній частині рудопрояву.

В амфіболітах виділяються дві зони скарнування (скарноподібних порід або скарноїдів) – високотемпературна, що представлена кордієрит-антофілітовою асоціацією з підпорядкованим розвитком шеєліту, та низькотемпературна з розвитком діопсиду, актиноліту, тремоліту, карбонатів, воластоніту, гранату, скаполіту і, суттєво, шеєліту. Скарноподібні породи в більшості локалізуються серед розсланцьованих амфіболітів верхньої частини амфіболітової товщі, поблизу від контакту з перекриваючими її лейкократовими плагіогнейсами, і складають пласто- та лінзоподібні тіла потужністю від десятків сантиметрів до 5 – 12 м.

Про проявлення процесу, схожого з грейзенізацією, певною мірою свідчить наявність на рудопрояві зон інтенсивного окварцювання та мусковітизації, в яких нерідко містяться кристали турмаліну, виділення флюориту, топазу, рутилу,



потужністю від 25 – 30 м до 200 м. У межах цих зон фіксується від 2 до 7 більш інтенсивно грейзенізованих (кварц-серицит-мусковітових з альбітом, турмаліном, рутилом, іноді флогопітом, флюоритом, топазом) ділянок – «грейзенізитів», потужність яких змінюється від перших метрів до 50 м.

Продукти метасоматичного окварцювання – вторинні кварцити – представлені практично мономінеральними кварцовими породами та їх слюдистими різновидами з прошарками мусковітових (серицитових) сланців з силіманітом, кордієритом, рутилом, турмаліном, інколи гранатом. Процес прожилкового окварцювання, виражений розповсюдженням переважно субзгідних з загальним розланцюванням вміщуючих порід кварцових з підпорядкованими кількостями інших мінералів прожилків (рис. 1.3), є найбільш яскраво проявленим. Уздовж контактів цих прожилків нерідко спостерігається оторочка, складена більш великими, ніж у вміщуючій породі, виділеннями амфіболу (рис. 1.3 а-в).

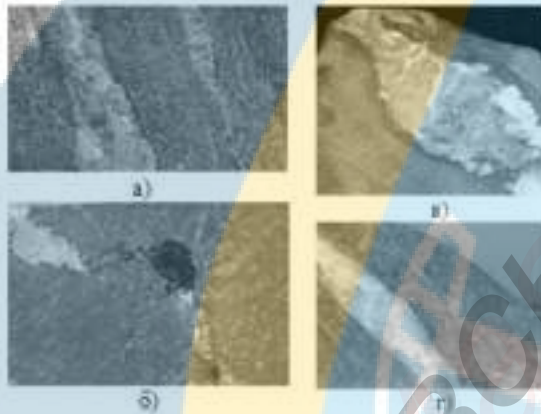


Рисунок 1.3 - Прояви дорудного прожилкування та пов'язаної з ним амфіболізації; полірований керн: а) розвиток амфіболу на контактах будин і прожилків польовошпат-кварцового складу; св. 24917, гл. 64,2 м; б) розвиток амфіболу на контактах будинованого польовошпат-кварцового прожилку; св. 24917, гл. 66,3 м; в) крупнозернисті (до 5 – 10 мм у поперечнику) виділення амфіболу в січних сульфідмістячих прожилках; св. 24746, гл. 106,9 м; г) будинований субзгідний прожилок у слюдисто-кварцовому сланці

Молібденове зруденіння, за даними буріння свердловин розповсюджене до глибини 500 м, представлене *молібденітом*, що розпилений у ділянках, збагачених біотитом, а також тяжіє до «сухих» тріщин, ниткоподібних прошарків і малопотужних кварцових, польовошпат-кварцових і епідот-кварцових прожилків, переважно субзгідних із загальним заляганням порід амфіболітової товщі та напрямком сланцюватості в них. Домінуюча частина молібденіту знаходиться у породах безпосереднього екзоконтакту гранітоїдів кіровоградського комплексу при незначній його частці, локалізованій саме в гранітоїдах. У прожилках досить



часто він відкладений уздовж зальбандів, створюючи або ланцюжки лусочок з переважним розміром до 0,5 мм (дуже рідко – до 2 мм), або нібито оторочку, складену пилювато-тонколускатим агрегатом; спостерігаються також гніздоподібні вкраплення лусочок. В аншліфах у більшості встановлені таблитчасті, лускаті, зплющені самостійні виділення молибденіту або їх зростання, в цілому видовжені згідно розсланцюванню та зальбандам прожилків і розташуванню сприятливих для локалізації прошарків; значно рідше зустрічаються окремі дрібні різноорієнтовані лусочки та їх променеві зростання. За виключенням піриту, звичайно молибденіт просторово відокремлений від інших рудних мінералів (рис. 1.4). Молибденіт містить 59,19 % – 60,45 % молибдену, 39,55 % – 40,81 % сірки та домішки свинцю (0,3 %), титану (0,01 %), вісмуту (0,01 %), нікелю (0,01 %), кобальту (0,003 %), міді (0,0005 %), а також ренію (0,02 %).



Рисунок 1.4 - Особливості розподілу молибденіту ( $\text{MoS}_2$ ) у вміщуючій породі (Py – пірит); аншліфи

З числа інших сульфідів на рудопрояві виявлені наступні: пірит, халькопірит, піротин, арсенопірит, галеніт, вісмутин та сфалерит.

*Пірит* у складі чотирьох умовно виділених за генетичним походженням типів (сингенетичного, метаморфогенного, гідротермального та метасоматичного) є домінуючим сульфідом. У свою чергу, гідротермальний пірит у зруденілих ділянках є найбільш поширеним і представлений, як мінімум, двома генераціями.

Пірит, віднесений до першої генерації, різко переважає і частіше представлений виділеннями неправильної, неправильно-подовженої, подовженої, близізометричної та ізометричної форми, розміром (у довжину та поперечнику) до декількох міліметрів та їх зростками. Часто зерна піриту розподілені в субпаралельних тріщинах сланцюватості-шаруватості, таким чином підкреслюючи напрямок останньої. Саме від конфігурації тріщин та порожнин часто залежить і форма виділень мінералу. Значно рідше зустрічаються зерна, що характеризуються достатньо гарно проявленим ідіоморфізмом, тобто мають прямокутні, квадратні, ромбовидні, полігональні та інші поперечні перетини; розмір цих зерен, як правило, не перевищує 0,6 – 0,7 мм. Іноді присутні мономінеральні гніздо- та



лінзовидні (довжиною до декількох сантиметрів при потужності до 5 мм) відокремлення. Пірит цієї генерації створений явно раніше молібденіту, оскільки в аншлахах неодноразово спостерігались вклучення молібденіту в зернах піриту, проникнення лусків молібденіту в пірит у периферійних частинах його зерен, випадки «одягання» ними останніх та інші (рис.1.5, 1.6).

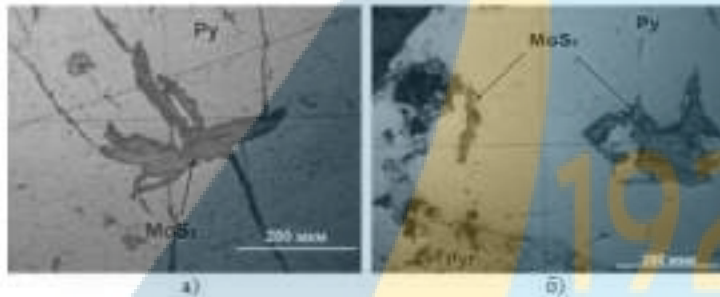


Рисунок 1.5 - Вклучення молібденіту ( $\text{MoS}_2$ ) у піриті першої генерації (Py), Py - піротин, аншлафи



Рисунок 1.6 - Взаємовідношення між молібденітом ( $\text{MoS}_2$ ) та піритом першої генерації (Py); аншлафи

У піриті, який, за даними визначення на мікроаналізаторі JXA-5 в ІГМР НАН України, має склад, близький до стехіометричного (46,72 % заліза та 52,88 % сірки при наявності 0,40 % вісмуту та 0,02 % міді), за більш ранніми даними, містяться домішки титану (до 0,3 %), міді (0,15 %), кобальту (0,07 %), марганцю (0,07 %), нікелю (0,005 %), цинку (0,005 %), хрому (0,0015 %), срібла (0,0003 %), германію (0,0002 %).

Другий різновид (генерація) піриту, який за часом створення є більш пізнім, має підпорядковане значення і, головним чином, у вигляді тонко- і схованозернистого агрегату нерідко нарастає на зерна піриту першої генерації (рис. 1.7 а), але частіше заповнює пізні тріщини в породі. У свою чергу, ці тріщинки (та, відповідно, просічки піриту) іноді з'єднують між ж собою окремі зерна піриту першої генерації (рис. 1.7 б). Іноді у тріщинах та порожнинах присутні самостійні зерна пізнього піриту, поперечний розмір яких звичайно не перевищує 0,2 – 0,3 мм. Взаємовідношення піриту другої генерації з молібденітом неоднозначні, але більш



похоже, що молібденіт січе його.

*Халькопірит* є другим за промисловим значенням сульфідним мінералом руд. За отриманими даними, присутні дві його генерації, створені метаморфогенним (перша генерація) і гідротермальним (друга) шляхами. Перша з них утворює як мономінеральні (більш поширені) виділення неозначеної форми з переважним розміром менше 1 мм, так і такі, що знаходяться в зростанні з піритом та магнетитом; іноді спостерігаються лінзовидні зростки зерен халькопіриту. Друга генерація халькопіриту має гідротермальний генезис і пов'язана з карбонат-кварцовими прожилками та жилами, в яких він створює виділення неправильної та видовженої (часто по їх простяганню) форми. У тих випадках, коли халькопірит знаходиться в асоціації з піритом, зерна якого володіють значно краще вираженим ідіоморфізмом, він звичайно наростає на грані останнього, виповнює тріщинки в ньому, а також створює дрібні включення.

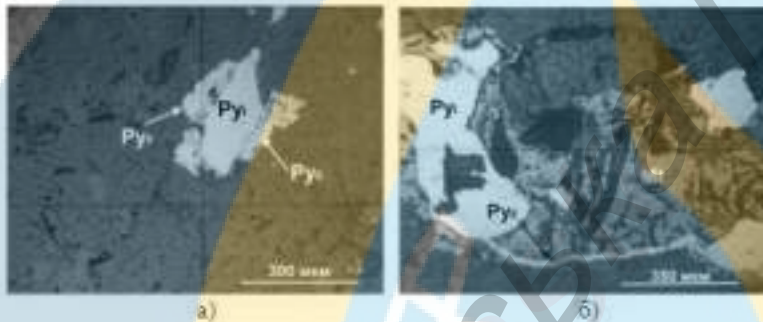


Рисунок 1.7 - Взаємовідношення між піритами першої (PyI) та другої (PyII) генерацій і магнетитом другої генерації (Mt); аншлифи

*Піротин*, який за поширеністю серед сульфідів займає друге місце після піриту, переважно приурочений до тріщинуватих ділянок порід, де утворює самостійні виділення неправильної і неправильно-подовженої форми до 2,2 мм довжиною, рідше – табличчасті, призматичні та близізометричні зерна, поперечний розмір яких звичайно не перевищує 0,5 – 0,6 мм, а також прожилки довжиною до 1,3 мм. Рідше присутні зростки його зерен неправильної форми до перших міліметрів у поперечнику. Відносно часто він знаходиться в асоціації з піритом, наростаючи у вигляді переривистих малопотужних кайм загальною довжиною до 0,7 мм при їх потужності 0,1 – 0,2 мм і самостійних виділень довжиною до 0,5 мм на його зерна, розвиваючись по тріщинкам у ньому. Спостерігаються включення піротину неправильної, подовженої, округлої, краплевидної та іншої форми розміром звичайно не більше 200 мкм у поперечнику та 250 мкм у довжину в піриті. Присутні зростки піротин-піритового, піротин- халькопіритового та піротин-пірит-халькопіритового складу. Піротин містить домішки нікелю ( до 0,7 %), марганцю (0,05 %), міді (0,03 %), кобальту (0,01 %), цинку (0,005 %), титану (0,001 %),



свинцю (0,0002 %).

*Арсенопірит* у вигляді поодиноких видовжених, довгопризматичних та голчатих кристалів довжиною до 300 мкм, значно рідше – їх агрегатів спостерігається серед кварц-біотит-хлоритових сланців та амфіболітів, особливо в ділянках брекчійування, що зцементовані кварц-карбонат-піритовою речовиною, де іноді він просторово асоційований з піритом та халькопіритом. Ідіоморфізм цих кристалів за відношенням до піротину, наприклад, проявлений значно краще.

*Галеніт* зустрінутий у роговообманкових амфіболітах і представлений одиничними зернами розміром від 0,03 до 1,0 мм (переважно – до 0,25 мм), які нерідко мають кубічну форму, меншою мірою – скупченнями зерен, що знаходяться в асоціації з іншими сульфідами, в тому числі – у вигляді суцільної маси в тісному зростанні з вісмутином. До домішок у галеніті відносяться цинк (до 0,05 %), срібло (0,01 %), мідь (0,001 %).

*Сфалерит* у незначних кількостях зустрінутий в катаклазованих і сульфідизованих (пірит-, піротин-, халькопірит-, галеніт- та молібденітмістячих) роговообманкових амфіболітах та залізистих кварцитах. Виділення сфалериту звичайно мають неправильну форму і поперечний розмір від 0,04 мм до 0,14 мм при переважному розмірі до 0,07 мм.

*Вісмутин* виявлений в мінералогічних пробах у вигляді уламків кристалів неправильної форми, суцільних земельних агрегатів, що складають уламки від 0,14 – 0,2 до 0,5 мм у поперечнику. Відмічено наявність переривистої кайми вісмутину навкруги зерен піриту.

До інших рудних мінералів, присутніх у зруденілих зонах рудопрояву, відносяться магнетит (найбільш розповсюджений), шеєліт, вольфраміт, самородні золото та срібло і телурид вісмуту.

*Магнетит* на рудопрояві представлений двома генераціями, перша з котрих за часом створення є дорудною, а друга – продуктом перерозподілу речовини, що мав місто у процесі внутрішньорудних метасоматично-гідротермальних перетворень.

Магнетит першої генерації переважає і знаходиться в кількостях до 25-30 % і більше в незмінених вміщуючих породах. Він представлений вкрапленістю зерен близізометричної, ізометричної (до 1,1 мм у поперечнику) та подовженої форми (довжиною до 1,5 мм), які нерідко створюють ланцюжки, приурочені до тріщин сланцюватості-шаруватості у породі і орієнтовані згідно з останньою.

Магнетит другої генерації, головним чином, знаходиться у виді мономінерального, а також асоційованого з підпорядкованими кількостями сульфідів тонко- і схванокристалічного агрегату, що утворює гнізда рідко більше 1 мм у поперечнику, лінзочки та прожилки довжиною до 3 мм. Крім того, цей агрегат створює кайми на ранньому піриті (рис.1.7 а), такого ж типу кайми на



піриті, периферійні частини якого раніше вже були покриті виділеннями піротину або халькопіриту, а іноді – обох мінералів (рис. 1.8 б), та магнетиті першої генерації (рис. 1.8 в).

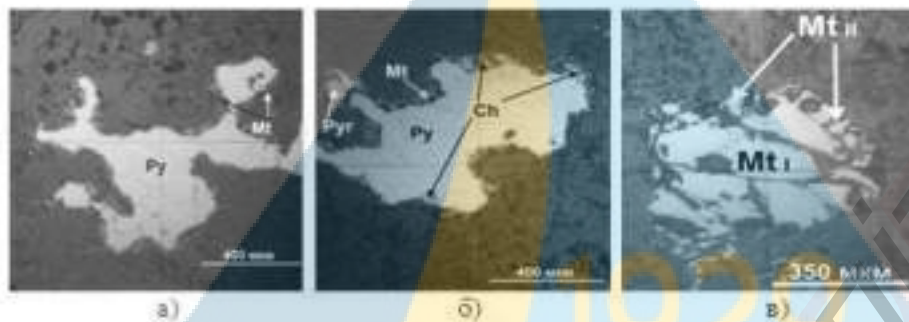


Рисунок 1.8- Взаємовідношення між магнетитом другої генерації (Mt та MtII), піритом першої генерації (Py), халькопіритом (Ch), піротином (Pyr) та магнетитом першої генерації (MtI); аншлифи

*Шеєліт*, наявністю якого, головним чином, обумовлені підвищені кількості вольфраму (до 0,07 % у пробах) у рудних зонах, утворює ізометричні, овальні і неправильні зерна розміром від 0,003 до 0,8 мм, більшість яких, розташованих субпаралельними ланцюжками, виявлено в кварцовій жилі, що пересічена свердловиною 24737 на глибині 358,3 м. На глибині 359,3 м свердловини 24736, де спостерігається контакт амфіболітів із залізистими кварцито-сланцями, у зоні окварцювання і сульфідизації зустрічно 2 зерна шеєліту розміром біля 200 мкм та 150 мкм у поперечнику, які знаходяться в просторовій асоціації з неправильної форми виділеннями рудного мінералу.

Другий вольфрамовий мінерал – *вольфраміт* – є ще більш рідкісним і виявлений в кварцово-двослюдяному сланці з турмалином та апатитом у свердловинах №№ 24180 та 24188.

*Самородне золото* пробністю 872 – 902 і незначними домішками міді, ртуті та телуру у вигляді дрібних і тонких виділень, лише окремі з яких досягають 0,2 – 0,3 мм у поперечнику, більшою частиною спостерігається в сікучих шарування порід жилах та прожилках, складених кварцом, карбонатами та сульфідами.

В окремих зразках по свердловині 24748 в слюдисто-кварцових сланцях знайдено декілька дендритовидних виділень *самородного срібла* довжиною до 8 – 10 мм.

У складі руд виявлено мінерали – носії вісмуту: в зразках та пробах свердловин №№ 24737 та 24748 – *самородний вісмут*, який, крім саме вісмуту, містить до 0,06 % срібла та 0,04 % міді, свердловини 24737 – мінерал, що за складом не відповідає ні одному з відомих *телуридів вісмуту* (71,61 % вісмуту, 22,60 % телуру, 4,18 % сірки і домішки селену – 1,6 %, міді – 0,03 % та срібла – 0,01 %). За



вмістом вісмуту останній ближче всього до верліту ( $\text{Bi}_{2+x}\text{Te}_{3-x}$ ), за вмістом телуру – до чикловіту ( $\text{Bi}_2\text{TeS}_2$ ), за вмістом сірки – до тетрадиміту ( $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ ) та жозейту А ( $\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{1-x}\text{S}_2$ ).

Таким чином, проведені останнім часом дослідження особливостей зруденіння Ганнівського рудопрояву підтвердили раніше виказане передбачення про складний, багатостадійний характер формування його комплексних вольфрам-мідь-молібденових (із сріблом, золотом, вісмутом) руд. Це підтверджується, наприклад, наявністю в зруденілих ділянках, як мінімум, двох генерацій не тільки піриту, але і магнетиту. Додатковою ознакою цього може служити також дуже рідкісне спільне знаходження (тобто – не одночасне створення) головного корисного мінералу руд, молібденіту, з сульфідами та іншими рудними мінералами.

### 1.3 Геологічна будова ділянки

У геологічній будові Ганнівського родовища (рис. 1.9) беруть участь метаморфічні породи криворізької серії, розділені (знизу догори) на новокриворізьку, скелеватську, саксаганську, гданцівську і глеєватську світи.

Продуктивну товщу родовища формують п'ятий і шостий залізисті горизонти саксаганської світи. Через незначну потужність шостого сланцевого горизонту, який їх розділяє, його також зачислено до продуктивної товщі.

Вплив мінералогічних чинників на збагачуваність бідних магнетитових руд родовища детально досліджували в процесі залучення родовища до експлуатації та протягом перших десяти років видобутку і збагачення руд (70-ті й початок 80-х років ХХ ст.) [3, 4].

Визначено загальні закономірності технологічної мінералогії руд, серед яких – висновки про існування прямої залежності між якістю концентрату ( $\beta$ ) і загальним вмістом заліза в руді ( $\text{Fe}_{\text{заг}}$ ), вмістом у ній заліза, яке є в складі магнетиту ( $\text{Fe}_{\text{магн}}$ ), а також про пряму залежність виходу концентрату ( $\gamma$ ), вилучення заліза з руди до концентрату в разі збагачення ( $\epsilon$ ) від вмісту в складі руди  $\text{Fe}_{\text{заг}}$  і  $\text{Fe}_{\text{магн}}$ .

Також виявлено, що між вмістом  $\text{Fe}_{\text{заг}}$  та  $\text{Fe}_{\text{магн}}$  у складі руди і втратами заліза у відходах (хвостах) збагачення ( $\vartheta$ ) суттєвого зв'язку нема.

Протягом останніх років активізувались геологічні, мінералогічні й технологічні дослідження, спрямовані на підвищення ефективності утилізації мінерально-сировинної бази залізних руд родовищ Кривбасу, у тому числі Ганнівського, а також використання природного потенціалу руд з урахуванням їхніх мінералогічних і петрографічних особливостей під час розробки ефективних



схем збагачення. Вирішення цієї проблеми дасть змогу забезпечити зростання якісних показників залізо-рудного концентрату (загальний вміст у його складі заліза, вміст баластних ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ) і шкідливих ( $\text{S}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ) домішок), збільшити його вихід, підвищити вилучення заліза з руди до концентрату і зменшити втрати заліза у відходах збагачення (хвостах).



Рисунок 1.9 - Положення Ганнівського родовища в межах Криворізького басейну:  
 1 – метакластоліти і доломітові мармури глеєватської і гданцівської світ; 2 – залізисті кварцити і сланці саксаганської світ; 3 – метакластоліти, метаультрабазити і метаба- зити скелеватської, новокриворізької світ і конкської

серії; 4 – гранітоїди дніпропетровського і саксаганського комплексів; 5 – Криворізько-Кременчуцький глибинний (мантіїний) розлом (К.-К.); 6 – корово-мантіїні розломи (Д. – Девладівський); 7 – корові розломи (Дг. – Діагональний, Н. – Новокриворізький); 8 – лінії стратиграфічних контактів.

Залізородні райони: I – Північний (Ганнівський); II – Центральний (Саксаганський); III – Південний; IV – Інгулецький (Лихманівський).

Залізородні смуги: 1 – Східноганнівська; 2 – Західноганнівська; 3 – Дальні Західні смуги; 4 – Саксаганська; 5 – замикання Основної структури; 6 – Лихманівська.

Під час збирання вихідного матеріалу увагу вчених привернув різний рівень детальності попередніх мінералогічних, петрографічних, петрохімічних і технологічних досліджень. Йдеться про те, що геологорозвідувальні, науководослідні організації та геологічна, технологічна служби ПнГЗК використовували різні показники для оцінки якості залізних руд родовища.

Більшість проб, одержаних з керна розвідувальних свердловин і забоїв кар'єру, вивчали за скороченою схемою з визначенням вмісту в складі руди  $Fe_{\text{мг}}$  і  $Fe_{\text{магн}}$ , а також технологічних показників. Кількість таких проб перевищує 10 тис.

Для значно меншої кількості проб (близько 3 тис.) визначали також показники фазового складу заліза, які характеризували його розподіл між основними мінеральними фазами (вміст заліза у складі магнетиту –  $Fe_{\text{магн}}$ , мартиту –  $Fe_{\text{март}}$ , залізної слюдки і гідроксидів заліза –  $Fe_{\text{гем+гидр}}$ , силікатів і карбонатів –  $Fe_{\text{сил+карб}}$ , іноді сульфідів –  $Fe_{\text{сульф}}$ ). Близько 1 000 проб мали також дані про вміст деяких породоутворювальних і другорядних хімічних компонентів ( $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ , в.п.п. (втрата маси проби під час прожарювання) та деякі інші).

Отже, для Ганнівського родовища характерний високий рівень варіативності мінерального і хімічного складу порід і, як наслідок, показників їхнього збагачення. Причина полягає в складній багатостадійній історії їхнього формування. За даними визначення хімічного складу і збагачуваності руд виявлено тісні позитивні й негативні кореляційні зв'язки між їхніми хімічними і технологічними показниками.

#### 1.4 Методика проведення запроєктованих робіт

Цільове призначення робіт:

Провести уточнення запасів корисних копалин на Ганнівській площі - на одному з найперспективніших щодо самостійного відпрацювання за допомогою буріння свердловин і випробування, зробити переклад його запасів з категорії P1 в C1 і C2.

Польові роботи в межах Ганнівській площі включають:



- буріння геологорозвідувальних свердловин;
- геологічна документація;
- геофізичні дослідження в свердловинах;
- топографо-геодезичні роботи;
- керованому випробування;
- гідрогеологічні дослідження в свердловинах;
- камеральні роботи.

#### **1.4.1 Буріння геологорозвідувальних свердловин**

Буріння свердловин в межах площі робіт проводиться з метою отримання нової загальної інформації про геологічну будову метаморфічних товщ кристалічного фундаменту Ганнівській площі, розкриття передбачуваної молібденової та золотоносної зони, встановлення її морфологічних особливостей, розмірів і локалізації в просторі.

Свердловини буряться колонковим способом, установкою УКБ-5П. Глибина свердловин складає 200 м і 400 м. Всього передбачається пройти 39 свердловин на стадії оцінки по мережі 50×50 м (25 свердловин) і 100×100 м (14 свердловин). Загальний обсяг буріння на родовищі складе 10600 м. Розріз свердловини представлений суцільно залізистих кварцитів - все 400 м, в тому числі по роздробленим і сильно тріщинуватих кварцитів буряться перші 2,0 м. Кінцевий діаметр буріння становить 76 мм. Обґрунтування кінцевого діаметра наводиться в розділі «Випробування». Вихід керна повинен бути не менше 90%. Всі свердловини вертикальні (застосовується квадратна схема буріння свердловин на увазі нерівномірного розподілу золота на ділянці).

За категорією буримости обсяг буріння становить:

VII-2,0 м і X-398 м

Попутно виконувалися роботи щодо забезпечення процесу буріння геофізичними дослідженнями, а так само з безперервним циклом випробувальних робіт.

#### **1.4.2 Геологічна документація**

Буде проводитися у бурових свердловин (10600 м) і в кернахранилище на базі ділянки.

#### **1.4.3 Геофізичні дослідження в свердловинах**

Геофізичні дослідження (ГІС) проводити у всіх свердловинах. При виборі комплексу ГІС використовувався досвід раніше проведених на даній території регіональних, а також пошукових робіт по золоту.

В результаті виконаних геофізичних робіт вирішуються наступні завдання:



1. Визначення зенітних і азимутальних кутів свердловин (інклінометрія).
2. Проведення масових пошуків урану (ГК).
3. Проведення літологічного розчленування геологічного розрізу, виділення тектонічних зон і зон тріщинуватості (ГК, КС).

Гамма-каротаж (ГК) застосовувався для вивчення природної радіоактивності гірських порід і руд, інтенсивність гамма-випромінювань яких залежить від змісту в них торію, радію, калію-40, і коливається від 0,5 до 60 мкр/год. Це дало можливість використовувати гамма-каротаж не тільки, як метод пошуків радіоактивних руд, але і як основний метод уточнення літології, кореляції розрізів.

Гамма-каротаж (ГК) проводився по всьому стовбуру свердловини на всю глибину радіометром типу "Кура-І" при масштабі запису І: 500 і швидкості підйому свердловинного приладу 300-400 м/год при постійній часу інтегруючого контуру дорівнює 3 секундам, масштаб записи ГК близько 4-5 мкр/год на 2 см діаграмної стрічки.

Метод завдання опорів (КС), як і ЦК, відноситься до основного комплексу досліджень, проводився на всю глибину свердловини і заснований на вивченні величин опорів. Метод КС проводився з метою уточнення літологічних різниць порід при інтерпретації результатів ГК, кореляції розрізів, виділення тектонічних зон. Для спрощення робіт проводиться одним зондом. Швидкість підйому зонда не перевищує 600-700 м/год.

Інклінометрія проведена у всіх свердловинах з метою контролю просторового положення стовбура. Інклінометрія виконувалася з кроком вимірів 20 м при закритті свердловини інклінометром ІГ-36 (гіроскопічний).

#### **1.4.4 Топографо-геодезичні роботи**

Топографо-геодезичні роботи проводилися з метою створення топографічного обґрунтування при виробництві бурових робіт, складання геологічних карт, планів випробування.

Виконана прив'язка 39 пробурених свердловин методом GPS. Топографо-геодезичні роботи виконувати маркшейдерської службою.

Для вищевказаних робіт використовувалася внутрішня геодезична мережа довготривалих знаків в умовній (місцевої) системі координат, створена і розвивається маркшейдерської службою ГЗК.

#### **1.4.5 Кернове випробування**

Кернове секційне випробування є основним видом випробування по всьому інтервалу буріння.

Кернові проби відбиралися з урахуванням літологічних кордонів секціями. Середня довжина проби склала близько 1,0 м.



Загальна кількість відібраних кернових проб 1060 штук, загальна довжина випробуваних інтервалів по ним 1060 м. (Довжина інтервалу, що зазнає керна випробування по пробурених свердловинах, склала 10% від загального пробуреного обсягу)

Вихідна вага проби повинна бути не менше 4,0 кг. У пробу відбиралася половина керна при діаметрі буріння 76 мм за допомогою керноколу.

Обсяг метрової керових проб:

$$V = L \cdot \frac{\pi D^2}{4} = 1\text{м} \cdot \frac{3,14 \cdot (0,058\text{м})^2}{4} = 0,00264 \text{ м}^3$$

При об'ємній масі кварцитів  $3600 \text{ кг/м}^3$ , маса проби складе:  $m = 0,00264 \text{ м}^3 \cdot 3600 \text{ кг/м}^3 = 9,5 \text{ кг}$ . В результаті ми забезпечили вихідну вагу проби не менш 4,0 кг. При застосуванні аварійного діаметра 59 мм в пробу відбирався весь керна.

Кернові проби піддаються пробірно-атомно-абсорбційному, екстракційно-атомно-абсорбційному, хіміко-спектральному, масспектрометричному видам аналізу на золото, тому що ці види забезпечують достатню чутливість аналізів з метою оцінки їх попутних кількостей в тілах з благороднометальною мінералізацією.

Методика екстракційно-атомно-абсорбційного та пробірно-атомно-абсорбційне визначення золота для залізних руд родовища відпрацьована і вдосконалена в ході виконання пошукових робіт по золоту і платиноїдів. Крім того, методика визначення золота в залізних рудах родовища екстракційно-атомно-абсорбційним методом. Аналізи в даній лабораторії виконувалися з розбраковочною метою, так як вона не атестована для подібних досліджень.

В ході виконання робіт за даною об'єкту пробірно-атомно-абсорбційний та екстракційно-атомно-абсорбційний аналізи використовувалися як основні методи дослідження для встановлення характеру розподілу і концентрування золота.

Розподіл керових проб за видами аналізів наступне:

- пробірно-атомно-абсорбційний аналіз на золото - 250 проб;
- екстракційно-атомно-абсорбційний аналіз на золото - 630 проб;
- масспектрометричний аналіз на золото - 60 проб;
- хіміко-спектральний аналіз на золото - 120 проб.

#### **1.4.6 Гідрогеологічні дослідження в свердловинах**

Гідрогеологічні дослідження в свердловинах включають виміри статичного рівня води по завершенню буріння, якщо це необхідно.

#### **1.4.7 Камеральні роботи**

Роботи включають обробку матеріалів буріння, випробування, результатів лабораторних робіт, складання звіту.



#### 1.4.8 Очікувані результати проведення робіт

В результаті проведення геологорозвідувальних робіт буде доразведано Ганнівське родовище відносно благороднометального зруденіння, буде зроблено висновок про його придатності в якості самостійно відпрацьовується золоторудного ділянки. Запаси золота необхідно оцінити за категоріями С1 і С2.

Таблиця 1.1 - Зведений перелік робіт, що проектується

№ п/п	Види робіт	Обсяг робіт
1.	Буріння геологорозвідувальних свердловин	39 свердловин загальною глибиною 10600 м
2.	Геологічна документація	Опис керна 10600 п.м.
3.	Геофізичні дослідження в свердловинах	У всіх свердловинах ГК, інклінометрія, КС
4.	Топографо-геодезичні роботи	Прив'язка 23 запроєктованих свердловин
5.	Керновому випробування	1060 проб по 1,0 м направляється на пробірно-атомно-абсорбційний аналіз на золото - 250 проб; - екстраційно-атомно-абсорбційний аналіз на золото - 630 проби; - Маса-спектрометричний аналіз на золото - 60 проб; - хіміко-спектральний аналіз на золото - 120 проб.
6.	Гідрогеологічні дослідження в свердловинах	Визначення статичного рівня вод в свердловині, якщо це необхідно
7.	Камеральні роботи	Обробка матеріалів буріння, випробування, результатів лабораторних робіт, складання звіту.

#### Висновки по першому розділу

У розділі було розглянуто загальні відомості про район робіт Ганнівського родовища, геологічна будова ділянки, проведення буріння геологорозвідувальних свердловин, побудови геологічної документації, проведення геофізичних досліджень в свердловинах, топографо-геодезичних робіт, кернових випробувань, гідрогеологічних досліджень в свердловинах та камеральних робіт.



## РОЗДІЛ 2 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Бурові роботи

Метою технічної частини дипломного проекту є вибір і обґрунтування технічних рішень, спрямованих на вдосконалення технології буріння розвідувальних свердловин.

Буріння свердловин проектується з метою дорозвідки родовища, переведення категорії його розвідки з P1 в C1 і C2, відбору кондиційних кернових проб для лабораторних випробувань, а також отримання усіх даних про ділянку родовища з повнотою і достовірністю, достатніми для складання технічного проекту на його самостійне відпрацювання. Проектом передбачається буріння 39 свердловин загальним обсягом 100600 п.м. під кутом до горизонту 90° з відбором керна по всьому інтервалу буріння. Свердловини проектується на глибини 200 м (25 свердловин) і 400 м (14 свердловин). Вихід керна повинен бути не менше 90%. Терміни проведення бурових робіт з березня 2021 по жовтень 2021 рр.

#### 2.1.1 Загальний огляд геолого-технічних умов буріння

Геологічний розріз свердловини представлено залізистими кварцитами коробковсої свити ( $PR_1^1 kb$ ) курської серії ( $PR_1^1 ks$ ) на всю глибину буріння. Інтервали від забою кар'єра до 2,0 м забурюються діаметрами 93 мм, вони представлені сильно роздробленими і тріщинуватими залізистими кварцитами VII категорії, ділянки з огляду на проникності порід перекриваються обсадними трубами 89 мм (напрямні). Далі по розрізу йдуть стійкі залізисті кварцити X категорії, діаметр буріння по ним складає 76 мм, з огляду на слабку тріщиноватість і непроникність, обсадка тут не потрібна.

Геолого-технічні умови буріння приведені в табл. 2.1.

#### 2.1.2 Аналіз раніше проведених бурових робіт

Буріння велося верстатами УГБ-1ВС і ЗІФ - 650М дробовим способом діаметрами 76 і 93 мм.

За період 2010-2012 рр. пробурено верстатами ЗІФ - 650М 7 похилих (ГК-1, ГК-2, ГК-3, ГК-4, ГК-5, ГК-10, ГК-13) і 1 вертикальна (ГК-6) свердловини. Загальний метраж буріння склав 2501 п.м. Вихід керна становив 60-80%. Свердловини відносяться до розряду пошуково-картировочних і бурились з метою розкриття і простеження на глибину зон з благороднометалевою мінералізацією в межах Ганнівської ділянки і на його флангах. Закладення місць буріння свердловин визначалося наявністю на тій чи іншій ділянці родовища первинних геохімічних ореолів, точок мінералізації золота і платиноїдів, структур, сприятливих для



концентрування благороднометалевого зруднення [11].

### 2.1.3 Вибір і обґрунтування способу буріння і профілю свердловини

Відповідно до цільового призначення та основними завданнями бурових робіт, а також геолого-технічними умовами буріння (табл. 2.1) було обрано колонковий, обертально-ударний спосіб буріння алмазним ПРІ з відбором керна. Вибір можна обґрунтувати тим, що, по-перше, по всій глибині буріння йдуть породи X категорії, а уніфіковані гідроударні машини для обертально-ударного буріння інтенсифікують процес руйнування дуже твердих залізистих кварцитів за рахунок накладення на обертальне буріння високочастотних ударних імпульсів від гідроударника і, отже, збільшити швидкість буріння. У зв'язку з досить нерівномірним розподілом по ділянці, застосуємо квадратну схему буріння свердловин, тобто вони будуть вертикально-спрямованими. Тіла залізистих кварцитів мають практично вертикальне залягання, тому кути зустрічі осей свердловин з ними будуть гострими. У зв'язку з цим існує проблема викривлення свердловин, необхідно буде проводити інклінометрію.

### 2.1.4 Проектування конструкції свердловини

Обґрунтування і розробка конструкції свердловини проводиться з урахуванням кінцевого діаметра, глибини, геолого-технічних умов, цілей і способу буріння.

Побудова конструкції свердловини починається з визначення кінцевого діаметра. В даному випадку він залежить від мінімальної ваги керових проб, що забезпечує високу якість і достовірність геологічної інформації. Вихідна вага проби повинні бути не менше 4,0 кг. У пробу відбирається половина керна, тобто загальна вага складе 8 кг.

Мінімальний діаметр керна:

$$d_k = \sqrt{\frac{4m}{\pi L \rho}}$$

де  $m$  - загальна вага відібраної проби, кг;

$L$  - довжина керових проб, м;

$\rho$  - щільність порід, що вміщують, кг/м<sup>3</sup>.

$$d_k = \sqrt{\frac{4m}{\pi L \rho}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8}{3,14 \cdot 1 \cdot 3600}} = 0,053 \text{ м} = 53 \text{ мм}$$

Найближче значення діаметра керна в геологорозвідувальному стандарті



колонкового буріння з застосуванням алмазних коронок становить 58 мм, таким чином, кінцевий діаметр буріння складе 76 мм.

Свердловина в інтервалі стійких і слабопроникних порід 400 – 2,0 м доводиться без закріплення стінок обсадними трубами і буриться  $\varnothing 76$  мм. Інтервал 0 – 2,0 м, представлений порушеними і проникними в результаті проходки кар'єра породами, закріплюється напрямком, виконаним з обсадних труб  $\varnothing 89$  мм, буріння під яку здійснюється коронкою  $\varnothing 93$  мм (рис. 2.1).

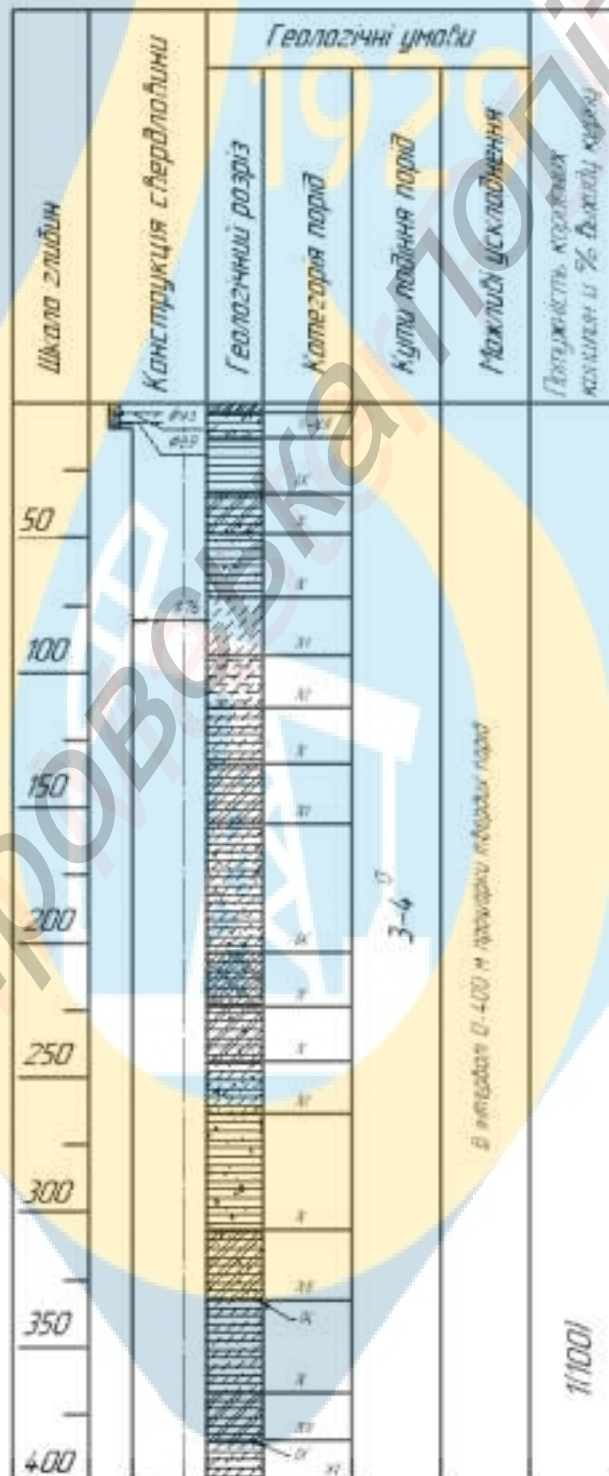


Рисунок 2.1 – Конструкція свердловини.

### 2.1.5 Вибір бурового інструменту

Відповідно до обраного способу буріння і конструкцією свердловини, в залежності від фізико-механічних властивостей гірських порід робимо вибір бурового інструменту. Буровий інструмент підрозділяється на технологічний, допоміжний, аварійний і спеціальний.

#### Технологічний інструмент

Коронки вибираються в залежності від категорії порід за буримості і від їх фізико-механічних властивостей (табл.2.1). Буріння в сильно роздроблених і тріщинуватих магнетитових кварцитах VII категорії в інтервалі 0-2,0 м буде здійснюватися твердосплавних коронкою CM9-93, далі до забою 400 м скористаємося імпрегрованої алмазної коронкою 02I4.

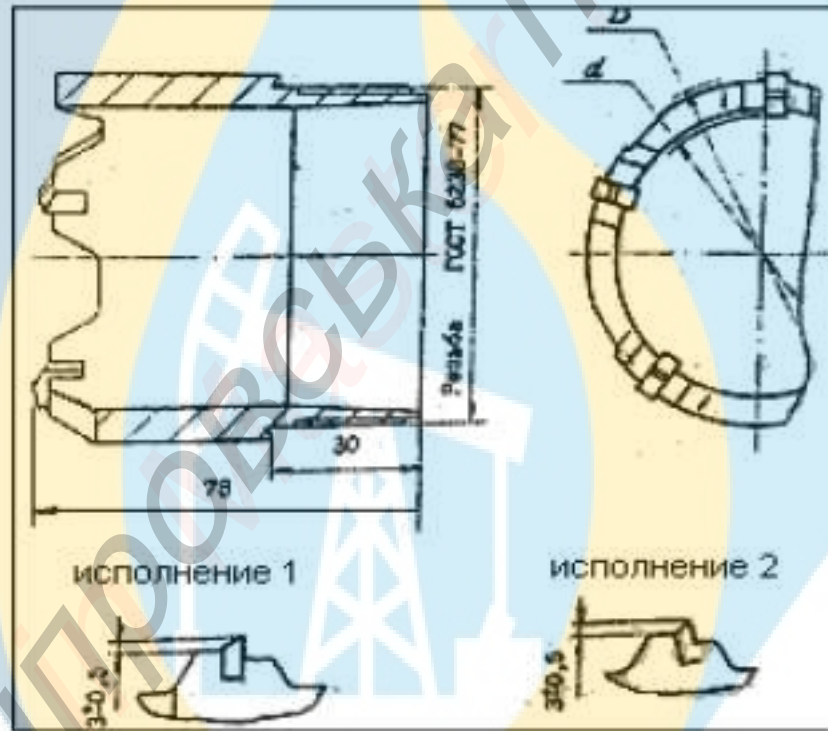


Рисунок 2.2 – Твердосплавна коронка типу CM9.

В інтервалі 0-2,0 м використовується твердосплавна коронка CM9 (рис. 2.2), призначена для обертального і обертально-ударного колонкового буріння в однорідних і перемежовуючихся малоабразивних монолітних і тріщинуватих породах V-VII і частково VIII категорій по буримості. Виконується в двох модифікаціях: базової і посиленої. Базова модель призначена для буріння переважно однорідних монолітних порід V-VI категорій. Нам необхідна посилена модель. Технічна характеристика моделей наведена в таблиці 2.1.



Таблиця 2.2 - Технічна характеристика СМ-9

Тип ПРІ	Інтервал застосування, м	Діаметр, мм		Число різців, шт		Різьба (ДСТУ 6238-77)	Маса, кг, не більше
		зовнішній	внутрішній	базова	посилена		
СМ9-93	0-2	93	75	6	8	84	0,83

В інтервалі 2,0-400 м, скориставшись рекомендаціями ВІТРу, будемо бурити імпрегрованою алмазною коронкою 02І4 Ø76 мм, призначеною для проходки в абразивних дрібно- і середньозернистих дуже міцних, щільних і тріщинуватих породах Х і ХІІ категорій по буримості.

Коронка відрізняється збільшеною товщиною стінки 9 мм. Технічна характеристика коронки 02І4 приведена в таблиці 2.2 [4].

Таблиця 2.3 - Технічна характеристика коронки 02І4

Тип ПРІ	Інтервал застосування, м	Діаметр, мм		Розмір алмазів, шт / кар		Твердість матриці, HRC	Маса алмазів, кар	Число секторів
		зовнішній	внутрішній	об'ємних	підрізних			
02І4	2-400	76	58	400-120	90-60	30-35	15,1-17,5	6

Алмазні розширювачі призначені для калібрування і розширення стовбура свердловини. Скористаємося розширником секторним алмазним РСА-76, його характеристика приведена в таблиці 2.4 [4].

Таблиця 2.4 - Технічна характеристика РСА-76

Параметри	Значення параметрів
Зовнішній діаметр розширювача, мм	76,4
Діаметр різьбової частини (внутрішньої), мм	68
Діаметр різьбової частини (зовнішній), мм	58
Внутрішній діаметр корпусу, мм	61
Загальна довжина корпусу, мм	155
Довжина нарізної частини (зовнішньої різьби), мм	41
Довжина нарізної частини (внутрішньої різьби), мм	40

Одинарні колонкові труби ОКТ є частиною колонкового набору,

призначеного для прийому і збереження керна. На обох кінцях колонкової труби нарізане внутрішнє трапецеїдальне різьблення з кроком 4 мм, та кутом нахилу бічних сторін профілю 5 градусів. Для виготовлення колонкових труб по ДСТУ 6238-77 застосовується сталь марки 45 з межею міцності при розтягуванні не менше 650 Н/мм<sup>2</sup> і межею текучості не менше 380 Н/мм<sup>2</sup> їх характеристика наведена в таблиці 2.4 [4].

Таблиця 2.5 - Технічна характеристика колонкових труб

Параметри	Значення параметрів	
Зовнішній діаметр труби, мм	73	89
Товщина стінки труби, мм	5,0	5,0
Зовнішній діаметр різьби, мм	68	84
Маса 1 м труби, кг	7,1	8,38
Довжина труби, мм	3000	

Для алмазного буріння використовуємо керновідривач типу К-76.

Таблиця 2.6 - Технічна характеристика керновідривача типу К-76

Параметри	Значення параметрів
Тип керновідривача	К-76
Діаметр алмазної коронки, мм зовнішній внутрішній	76 58
Діаметр керна, мм максимальний	58,9
мінімальний	57,6
Довжина корпусу керновідривача, мм	168
Конусність внутрішнього розточення для кільця	1:10
Висота керновідривального кільця, мм	30
Загальна маса, кг	1,64

Дільник потоку ДП-73 розташовується між гідроударником і колонковою трубою і призначений для направлення на забій після гідроударника рідини в кількості, необхідній для нормальної відпрацювання алмазних коронок [4].

Таблиця 2.7 - Технічна характеристика ДП-73

Параметри	Значення параметрів
Зовнішній діаметр, мм	73
Витрата рідини для роботи гідроударника, л/хв	100-150
Витрата рідини, що надходить на забій при різних	25-35, 43-57, 57-73, 70-90



регулюваннях, л/хв	
Перепад тиску, МПа	0,1-0,4
Довжина, мм	380
Маса, кг	10

Як забійну машину застосуємо високочастотний гідроударник Г-76В (обґрунтування застосування обертально-ударного буріння приведено в пункті 2.1.3), його характеристика приведена в таблиці 2.8 [4].

Таблиця 2.8 - Технічна характеристика Г-76В

Параметри	Значення параметрів
Глибина буріння, м	800
Подача промивної рідини, л / хв	80-120
Енергія удару, Дж	10-12
Частота ударів, Гц	30-45
Перепад тиску на машині, МПа	1,0-1,5
Діаметр корпусу, мм	70
Довжина, мм	1995
Маса, кг	42

**Обсадні труби.** Обсадні труби застосовуються для закріплення нестійких стінок свердловини. З рисунка 2.1 добре видно, що нам необхідно напір Ø89 мм, в якості якого використовуємо обсадні труби Ø89 мм. З'єднання труб - безніпільне. Технічні дані труб наведені в табл. 2.9 [4].

Таблиця 2.9 - Технічна характеристика обсадних труб

Параметри	Значення параметрів	
Зовнішній діаметр труби, мм	73	89
Товщина стінки труби, мм	5,0	5,0
Зовнішній діаметр різьби, мм	68	84
Маса 1 м труби, кг	7,1	8,38
Довжина труби, мм	1500	

Низ обсадної колони обладнується черевиком. Він призначений для направлення колони по стовбуру свердловини, додання жорсткості нижньому кінцю обсадної колони і захисту від пошкоджень при її спуску в свердловину. Башмаки складаються з товстостінних патрубків із загостреним торцем, що приєднуються до низу обсадної труби на різьбі. Як черевик використовуємо

відпрацьовану твердосплавну коронку типу СМ 4-93, з якої попередньо видалимо внутрішні підрізні різці.

Бурильні труби служать для: з'єднання колонкового снаряда з обертачем бурового верстата, подачі бурового снаряда на забій по мірі поглиблення свердловини і заміни породоруйнівного інструменту, подачі на забій промивної рідини. Застосуємо універсальні сталеві бурильні труби ТБСУ-63,5. Бурильні труби виготовляються суцільнотягнені безшовним з високоякісних сталей з муфтовими-замковим різбових з'єднань. Сталеві бурильні труби виготовляються з сталей марок 36Г2С [4].

Таблиця 2.10 - Технічна характеристика бурильних труб ТБСУ-63,5

Параметри	Значення
Товщина стінки, мм	4,5
Довжина штанги, м	4,7
Зовнішній / внутрішній діаметр труби мм	63,5 / 54,5
Зовнішній діаметр бурильного замка, мм	64
Внутрішній діаметр бурильного замка, мм	28
Маса 1 м труби, кг	8,82
Тимчасовий опір розриву [ $\sigma_B$ ], МПа	686
Межа текучості при розтягуванні [ $\sigma_T$ ], МПа	490

Перехідники геологорозвідувальні служать для з'єднання бурильних труб з колонкової або з колонкової та шламового трубами. Нам необхідно з'єднати бурильну колону з гідроударником за допомогою переходника П1-50/73 [4].

Вертлюг- сальник призначений для передачі промивної рідини від бурового насоса по рукаву в обертову колону бурильних труб. У моєму випадку на його вибір впливає використання гідроударника і необхідної кількості промивної рідини для його успішної роботи. Skorистаємося сальником ВС 12,5/20. Його характеристика дана в таблиці 2.11 [4].

Таблиця 2.11 - Технічна характеристика ВС 12,5 / 20

Параметри	Значення
Вантажопідйомність, кН	240 140 при обертанні
Частота обертання, $s^{-1}$	25
Тиск промивної рідини, МПа	10
Діаметр отвору в стовбурі для проходу рідини, мм	30
Габаритні розміри, мм	310×370×845
Маса, кг	59



### Допоміжний інструмент

Для підйому бурильних труб використовуємо напівавтоматичний елеватор ЕН-12,5. Його характеристика в таблиці 2.12 [4].

Таблиця 2.12 - Технічна характеристика ЕН-12,5

Параметри	Значення
Вантажопідйомність, кН (максимальна)	125
Габаритні розміри, мм в плані висота	230×238×660
Маса, кг	26
Спосіб захоплення колони	Під наголовник сідлом в корпусі елеватора

Ключі трубні ручні використовуються при зборі колонкового набору і операціях з бурильними трубами при відсутності механізмів по їх згвинчення.

КШ - ключі шарнірні, універсальні для згвинчування і розгвинчування бурових коронок, корпусів керновідривача, перехідників, колонкових і обсадних труб. Як захватних елементів використовуються скоби з наплавленнями твердого сплаву.

КБ - для бурових алмазних коронок і розширювачів. Крутний момент передається через штифт на скобі ключа, який утоплюється при охопленні в циліндричний отвір на корпусі коронки. Цим забезпечується рівномірний обтиск коронки, без деформації форми корпусу.

КШС - для бурильних труб, мають дві ланки, на одному з яких розміщена пашка з ризкою високої твердості.

Характеристики ключів наведені в таблиці 2.13 [4].

Таблиця 2.13 - Технічна характеристика допоміжного інструменту

Параметри	КШ-76	КШ-93	КБ-76	КШС-63,5
Діаметри коронок і труб, що захоплюються ключем, мм	63-75	83-92	73	63,5
Крутний момент, даН · м	300	300		260
Довжина рукоятки, мм	500	500	500	400
Габаритні розміри, мм 626×152×34×178×34				
Маса, кг	4,0	4,1	2,1	7,4
Допустиме зусилля на кінці рукоятки, даН	-	-	150	-
Ширина скоб, мм	-	-	-	46



Роз'ємний хомут для обсадних труб складається з двох половинок, які стягуються болтами. Внутрішній діаметр при цьому повинен відповідати зовнішньому діаметру обсадної або колонкової труби. Лафетні хомути служать для захоплення обсадних труб на гирлі свердловини. Хомут складається з масивного корпусу з прохідним отвором у вигляді перекинутого конуса, куди можуть вставлятися знімні кільця для отримання отвору потрібного розміру і клину (плашки), за допомогою яких розклинюється і утримується на вазі обсадна труба. Лафетні хомути розраховані на утримання колони обсадних труб досить великої маси.

Вилки підкладні застосовуються для установки колони на гирлі свердловини при роботі без Трубо розвороти при нарощуванні або підйомі колони. Розмір зіву вилки відповідає ширині прорізу замку труби.

Ключі відбійні використовуються для зриву різьблення (початкове відкручування) при підйомі бурильної колони. Вони розраховані на максимальне окружне зусилля, мають форму гака з зевом під проріз замку або ніпеля [8].

#### Аварійний інструмент

З досвіду ведення бурових робіт найбільш часті аварії - залишення в свердловині елементів бурильної колони і обриви труб, внаслідок поломок в зоні різьбових з'єднань.

Для вилучення бурильних труб використовуються аварійні мітчики. Мітчики призначені для ліквідації обривів бурильних, колонкових і обсадних труб. Виготовляються з правим різьбленням з легованої сталі марки 12ХН2. Мітчики зазвичай використовуються для ліквідації обривів, що відбулися в з'єднанні бурильної труби або в її потовщеної частини (висадки).

Таблиця 2.14 - Технічна характеристика мітчиків

Типорозмір інструменту	Внутрішні діаметри труб, мм		Довжина без коронки, мм	Маса, кг
	Бурильні труби і замки	Подвійні колонкові і обсадні труби		
В 2	63,5		430	9,55
Д-2, Д-3	-	73,89	190,200	4,92; 9,76

Правий прохідний дзвін призначений для вилучення обірваних бурильних труб зі свердловини з захопленням їх за муфту або замкове з'єднання, а так само за гладку частину бурильної колони.

У разі прихвату колонкового набору бурильну колону розгвинчують по



частинам інструментом з лівою різьбою. Перехідник типу ПО включається між колоною бурильних труб (ВПТ) і колонковою трубою. При неможливості підняти бурильну колону через прихват колонкового набору її від'єднують лівим обертанням на мінімальній швидкості з натягом колони.

Мітчик-коронка призначений для вилучення зі свердловини колонкової труби, алмазного розширювача або алмазної коронки з одночасним розбурювання знаходиться всередині керна. З цією метою нижня частина мітчика закінчується алмазною коронкою. У мітчику типу МК коронка безпосередньо ввернута в корпус, що дозволяє розбурювати тільки порівняно невелику довжину керна. Характеристика мітчик-коронки приведена в таблиці 2.15 [4].

Таблиця 2.15 - Технічна характеристика мітчик-коронки МК-76

Параметри	Значення
Тип видобутих коронок	Стандартні коронки
Зовнішній діаметр, мм корпусу мітчика коронки	73 55
Довжина, мм	200
Маса, кг	4,6

### 2.1.6 Бурове обладнання

Виходячи з проектних глибин свердловин, діаметра і способу буріння, геолого-технічних умов буріння для виконання робіт вибираємо бурову установку УКБ-5П. Транспортування бурової здійснюється трактором Т-130. До складу установки входять: бурове будівля, змонтоване на санях, буровий верстат СКБ-5100, шогла БМТ-5 (трубчаста), Трубо розвороти РТ-1200, каретка з напівавтоматичним елеватором, буровий насос типу НБ4-320 / 63, шафа системи електрокерування, прилади для контролю швидкості буріння і крутного моменту, провідні труби, комплект запасних частин, аксесуарів та ремонту-монтажного інструменту (РМІ) [4].

Таблиця 2.16 - Технічна характеристика бурової установки УКБ-5П

Параметри	Значення параметрів
Номинальна глибина буріння, м: твердоспл. / алмазна коронка	300/700
Діаметр свердловини, мм поч. / кінцевий	151/93 (59)
Діаметр бур. труб, мм	50, 54, 63, 5, 68
Кут нахилу вращателю, град.	70-90
Частота обертання шпинделя, об./хв.	120; 260; 340; 410; 540; 720; 1130; 1500

Довжина ходу шпинделя, мм	500
Спосіб подачі шпинделя	гідравлічний
Зусилля подачі вгору / вниз, кН	88/66
Швидкість навивки каната на барабан, м/с (мінімальна / максимальна)	0,77 / 4,71
Вантажопідйомність лебідки, кН	35
Вантажопідйомність щогли кН на гаку / на кронблок	80/100
Максимальний розмір свічки м	13,5
Буровий агрегат	СКБ -5100
Промивний насос	НБ4-320 / 63
Приводний двигун	АО2-72-4
Потужність приводного двигуна верстата, кВт	30
Габаритні розміри установки в робочому положенні: довжина / ширина / висота.	10700 x4600 x19100
Бурова щогла трубчаста	БМТ-5
Робоча висота щогли, м	19

Енергопостачання передбачається від енергетичних мереж кар'єра з установкою понижувальної трансформаторної підстанції і підключенням бурової вишки і підсобних приміщень до низьковольтних ЛЕП. Передбачається утримання на об'єкті робіт при роботі від енергетичних мереж резервної ДЕС. Це викликано причинами численних відключень в районі діючого кар'єру з причин перегону техніки, проведенням БПР, перенесенням високовольтних ЛЕП та підстанцій.

Бурова установка забезпечена насосом НБ4-320/63. У компоновку гидроблока насоса входять кулькові клапана, оскільки тарілчасті можуть не прокачати милонафтову емульсію. Його технічна характеристика наведена в таблиці 2.17 [8].

Таблиця 2.17 - Технічна характеристика бурового насоса НБ4-320 / 63

Параметри	Значення
Подача, л/хв	32; 55; 88; 125; 180; 320
Тиск, МПа	6,3; 6,3; 6,3; 6,3; 5,5; 3,0
Потужність приводна, кВт	22
Діаметр плунжера, мм	88
Довжина ходу плунжера, мм	90
Частота обертання колінчастого валу, об / хв	95; 140; 260
Число плунжерів	3



Таблиця 2.18 - Технічна характеристика труборозвороту РТ-1200

Параметри	Значення параметрів
Максимальний крутний момент, даН м	400
Частота обертання водила, $c^{-1}$ (хв $^{-1}$ )	1.33 (80)
Час свинчування і розгвинчування, с	4-5
Маса утримуваного вантажу, т	16.0
Діаметр прохідного отвору, мм: з центратором / без центратору	155/205
Тип електродвигуна	Фланцеве 4АМС100 4У3
Потужність електродвигуна, кВт	3.2
Частота обертання, $c^{-1}$ (хв $^{-1}$ )	22.8 (1390)
Габарити, мм	885/495/715
Маса (без вилок), кг	225

## 2.2 Технологія буріння

### 2.2.1 Вибір очисного агенту

Одним з основних факторів, що визначають ефективність буріння свердловин в різноманітних гірничо-геологічних умовах, є вибір промивного агенту і його параметрів, це дозволяє оптимізувати технологію промивки свердловин.

Вибір типу промивної рідини визначається геолого-технічними умовами буріння, складом і властивостями прохідних порід, способом буріння, досвідом бурових робіт.

При бурінні всього інтервалу планується застосовувати милонафтову емульсію. Вона показує високу ефективність при алмазному бурінні, має хороші мастильні властивості. Милонафта - речовина, що представляє собою суміш натрових миль, нафтових кислот і невеликої кількості мінерального масла і води. Щільність милонафти близька до одиниці, вона не розчинна у воді, інертна по відношенню до температури навколишнього середовища, безпечна в зверненні. Перевагою милонафти є вміст у ньому органічних кислот, що володіють найбільшою олійністю і застосовуваних в якості мастила при надвисоких тисках. Останнє є визначальним при використанні милонафти в якості вихідного компонента для приготування емульсійних розчинів. Оптимальна концентрація милонафти в емульсії становить 0,5 - 1% за масою, при цьому кількість масляної добавки у вигляді вільних нафтових кислот коливається в межах 0,25 - 0,5% [11]. Його параметри:

Щільність $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> .....	920;
Умовна в'язкість $T$ , с .....	20;
РН .....	5;
Зміст піску, % .....	<1

### 2.2.2 Проектування технологічного режиму буріння

#### Проектування режиму твердосплавного буріння

Інтервал 0-2,0 м (під напрямком) буде пройдено твердосплавною коронкою CM9 діаметром 93 мм. Осьове навантаження:

$$P = P_{y\phi} \cdot m \quad (2.1)$$

$P_{y\phi}$  - рекомендоване питоме осьове навантаження на один різець, даН;  
 $m$  - число основних різців.

$$P_{y\phi} = 60 \cdot 8 = 480 \text{ даН} = 4,8 \text{ кН}$$

При забуриванні необхідно застосовувати спеціальний режим - частоту обертання, витрата промивальної рідини і осьову навантаження зробимо мінімальної. Для даного інтервалу приймається відповідно 120 об/хв., 32 л/хв. і 480 даН [2].

#### Проектування режиму алмазного буріння

Буріння на інтервалі 2,0-400 м проводиться імпрегнованою алмазною коронкою 02I4 діаметром 76 мм із застосуванням високочастотного гідроударника Г-76В. Цей фактор накладає деякі обмеження на режимні параметри.

Рекомендації ВІТРу [4] виглядають наступним чином:

осьова навантаження, даН .....	1500
частота обертання, хв <sup>-1</sup> .....	150-600
витрата очисного агента, л/хв .....	80 на коронку, 150 на гідроударник.

У таблиці 2.19 відображені значення параметрів режимів буріння стосовно свердловині.

### 2.2.3 Заходи щодо підвищення якості відбору керна

З точки зору можливості отримання представницького керна для оцінки гірських порід при обґрунтуванні вибору технологічних методів і спеціальних технічних засобів рекомендується проводити відповідно до класифікації гірських порід за складністю відбору керна, розробленої в ВІТРу.

Оснoву цієї класифікації становить еталонна схема класифікації гірських



порід за складністю відбору керн, яка базується на структурно-текстурних особливостях і на фізико-механічних властивостях гірських порід з урахуванням їх тріщинуватості.

Таблиця 2.19 - Зведена таблиця режимних параметрів

Інтервал, м	Породи	ПРІ	Значення режимних параметрів		
			Осьова навантаження на ПРІ, даН	Частота обертання бурового снаряда, об/хв	Кількість промивної рідини, л/хв
0 - 2,0	Сильно роздроблені і тріщинуваті магнетитові кварцити	СМ9-93	480	120	32
2,0-400	Гематит-магнетитові кварцит і магнетит-гематитові кварцит містить егіриніт і зелену слюду, магнетитові кварцит	02І4	1500	410	125 (на гідроударник) 55 (на коронку)

На вихід керну при колонковому бурінні впливає багато факторів, серед яких можна виділити наступні: тип і спосіб промивки свердловини, параметри режиму буріння, конструкція бурового інструменту, спосіб заклинки керн. Залізисті кварцити відносяться до слаботрещіноватих порід, зв'язкових, однорідних по твердості і будовою, дрібнозернистих, з вкрапленостями сульфідів до тонкозернистих, що відносяться до 1 підгрупи порід по тріщинуватості з урахуванням ступеня порушення керн. Виходячи з цього, вони належать до V групи в класифікації гірських порід за складністю відбору керн, а саме до категорії Д1 з виходом керн 90-100%. Буріння в таких умовах практикується одинарними колонковими трубами, комплексами ТДН-УТ або ССК з використанням алмазних або твердосплавних коронок (рекомендації ВІТР). У нашому випадку відбір керн буде проводитися в стійких породах VII,

З метою запобігання механічного руйнування керн, і як його наслідок, самозаклінювання і стирання керн, передбачаємо заходи щодо зниження вібрації бурильної колони, застосовуємо центратори, контролюємо прямолінійність колонкових і бурильних труб.

Зрив і утримання керну буде здійснюватися за допомогою керновідривача.

Так саме підвищення виходу керна можна домогтися зниженням осьового навантаження, частоти обертання бурового інструменту, витрати промивної рідини [4].

#### 2.2.4 Перевірочні розрахунки

Розрахунок потрібної потужності для буріння на граничну глибину

Потужність двигуна, що витрачається в процесі власне буріння, складається з трьох основних складових:

$$N_6 = N_3 + N_T + N_{ст}, \text{ [кВт]} \quad (2.2)$$

де:  $N_6$  - потужність двигуна, що витрачається на заборі свердловини, кВт;

$N_3$  - потужність, що витрачається на заборі, кВт;

$N_T$  - потужність, що витрачається на обертання КБТ в свердловині, кВт;

$N_{ст}$  - потужність, що витрачається в трансмісії і інших вузлах бурового верстата, кВт.

Потужність, що витрачається на заборі:

При бурінні алмазними коронками:

$$N_3 = 2 \cdot 10^{-4} P \cdot n_k \cdot D_{ср}, \quad (2.3)$$

де:  $P$  - осьова навантаження на ПРІ, даН;

$n_k$  - частота обертання бурового снаряда, об/хв;

$D_{ср}$  - середній діаметр коронки, м;  $D_{ср} = (D_{в} + D_{вв}) / 2$

$$N_3 = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 1500 \cdot 410 \cdot 0,067 = 8,2 \text{ кВт},$$

Потужність на обертання КБТ в свердловині:

$$N_T = N_{хв} + N_{доп} \quad (2.4)$$

де:  $N_{хв}$  - потужність, що витрачається на неодружене обертання КБТ, кВт;

$N_{доп}$  - додаткова потужність, що витрачається на обертання стислій частині КБТ, кВт.

$$N_{доп} = 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot \delta \cdot P \cdot n_k, \text{ [кВт]} \quad (2.5)$$

де:  $\delta$  - радіальний зазор, м;  $\delta = (Dd) / 2 = (0,076 - 0,0635) / 2 = 0,00625$ ;

$D$  - діаметр свердловини, м;  $d_{ст}$  - зовнішній діаметр бурильних труб, м.

$$N_{доп} = 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 0,00625 \cdot 1500 \cdot 410 = 0,9 \text{ кВт}$$



Розрахуємо межу розділу зон частот обертання колони бурильних труб:

$$n_0 = \frac{0,32 \cdot 10^3 \cdot d_{\text{ст}}^2}{\delta}, \quad (2.6)$$

де  $d_{\text{ст}}$  - зовнішній діаметр бурильних труб, м;  $\delta$  - радіальний зазор,  $\delta = 0,00625$ .

$$n_0 = \frac{0,32 \cdot 10^3 \cdot 0,0635^2}{0,00625} = 206,5$$

При високих частотах обертання колони бурильних труб при  $n_k > n_0$  (410 > 206,5), формула Л.Г. Буркіна:

$$N_{\text{хв}} = k \cdot (2 \cdot 10^{-6} \cdot q \cdot \delta \cdot n^2 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot q \cdot d^2 \cdot n) L \quad (2.7)$$

де  $k$  - коефіцієнт, що враховує вплив мастила і промивної рідини,  $k = 1$ ;  $q$  - маса 1 м бурильної колони,  $q = 8,82$  кг / м;  $\delta$  - радіальний зазор,  $\delta = 0,00625$  м;  $d$  - зовнішній діаметр бурильних труб,  $d = 0,0635$  м;  $L$  - глибина свердловини,  $L = 400$  м.

$$N_{\text{хв}} = 1 \cdot (2 \cdot 10^{-6} \cdot 8,82 \cdot 0,00625 \cdot 410^2 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 8,82 \cdot 0,0635^2 \cdot 410) \cdot 400 = 12 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{т}} = 12 + 0,9 = 12,9 \text{ кВт}$$

Потужність, що витрачається в трансмісії і інших вузлах бурового верстата:

$$N_{\text{ст}} = 1,1 \cdot N_{\text{дв}} \cdot (6 \cdot 10^{-2} + 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot n) \quad (2.8)$$

$N_{\text{дв}} = 30$  кВт - потужність приводного двигуна верстата

$$N_6 = 8,2 + 12,9 + 3,6 = 24,7 \text{ кВт} < N_{\text{дв}} = 30 \text{ кВт}$$

Висновок: дані розрахунки задовольняють технічним характеристикам установки УКБ-5П [2].

#### Визначення тиску нагнітання насоса

Визначимо потрібний тиск в насосі на максимальну глибину свердловини 400 м при діаметрі 76 мм, промивка милонафтовою емульсією з  $\rho = 920$  кг/м<sup>3</sup>.

Відповідно до технічної характеристики насоса НБ4-320/63 кількість промивної рідини приймаємо рівним 125 л / хв (0,0021 м<sup>3</sup>/с). Тиск нагнітання 6,3 МПа.

Загальний потрібний тиск, який повинен розвивати насос,

$$p = k(p_1 + p_2 + p_3 + p_4) \quad (2.9)$$

де  $k$  - коефіцієнт, що враховує необхідність запасу тиску на подолання

додаткових опорів при зашламованні свердловини, освіті сальників і т.п. ( $K = 1,3 - 1,5$ );  $p_1$  - тиск на подолання гідравлічних опорів при русі рідини в нагнітальному шлангу, сальнику, провідній трубі, бурильних і обважнених трубах, МПа;  $p_2$  - тиск на подолання гідравлічних опорів при русі рідини в з'єднаннях бурильної колони, МПа;  $p_3$  - тиск на подолання опорів при русі рідини в кільцевому просторі свердловини, МПа;  $p_4$  - тиск на подолання опорів в колонковому снаряді, коронки або долоті, МПа;

Тиск на подолання гідравлічних опорів при русі рідини в бурильних трубах, нагнітальному шлангу, сальнику розраховується за формулою:

$$p_1 = \lambda_1 \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2 \cdot d_1} \cdot (l + l_3) \cdot 10^{-6}, \quad (2.10)$$

де  $\rho$  - щільність промивної рідини,  $\rho = 920 \text{ кг/м}^3$ ;  $d_1$  - внутрішній діаметр бурильних труб,  $d_1 = 0,0545 \text{ м}$ ;  $l$  - довжина колони бурильних труб,  $l = 400 - 6 = 394 \text{ м}$ ;  $V$  - швидкість низхідного потоку промивної рідини, м/с:

$$V = \frac{v_0}{0,785 \cdot d_1^2}, \quad (2.11)$$

$$V = \frac{0,0021}{0,785 \cdot 0,0545^2} = 0,9 \text{ м/с};$$

$\lambda_1$  - безрозмірний коефіцієнт гідравлічного опору;  $D_e$  - еквівалентний діаметр каналу потоку,  $D_e = d_1 = 0,0545$ ;  $Re$  - параметр Рейнольдса,

$$Re = \frac{v \cdot D_e \cdot \rho}{\mu_a}, \quad (2.12)$$

де  $\mu_a$  - коефіцієнт динамічної в'язкості, для МОР  $\mu_a = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ .

$$Re = \frac{0,9 \cdot 0,0545 \cdot 920}{0,0008} = 56407,5$$

При значеннях  $Re > 50000$  величина коефіцієнта  $\lambda_1 = 0,02 = \text{const}$ .

$l_e$  - еквівалентна довжина бурильних труб, втрати тиску на якій порівнюються до втрат тиску в нагнітальному шлангу, сальнику, м

$$l_3 = d_1^5 \cdot \left( \frac{l_c}{d_c^5} + \frac{l_{ш}}{d_{ш}^5} \right), \quad (2.13)$$

де  $l_{ш}$  - довжина шланга,  $l_{ш} = 10 \text{ м}$ ;  $l_c$  - довжина сальника,  $l_c = 0,4 \text{ м}$ ;  $d_{ш}$  - діаметр шланга,  $d_{ш} = 0,038 \text{ м}$ ;  $d_c$  - діаметр сальника,  $d_c = 0,049 \text{ м}$ .



$$l_3 = 0,0545^5 \cdot \left( \frac{0,31}{0,049^5} + \frac{10}{0,038^5} \right) = 61 \text{ м,}$$

таким чином:

$$p_1 = 0,02 \cdot \frac{0,9^2 \cdot 920}{2 \cdot 0,0545} \cdot (394 + 61) \cdot 10^{-6} = 0,062 \text{ МПа}$$

Тиск на подолання гідравлічних опорів при русі промивної рідини в з'єднаннях бурильної колони розраховується за формулою:

$$p_2 = \xi \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2} \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (2.14)$$

де  $n$  - кількість з'єднань в бурильній колоні,  $n = \text{довжина КБТ} / \text{довжина 1 бурильної труби} = 394 / 4,7 = 84$ ;  $\xi$  - безрозмірний коефіцієнт місцевого опору,

$$\xi = a \cdot \left[ \left( \frac{d_1}{d_0} \right)^2 - 1 \right]^2, \quad (2.15)$$

де  $d_0$  - найменший діаметр прохідного отвору в БТ,  $d_0 = 0,028$  м;  $a$  - досвідчений коефіцієнт, що залежить від виду з'єднання бурильної колони, при муфто-замковому з'єднанні  $a = 2$ .

$$\xi = 2 \cdot \left[ \left( \frac{0,0545}{0,028} \right)^2 - 1 \right]^2 = 15,55$$

$$p_2 = 15,55 \cdot \frac{0,9^2 \cdot 920}{2} \cdot 84 \cdot 10^{-6} = 0,487 \text{ МПа}$$

Тиск на подолання гідравлічних опорів при русі рідини в кільцевому просторі свердловини розраховується за формулою:

$$p_3 = \lambda_{кр} \cdot \frac{v_1^2 \cdot \rho_1}{2 \cdot D_e} \cdot l \cdot 10^{-6}, \quad (2.16)$$

де:  $\rho_1$  - щільність промивної рідини, збагаченої шламом,  $\text{кг/м}^3$ ,  $\rho_1 = 940$   $\text{кг/м}^3$ ;  $D_e$  - еквівалентний діаметр кільцевого каналу свердловини  $D_3 = D_c - d = 0,076 - 0,0635 = 0,0125$  м;  $\lambda_{кр}$  - безрозмірний коефіцієнт гідравлічного опору в кільцевому просторі свердловини.

Швидкість висхідного потоку:

$$V_1 = \frac{Q}{F} = \frac{0,0021}{0,00137} = 1,53 \text{ м/с,}$$

де  $F$  - площа перетину кільцевого простору свердловини,

$$F = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = \frac{3,14}{4} \cdot (0,076^2 - 0,0635^2) = 0,00137 \text{ м}^2;$$

$$Re = \frac{v_1 \cdot D_3}{\nu}, \quad (2.17)$$

де  $\nu$  - коефіцієнт кінематичної в'язкості, для МОР  $\nu = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .

$$Re = \frac{1,53 \cdot 0,0125}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 38250$$

$$\lambda_{\text{кр}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re} \cdot \sqrt{38250}}$$

$$p_3 = 0,00162 \cdot \frac{1,53^2 \cdot 940}{2 \cdot 0,0125} \cdot 394 \cdot 10^{-6} = 0,056 \text{ МПа}$$

Тиск на подолання гідравлічних опорів в колонковому снаряді і коронки, як правило, не розраховується, а приймається на підставі практичних даних в залежності від довжини колонкового снаряда, наявності керна, витрати і властивостей промивної рідини. Для практичних розрахунків можна приймати  $p_4 = 0,05 \text{ МПа}$ .

$P_5$  - номінальний перепад тиску в гідрударнику,  $P_5 = 1,25 \text{ МПа}$  [8]

Загальний потрібний тиск, який повинен розвивати насос.

$$p = k(p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5) = 1,5 \cdot (0,062 + 0,487 + 0,056 + 0,05 + 1,25) = 2,86 \text{ МПа}$$

Висновок: загальний потрібний тиск, який повинен розвивати насос, буде 2,86 МПа, що відповідає можливостям насоса НБ4-320/63 при подачі 125 л/хв 6,3 МПа [2].

Розрахунок колони бурильних труб на міцність

Вага, що розтягує колону бурильних труб:

$$G = g \cdot q \cdot L \cdot (1 - \rho/\rho_M)(\cos \theta + \mu \cdot \sin \theta), \quad (2.18)$$

свердловина викопне буріння гідрогеологічний

де  $\rho$  - щільність промивного агента,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\rho_M$  - щільність матеріалу труб,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (для сталі  $\rho_M = 7850 \text{ кг}/\text{м}^3$ );  $\theta_{\text{ср}}$  - середній зенітний кут свердловини ( $\theta_{\text{ср}} = 0$ );  $\mu$  - коефіцієнт тертя бурильних труб про породу ( $\mu = 0,225$ ).

$$G = 9,8 \cdot 8,24 \cdot 400 \cdot (1 - 920/7850)(\cos 0 + 0,225 \cdot \sin 0) = 28515 \text{ Н}$$

Напруги розтягнення у верхньому перетині у гирла за формулою:



$$\sigma_p = \frac{G}{F} - P_{oc}, \quad (2.19)$$

де  $F$  - площа перетину труби,  $F = \frac{3,14}{4} \cdot (0,0635^2 - 0,0545^2) = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ .

$$\sigma_p = \frac{28515}{8,3 \cdot 10^{-4}} - 15000 = 34340422 \text{ Па} = 34,3 \text{ МПа}.$$

Кутова швидкість:

$$\omega = 3,14 \cdot 410/30 = 42,9 \text{ с}^{-1}$$

Крутний момент, створюваний на забої:

$$M_{кр} = \frac{N_{дв} - N_{ст}}{\omega}, \quad (2.20)$$

$$M_{кр} = \frac{30000 - 3600}{42,9} = 615 \text{ Н.м}$$

Дотичні напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} \cdot 10^{-6}, \quad (2.21)$$

де,  $W_p$  - полярний момент опору крученню:

$$W_p = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d^4 - d_1^4}{d}, \quad (2.22)$$

$$W_p = \frac{3,14}{16} \cdot \frac{0,0635^4 - 0,0545^4}{0,0545} = 0,000027 \text{ м}^3$$

$$\tau = \frac{615}{0,000027} \cdot 10^{-6} = 22,8 \text{ МПа}.$$

Коефіцієнт запасу міцності у гирла свердловини при дії статичних навантажень:

$$n_c = \frac{[\sigma_T]}{\sqrt{\sigma_p^2 + 4 \cdot \tau^2}} \geq 1,3, \quad (2.23)$$

де  $[\sigma_T] = 490 \text{ МПа}$  - межа текучості при розтягуванні для труб ТБСУ-63,5.

$$n_c = \frac{490}{\sqrt{34,3^2 + 4 \cdot 22,8^2}} = 8,6$$

Висновок: дані розрахунку показують, що при бурінні напруги, що виникають в бурильних трубах, не виходять за межі допустимих значень. Отже, при роботі колони обриви не відбудуться [2].

Перевірочний розрахунок колони бурильних труб на умова підйому колони з обертанням

Розрахунковий запас міцності:

$$n = \frac{[\sigma_T]}{\sqrt{\sigma_p^2 + 4 \cdot \tau^2}} > (1.5 \div 1.7) \quad (2.24)$$

Напрути розтягнення у верхньому перетині у гирла за формулою:

$$\sigma_p = \frac{G}{F} = \frac{88000}{0,00083} = 106024096 \text{ Па} = 106 \text{ МПа,}$$

Напруга крутіння в перетині КБТ:

$$\tau = M_K / W \quad (2.25)$$

Крутний момент, діючий в перетині КБТ:

$$M_K = \frac{N_{\text{ВРАЩ}}}{\omega} \quad (2.26)$$

де  $N_{\text{ВРАЩ}}$  - потужність, що розвивається КБТ при обертанні в гирлі свердловини

Потужність станка для  $n = 120$  об/хв:

$$N_{\text{ст}} = 1,1 \cdot N_{\text{дв}} \cdot (6 \cdot 10^{-2} + 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot n) = 1,1 \cdot 30 \cdot (6 \cdot 10^{-2} + 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 120) = 2,46 \text{ кВт}$$

тоді  $N_{\text{ВРАЩ}} = 30 - 2,46 = 27,54 \text{ кВт.}$

У розрахунок приймається перша частота обертання установки (120 об/хв) для якої

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 120}{30} = 12,6 \text{ с}^{-1},$$

$$M_K = \frac{N_{\text{ВРАЩ}}}{\omega} = \frac{27540}{12,6} = 2186 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент опору крученню:

$$W_{\text{кр}} = \frac{3,14}{16} \cdot \frac{(0,0635^2 - 0,0545^2)}{0,0545} = 0,0038 \text{ м}^3$$



$$\tau = M_K / W_{KP} = \frac{2186}{0,0038} = 575263 \text{ Па} = 0,58 \text{ МПа}$$

$$n = \frac{490}{\sqrt{106^2 + 4 \cdot 0,58^2}} = 4,6 > (1,5 \div 1,7)$$

Висновок: дані розрахунку показують, що при бурінні напрути, що виникають в бурильних трубах, не виходять за межі допустимих значень, запас міцності забезпечено [2].

#### Розрахунок талевої системи

Для вибору оснащення талевої системи розраховують кількість рухливих гілок каната в оснащенні за формулою:

$$m = \frac{Q_{кр}}{P_L \cdot \eta_{ТС}} \quad (2.27)$$

$Q_{кр}$  - навантаження на гак при підйомі бурового снаряда, Н;

$P_L$  - вантажопідйомність лебідки,  $P_L = 35000$  Н;

$\eta_{ТС}$  - к.к.д. талевої системи,  $\eta_{ТС} = 0,97$

Навантаження на гак при підйомі бурового снаряда:

$$Q_{кр} = k_{кр} \cdot g \cdot l \cdot q \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_m}\right) \quad (2.28)$$

$k_{кр}$  - коефіцієнт кривизни бурових труб,  $k_{кр} = 1,2$ ;

$$Q_{кр} = 1,2 \cdot 9,8 \cdot [394 \cdot 8,82] \cdot \left(1 - \frac{920}{7850}\right) = 36077 \text{ Н}$$

КІЛЬКІСТЬ ГІЛОК

$$m = \frac{36077 \text{ Н}}{35000 \text{ Н} \cdot 0,97} = 1,06$$

В даному випадку використовується оснащення  $1 \times 2$ .

До глибини, з метою скорочення часу, слід виробляти СПО на прямому канаті, яку можна розрахувати за формулою:

$$L_{1 \times 2} = \frac{P_L \cdot \eta_{ТС}}{k_{кр} \cdot g \cdot q \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_m}\right)} = \frac{35000 \cdot 0,97}{1,2 \cdot 9,8 \cdot 8,82 \cdot \left(1 - \frac{920}{7850}\right)} = 371 \text{ м} \quad (2.29)$$

Потужність двигуна на підйом бурового снаряда розраховується за

формулою:

$$N_{\Pi} = \frac{Q_{кр} \cdot V_k}{\eta \cdot \lambda} \quad (2.30)$$

де  $V_k$  - швидкість підйому гака, м/с;  $\lambda$  - коефіцієнт перевантаження двигунів,  $\lambda = 1,5-2,0$ ;  $\eta$  - К.К.Д. передачі від двигуна до гака, розраховується за формулою:  $\eta = \eta_{\Pi} \cdot \eta_{ТС} = 0,9 \cdot 0,97 = 0,873$ .

Швидкість підйому гака розраховується за формулою:

$$V_k = \frac{V_{0i}}{m} \leq 2 \text{ м/с};$$

де  $V_{0i}$  - швидкість навивки каната на барабан лебідки на  $i$  передачі,  $V_{0i} = 0,8; 1,75; 2,7; 3,6; 4,71$  м/с. Звідси швидкість підйому гака  $V_{ki} = 0,75; 1,65; 2,55; 3,4; 4,44$  м/с.

$$N_{\Pi} = \frac{36077 \cdot 0,75}{0,873 \cdot 1,6} = 19371 \text{ Вт}$$

Для визначення раціонального режиму підйому бурового снаряда слід розрахувати довжину бурового снаряда, який може бути піднятий під час різних частотах обертання барабана лебідки:

$$L_i = \frac{N \cdot \eta}{q_0 \cdot V_{ki}} \quad (2.31)$$

де  $N$  - потужність приводного двигуна,  $N = 30000$  Вт; навантаження на гаку від 1 метра піднімається бурового снаряда:  $q_0 = Q_{кр} / L = 36077 / 400 = 90$  Н/м;

$L_1 = (30000 \cdot 0,873) / (90 \cdot 0,75) = 388$  м;  $L_2 = 176$  м;  $L_3 = 114$  м;  $L_4 = 86$  м;  $L_5 = 66$  м.

Далі розраховується довжина бурового снаряда (кількість свічок), що піднімається на кожній швидкості роботи лебідки за умови повного використання можливостей бурової лебідки і потужності двигуна установки:

$l_1 = L - L_2 = 400 - 176 = 224$  м;  $n_1 = 224 / 9,5 = 24$  шт;  $l_2 = L_2 - L_3 = 176 - 114 = 62$  м;  $n_2 = 62 / 9,5 = 7$  шт;  $l_3 = L_3 - L_4 = 114 - 86 = 28$  м;  $n_3 = 28 / 9,5 = 3$  шт;  $l_4 = L_4 - L_5 = 86 - 66 = 20$  м;  $n_4 = 20 / 9,5 = 2$  шт;  $l_5 = 66$  м;  $n_5 = 66 / 9,5 = 7$  шт;  $+ l_2 + l_3 + l_4 + l_5 = L$ ;  $224 + 62 + 28 + 20 + 66 = 400$  м [2].

**Витрати часу на спускопідйомні операції**



З таблиці «Норми часу на спуск і підйом бурового снаряда при бурінні свердловини з поверхні землі на 1 рейс в годиннику» витрати часу на спуск складуть 1,808 години, тобто 109 хв.; на підйом 1,929 години, тобто 116 хв [15].

### **Висновки по другому розділу**

У розділі запроєктовано конструкцію свердловини, розраховано основні параметри буріння, проведено вибір типу промивної рідини визначається геолого-технічними умовами буріння, складом і властивостями прохідних порід, способом буріння, досвідом бурових робіт.



## РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЕРТАЛЬНОГО СПОСОБУ БУРІННЯ

### 3.1. Обертальний спосіб буріння свердловин, його опис і характеристика

*Обертальне буріння* - спосіб спорудження свердловин шляхом руйнування гірської породи за рахунок обертання притиснутого до вибою породоруйнівного інструменту (долото, коронка).

Обертальний спосіб буріння характеризується високою продуктивністю (в 3 ... 5 разів перевищує продуктивність ударного буріння), більш низькою вартістю бурових робіт, можливістю буріння вертикальних, похилих і горизонтальних свердловин. При обертальному способі буріння порода забою стирається, її ріжуть або сколюють буровим інструментом, жорстко закріпленим на нижньому кінці штанги.

Основні види обертального способу буріння:

- шнекове
- колонкове
- роторне (буріння ротором або верхнім силовим приводом - ВСП);

Шнекове буріння застосовують для свердловин діаметром 110 ... 125 мм і глибиною до 30 м в м'яких і мерзлих ґрунтах. Шнекові бурові верстати (рис. 3.1, а) мають металеву раму, що складається з двох напрямних стійок, встановлених на пересувній платформі або на полозах. По напрямних стійках рами переміщається електродвигун з редуктором, в шпindelю якого вставлені робочі бурові штанги. Робочі штанги довжиною 2 м являють собою труби, на поверхні яких по гвинтовій лінії наварені сталеві смуги - реборди. Витягають штанги за допомогою ручної лебідки. У міру поглиблення свердловини штанги нарощують, поєднуючи їх між собою спеціальними патронами. Ланки закінчуються робочою частиною у вигляді долота або лопатевого різця, які при обертанні штанг вриваються в породу. Вибурена порода за допомогою гвинтового конвеєра видається на поверхню.

Колонкове буріння застосовують для проходки свердловин діаметром 45 ... 130 мм і глибиною до 200 м. Колонкові установки або верстати мають лебідку підйому трубчастих штанг і механізм для їх обертання. На кінці штанги знаходиться робоча частина - колонковий снаряд (рис. 3.1, б) з кільцевої коронкою, армованої різцями з твердих сплавів або алмазами (рис. 3.1, в). При обертанні бурового снаряда колонка під дією осьового тиску впроваджується в породу, утворюючи кільцеве вироблення породи навколо керна, що входить в колонкову трубу. Після проходки на необхідну глибину бурові штанги разом з колонковим снарядом і керном піднімають лебідкою на поверхню. В процесі буріння в забій свердловини насосом через бурильні труби подають глинистий розчин (або воду).



Змішуючись з частинками зруйнованої породи, глинистий розчин виносить їх на поверхню по кільцевому простору між штангами і стінками свердловини. Глинистий розчин охолоджує бурильний інструмент і одночасно запобігає обваленню стінок свердловини. свердловина вертлюг шлам

Роторне буріння найчастіше використовують для пристрою свердловин значних діаметрів (300 ... 400 мм) і великої глибини (150 ... 1200 м). Роторна бурильна установка складається з обертача-ротора, збірної вишки і обладнання для промивки свердловини глинистим розчином (рис. 3.1, г). Робоча (ведуча) труба проходить через вкладиші круглого столу ротора, який призначений для передачі обертання від двигуна до бурильних трубах, приєднаним до робочої трубі. Розміри вкладишів обертача відповідають зовнішньому діаметру робочої труби, що дозволяє їй одночасно з обертанням переміщатися вгору і вниз.

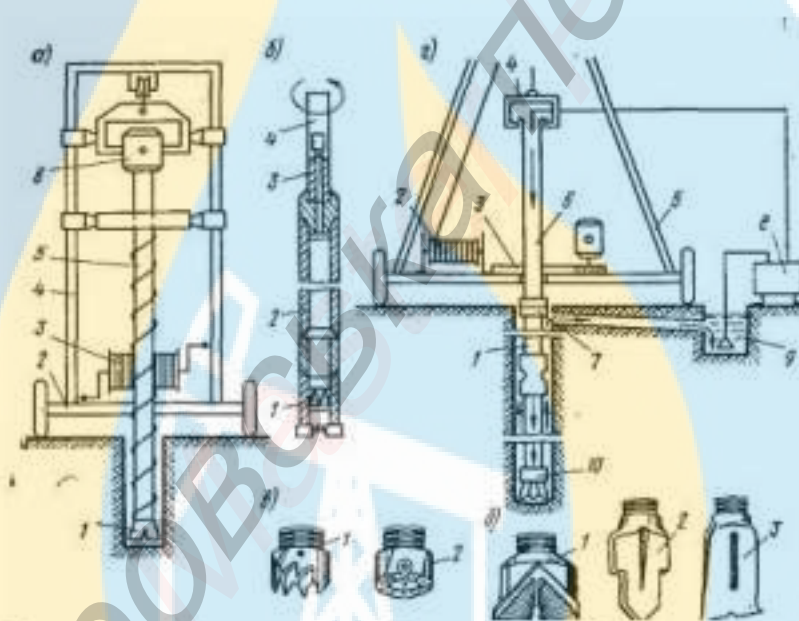


Рисунок 3.1 - Верстати і інструмент обертального буріння: а - схема верстата шнекового буріння: 1 - різець; 2 - платформа; 3 - лебідка; 4 - напрямна стійка- 5 - штанга з ребордою; 6 - електродвигун; б - колонковий снаряд: 1 - кільцева коронка; 2 - колонкова труба; 3 -переходна муфта; 4 - обертається штанга верстата; в - кільцеві коронки армовані; 1 - різці, армовані твердими сплавами; 2 - алмазні різці; г - схема верстата роторного буріння; 1 - бурильна труба; 2 - лебідка- 3 - обертач-ротор; 4 - вертлюг; 5 - вишка; 6 - робоча труба; 7 - сполучна труба 8 - насос; 9 - бак з глиняним розчином; 10 - долото; д - робочі наконечники; 1 - шарошечне долото; 2 - лопатеве уступчастої долото; 3 - лопатеві долото "риб'ячий хвіст"

Нижній кінець бурильної труби найчастіше має шарошечні і лопатеві долота (рис. 3.1, 5), які розрушають ґрунт по всій площі вибою свердловини. Верхнім кінцем робоча труба з'єднана з вертлюгом, до нього приєднаний рукав від насоса,



що подає в бурильні труби глинистий розчин. Всю систему і бурильні труби з вертлюгом підвішують до гака. Робочі і бурильні труби підіймають і опускають канатом, навитим на барабан лебідки.

Електричними свердильними машинами бурять шпури в м'яких і середньої твердості породах, а також в мерзлих ґрунтах. Розрізняють електричні машини легкі (з ручною подачею) і важкі (колонкові). У ручній машині осьовий тиск створюється за рахунок мускульної енергії бурильника. Подвійні колонкові машини мають автоматичну подачу. Бурову штангу закріплюють в патроні шпинделя. До нижнього кінця електричної ручної машини за допомогою замка приєднують різець з твердого сплаву. Бурові штанги підбирають комплектно відповідно до глибини шпуру. При бурінні ручної електричної машиною шлам або бурову дрібницю видаляють з шпуру шляхом швидкого вилучення інструменту, без припинення його обертання. При роботі колонковими свердильними машинами шлам видаляють промиванням.

### 3.2. Призначення бурових установок

Бурові установки призначені для буріння експлуатаційних і глибоких розвідувальних свердловин обертальним способом. Бурова установка - це комплекс бурових машин, механізмів і обладнання, змонтований на точці буріння і забезпечує за допомогою бурового інструменту самостійне виконання технологічних операцій.

Сучасні бурові установки підрозділяються на наступні складові частини:

- ❖ бурове обладнання (Талевий механізм, насоси, лебідка, вертлюг, ротор, привід, топлівомааслоустановка, дизель-електричні станції, пневмосистема);
- ❖ бурові споруди (вишка, підстави, збірно-розбірні каркасно-панельні укриття);
- ❖ обладнання для механізації трудомістких робіт (регулятор подачі долота, механізми для автоматизації спуско-підйомних операцій, пневматичний клиновий захоплення для труб, автоматичний бурової ключ, допоміжна лебідка, Пневмораскріпувач, крани для ремонтних робіт, пульт контролю процесів буріння, пости керування);
- ❖ обладнання для приготування, очищення і регенерації розчину для промивання (блок приготування, вібросита, піско і гліноотделітелі, підпірні насоси, ємності для хімічних реагентів, води і розчину для промивання);
- ❖ маніфольд (нагнітальна лінія в блочному виконанні, дросельно-запірні пристрої, бурової рукав);
- ❖ пристрою для обігріву блоків бурової установки (теплогенератори, опалювальні радіатори і комунікації для розведення теплоносія).



### 3.3. Вимоги, що пред'являються до бурових установок

Вимоги, що пред'являються до бурових установок, визначаються умовами буріння і показниками, що характеризують рівень їх технічної досконалості. З числа факторів, що визначають умови буріння, в першу чергу слід враховувати: природно-кліматичні та геологічні; віддаленість від ремонтних баз і джерел енергії; частоту переміщення на нові точки буріння; загазованість навколишнього середовища, забрудненість робочих місць розчином для промивання; необхідність забезпечення безперебійного процесу буріння для усунення можливих ускладнень в стовбурі свердловини; високу абразивність і корозійну активність розчину для промивання; скрутність робочих місць та ін. Вимоги до бурових установок поділяються на технічні, експлуатаційні, технологічні, економічні, соціальні та спеціальні.

Технічні вимоги полягають в тому, щоб конструкція бурової установки відповідала новітнім досягненням науки і техніки, а її параметри відповідали світовим стандартами вимогам сучасної технології буріння. Машини та обладнання, що входять до складу бурової установки, повинні мати 12 високий коефіцієнт корисної дії (к. П. Д.), Достатню міцність, надійність і довговічність.

**Експлуатаційні вимоги** виходять з того, що в процесі експлуатації працездатність бурової установки буде підтримуватися проведенням технічного обслуговування і ремонтів. З цією метою необхідно забезпечити високу ремонтпридатність бурової установки, т. Е. Доступність її агрегатів для технічного обслуговування і ремонту, можливість контролю технічного стану та заміни швидкозношуваних вузлів і деталей.

**Технологічні вимоги** пов'язані з матеріальними та трудовими затратами на виготовлення бурових установок. До них відносяться:

- простота конструкції машин, що досягається максимальним спрощенням їх структурної схеми;
- простота форм деталей, раціональний вибір матеріалу і способу отримання заготовок з метою економії матеріалу;
- оптимальні точність виготовлення і шорсткість поверхні, зменшення розмірів оброблюваних поверхонь;
- правильний вибір допусків і посадок, що забезпечує взаємодію деталей, взаємозамінність, дотримання їх розміру для усунення підгінних робіт при складанні;
- максимальне використання стандартних і уніфікованих вузлів і деталей;
- зменшення номенклатури ріжучого і кріплення інструментів,



використовуваних при механічній обробці і збірці.

**Економічні вимоги** пов'язані з необхідністю забезпечення мінімальних виробничих і експлуатаційних витрат, що визначають ефективність бурової установки. У сфері виробництва економічні вимоги задовольняються технологічністю конструкцій, що дозволяє при заданому обсязі випуску і конкретних виробничих можливостях виготовити машину при найбільшій продуктивності праці і найменшій собівартості. Важливою економічною вимогою - економія металу і інших матеріалів шляхом зниження матеріаломісткості машин і устаткування. До експлуатаційних економічних показників відносяться продуктивність механічного буріння і спуско-підйомних операцій, час, що витрачається на підготовчо-заклучні, допоміжні і ремонтні роботи.

До соціальним вимогам відносяться безпеку роботи, легкість управління і забезпечення нормальних умов праці для обслуговуючого персоналу [28]. Соціальні вимоги повинні розглядатися як обов'язкові, так як умови роботи буровиків відносяться до тяжких і небезпечних. Вимоги безпеки до конструкції бурового обладнання регламентуються ГОСТ 12.2.041-79.

**Спеціальні вимоги** пов'язані з умовами роботи бурових установок. Компонувальні схеми і габарити бурових 13 машин і всієї установки вибираються з урахуванням зручностей управління і обслуговування, а також обмежень у займаній площі, що особливо важливо для роботи в морі і на пересіченій місцевості. Маса бурових машин повинні відповідати вантажопідйомності промислових кранів і транспортних засобів. Бурова установка повинна розбиратися на транспортабельні і легко демонтуються вузли. Електрообладнання повинно мати вибухобезпечне виконання.

### 3.4. Основні вузли бурової установки

#### *Вишка*

Вишка є ключовим вузлом обладнання бурової установки і призначена для виконання наступних функцій:

- проведення спуско-підйомних операцій з бурильними і обсадними трубами.
- підтримки бурильної колони на талевої системі при бурінні з розвантаженням.
- розміщення комплекту бурильних труб і обважнених бурильних труб (УБТ), витягнутих з свердловини.
- розміщення талевої системи і засобів механізації спуско-підйомних операцій, зокрема механізмів АСП, КМСП або платформи верхового робітника, пристрої екстреної евакуації верхового робітника, системи верхнього приводу і



допоміжного обладнання.

Бурові вишки класифікуються

по призначенню:

- для агрегатів капітального ремонту свердловин
- для пересувних (мобільних) бурових установок
- для кушових і стаціонарних
- для морських бурових установок;

по конструкції:

1. щоглові
  - А-образні
  - П-подібні
  - 4-х опорні
  - з відкритою передньою гранню
2. баштові

#### ***Бурові лафети***

Бурові лафети - навісне бурове обладнання. Встановлюються на міні екскаватори, а також гідравлічні екскаватори з загальною масою від 10 тонн за допомогою різних з'єднань. Бурової лафет, як правило, складається з ходового механізму (найчастіше з гусеничним ходом) з двигуном для пересування (для самохідних машин), і вбудованого гідравлічного механізму для подачі вперед (тяги) і бурового функціонування (аксіальне і радіальне рух штанг). Навісні бурові лафети застосовуються при роботах по частковому зміцненню ґрунтів, а також при бурінні пневмоударником або на відбір керна, також для анкерного буріння, буріння свердловин під палі і стовпи, для спорудження свердловин на воду.

#### ***Ротори***

Ротори призначені для обертання бурильного інструменту і підтримки колони бурильних труб при бурінні свердловини.

#### ***Бурові лебідки***

Бурові лебідки є основним механізмом спуско-підйомного комплексу бурової установки. Бурові лебідки призначені для виконання наступних операцій технологічного процесу будівництва свердловин:

- спуск і підйом бурових труб
- обсадних труб
- подача інструменту на вибій
- передача обертання ротору за відсутності індивідуального приводу ротора
- надання прискорення інструменту (ударному долоту, желонкою і т. д.)
- аварійний підйом інструменту



### ***Талевої система***

Талевої (поліспастової) система або оснащення бурових установок призначена для перетворення обертального руху барабана лебідки в поступальний (вертикальне) переміщення гака, до якого кріпиться бурильна колона, і зменшення навантаження на гілки каната. Залежно від типу бурової установки і глибини свердловини застосовують оснастку: 3х 4, 4-х 5, 5х 6, 6х7.

### ***Гакоблоки***

Гакоблоки - талеві блоки, жорстко з'єднані з гаком. В процесі буріння крюкоблок з'єднаний з вертлюгом, а при виконанні спуско-підйомних операцій - з елеватором. Гакоблоки є рухомою частиною талевої системи і призначені для ведення спуско-підйомних операцій, підтримки у висячому положенні колони бурильних і обсадних труб і бурового інструменту в процесі буріння.

### ***Вертлюги***

Вертлюг - один з основних вузлів механізму подачі бурового розчину, несе на собі найбільше навантаження в процесі буріння і від його надійності залежить безвідмовна робота всієї бурової установки. Вертлюг забезпечує подачу промивної рідини через бурової рукав від нерухомого стояка маніфольда у обертову колону бурильних труб і підтримку, що обертається при бурінні.

### ***Система верхнього приводу***

Система верхнього приводу (СВП) є принципово новим типом механізмів бурових установок, які забезпечують виконання цілого ряду технологічних операцій. Верхній привід являє собою рухливий обертач, оснащений комплексом засобів механізації спуско-підйомних операцій.

Система верхнього приводу призначена для швидкої і безаварійної проводки вертикальних, похило-спрямованих і горизонтальних свердловин при бурінні. Верхній привід поєднує функції вертлюга і ротора, і оснащується комплексом пристроїв для роботи з бурильними трубами при виконанні спуско-підйомних операцій.

Основні переваги застосування СВП:

- економія часу в процесі нарощування труб при бурінні
- зменшення ймовірності прихватів бурового інструменту
- розширення (опрацювання) стовбура свердловини при спуску і підйомі інструменту
- підвищення точності проводки свердловин при наведеному бурінні
- підвищення безпеки бурової бригади
- зниження ймовірності викиду флюїду зі свердловини через бурильні колону
- полегшення спуску обсадних труб в зонах ускладнень за рахунок обертання і промивання
- підвищення якості керна



### ***Бурові насоси***

Бурові насоси призначені для забезпечення процесу промивання при пробуріванні свердловини, нагнітання в свердловину бурового розчину з метою очищення забою і стовбура від вибуреної породи і винесення її на поверхню, охолодження долота і приведення в дію забійних двигунів гідравлічного типу. Розрізняють насоси наступних типів - двохпоршневі насоси подвійної дії і трьохпоршневі насоси одностороннього дії.

Найбільш повно вимогам технології буріння відповідають трьохпоршневі насоси одностороннього дії, які забезпечують найменшу ступінь нерівномірності тиску на виході і найменший знос клапанів і штоків поршня в порівнянні з двохпоршневими насосами двостороннього дії.

### ***Циркуляційні системи***

Система циркуляції бурового розчину (ЦС) являє собою комплекс механізмів і обладнання, що входить до складу бурової установки і призначена:

- для приготування бурового розчину заданої щільності, складу і якості
- очищення бурового розчину від вибуреної породи
- зберігання запасу бурового розчину
- дегазації бурового розчину (при необхідності)
- хімічної обробки бурового розчину
- доливання і подачі розчину в свердловину
- видалення шламу

Комплекс ЦС включає наступне обладнання для очищення промивної рідини:

- вибросито
- песковід'єднувач
- іловід'єднувач
- центрифугу
- дегазатор

Зазначені вище обладнання має різну ступінь очищення бурового розчину, дозволяє підготувати шлам до утилізації.

### **3.5 Удосконалення обертального способу буріння**

Певний недолік відомих машин обертально-ударного буріння, що застосовуються в гірничій промисловості, в тому, що для руйнування породи використовуються поздовжні ударні імпульси деформації штанги. При цьому порода руйнується в основному за рахунок деформації стиснення. Відомо, що енергоємність руйнування породи при стисненні, приблизно, в 10 разів більше, ніж при руйнуванні за рахунок деформації зсуву і відколу. Генератор ударних імпульсів



(бойок бурильної машини) збуджує в штанзі при ударі хвилю поздовжньої деформації стиснення, обмежену по енергії, тривалості і по довжині, яка поширюється зі швидкістю звуку в сталі (5100 м / с) по штанзі до бурової коронки.

Енергія одиночного удару в сучасних бурильних машинах змінюється в межах від 50 до 1000 Дж. Тривалість імпульсу 300 - 600 мкс. Якщо енергія удару дорівнює 100 Дж, а тривалість імпульсу 300 мкс, то максимальна потужність, яка може бути реалізована при руйнуванні породи, понад 300 кВт. Це значна потужність, яка припадає на невелику площу вибою свердловини, забезпечує високу ефективність ударного руйнування породи. Потужність обертача бурових машин становить близько 5 кВт. Тоді за рахунок обертання штанги за 300 мкс на забій буде передана енергія всього близько 1,5 Дж, що відповідає миттєвою потужності всього 5 кВт.

Якщо частина поздовжнього ударного імпульсу перетворити в ударний крутильний імпульс, за тривалістю сумірний з поздовжнім, то можна отримати і для крутного моменту значні імпульсні потужності, тривалість дії яких на породу - в межах сотень мікросекунд.

Давно встановлено, що відмінність в проміжках часу перетворення (поглинання або виділення) порції енергії, призводить до вельми істотних відмінностей в наслідках.

Одним з відомих методів такого перетворення є проходження поздовжнього ударного імпульсу через природно закручений стержень [10, 2]. Природно закрученим стрижнем (ПЗС) називається стрижень, утворений рухом плоскої фігури (поперечним перерізом стрижня), що обертається з деякою кутовою швидкістю, у міру того, як центр ваги цієї фігури рухається уздовж осі стрижня.

У найпростішому випадку ПЗС можна отримати, прорізавши на бічній поверхні циліндричного стержня Двоходові кручені канавку певної глибини і куту підйому. Змінюючи глибину і ширину канавок, можна отримувати стрижні різної поздовжньої жорсткості.

Наслідком від включення в ударну систему бурильної машини ПЗС є підвищення ефективності руйнування породи при бурінні за рахунок перетворення в буровій штанзі частини поздовжнього ударного імпульсу в імпульс крутного моменту. Поздовжній ударний імпульс руйнує породу стисненням, а імпульси крутного моменту - зрушенням і сколом, що істотно знижує енергоємність руйнування породи. Попередні розрахунки показують, що крутний момент можуть мати миттєву потужність в імпульсі по 120 кВт.

Зазначений технічний результат досягається тим, що в бурову штангу включений ПЗС і імпульсний сповільнювач швидкості. Ударний поздовжній імпульс, проходячи через ПЗС, частково перетвориться в два імпульсних крутять моменту протилежного знаку.



Імпульсний сповільнювач швидкості забезпечує зменшення швидкості поширення поздовжнього імпульсу і його амплітуди, що дозволяє оптимізувати процес руйнування породи при спільній дії поздовжнього імпульсу і імпульсних крутять моментів на коронку.

Імпульсний сповільнювач являє собою замкнуту порожнину, заповнену еластомером, що знаходяться в об'ємностиснутому стані під дією зусилля подачі. Швидкість поширення поздовжнього ударного імпульсу, що проходить через сповільнювач, зменшується з 5100 до 1600 м/с, амплітуда знижується, і він підходить до бурового інструменту одночасно з обертовим моментом. Швидкість переміщення крутильних імпульсів дорівнює 3200 м/с.

На рис. 3.2 показана схема бурової штанги з ЕСЗ і осцилограми поздовжнього ударного імпульсу, імпульсу крутного моменту: 1 - бойок; 2 - штанга; 3 - природно закручений стрижень; 4 - датчик осьового зусилля; 5 - датчик крутного моменту; 6 - осьовий імпульс; 7 - імпульс крутного моменту; 8 - відбитий поздовжній імпульс; 9 - відбитий імпульс крутного моменту

На рис. 3.3 показана ударна система [12] модернізованої бурильної машини. Вона складається з бурової штанги 10, частиною якої є ПЗС 11, генератора ударних імпульсів 12, вузла зусилля подачі 13, обертача 14, сповільнювач швидкості поширення поздовжнього імпульсу 15, заповненого еластомером 16, і бурової коронки 17. Еластомер 16 стиснутий зусиллям подачі в замкнутому просторі і знаходиться в стані всебічного стиснення. Швидкість поширення поздовжніх імпульсів в ньому менше, ніж в буровій штанги. Сповільнювач швидкості необхідний для того, щоб імпульс крутного моменту і поздовжній імпульс підходили до бурової коронки одночасно. Під еластомером мається на увазі високомолекулярна сполука, що володіє великою еластичністю і малою стискаємістю при всебічному стиску. Прикладом такого еластомеру може служити гума. Особливо відзначимо, що об'ємно стислий еластомер практично не стискається. Швидкість звуку в ньому [13] близько 1600 м/хв (у вільній гумі, приблизно, 50 м/с). Через малу деформації при проходженні ударних імпульсів через об'ємно стислий еластомер в ньому практично немає теплових втрат.

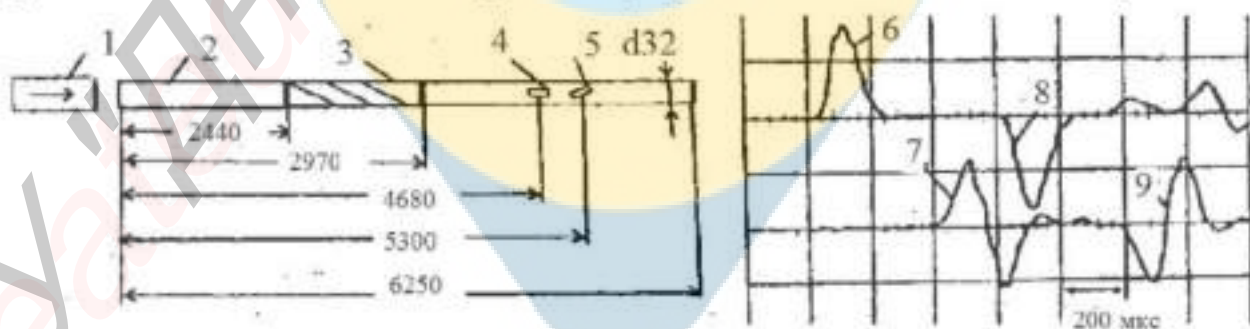


Рисунок 3.2 - Осцилограми поздовжнього імпульсу і імпульсу крутного моменту



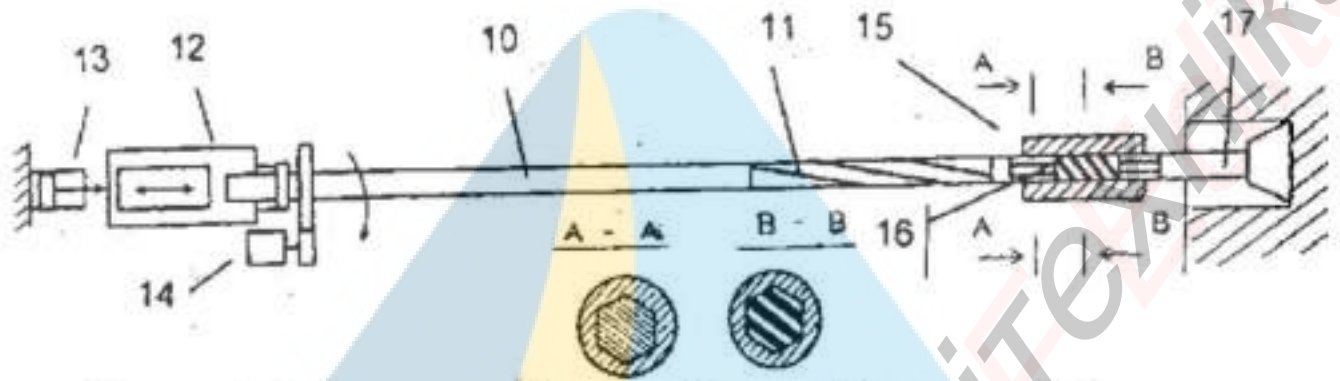


Рисунок 3.3 - Схема ударної системи бурильної машини з ПЗС

З'єднання сповільнювача з буровою штангою і коронкою виконано рухомих в осьовому напрямку, а імпульсні моменти передаються через шліцьові або профільні з'єднання, минаючи еластомер.

Представлена машина працює наступним чином. У вихідному положенні бурова коронка 17 притискається штангою до породи вузлом подачі 13. Пристрій 14 обертає штангу спільно з ПЗС 2, сповільнювачем швидкості 15 і буровою коронкою 17. При включенні генератора ударних імпульсів 12 в штанзі порушуються поздовжні ударні імпульси, які проходять через ПЗС, поділяються на поздовжні імпульси деформації 6 і імпульси крутного моменту 7. Кожен імпульс крутного моменту складається з двох протилежно спрямованих імпульсів обертання, тому бурова коронка повинна руйнувати породу при обертанні в будь-яку сторону. Далі поздовжні імпульси проходять через еластомер 16 сповільнювач швидкості 15. Швидкість їх поширення знижується, а амплітуда зменшується за рахунок інтерференції хвиль. Це забезпечує одночасність приходу поздовжнього імпульсу і імпульсу крутного моменту до бурової коронки 17 і їх узгодження за амплітудою. Затримки в часі поздовжнього імпульсу деформації і зменшення його амплітуди визначається довжиною стрижня еластомеру.

Імпульси крутного моменту через шліцьові або призматичні з'єднання і корпус сповільнювач швидкості передаються бурової коронки, минаючи еластомер. Всебічне стискання еластомеру забезпечується зусиллям подачі, так як шліцьові або призматичні з'єднання рухливі уздовж осі штанги,

Таким чином, перевага пропонованої бурильної машини перед існуючими машинами обертально-ударної дії полягає в тому, що порода руйнується за рахунок зсувних деформацій імпульсами крутного моменту, викликаних ударною процесом в ПЗС, спільно з частиною поздовжнього ударного імпульсу і моментом обертача 14. Імпульси крутного моменту викликані ударом, короткочасні, володіють великою амплітудою, тому мають значно більшу потужність при руйнуванні породи, ніж момент, що розвивається двигуном обертача 14. Це призведе до



зниження енергоємність руйнування породи при бурінні.

Підвищенню швидкості буріння може сприяти і те, що в сучасних бурильних обертально-ударних машинах коронка при руйнуванні породи ударом не присунуто зусиллям подачі до забою. Бойок при ударі стискає штангу на 1,5-2 мм, відводячи буртик хвостовика штанги, через який передається зусилля подачі, від пов'язаних з ним деталей на корпусі бурильної головки. Зусилля подачі не встигає відновитися до номінального значення за час пробігу ударним імпульсом довжини штанги. Тому під час ударного руйнування породи до коронки не доклала зусиль подачі. Більш того, штанга переміщається в сторону бурильної головки за рахунок повернення в недеформоване стан, породжуючи хвилю розтягування, спрямовану до бурильного інструменту. Це трохи зменшує енергію імпульсу, що руйнує породу.

У запропонованій схемі коронка притиснута до породи поздовжнім ударним імпульсом, час приходу якого синхронізовано з приходом імпульсних крутять моментів. Сучасні алмазні й штирові коронки можуть повноцінно руйнувати породу в будь-якому напрямку обертання. Крім цього, на осьовій ударний імпульс буде накладена високочастотна вібрація через інтерференції ударних хвиль в сповільнювачі швидкості. Сприяє руйнуванню породи і крутний момент обертача 14, що забезпечує перенесення точок удару по забою свердловини. Зруйнована порода із забою видаляється промиванням водою, яка надходить по осьового отвору в штанзі (на рис. 2 не показано). Імпульси крутного моменту в даному випадку мають таке ж визначальний вплив на збільшення швидкості буріння, як ударні поздовжні імпульси в становленні ударного і обертально-ударного способу буріння.

### **Висновки по третьому розділу**

Застосування ударно-обертального способу передбачає:

- Збільшення комерційної швидкості буріння в 1,2-1,4 рази за рахунок застосування раціональної частоти обертання і оптимального способу регулювання осьового навантаження.
- Збільшення продуктивності на 30-40% в результаті збільшення механічної швидкості.
- Мале споживання електроенергії.
- Проходка на коронку підвищилася, оскільки частота обертання і осьова навантаження знизилася.
- Зменшення грошових витрат на закупівлю породоруйнівного інструменту.



## РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Характеристика умов та аналіз потенційних небезпек

Роботи будуть проходити на території діючого кар'єру родовища. У зв'язку з цим потенційну небезпеку для працівників представляють в основному шкідливі виробничі фактори: буріння свердловин, гірничопрохідницькі і буропідривні роботи.

Роботи проводяться в осінньо-літній період, температура повітря максимальна + 26 °С, в зв'язку з цим виникає небезпека сонячного удару, втоми, пригніченого стану. Оподи випадають переважно з квітня по вересень, влітку трапляються зливи, в зв'язку з цим виникає небезпека переохолодження організму, що може привести до простудних захворювань.

Основним видом робіт є бурові роботи. Буріння свердловин буде вестися установками типу УКБ-5П. Потенційними небезпеками при бурових роботах є:

- відкрита частина провідної труби;
- при опусканні труб в свердловину також виникає небезпечна зона, яка буде дорівнювати довжині опускається на даний момент колони;
- при заправці бурового снаряда в труби можливі пошкодження рук буровим інструментом.

При запроектованих бурових роботах проявляється ряд шкідливих факторів, що впливають на здоров'я людей: вібрація від роботи двигуна, шум від роботи бурової установки, насоса, забруднення повітря продуктами відпрацювання двигуна, в зв'язку з чим всі робочі забезпечуються засобами індивідуального захисту.

Проектом передбачається використання забійної гідроударної машини, що тягне за собою посилення впливу вібрації на організм людини. Наслідком цього може стати передчасне стомлення, зниження продуктивності праці, виникнення професійної патології - вібраційної хвороби.

Неакуратна робота з паливно-мастильними матеріалами також може стати причиною пожежі і виникнення пожеж на буровій.

При відборі проб небезпеку становлять погано закріплені колонкові труби, які можуть травмувати людей, а також осколки твердих порід.

Доставка людей до місця роботи здійснюється на вахтовій машині УАЗ, що так само становить потенційну небезпеку для робітників у вигляді нещасних випадків та аварійних ситуацій [1,6,7].

### 4.2 Забезпечення безпеки при проектованих роботах



На виконання робіт, що проектуються приймаються особи, які досягли 18 років і придатні за станом здоров'я. При прийомі на роботу проводиться інструктаж, працівники інформуються про наявність небезпек, на площі робіт, повторний інструктаж проводиться щомісяця.

До початку бурових робіт проектом визначається і уточнюється радіус небезпечної зони, який становить 25 м. Небезпечна зона локалізується прапорцями. Всі обертові вузли установки захищаються кожухами. Відбір проб керна з свердловин здійснюється з використанням керноколів.

При бурових роботах бурової персонал, а також працівники, пов'язані з буровими роботами, забезпечуються засобами індивідуального захисту - спецодягом, спецвзуттям, захисними касками. Спецодяг виготовляється з брезенту (тканина лляна або напівлляна з водовідштовхувальним просоченням). Для захисту рук використовуються рукавиці.

При роботі бурової установки проектом передбачається забезпечення членів бурової бригади індивідуальними засобами захисту від шуму шумогасильні навушниками або беруші.

Для зниження шкідливого впливу загальної вібрації при 8 годинній робочій зміні, проектом передбачено застосування прокладок з віброізолюючих пружних матеріалів, відділення фундаментів вібруючих машин від робочого майданчика акустичними розривами, а від місцевої - надання зображенням рукавиць, встановлення раціонального режиму праці та відпочинку.

Для зниження рівня шуму і вібрації в ході робіт передбачені наступні заходи:  
щоденний контроль якості кріплення обладнання;  
використання антивібраційних мастик;

Проведення монтажних-демонтажних робіт припиняється при силі вітру 5 балів і більше, під час грози і сильного снігопаду, при ожеледиці та тумані з видимістю менше 10 м.

Бурова будівля обладнана основним і запасним виходами з трапами. Вишки обладнуються сигнальними вогнями. Підйом і спуск зібраної бурової вишки проводиться за допомогою трактора. При підйомі вишка оснащується стропові відтягненням, що гарантує неможливість перекидання вишки.

Переміщення бурової установки проводиться тільки в світлий час доби трактором.

Лебідка встановлюється на міцній основі. Її кріплення виключає можливе перекидання. Кут відхилення лебідки не більше  $1^{\circ}30'$ . При роботі з гідравлічними труботримачами тиск в гідросистемі становить не більше 5 МПа.

Передбачається засипка всіх ям і зумпфів, що залишилися після демонтажу бурової установки, ліквідація забрудненого ґрунту.



Медичне обслуговування проводиться медичним пунктом. Він забезпечений необхідними медичними препаратами (ацетилсаліцилова кислота, бинт марлевий, бинт еластичний, 1% розчин брильянтового зеленого, валідол в таблетках, вата гігроскопічна, джгут кровоспинний, корвалол, лейкопластир бактерицидний, 3% розчин перекису водню, стаканчик мірний для прийому ліків, вугілля активоване, цитрамон в таблетках і т.і.) і іншими засобами гігієни.

Зберігання мастильних і обтиральних матеріалів передбачається в закритих металевих бочках.

Після закінчення буріння та проведення необхідних досліджень свердловини ліквідуються. Ліквідаційний тампонаж проводиться глинистим розчином [1,6,7].

#### 4.3 Забезпечення безпеки при надзвичайних ситуаціях

На кар'єрі створена профілактична протипожежна служба, яка розробляє плани ліквідації пожеж, стежить за виконанням протипожежних заходів, контролює дотримання правил ведення вогневих і зварювальних робіт, перевіряє наявність і стан первинних засобів пожежогасіння і т.п. Кар'єр оснащений пожежними автомобілями, укомплектованими пожежним насосом, лафетним і ручними пожежними стволами, викидний рукавами, баграми, лопатами, ломами і сокирами. Виробничі будівлі, матеріальні склади, електропідстанції оснащуються засобами пожежогасіння відповідно с встановленими нормами.

На ділянці робіт призначається відповідальний за пожежну безпеку, складається план евакуації людей на випадок виникнення пожежі, з яким знайомлять весь персонал

До пожежного інвентарю забезпечується цілодобовий вільний під'їзд

Бурова установка забезпечується вогнегасниками, ящиком з піском місткістю 0,2 м<sup>3</sup>, повстю, кошмою або азбестовим полотном розміром 2×2 метра, двома комплектами пожежного інструменту (лом, сокира, багор), бочкою з водою, ємністю 250 літрів. Паливо і мастильні матеріали зберігаються в закривається тарі.

На видних місцях вивішуються плакати-попередження «Вогненебезпечно, не палити!» Для розміщення первинних засобів пожежогасіння встановлюються спеціальні пожежні щити, які фарбуються в білий колір з червоною окантовкою, шириною 20 - 50 мм. На видних місцях виробничих об'єктів розміщуються стандартні покажчики місцезнаходження пожежного інвентарю та засобів пожежогасіння.

Спалювання сміття проводиться на спеціально обладнаних майданчиках в похмурий, безвітряний день під контролем відповідальної особи. Територія навколо виробничих об'єктів в пожежонебезпечний період систематично раз на місяць очищається від сухої трави, чагарнику і хмизу.



Найбільш небезпечною в пожежному відношенні є бурова установка. Перед проведенням бурових робіт територія навколо бурової установки очищається від сміття в радіусі 15 м. При раптовому загорянні на буровій: зупиняється двигун; ставляться до відома посадових осіб; працівниками негайно вживаються заходи до ліквідації пожежі своїми силами і засобами; викликається пожежна охорона, медична частина; припиняються всі роботи на буровій. Робочі видаляються на безпечну відстань, закривається рух на прилеглих дорогах.

Для куріння передбачаються спеціально відведені місця, обладнані урнами для недопалків і ємностями з водою [1,6,7].

#### 4.4 Вплив гірничо-металургійного комплексу на екологічну обстановку регіону

Відкрита розробка корисних копалин з використанням вибухового способу отбойки руди в районі гірничо-металургійного комплексу завдає істотної шкоди природному середовищу. Технологічні процеси при видобутку і переробки залізорудної сировини супроводжуються викидом в атмосферу пилу, важких металів, продуктів вибухових робіт і т.д. Забруднення атмосфери, природних вод і верхньої частини ґрунтового покриву екологічно шкідливими речовинами порушує природний процес геоекологічної саморегуляції природного середовища і може привести до швидкої і незворотної її деградації, а також до негативного впливу на здоров'я населення регіону. У районі сформувалася зона аномального запилення ґрунтів еліпсою формою розміром до 40 км по довгій осі. У центральній частині зони випадає більше 4000 кг/га в рік пилу. Вміст важких металів (кобальт, нікель, хром, ванадій і ін.) Перевищує природний фон в деяких місцях в 100 разів. Під впливом системи гідрозахисту кар'єрів порушений режим підземних вод в радіусі до 40 км по верхньому водоносного горизонту і до 80 км по кристалічному. Є також ще безліч фактів свідчать про вкрай негативному геоекологічному впливі підприємств гірничо-металургійного комплексу на навколишнє середовище. Попереднє радіогеохімічне вивчення розкривних і рудовміщаючих порід, залізних руд і продуктів їх переробки показали, що вони містять високі концентрації природних радіонуклідів і є джерелами аномально високих іонізуючих випромінювань, тобто залізорудні родовища є радіаційнонебезпечних. У зв'язку з цим, окремі спроби, які робляться в регіоні для оздоровлення екологічної обстановки явно недостатні. Необхідний комплексний підхід до даної проблеми, що включає організацію моніторингу вмісту шкідливих речовин в різних елементах природного середовища, розробку нових технологічних процесів видобутку і переробки руди, які виключали б потрапляння шкідливих речовин в атмосферу, підземні води і ґрунт, назріла необхідність в ухваленні системи законодавчих і фінансових заходів,



спрямованих на забезпечення геоекологічної безпеки навколишнього середовища і населення.

#### 4.5 Стан атмосферного повітря

Однією з найбільш гострих проблем залишається забруднення атмосферного повітря, яке завдає серйозної шкоди як природі, так і здоров'ю людини. Негативний вплив відбувається в результаті прямого контакту із забрудненим повітрям, а також вторинного забруднення ґрунту і водних об'єктів в результаті випадання забруднюючих речовин з атмосфери.

Структурні підрозділи, які надають найбільший вплив на стан атмосферного повітря:

кар'єр з видобутку залізної руди і кварцитів;

дробильно-збагачувальний комплекс по переробці залізистих кварцитів і дробильно-сортувальна фабрика з переробки багатих руд;

цех хвостового господарства;

відвали розкривних порід, склади готової продукції.

Загальний обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферу в 2019 році склав 21700 тон. Обсяг викидів від стаціонарних джерел ВАТ МГЗК - 6916 тон, в тому числі твердих - 1635 тон, газоподібних і рідких - 5281 тони.

У 2019 році виконані наступні заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу на атмосферне повітря і поліпшення його якості:

комплекс робіт по зниженню цвітіння хвостосховища (розкладка хвостів, обробка та закріплення пилять пляжів спецрозчинами, підйом рівня води з метою підтоплення пилять пляжів і їх зрошення, і т.д.);

розроблені проекти організації санітарно - захисних зон для 8 великих підприємств;

організований моніторинг атмосферного повітря на межі санітарно - захисної зони.

На всіх підприємствах виробничої сфери організовано та проводиться лабораторний контроль викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел.

#### 4.6 Стан водних об'єктів

Підземні води району збільшено представлені над'юрським (мело-мергельна і сеноман-альбський) і под'юрським (девонський і рудно-кристалічний) водоносними горизонтами. Нижній водоносний горизонт через піщані «вікна» водотривких глинистих порід юри має пряму гідравлічну зв'язок з верхнім над'юрським водоносним горизонтом, а через нього з водами теоретичних, четвертинних



відкладень і поверхневими. Даний фактор створює умови для проникнення брудних поверхневих вод практично в усі водоносні горизонти при порушенні режиму поверхневих вод. У проектах будівництва ГЗК він не враховувався. Почався процес безперервного забруднення підземних вод техногенними і важкими металами на великих територіях з порушеним режимом. До початку промислового освоєння району річкові води за якістю були близькі до питним і широко використовувалися населенням в господарсько-побутових цілях. У водах колодязів і джерел були відсутні навіть такі (широко поширені в даний період) індикатори техногенного забруднення, як нітрати і нітрити. Підземні води району до порушення їх режиму повністю відповідали вимогам ДСТУ 2874-82 і СанПіН 2.1.4.559-96 «питні води». На даний період в них присутні азот амонійний, нітрати, нітрити, важкі метали, техногенна органіка і нафтопродукти. Загальна мінералізація підземних вод збільшилася в 3 рази, вміст в них сульфатів в 5-6 разів. Вимогам саннорм не відповідає 26% колодязів у сільській місцевості. У стічних водах кар'єрів і OEMK присутні завислі речовини в кількості до 800 мг/л, амоній сольовий - 2 ГДК, нітрати - 0,5 ГДК, нафтопродукти - 3 ГДК, мідь і цинк - 8 ГДК, залізо - 5-8 ГДК. Високі показники мікробного забруднення.

Водопостачання області забезпечується виключно з підземних горизонтів водозаборів. Вода за своїми якостями після обробки на станції знезалізнання і ультрафіолетових установках повністю відповідає санітарним нормам. Нові технології знезараження води також впроваджені на підприємстві.

Заходи, пов'язані з охороною і раціональним використанням водних ресурсів, реалізовані в 2019 році:

- виконання програми моніторингу підземних вод в гірничопромисловому районі, з метою вивчення гідродинамічного режиму підземних вод;

- організація моніторингу водних об'єктів в зоні впливу ГЗК;

- проведена реконструкція на станції знезалізнання водозабору з метою підвищення ступеня очищення питної води;

- виконаний комплекс робіт на водозаборах спрямованих на поліпшення водопостачання населення питною водою (буріння нових і відновлення дебету експлуатованих свердловин).

#### **4.7 Стан зелених насаджень і ґрунтового покриву**

Природоохоронна робота на гірничо-збагачувальному комбінаті здійснюється відповідно до вимог нормативних документів і законодавства в області охорони навколишнього середовища.

**Охорона повітряного басейну.** Нормативи гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин в атмосферне повітря затверджені до 2021 р



Загальна кількість джерел викидів комбінату 332 одиниці, в атмосферне повітря надходить 6214 051,872 тон/рік.

**Охорона водного басейну.** Нормативи допустимих скидів (ПДВ) речовин у стічних водах, що надходять у водні об'єкти, затверджені до 2012 р. Водні об'єкти надані в користування для скидання стічних вод на підставі рішень Департаменту екологічної безпеки та природокористування. Дозволений обсяг скидання становить 9 024,0 тис. м<sup>3</sup>/рік, 11 901,09 тон/рік.

**Раціональне використання земель,** поводження з відходами виробництва. Нормативи утворення відходів та лімітів на їх розміщення (НООЛР) затверджені на період до 2023 р. На комбінаті утворюється 121 видів відходів. Нормативний обсяг утворення відходів 60 618,0 тис. тон/рік. З них 60 020,7 тис.тон підлягає розміщенню на відвалах №7, №8 та хвостосховище ЦХХ; 34,7 тис.тон - похованню, знешкодженню і передачі для використання на спецпідприємствах; 562,2 тис. тон - використання на власному підприємстві.

**Підсумки роботи.** Заплановані заходи з охорони навколишнього середовища виконані. Загальна сума витрат склала 527,2 млн. грн.

У поточному році група керівників і фахівців комбінату (16 чол.) Пройшла курс передатестаційної підготовки в галузі забезпечення екологічної безпеки в спеціалізованому навчальному центрі. За результатами навчання видано посвідчення про атестацію.

Перевірки структурних підрозділів комбінату по дотриманню вимог природоохоронного законодавства здійснюються відділом ООС відповідно до затвердженої програми, в складі комплексних обстежень структурних підрозділів з питань ОП і ПБ. За підсумками контролю виявлено та усунуто 31 зауваження. Особи, які допустили порушення притягнуто до відповідальності. Заходи щодо усунення порушень включені в план природоохоронних робіт.

#### 4.8 Проблеми радіоекології в регіоні

Останнім часом проблеми радіоекології в регіоні набувають все більшого значення і вимагають дієвих заходів. Так, в гірських породах (ДП) Стойленської свити фоновий зміст урану (U) досягає 60 г/т, торію (Th) - 320 г/т. У гірських породах Коробковское свити найбільш високі концентрації U (до 60 г/т) зафіксовані в середньому сланцевий горизонті, як правило, у зв'язку з підвищеним вмістом кобальту (Co) (до 1,3%). Вміст урану в лейкократових і аляскітових гранітах отаманського комплексу становить в середньому 17 г/т. Серед ДП платформного чохла підвищеним вмістом урану володіють бат-келловейского глини і горизонти галькові-желвакова фосфоритів в кварцево-глауконітових пісках крейдяного віку. Фосфорити зазвичай містять підвищені кількості U, що коливаються в інтервалі 18-



50 г/т. Радіаційне забруднення атмосфери ПРН сприяє найбільш небезпечного внутрішнього радіоактивного опромінення за рахунок вдихання повітря, збагаченого  $^{222}\text{Rn}$  (радоном),  $^{220}\text{Rn}$  (торон) і їх короткоживущими дочірніми продуктами розпаду, а також за рахунок інгаляційного надходження довгоживучих ПРН, що містяться в витає мінеральної пилу (радіоактивних аерозолях). Радіоактивні аерозолі надходять в повітряне середовище при буропідливних роботах в гірничих виробках, при дробленні руди на збагачувальних фабриках, а також при пилкуванні відвалів, хвостосховищ і складів готової продукції. Унікальну техногенну аномалію до 3000 мкР / год в епіцентрі зафіксовано в 1990 р на території звалища промислових відходів, пов'язану, з продуктами очищення фільтрів плавильних печей. Наявність подібних неординарних ділянок радіоактивного забруднення свідчить на користь того, що ПРН збагачують залізородний концентрат і слідує далі по технологічному ланцюжку аж до металургійного переділу. Ймовірно, тільки в процесі плавки відбувається остаточне відділення ПРН від заліза. Значну радіоекологічну проблему створює в регіоні  $^{222}\text{Rn}$  (родон) і продукти його розпаду, які створюють до 70% дозового навантаження на людину від загального радіаційного впливу ПРН. Будучи переважно альфа-випромінювачами,  $^{222}\text{Rn}$  і його продукти за рахунок високої щільності іонізації створюють найбільш значимий негативний біологічний ефект у зв'язку з внутрішнім характером опромінення. Природно, що підземні гірничі виробки значно більше радононебезпечні, ніж відкриті кар'єри.

### **Висновки по четвертому розділу**

Доведено, що сьогодні небезпечно для здоров'я людини використовувати в раціоні харчування продукти тваринництва, отримані на фуражі, заготовлений в радіусі до 5-7 км від кар'єрів. Не рекомендується також вживати в їжу зернові культури, вирощені на землях в радіусі до 15-17 км від джерела пилевибросов ГДК. Крім факторів техногенних порушень і забруднень повітряного, водного середовища та природних ландшафтів має місце прогресуюче розвиток процесів аномального зміни геохімічних, гідродинамічних, аеродинамічних, звукових, магнітних, електричних, гравітаційних, радіаційних, вібраційних та інших факторів. Зазначені фактори відносяться до антропогенних і підпадають під категорію явищ створення умов небезпечних для існування рослинного, тваринного світу та людини.

## РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Проектування

Таблиця 5.1 - Зведений перелік робіт, що проектуються

№ п / п	Види робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт
1	проектування	люд.-міс	7
2	буріння	скв 39 пог. м 10600	
3	геофізика	скв 39 пог. м 10600	
4	Відбір і випробування кернових проб	проба	1060
5	Лабораторні роботи		
5.1.	Пробірно-атомно- абсорбційний аналіз на золото		250
5.2.	Екстраціонно-атомно- абсорбційний аналіз на золото		630
5.3	Мас-спектрометричний аналіз на золото		60
5.4	Хіміко-спектральний аналіз на золото		120
6	Камеральні роботи	чол. -мес	12,9

### 5.2 Виробничо-технічна частина

#### 5.2.1 Проектування

До складу робіт зі складання проектно-кошторисної документації входять:

- отримання геологічного завдання;
- попереднє вивчення фондів матеріалів і літератури;
- розробка методики ведення робіт;
- складання проектних планів і розрізів;
- визначення фізичних обсягів робіт;
- складання геологічної і виробничо-технічної частин проекту;
- складання кошторису.

Витрати праці на проектування визначені відповідно до збірки ССН (вип.1, частина 1,2) і приведені в таблиці 5.2 [13].



Таблиця 5.2 - Витрати праці на проектно-кошторисні роботи

№ п / п	Найменування робіт	Професія, розряд	Витрати праці, чол. / Міс
1. 2. 3.	Збір фондів і опублікованих матеріалів Систематизація відомостей Складання проектно-кошторисної документації	Начальник партії	0,1
		Геолог 1-ї категорії	1,0
		Начальник партії	0,1
		Технік-геолог	0,2
		Начальник партії	0,3
		Геолог 1-ї категорії	1,0
		Геофізик 1-ї категорії	0,5
		Геолог 2-ї категорії	2,0
		Технік-геолог	0,3
		Економіст	1,5
Разом з усіх видів робіт		Начальник партії	0,5
		Геолог 1-ї категорії	2,0
		Геофізик 1-ї категорії	0,5
		Геолог 2-ї категорії	2,0
		Технік-геолог	0,5
		Економіст	1,5
Разом:			7

### 5.2.2 Бурові роботи

Колонкове буріння-основне технічний засіб розвідки при якому отримують керн що служить матеріалом для всіх видів випробування.

Буріння здійснюється імпрегнованими алмазними і твердосплавними коронками діаметром 76 і 93 мм відповідно пересувними буровими установками УКБ-5П з верстатами СКБ-5100. В якості промивної рідини застосовується милонафтова емульсія. Буріння ведеться з відбором керна по всій свердловині.

Роботи з дорозвідки проводяться на площі 60000 м<sup>2</sup> по мережі 50x50 м (25 свердловин по 200 м) і 100x100 м (14 свердловин по 400 м) Всього 39 вертикальних розвідувальних свердловин. Обсяг бурових робіт становить 10600 м.

Таблиця 5.3 - Геолого-технічні умови буріння свердловин

Група свердловин за глибиною	Середня глибина, м	Діаметр свердловин и, мм	Кількість свердловин, шт.	Категорія порід по буримості	Загальний обсяг буріння, м
III	200	93 (89)	25	VII	50
		76		X	4950

IV	400	93 (89)	14	VII	28
		76		X	5572

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат часу на обертальний механічне буріння свердловин буровою установкою шпиндельного типу

Обґрунтувати норми	Спосіб буріння	Діаметр буріння, мм	Категорія порід по буримості	Об'єм робіт, пог. м	Норма часу, ст.-зм.	Зневаживши ко.	Витрати часу на весь обсяг робіт, ст.-зм.
<b>Свердловини 3-ої групи</b>							
ССН, вип. 5, табл 5	Твердосплавний	93	VII	50	0,15	1,0	7,5
	Алмазний	76	X	4950	0,24	1,0	1188
			Разом:	5000			1195,5
<b>Свердловини 4-ої групи</b>							
ССН, вип. 5, табл 5	Твердосплавний	93	VII	28	0,15	1,0	4,2
	Алмазний	76	X	5572	0,26	1,0	1448,7
			Разом:	5600			1452,9
			Всього:	10600			2648,4

Таблиця 5.5 - Обсяг допоміжних робіт

	Одиниця	Обсяг робіт	
1. Кріплення свердловин обсадними трубами	1 м	на 1 свердловину	Всього (39 вкв.)
		2	78
2. Промивка	1 промивка	1	25
			14

Таблиця 5.6 - Розрахунок витрат часу на допоміжні роботи, супутні буріння

Вид робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Номер таблиці ССН	Норма часу в ст.-зм. /	Поправоч. коеф.	Витрати часу, на весь



				од		обсяг, ст-см
Кріплення свердловин обсадними трубами - спуск труб - витяг	100 м	0,78 0,78	В. 5 т. 72	0,8 1,35	1,0 1,0	0,6 1,1
промивання	1 пр.	25	т. 64	0,12	1,0	3
		14		0,22		3,08
Разом:						7,78

Таблиця 5.7 - Розрахунок витрат часу на монтаж-демонтаж і переміщення бурової установки

Кількість переміщень	Номер таблиці ССН	Норма часу на одне переміщення, ст.- зміна	Витрати часу на весь обсяг робіт, ст.-зм.
25	Вип.5 т. 81	2,2	55
14		3,88	54,3
Разом:			109,3

Таблиця 5.8 - Розрахунок витрат праці на буріння, допоміжні роботи, МДП

Вид робіт	Розр ахун кова один иця	Кількість розрахун кових одиниць	Нормати вний докумен т ССН, В.5	Норми витрат праці на розрахункову одиницю, люд.-дні			Витрати праці на весь обсяг, люд.-дні
				ІТП	Робочі	Всього на од.	
Буріння свердлов ин 3-ої групи	стан ко - зм.	1195,5	т.14, т.16	0,51	2,5	3,01	3598,5
Буріння свердлов ин 4-ої групи	стан ко - зм.	1452,9	т.14, т.16	0,51	2,66	3,17	4605,7
Послуги по допоміжн их роботах	стан ко - зм.	7,78	т.69	0,51	2,58	3,09	24,0

МДП	1 пер ем.	25	т. 82	1,12	5,03	6,15	153,8
		14		1,98	10,32	12,3	172,2
Разом:							8554,2

Таблиця 5.9 - Розрахунок витрат транспорту при перевезенні вантажів в межах ділянки робіт

Вид робіт	Розрахунок ова одиниця	Кількість розрахунк ових одиниць	Нормативн ий документ ССН, В.5	Норми витрат транспорту на розрахунко ву одиниць., маш.-см	Витрати транспорту на весь обсяг, маш.-зм.
1. Транспортува ння вантажів при бурінні і доп. роботах	ст.-зм. 1 перевозка	2656,2 25 14	т.18 т. 83	0,29 0,729 1,057	250,9 18,2 14,8
2. Транспортува ння бурової установки					
Разом:			283,9		

### 5.2.3 Геофізичні роботи

Таблиця 5.10 - Розрахунок витрат часу на державну виконавчу службу

Вид робіт	Од. ізм., м	Номер таблиці ССН	Число розрахунко вих одиниць	Норма на одиницю, отр.-см	Витрати часу на весь обсяг робіт, отр.- зміна
Інклінометрія	1000	3.5, т.13	5,0	1,36	6,8
			5,6	0,79	4,4
ГК	1000		5,0	1,19	6,0
			5,6	0,77	4,3
КС	1000		5,0	1,87	9,4
			5,6	1,21	6,8
Разом:					37,7



Витрати часу на державну виконавчу службу в отр.-міс.:  $37,7 / 20,75 = 1,8$  отр.-міс.

Таблиця 5.11 - Розрахунок витрат праці на державну виконавчу службу

Вид робіт	Розрахункова одиниця	Кіл. розрахункових одиниць	Номер таблиці ССН	Норма витрат праці на розрахункову одиницю, отр. зміна		Всього	Витрати праці на весь обсяг робіт
				ІТП	робочі		
Інклінометрія	отр. зміна	11,2	ССН 3.5 т. 20,21	2,0	3	5,0	56,0
ГК		10,3		2,85	3	5,85	60,3
КС		16,2		2,85	3	5,85	94,8
Разом:							211,1

#### 5.2.4 Випробування

Керн свердловин використовується для вивчення речового складу залізистих кварцитів. З цією метою проводиться детальний опис і відбір проб на аналізи.

Кернові проби відбиралися з урахуванням литологічних кордонів секціями. Середня довжина проби складала близько 1,0 м. Загальна кількість відібраних кернових проб 1060 штук, загальна довжина випробуваних інтервалів по ним 1060 м. Довжина випробуваного інтервалу по VII категорії становить 7,4 м, по X - 1052,6 м. Матеріал для кожної проби відбирається шляхом ділення керна навпіл уздовж довгої осі в межах позначеного інтервалу. З залізистих кварцитів відбір здійснюється за допомогою кернокола. Одна половинка керна надходить в пробу, друга - зберігається в якості дубліката.

Таблиця 5.12 - Розрахунок витрат часу на відбір кернових проб

Спосіб роботи	Категорія порід	Об'єм випробування, м	Номер таблиці ССН	Норма часу, бр.-зм. на 100 м керна	Витрати часу на весь обсяг, бр.-см
Машинно-ручної	VII X	0,074 10,526	ССН-1.5 т. 29	1,5 2,26	0,1 23,7
Разом:					23,8

$$23,8 / 25,4 = 0,9 \text{ бр.-міс.}$$

Таблиця 5.13 - Розрахунок витрат праці на відбір кернових проб

Вид робіт	Обсяг робіт, бр.-зм.	Номер таблиці ССН	Норма витрат праці на розрахункову одиницю, люд.-дні		Всього	Витрати праці на весь обсяг робіт, люд.-дні
			ІТП	робочі		
Відбір проб з керна	23,8	ССН - 1.5. т. 30	1,1	2	2,1	50

### 5.2.5 Лабораторні роботи

Кернові проби піддаються пробірно-атомно-абсорбційному, екстракційно-атомно-абсорбційному, хіміко-спектрального, мас-спектрометричного видам аналізу на золото, тому що ці види забезпечують достатню чутливість аналізів з метою оцінки їх попутних кількостей в тілах з малою благороднометалевою мінералізацією.

Розподіл кернових проб за видами аналізів наступне:

- пробірно-атомно-абсорбційний аналіз на золото - 250 проб;
- екстракційно-атомно-абсорбційний аналіз на золото - 630 проб;
- мас-спектрометричний аналіз на золото - 60 проб;
- хіміко-спектральний аналіз на золото -120 проб.

Таблиця 5.14 - Розрахунок витрат часу на виконання аналізів

Вид аналізу	Од. вим.	Номер таблиці ССН	Число розрахункових одиниць	Норма на одиницю, бр.-годину	Витрати часу на весь обсяг робіт, бр.-годину
Пробірно-атомно-абсорбційний	бр.-годину	Б.7, табл.1.1	250	0,29	72,5
Екстракційно-атомно-абсорбційний (з окислювальним Вишпаленням)		Б.7, табл.1.1	630	0,44	277,2
Мас-спектрометричний		Б.7, табл.5.1	60	0,21	12,6
Хіміко-спектральний		Б.7,	120	0,74	88,8



	табл.3.2		
Разом:			451,1

$72,5 / 168,9 = 0,4$  бр.-міс.

$277,2 / 168,9 = 1,6$  бр.-міс.

$12,6 / 168,9 = 0,07$  бр.-міс.

$88,8 / 168,9 = 0,5$  бр.-міс.

### 5.2.6 Камеральні роботи

Тут наводиться характеристика, обсяг і склад камеральних робіт, необхідних для обробки польових матеріалів, складання остаточного звіту і графічних матеріалів. Витрати праці на цей вид робіт визначають прямим розрахунком по тимчасовим нормам організації-виконавця.

Таблиця 5.15 - Витрати праці на камеральні роботи

Професія, розряд	Витрати праці, чол. -мес.
Начальник партії	2,4
Геологів 1-ї категорії	4,5
Геологів 2-ї категорії	4,5
Геофізик 1-ї категорії	1,5
Технік-геолог 1-ї категорії	4,5
Разом:	17,4

Таблиця 5.16 - Основні техніко-економічні показники

№ пп	Вид робіт	Одиниця вим.	Обсяг робіт	Витрати		
				Часу, ст-см, бр.-змiнах	Праці, люд.-дні	Транспорту, маш.-см
1	Проектування	проект	1		177,8	
2	Польові роботи					
2.1	Буріння	пог. м	10600	2648,4	8204,2	
	Послуги по допоміжних роботах			7,78	24,0	
	МДП	Переміщення	39	109,3	326,0	33,0
2.2	Випробування	Проба	1060	23,8	50	
3	Лабораторні	Проба	1060	451,1		
4	Камеральні				442	

			Разом:	9224	33,0
--	--	--	--------	------	------

### 5.3 Організація робіт

#### 1. Продуктивність бурових робіт:

$$P_{\text{бур}} = \frac{Q_{\text{пл}} \cdot \Phi_{\text{р.в.}}}{Z_{\text{вр}}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

$Q_{\text{пл}}$  - планований обсяг робіт у фізичних одиницях, м.

$\Phi_{\text{р.в.}}$  - місячний фонд робочого часу, змін.

$Z_{\text{вр}}$  - витрати часу на буріння, допоміжні роботи, МДП, станко-зміни.

$K_1$  - коефіцієнт підвищення продуктивності праці,  $K_1 = 1,5$ .

$K_2$  - коефіцієнт коригування, що враховує, що фактична тривалість часу відрізняється від прийнятої в ССН,  $K_2 = 1,224$ .

$$P_{\text{бур}} = \frac{10600 \cdot 41,5}{2765,5} \cdot 1,1 \cdot 1,224 = 292 \text{ м/ст. - мес.}$$

#### 2. Необхідна кількість бурових верстатів для хвилювання всього обсягу робіт:

$$N_{\text{ст}} = \frac{Q_{\text{пл}}}{P_{\text{бур}} \cdot T_{\text{бур}}}$$

$T_{\text{бур}}$  - планований термін виконання бурових робіт відповідно до геологічним завданням, міс.

$$N_{\text{ст}} = \frac{10600}{292 \cdot 8} \approx 5 \text{ станков}$$

#### Уточнене час на бурові роботи:

$$T_{\text{бур}} = \frac{Q_{\text{пл}}}{N_{\text{ст}} \cdot P_{\text{бур}}} = \frac{10600}{5 \cdot 292} = 7 \text{ мес.}$$

Загальна кількість бурових установок з урахуванням коефіцієнта використання по робочому часу ( $K_p = 0,7-0,8$ ):

$$N_{\text{общ}} = \frac{N_{\text{ст}}}{K_p} = \frac{5}{0,7} = 7, \text{ Тобто необхідно 2 резервних верстата [5].}$$



Таблиця 5.17 - План-графік виконання етапів геологічного завдання

Найменування етапу	Тривалість ь робіт, міс.	Календарний місяць												Перекрив ається час, міс.	Тривалість календ.	
		Січ ень	Лю тий	Бер езе нь	Кві тен ь	Тр аве нь	Че рве нь	Ли пен ь	Се рпе нь	Ве рес ень	Жо вте нь	Ли сто пад нь	Гр уде нь			
1. Проектування	1															1
2. Організація польових робіт	0,5															0,5
3. Польові роботи, в т.ч.																
3.1. Буріння свердловин	7															7
3.2. Геофізика	3														3	
3.3. Випробування	2														2	
ліквідація польових робіт	0,5															0,5
5. Лабораторні роботи	1														1	
6. Камеральні роботи	3														-	3
Всього:	18														6	12

Таблиця 5.18 - Штатний розпис і фонд оплати праці

Посада (розряд)	Кількість співробітників	Тривалість роботи, міс.	Витрати праці чол-міс.	Основний місячний оклад, грн.	Оклад з урахуванням коеф. К = 1	Всього осн. з п, грн.
ІТП	9					
Начальник партії	1	8	8	19000	19000	152000
Інженер з бурових робіт	1	7	7	15000	15000	105000
Геолог 1 кат.	1	5	5	13000	13000	65000
Геолог 2 кат.	1	5	5	10000	10000	50000
Технік-геолог 1 кат.	1	6	6	12000	12000	72000
Геофізик 1 категорії	2	3	6	14000	14000	84000
Буровий майстер	2	7	14	14000	14000	196000
Робочі	25					
Машиніст бурової установки 4 раз.	10	7	70	9000	9000	630000
Помічник машиніста бур. установки 3 розряд	10	7	70	7500	7500	525000
Тракторист	5	7	35	8000	8000	280000
РАЗОМ по факту:	34	62	226			2759000
Разом за нормативом:			381			



#### 5.4 Кошторис на виробництво геологорозвідувальних робіт

Розрахунок на складання проекту (районний коефіцієнт до зарплати-1,0, ТЗВ до матеріалів-1,12, ТЗВ до амортизації-1,08)

Таблиця 5.19 - Розрахунок на складання проекту

№ п/п	Стаття витрат	Витрат и праці, люд.-міс.	Місячний оклад з урахуванням район. коеф., грн.	Разом основних витрат, грн	Всього основних витрат з попр.коэф.
1	Основна зарплата				
	Начальник партії	0,5	19000	9500	
	Геолог 1-ї категорії	2,0	13000	26000	
	Геофізик 1-ї категорії	0,5	14000	7000	
	Геолог 2-ї категорії	2,0	10000	20000	
	Технік-геолог	0,5	12000	6000	
	Економіст	1,5	14000	21000	
	Разом основна зарплата (грн.)			89500	89500
2	Додаткова зарплата (грн.) 7,9%			7071	7071
	РАЗОМ основна і додаткова зарплата (грн.)			96571	96571
3	Відрахування на соціальні потреби, 27,2% (грн.)			26267	26267
4	Матеріали (5%)			4829	4829
5	Послуги (15%) в т.ч.			14486	14486
	40% - зар. плата			5794	5794
	60% - матеріали			8692	8692
	РАЗОМ основних витрат (грн.)				156639

Розрахунок основних витрат на буріння свердловин (по СНОР5, табл.1)

Поправочні коефіцієнти: до заробітної плати і відрахувань на соціальні потреби: районний-1,0; ТЗВ до матеріалів-1,12; ТЗВ до амортизації-1,08, коефіцієнт індексації: 0,960.

Таблиця 5.20 - Свердловини III групи.

Статті витрат	Норма основних витрат в грн. / Ст.-зм. (По СНОР)	Норма з урахуванням поправочного коефіцієнта, грн. / Ст.-зм.
1. Витрати на оплату праці	1550	1550
2. Відрахування на соц. потреби	612	612
3. Матеріальні витрати	6723	7530
4. Амортизація	867	936
Разом (на 1 ст.-зм.)		10628
Всього на весь обсяг робіт (1195,5 ст. - див.)		12705774
Всього з коеф. індексації		12197543
Заг. вартість 1 м. буріння		2440

Таблиця 5.21 - Свердловини IV групи.

Статті витрат	Норма основних витрат в грн. / Ст.-зм. (По СНОР)	Норма з урахуванням поправочного коефіцієнта, грн. / Ст.-зм.
1. Витрати на оплату праці	1552	1652
2. Відрахування на соц. потреби	658	658
3. Матеріальні витрати	6970	7806
4. Амортизація	1298	1 402
Разом (на 1 ст.-зм.)		11518
Всього на весь обсяг робіт (1452,9 ст. - див.)		16734502
Всього з коеф. індексації		16065122
Заг. вартість 1 м. буріння		2869

Розрахунок основних витрат на монтаж, демонтаж і перевезення бурових установок (СНОР5, табл. 17)

Таблиця 5.22 - Свердловини III групи.

Статті витрат	Норма основних витрат в грн. / Ст.-зм.	Норма з урахуванням поправочного коефіцієнта, грн. / Ст.-зм.
1. Затрати на оплату праці	3446	3446



2. Відрахування на соціальні потреби	1 351	1 351
3. Матеріальне витрати	11999	13439
4. Амортизація	2847	3075
Разом (на 1 ст.-зм.)		21311
Всього на весь обсяг (25)		532775
Всього з коеф. індекс інфляції.		511464
Вартість 1 МДП		20459

Таблиця 5.23 - Свердловини IV групи.

Статті витрат	Норма основних витрат в грн. / Ст.-зм.	Норма з урахуванням поправочного коефіцієнта, грн. / Ст.-зм.
1. Витрати на оплату праці	6162	6162
2. Відрах. на соціальні потреби	2418	2418
3. Матеріальне витрати	16492	18471
4. Амортизація	6335	6842
Разом (на 1 ст.-зм.)		33893
Всього на весь обсяг (14)		474502
Всього з коеф. індекс інфляції.		455522
Вартість 1 МДП		32537

Таблиця 5.24 - Розрахунок основних витрат на допоміжні роботи

Статті витрат	Норма основних витрат в грн. / Ст.-зм.	Норма з урахуванням поправочного коефіцієнта, грн. / Ст.-зм.
1. Витрати на оплату праці	1550	1550
2. Відрах. на соц. потреби	612	612
3. Матеріальне витрати	6723	7530
4. Амортизація	867	936
Разом (на 1 ст.-зм.)		10628
Всього на весь обсяг (7,78 ст.-см)		82686
Всього з коеф. індекс інфляції.		79379

Таблиця 5.25 - Розрахунок основних витрат на геофізичні дослідження (СНОР3.5, табл. 6)

Статті витрат	Норма основних	Норма з урахуванням
---------------	----------------	---------------------





		р - міс		р. - міс		р. - міс		р. - міс
1. Витрати на оплату праці:	16046	16046	13140	13140	31712	31712	13396	13396
2. Відрах. на соц. потреби:	6258	6258	5124	5124	12367	12367	5224	5224
3. Матеріальні витрати:	12788 3	14322 9	83456	93471	29704	33268	20627	23102
4. Амортизація:	9376	10126	2170	2344	11242 3	12141 7	8631	9321
Разом за кожним видом:		17565 9		11407 9		19876 4		51043
Загальний підсумок на 1 бр.-міс : 539545								
Загальний підсумок на 2,57 бр.-міс : 1386631								

Таблиця 5.28 - Розрахунок основних витрат на камеральні роботи

Найменування витрат	Витрати на праці, чол.мес	Місячна тарифна ставка, грн.	Разом основних витрат, грн.	Основні витрати з урахуванням поправочного коефіцієнта
Основна зарплата				
Начальник партії	2,4	19000	45600	
Геолог 1-ї категорії	4,5	13000	58500	
Геолог 2-ї категорії	4,5	10000	45000	
Геофізик 1-ї категорії	1,5	14000	21000	
Технік-геолог 1-ї категорії	4,5	12000	54000	
Разом основна зарплата			224100	224100
Додаткова заробітна плата (7,9%)			17704	17704
Разом:			241804	241804
Відрахування на соціальні потреби (27,2%)			65771	65771
Матеріали, 5% від осн. і доп. зарплати			12090	13541
Послуги 15%, в т.ч.			36271	
40% - зарплата			14508	14508

60%-матеріали			21763	24375
Разом				359999

### 5.5 Зведений кошторис

Складемо загальну кошторисну вартість геологорозвідувальних робіт.

Таблиця 5.29 - Загальна кошторисна вартість геологорозвідувальних робіт.

№	Найменування робіт і витрат	Оди-ка	Обсяг робіт в натур. вимір	Розцінка на єдиний. робіт	Кошторис на вартість
I	Основні витрати				
	А. Власне ГРР, всього				31155984
1	Проектування	проект	1	156639	156639
2	Польові роботи, в т.ч.				30097589
2.1	Буріння свердловин	1 м	5000	2440	28262665
			5600	2869	
2.2	Послуги по допоміжних роботах	ст.-зм.	7,78		79379
2.3	МДП	1 перем	25	20459	966986
			14	32537	
2.4	випробування	бр.-міс	0,9		61159
2.5	геофізика		1,8		727400
3	Організація польових робіт	% Від п.2	1		300976
4	Ліквідація польових робіт	% Від п.2	0,8		240781
5	Камеральні роботи	грн			359999
	Б. Супутні роботи:				
6	Транспортування вантажу і персоналу	% Від п.2	20		6019518
	Разом основних витрат:				37175502
II	Накладні витрати	% Від П.А + Б	20		7435100
	Разом накладних та основних				48477008
III	Планові накопичення	грн	20		8922120
	Разом I + II + III				53532722
IV	Компенсовані витрати				



	Доплати і компенсації	- «-	7,2		3854356
	Охорона навколишнього середовища	- «-	1,3		695925
	Разом:				4550281
V	Підрядні роботи				
	Лабораторні роботи	грн			1386631
	Разом з розрахунку: I + II + III + IV + V				59469634
VI	Резерв	%	3		1784089
	Разом: I + II + III + IV + V + VI				61250723
VI	ПДВ	%	18		11025130
	<b>Всього по об'єкту:</b>				<b>72 275 853</b>

Вартість буріння погонного метра свердловини:  $72\,275\,853 / 100\,600 = 718,45$  грн/м.

#### Висновки по п'ятому розділу

У розділі приведені розрахунки та розглянуто наступні етапи робіт:

- отримання геологічного завдання;
- попереднє вивчення фондів матеріалів і літератури;
- розробка методики ведення робіт;
- складання проектних планів і розрізів;
- визначення фізичних обсягів робіт;
- складання геологічної і виробничо-технічної частин проекту;
- складання кошторису.

Розрахована повна кошторисна вартість та вартість буріння погонного метра.

## ВИСНОВКИ

У загальній частині наведено: географічне положення, огляд раніше проведених геолого-геофізичних досліджень і геологічна характеристика району робіт. Описано: стратиграфія, тектоніка та фізико-хімічні властивості пластових вод даного району.

При виконанні дипломного проекту були обрані параметри свердловина, розроблена її конструкція, технологія буріння. Обране обладнання та інструмент, обрані технічні засоби. За проектом пробурено 25 свердловин глибиною 200 м і 14 свердловин глибиною 400 м колонковим способом загальним метражем 100 600 п.м (вихід керна не менше 90%). Свердловини пробурені сітками 50×50 м і 100×100 м відповідно. Всі мають вертикальне закладення. В результаті виконаного комплексу робіт з оцінки запасів рудного золота, що супроводжуються обов'язковими лабораторними дослідженнями, детально вивчено характер розподілу золотого зруденіння в докембрійських товщах родовища.

У спеціальній частині розроблено спосіб буріння свердловини з імпульсним сповільнювачем швидкості забезпечує зменшення швидкості поширення поздовжнього імпульсу і його амплітуди, що дозволяє оптимізувати процес руйнування породи при спільній дії поздовжнього імпульсу і імпульсних крутять моментів на коронку.

Імпульсний сповільнювач являє собою замкнуту порожнину, заповнену еластомером, що знаходяться в об'ємностиснутому стані під дією зусилля подачі. Швидкість поширення поздовжнього ударного імпульсу, що проходить через сповільнювач, зменшується з 5100 до 1600 м/с, амплітуда знижується, і він підходить до бурового інструменту одночасно з обертовим моментом. Швидкість переміщення крутильних імпульсів дорівнює 3200 м/с.

В економічному розділі обґрунтовано кошторис буріння розвідувально-експлуатаційної свердловини. У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» обґрунтовано заходи щодо безпечного проведення робіт при бурінні запроектованої свердловини.

Таким чином, при виконанні дипломного проекту досягнуті всі поставлені цілі и вирішені всі завдання, що стояли перед проектом.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бобров А. Б., Сукач В. В., Малых М. М., Цыма М. Т., Монахов В. С., Абдельхак Е. А., Маслянка Т. Б. Геология и структура золоторудного месторождения Балка Золотая (Среднее Приднепровье)//Відомості АГН України. – 1997. – № 4. – С. 67–74.
2. Бутирін В. К., Юшин О. О. Роль тектоно-метасоматичних зон Криворізької структури в формуванні нетрадиційних типів зруденіння//Геолого-мінералогічний вісник. – 2012. – № 2 (28). – С. 5–14.
3. Бутирін В. К., Юшин А. А., Козарь Н. А. Новый тип золотого оруденения в раннем докембрии Украинского щита – Желтоводское месторождение Криворожья//Условия формирования, закономерности размещения и прогнозирование месторождений полезных ископаемых. Материалы конференции. – Ташкент: Изд-во ТашГТУ, 2006. – С. 147–149.
4. Ганджумян Р.А. Практичні розрахунки в розвідувальному бурінні. М.: Надра, 1986. 253 с.
5. Кудряшов Б.Б. Кірсанов А.І. Буріння розвідувальних свердловин із застосуванням повітря. М.: Недра, 1990. 264 с.
6. Морозов Ю.Т., Бухарев Н.І., Іванов О.В., Єгоров Н.Г., Єгоров Е.К. Довідник з буріння (ВІТРІ).
7. Довідник інженера з буріння геологорозвідувальних свердловин: У 2-х томах/ Під загальною редакцією проф. Е.А. Козловського. - Том 2.-М.: Надра, 1984. 437 с.
8. Булатов А.І. Довідник по промивці свердловин. М.: Недра, 1987. 317 с. Б. Фондова література:
9. Риндін В. П. Хвильові процеси в штангах бурильних машин ударної дії: монографія / В. П. Риндін, Т. В. Смирнова; ГУ КузГТУ. - Кемерово 2009.-190 с.
10. Риндін В. П. Деякі особливості поширення ударних імпульсів в стержнях. // Вісник Кузбасівського державного технічного університету. - Кемерово, 2004 - № 4. - С. 20-21.
11. Пат. № 167239 РФ: МПК E21B 6/02 (2006.01). Бурова машина для обертально-ударного буріння в гірських породах / Риндін В. П.; власник патенту Федер. держ. бюджет, освітні. Учр. вищ. освіти «Кузбас, держ. техн. ун-т. ім. Т. Ф. Горбачова»(КузГТУ). - № 2016129660/03, заявл. 19.07.2016; опубл. 27.12.2016, бюл. №36.-2 с.
12. Риндін В. П. До питання вдосконалення ударного буріння. // Гірський інформаційноаналітичний бюлетень (ІАБ). 2016. - №8. - С. 146 - 150.
13. Безпека життєдіяльності: Методичні вказівки до дипломного проектування/ Упоряд. А.Н. Веденін / - СПб: СПГІ, 2005.

14. Правила безпеки при геологорозвідувальних роботах. - СПб, ФГУНПП «Геологорозвідка», 2005.
15. Русак О.Н. та ін. "Безпека життєдіяльності" - СПб: Лань, 2000 г.
16. «Збірник кошторисних норм» М.: Недра, 1993.
17. «Збірник норм основних витрат» М.: Недра, 1995.
18. «Єдині норми часу на буріння розвідувальних, структурно-пошукових і картіровочних свердловин» М.: 1978.

1929

