

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

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА

Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Тюркіна Сергія Олександровича



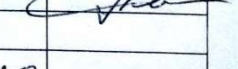
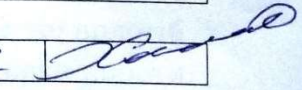
академічної групи 184м-19-1 ФБ

спеціальності: 184 Гірництво

за освітньо-професійною програмою Шахтне і підземне будівництво

на тему: Проект будівництва Південного вентиляційного ствола № 2

ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат» з використанням способу заморожування на ділянці міцних обводнених порід

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Солодянкін О.В.			
розділів:				
1 розділ	Солодянкін О.В.	84	добре	
2 розділ	Солодянкін О.В.	80	добре	
3 розділ	Солодянкін О.В.	84	добре	
4 розділ	Радчук Д.І.			
5 розділ	Вигодін М.О.	90	відмінно	
Рецензент	Хоменко О.Є.	82	добре	
Нормоконтролер	Максимова Е.О.			

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри будівництва,
геотехніки і геомеханіки

 Гапєєв С.М.

« 01 » вересня 2020 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістра

студенту Тюркіну Сергію Олександровичу академічної групи 184М-19-1 ФБ
спеціальності 184 Гірництво

за освітньо-професійною програмою Шахтне і підземне будівництво

на тему: Проект будівництва Південного вентиляційного ствола № 2
ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат» з використанням способу заморожу-
вання на ділянці міцних обводнених порід

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від ____ . ____ .2020 р. № ____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Загальні відомості. Характеристика діючого підприємства та майданчика будівництва. Характеристика існуючого стану та проектні рішення щодо будівництва Південного вентиляційного ствола №2. Гірничо-геологічні та гідрогеологічні відомості ділянки будівництва.	30.09.2020
Розділ 2	Обґрунтування способу спорудження Південного вентиляційного ствола №2. Технологія проходки ствола на ділянці заморожених порід та у міцних породах звичайним способом	31.10. 2020
Розділ 3	Обґрунтування заходів із забезпечення стійкості вертикального ствола в умовах великих осідань породного масиву	25.11. 2020
Розділ 4	Аналіз потенційних шкідливих та небезпечних факторів. Положення з безпечного ведення робіт при проходженні ствола способом заморожування та при виконанні буропідливних робіт	05.12. 2020
Розділ 5	Техніко-економічна оцінка проекту. Визначення тривалості будівництва ділянок ствола	12.12. 2020

Завдання видано


(підпис керівника)

Солодянкін О.В.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.09.2020 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 18.12.2020 р.

Прийнято до виконання


(підпис студента)

Тюркін С.О.
(прізвище, ініціали)

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 143 с, 16 рис, 19 табл., 11 додатки, 36 джерел
**БЕТОННЕ КРІПЛЕННЯ, БУРОПІДРИВНІ РОБОТИ, ВЕРТИКАЛЬНИЙ
СТВОЛ, ТЕХНОЛОГІЇ СПОРУДЖЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК**

Об'єкт розроблення – технологія спорудження Південного вентиляційного ствола блоку №2 ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат».

Мета роботи – оптимізація технології спорудження та конструкції вертикального ствола, що проводиться в складних гірничо-геологічних умовах.

Результати та їх новизна – розроблені технологічні схеми спорудження вертикального ствола, що відрізняється високою безпекою та економічністю. Новизна технічного рішення полягає в обранні якісних видів компонентів бетону та типів обладнання для його укладання, що забезпечує мінімальні витрати матеріалу при зведенні бетонного кріплення для конкретних гірничо-геологічних умов.

Оптимізація параметрів бетонного кріплення та обладнання для його укладання має зменшити строк будівництва вертикального ствола та підвищити безпеку експлуатації його в подальшому.

Обґрунтування раціональних вузлів вертикальної податливості ствола дозволить попередити руйнування жорсткого комбінованого кріплення в умовах великих осадок масиву гірських порід, обумовлених роботами з водозниження обводненого масиву порід.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження інноваційної діяльності кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» в сфері спорудження гірничих виробок.

Сфера застосування розробки – технології спорудження вертикальних гірничих виробок в складних гірничо-геологічних умовах.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – підвищення безпеки та економічності спорудження вертикальних гірничих виробок.

ABSTRACT

Explanatory note: 143 pages, 16 figures, 19 tables, 11 attachment, 36 references
CONCRETE SUPPORT, DRILLING AND BLASTING WORKS, VERTICAL
SHAFT, TECHNOLOGIES MINING CONSTRUCTION

The object of development is the construction of the Southern ventilation shaft №2 of PJSC "Zaporizhzhya Iron Ore Plant".

The purpose of the work is to optimize the technology of vertical shaft construction in difficult mining and geological conditions.

The results and their novelty developed a technological scheme for the construction of a vertical shaft that crosses aquifers unstable rocks, which is characterized by a high degree of safety and efficiency. The novelty of the technical solution lies in the combination of effective in complex mining and geological conditions of construction types of fastening, which ensures the stability of the vertical shaft during its construction and long-term operation.

Optimization of parameters of the combined fastening and the organization of works on its erection allows to reduce term of construction of a vertical shaft and to increase safety of the further operation of working out.

The substantiation of rational knots of vertical pliability of a trunk will allow to prevent destruction of rigid combined fastening in the conditions of the big precipitations of rock mass of caused by works on water lowering of the flooded massif of rocks.

Relationship with other works - continuation of innovative activities of the Department of Construction, Geotechnics and Geomechanics of NTU "Dnepr Polytechnic" in the field of construction of mining.

Scope of development – technology of construction of vertical mine workings in difficult mining and geological conditions.

The practical significance of the qualification work is to increase the safety of work and the cost-effectiveness of construction of vertical mine workings.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ЩОДО СПОРУДЖЕННЯ ПІВДЕННОГО ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО СТВОЛА №2 ПЕРЕВЕРЗЕВСЬКОГО РОДОВИЩА.....	10
1.1. Загальні відомості про Приватне акціонерне товариство «Запорізький залізорудний комбінат».....	10
1.2. Характеристика району та будівельного майданчика.....	20
1.3. Геологічна будова ділянки закладення Південного вентиляційного ствола №2.....	23
1.4. Гідрогеологічні умови ділянки закладення Південного вентиляційного ствола №2.....	25
1.5. Інженерно-геологічні умови ділянки.....	28
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТ СПОРУДЖЕННЯ ПІВДЕННОГО ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО СТВОЛА №2 ПРАТ «ЗАПОРІЗЬКИЙ ЗАЛІЗОРУДНИЙ КОМБІНАТ»	30
2.1. Обґрунтування способу спорудження Південного вентиляційного ствола №2.....	30
2.2. Технологія проходки ствола на ділянці міцних тріщинуватих обводнених заморожених порід (тріщинуваті вапняки).....	33
2.3. Розрахунок технологічних параметрів при проходженні ствола .	35
2.3.1. Переріз ствола.....	35
2.3.2. Обґрунтування матеріалу і розрахунок постійного кріплення.....	36
2.4. Технологія проходки ствола у міцних тріщинуватих заморожених породах.....	41
2.5. Організація робіт при проходці ствола на ділянці заморожених міцних тріщинуватих порід.....	47
2.5.1. Вибір і обґрунтування режиму роботи бригади.....	47
2.5.2. Розрахунок обсягів робіт на один цикл	47
2.5.3. Розрахунок кількісного складу бригади і тривалості циклу	48
2.5.4. Розрахунок часу операцій прохідницького циклу.....	50
2.6. Техніко-економічні показники проходки ділянки ствола по замороженим породам.....	52
2.6.1. Швидкість проходки ствола.....	52
2.6.2. Продуктивність праці прохідника.....	52

	6
2.7. Технологія виконання робіт при проходці ствола у міцних породах поза зоною заморожування.....	53
2.8. Організація робіт при проходці ствола у міцних породах.....	57
2.8.1. Вибір і обґрунтування режиму роботи бригади.....	57
2.8.2. Розрахунок обсягів робіт на один цикл.....	57
2.8.3. Розрахунок кількісного складу бригади і тривалості циклу	58
2.8.4. Розрахунок часу операцій прохідницького циклу.....	59
2.9. Техніко-економічні показники проходки ствола у міцних породах буропідривним способом.....	61
2.9.1. Швидкість проходки ствола.....	61
2.9.2. Тривалість проходки ствола.....	61
2.9.3. Продуктивність праці прохідника.....	61
2.10. Виконання основних прохідницьких процесів.....	62
2.10.1. Навантаження породи	62
2.10.2. Провітрювання	63
2.10.3. Прохідницький підйом.....	65
2.10.4. Допоміжне устаткування.....	65
2.10.5. Водовідлив.....	66

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТВОЛА В УМОВАХ ВЕЛИКИХ ОСІДАНЬ ПОРОДНОГО МАСИВУ..... 67

3.1. Водозниження і його роль у формуванні умов і режиму роботи кріплення вертикальних стволів ЗЗРК.....	67
3.2. Обґрунтування кріплення і вертикальних вузлів податливості для стволів ЗЗРК.....	70
3.3. Обґрунтування величин можливих зміщень кріплення і зміщень вузлів податливості для вертикальних стволів ЗЗРК.....	75
3.4. Обґрунтування місць встановлення вузлів податливості у вертикальному стволі	78
3.5. Конструкція вузла податливості та обсяг матеріалів для їх спорудження	83

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ..... 85

4.1. Аналіз умов праці, шкідливих і небезпечних виробничих факторів.....	85
4.2. Пожежна безпека.....	87
4.3. Положення з безпечного ведення робіт при проходженні ствола способом заморожування	87

4.4. Вимоги безпеки під час проведення у вибої ствола підривних робіт.....	90
4.5. Техніка безпеки і промсанітарії, протипожежний захист ствола і поверхневого комплексу.....	94
РАЗДЕЛ 5. ОБГРУНТУВАННЯ КОШТОРИСНИХ ПАРАМЕТРІВ	
БУДІВНИЦТВА.....	97
5.1. Проектно-кошторисна документація.....	97
5.2. Визначення тривалості будівництва ділянок.....	100
5.3. Основні проектно-кошторисні параметри проекту.....	100
5.4. Основні техніко-економічні показники.....	101
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	102
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	104
ДОДАТКИ	107
Додаток А. Локальні кошториси на будівельні роботи	108
Додаток Б. Об'єктний кошторис на будівельні роботи	112
Додаток В. Договірна ціна на будівельні роботи.....	113
Додаток Г. Відомості ресурсів до договірної ціни	114
Додаток Д. Графічна частина дипломної роботи.....	119
Додаток Е. Презентація дипломної роботи.....	124
Додаток Ж. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених	134
Додаток З. Відгук керівника.....	140
Додаток І. Рецензія на дипломну роботу.....	141
Додаток К. Відгук доц. Вигодіна М.О. на техніко-економічний розділ.....	142
Додаток Л. Відгуки на розділи роботи.....	143

ВСТУП

Залізорудна промисловість займає провідне місце в економіці України, забезпечуючи як внутрішні потреби держави за для розвитку металургійної галузі, так і значні обсяги експортних поставок з отриманням гостро необхідних валютних ресурсів у державний бюджет. В цих умовах забезпечення ефективності і стабільної роботи залізорудних підприємств є актуальним завданням, яке постійно повинне привертати увагу.

Приватне акціонерне товариство «Запорізький залізорудний комбінат» – одне з найкрупніших підприємств гірничо-металургійної галузі України. Особливостями родовища є високий вміст заліза у видобутій руді – майже 70% і низький вміст шкідливих домішок. З огляду на це, доцільним є подальше функціонування комбінату і збереження обсягів видобутку руди, що можливе за рахунок збільшення глибини розробки або освоєння нових ділянок родовища.

З метою реалізації стратегічних планів розвитку підприємства на ПрАТ «ЗЗРК» прийнятий до впровадження проєкт розкриття та відпрацювання Переверзевського родовища до горизонту 840 м, що дозволить підняти рівень видобутку руди, збільшить кількість робочих місць і забезпечить фінансову та соціальну підтримку промислового регіону.

Реалізація перспективних планів потребує прийняття, перш за все, обґрунтованих і ефективних технологічних рішень, підтверджених економічними розрахунками і відповідними заходами з безпечних умов праці при роботі у складних гірничо-геологічних умовах родовища.

Таким чином, об'єктом розгляду є проектування будівництва Південного вентиляційного ствола №2 Запорізького залізорудного комбінату, що є однією з першорядних задач в даному регіоні.

Тема обрана на підставі аналізу робочої документації на проектування Південного вентиляційного стволу №2. В основі проєкту закладена технологічна схема спорудження об'єкту в складних гірничо-геологічних умовах. Виходячи з цього, потрібен обґрунтований підхід до організації і технології ведення робіт,

прийняття відповідних конструктивних рішень, грамотного та ефективного використання матеріалів, обладнання та інших фондів задіяних у будівництві об'єкту.

Проект виконаний при керівництві та консультаціях співробітників кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки НТУ «Дніпровська політехніка».

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ЩОДО СПОРУДЖЕННЯ ПІВДЕННОГО ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО СТВОЛА №2 ПЕРЕВЕРЗЕВСЬКОГО РОДОВИЩА

1.1. Загальні відомості про Приватне акціонерне товариство «Запорізький залізорудний комбінат»

ПрАТ Запорізький залізорудний комбінат – одне з найбільших підприємств у гірничо-металургійній галузі України, розташований в Запорізькій області за 25 км від міста Дніпрорудне. Руду підприємство постачає на внутрішній ринок і експортує. Близько 60% продукції комбінат поставляє в Чехію, Словаччину, Польщу та Австрію, на внутрішньому ринку основна частина продукції (близько 40%) постачається на металургійний комбінат «Запоріжсталь» [1].

Сьогодні це підприємство з іноземними інвестиціями у формі приватного акціонерного товариства.

Основними акціонерами ПАТ «ЗЗРК» є:

- фірма Minerfin, a.s. (51,1697 % акцій), Словачія;
- Запоріжсталь (29,5193 %), Україна;
- KSK Consulting, a.s. (19,0632 %) Чехія.

Юридична адреса: 71 674, Запорізька область, Василівський район, с. Мала Білозерка, Веселівське шосе, 7 км.

Запорізький залізорудний комбінат створений на базі Південно-Білозерського родовища, багатого на залізні руди, яке разом з Переверзевським родовищем входить до складу Білозерського залізорудного району. Якість багаті руди, що добувається значно вище руд Криворізького басейну та інших родовищ Європи.

У 2015 році був введений в дію перший пусковий комплекс Переверзевського родовища. У 2019 на ньому була здобута мільйонна тонна руди.

Прийнята схема розкриття та відпрацювання родовища унікальна. Вона включає в себе 7 стволів, людський, вантажний і транспортні ухили.

Рудні поклади розкриті 28 горизонтами, протяжність непогашених виробок знаходиться в межах 320 км. Гірничі роботи ведуться в поверхах 301-1140 м.

В даний час виробнича потужність підприємства становить більше 4,5 млн тонн руди на рік.

За оцінками геологів, запаси багатих залізних руд в Білозерському залізорудному районі становлять до 1 млрд тон.

На комбінаті виконано великий комплекс природоохоронних заходів. Побудовано та введено в експлуатацію дробильний комплекс з переробки порожніх порід гірського відвалу. На сьогоднішній день вся піднята на поверхню порожня порода переробляється на щебневий матеріал і утилізується при закладці відкритого очисного простору сумішшю, що твердіє.

Об'єкти ЗЗРК розташовані в 5 районах Запорізької області: Василівському, Веселівському, Мелітопольському, Якимівському та Михайлівському. Територія підприємства складає 692 га.

Чисельність працюючого персоналу - 4,8 тисяч чоловік.

На горизонті 840 м ЗЗРК розташована унікальна підземна каплиця святої великомучениці Варвари, покровительки гірників. Ще одна каплиця святої Варвари розташована на території проммайданчика комбінату.

Комбінат є містоутворюючим підприємством для міста Дніпрорудне.

Історія комбінату

Родовище залізних руд у Запорізькій області, що дало підстави для заснування залізорудного комбінату було відкрите Західно-Українською геологічною експедицією в 1948 році. За оцінками геологів, запаси багатих залізних руд в Білозерському залізорудному районі становлять до 1 млрд. тон і 7 млрд. тон магнетитових кварцитів [2].

Місто-супутник підприємства – Дніпрорудне було засноване у 1960 році.

Із самого початку на будівництві підприємства були використані нові технології. Так, при спорудженні вертикальних стволів застосовували попереднє заморожуванням на всю глибину наносних порід, оскільки вище рудного покладу розташовано 7 водоносних горизонтів. Це обумовило розробку та застосування активного водозниження з використанням системи свердловин, пробурених з поверхні. У першу чергу будівництва були пройдені 6 шахтних стволів.

У 1965 році був розпочатий комплекс робіт з проходки горизонтальних виробок від Допоміжного ствола. А у серпні 1967 року була видана на поверхню перша тисяча тон руди.

Перша черга залізорудного комбінату потужністю 1 млн. тон руди на рік була введена в дію 31 грудня 1969 року. У січні акт Держкомісії був затверджений наказом Мінчермета СРСР.

Видобуток руди на Запорізькому залізорудному комбінаті проводиться за камерною системою відпрацювання із повною закладкою виробленого простору сумішшю, що твердне. Протягом кілька років підприємство збільшило потужність очисних камер від 80-100 тис. тон до камер із 300-500 тис. тон. Це дозволило скоротити витрати на підготовку камер до відпрацювання і зробити економічно виправданим випуск руди із застосуванням віброустановок.

З 1991 до 1995 року виробництво суттєво знизило потужність, внаслідок чого виникла загроза стабільній роботі комбінату. Проте, після створення підприємства з іноземними інвестиціями у формі ЗАТ «Запорізький залізорудний комбінат», при пайовій участі словацької компанії «Мінерфін», у комбінаті з'явилася можливість для технічного переозброєння виробництва. Керівництвом комбінату був прийнятий курс на максимально можливе застосування самохідної техніки. Компанія «Мінерфін» одноразово вкладала в техпереоснащення комбінату понад 18 млн. доларів США, на які було закуплена сучасна високопродуктивна бурова і вантажно-доставочна техніка, що дало можливість на більш високому рівні вирішувати технологічні завдання.

Використання самохідних машин на основних і на допоміжних виробничих процесах дозволило досягти високого рівня механізації гірничих робіт, значно підвищити безпеку праці, поліпшити санітарно-гігієнічні умови і, в цілому, культуру виробництва.

Завдяки технічному переозброєнню було ліквідовано відставання у розкритті нових глибоких горизонтів. Своєчасне введення в експлуатацію поверхів 640-740 м і 740-840 м із запасами руди по 30 млн. тон на кожному дозволив

забезпечити подальше зростання виробництва до сьогоднішніх 4,5 млн. тон на рік. Підвищено якість видобутої руди і організовано понад 1 000 нових робочих місць.

Значні кошти комбінат спрямував на заміну застарілого обладнання дробильно-сортувальної фабрики, яка забезпечує переробку руди за сортами (агломераційна і мартенівські руди). В період 2005-2009 рр. на фабриці проведена заміна старих дробарок на імпортні гідравлічні дробарки з комп'ютерним управлінням, а також встановлені більш продуктивні німецькі грохоти.

На підприємстві реалізований ряд заходів, що забезпечують експлуатаційну надійність і ефективність роботи всього технологічного комплексу. У 2012-2013 рр. виконано будівництво нової компресорної станції. Поповнюється парк самохідної техніки, який налічує вже понад 80 одиниць (бурові установки Boomer, Ахега, Simba, буровий комбайн Robbins-73AM, геологорозвідувальний верстат ONRAM-1000, навантажувально-доставочні машини PNE-2500, TORO-400E, Wagner-3,5, допоміжні машини PAUS-PFL-8, самохідні комплекси для кріплення гірничих виробок Spraymec-6050W, Utimec-Transmixer-6250, Multimek-remixer та ін.).

З 2009 року на ЗЗРК започатковано використання безтротилової емульсійної вибухової речовини «Україніт-ПП-2», а також використання змішувально-зарядної техніки для його виготовлення на місці проведення вибухових робіт і заряджання в підземних умовах. У 2014 році введена в експлуатацію самохідна змішувально-зарядна машина RTCh-23 (Німеччина) для заряджання свердловин емульсійними ВР. В даний час комбінатом використовується до 70 % безтротилових вибухових речовин.

У найближчій час запланована реконструкція закладочного комплексу, який виконує роботи по закладці виробленого простору в шахті, а також готує розчини бетону і суміші для кріплення гірничих виробок.

Для забезпечення стабільної роботи і розвитку підприємства ще на 50-70 років зі збільшенням обсягу видобутої руди до 6 млн. тон на рік з високою якістю, прийнятий у виробництво проєкт реконструкції комбінату щодо розкриття та відпрацювання Південно-Білозерського родовища до гор. 1 540 м і Переверзевського родовища до гор. 840 м.

Сьогодні в складних умовах ведуться гірничі роботи на Переверзевському родовищі. Активно розвиваються гірничі роботи з підготовки до видобутку руди в поверсі 840–940 м Південно-Білозерського родовища, триває будівництво комплексу Центральної групи стволів в поверсі 940–1 140 м і поглиблення ствола «Переверзевського». В цілому, капітальні інвестиції у розвиток ЗЗРК в 2013 році склали 293,9 млн. грн; в 2014 році – 366 млн.

Реалізація задуманих рішень дозволить підприємству не тільки підвищити рівень видобутку, збільшити кількість робочих місць, міцно утримувати місце на ринках збуту, а й забезпечувати зростання добробуту своїх працівників.

Сьогодні ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат» прагне закріпити лідируючі позиції серед залізорудних підприємств не тільки України, а й європейських країн з підземного видобутку.

На теперішній час основні виробничі показники ПрАТ «ЗЗРК» наступні:

- видобуток руди – понад 4,5 млн. тон/рік;
- приблизно 30 % від загального обсягу видобутку здійснюється із застосуванням сучасних самохідних машин TORO-400E;
- проходка гірничих виробок – більш 21 км на рік;
- загальна протяжність діючих гірничих виробок на ЗЗРК – близько 300 км;
- буріння свердловин – 400...440 км/рік;
- закладка виробленого простору в шахті – понад 1,1 млн. м³/рік;
- кріплення гірничих виробок:
 - торкретбетоном – понад 250 тис. м²;
 - бетоном – понад 14 тис. м³ на рік (всього за рік різними видами кріплення кріпиться більше 20 км гірничих виробок).

Структура підприємства

Шахта «Експлуатаційна» – найбільший структурний підрозділ залізорудного комбінату. Основними завданнями шахти є виконання робіт з видобутку залізної руди, буро-підричних робіт і проходки гірничих виробок. До виробничої структури шахти входять керівництво шахти; технологічні, керівні та фінансово-економічні служби; чотири підземні дільниці очисних робіт; три підземні дільниці

гірничопрохідницьких робіт; підземна дільниця глибокого буріння; підземна дільниця вибухових робіт; підземна дільниця кріплення гірничих виробок; пиловентиляційна служба; підземна дільниця внутрішньошахтного транспорту; дільниця «Дробильно-дозаторний комплекс»; дільниця водовідливу; дільниця господарських робіт та ін.

Шахта «Прохідницька» є одним з основних структурних підрозділів комбінату. Головними завданнями шахти є капітальне будівництво та введення в експлуатацію об'єктів та комплексів виробок, що включають в себе виконання робіт з проходки гірничих виробок, кріплення, оснащення, будівництва та пуско-налагоджувальних робіт, а також видобуток руди в поверсі 301...330 м.

Дробильно-сортувальна фабрика забезпечує переробку руди у відповідності до плану видобутку і якості за сортами.

Крім основних виробничих підрозділів, до структури підприємства входять:

- цех закладки виробленого простору в шахті;
- цех капітальних та поточних ремонтів;
- енергоцех;
- електроремонтна дільниця;
- автотранспортний цех;
- ремонтно-механічний цех;
- залізничний цех;
- дільниця підготовки виробництва;
- лабораторія автоматизації технологічних процесів;
- вимірювальна фізико-хімічна лабораторія;
- цех громадянського харчування;
- житлово-експлуатаційна дільниця.

Основна продукція

Руда, що видобувається на підприємстві реалізується за сортами:

- агломераційна залізна руда з вмістом до 62 % заліза (близько 95% продукції);
- мартенівська залізна руда с вмістом 54...58 % заліза.

В таблиці наведені обсяги видобутку руди за останні 5 років.

Таблиця 1.1 – Видобуток руди на ПрАТ «ЗЗРК» з останні 5 років [1]

Рік	Видобуток руди всього, млн тон	В тому числі	
		агломераційна, млн тон	мартенівська, млн тон
2015	4,7015	4,4135	0,2880
2016	4,5122	4,1552	0,3570
2017	4,5030	4,2131	0,2899
2018	4,5520	4,2732	0,2788
2019	4,5638	4,2395	0,3243

Характеристика родовища

З трьох мінеральних типів руд Південно-Білозерського і Переверзевського родовищ переважного поширення набули дисперсно-гематитові і мартитові руди. Середній вміст заліза в масиві – 62%. Наявність в руді кремнезему та інших шкідливих домішок (сірки, фосфору і глинозему) значно нижче контрольних показників. Горизонтальна потужність покладу «Головний» змінюється від 230 м на півдні до 80 м на півночі. Кут падіння покладу збільшується з півдня на північ, з 60° до 85°. Рудна площа південного флангу на глибині 253 м дорівнює 95 тис. м², яка скорочується на 5 тис. м² із зануренням на кожні 100 м. На північному фланзі ступінь оруднення значно менша, ніж на південному, але з глибиною вона зростає. Дана обставина дає можливість компенсувати потужності, що скорочуються, південного флангу при збільшенні глибини розробки. Розвідані запаси руди двох родовищ до глибини 1 280 м складають близько 590 млн. т.

Технологія виробництва

Рудний поклад розкритий з боку лежачого і висячого боків родовища 6-ма вертикальними стволами, пройденими з поверхні, а також сліпими стволами і транспортними ухилами. Загальна протяжність гірничих виробок обох шахт становить понад 300 км.

Відпрацювання родовища ведеться камерами з відбиванням руди глибокими свердловинами і закладкою виробленого простору сумішами, що тверді-

ють. Це дозволяє не тільки максимально виймати руду, а й зберігати денну поверхню для землекористування, в тому числі і продуктивність водоносних горизонтів для водопостачання регіону. Крім того, в складі закладочних сумішей утилізуються порожні породи, які видаються на поверхню після проходки гірничих виробок, шлаки металургійного виробництва, відходи доломіту.

Видобуток руди з камер проводиться вібронавантажувальними установками ПШВ-6 і вантажно-доставочними машинами з електричним приводом TORO-400E, LH-409E.

Проходка гірничих виробок проводиться буропідривним способом із застосуванням бурових установок УБШ, Boomer, Ахега, навантажувальних машин ППН-3, ПТ-4, PNE-2500, TORO-400E, Wagner-3,5.

Для проходки підняткових виробок застосовується комбайн Robbins-73AM, відрізні підняткові проходяться методом секційного підривання глибоких свердловин (безлюдна проходка).

Кріплення гірничих виробок

Кріплення гірничих виробок здійснюється бетонним, асфальтобетонним, торкрет-бетонним, анкерним кріпленням, а також комбінованим кріпленням (торкрет-бетон + анкери + сітка). Для приведення в безпечний стан покрівлі і механізації зведення анкерного кріплення застосовуються допоміжні самохідні машини Paus RL. Більше половини обсягів робіт з кріплення виробок торкрет-бетоном виконується методом мокрого торкретування самохідними комплексами Spraymec-6050W, Utimec-Transmixer 6250, Multimek-remixer, PAUS Uni 50-2 Mixer.

Вентиляція

На комбінаті прийнята діагонально-флангова схема провітрювання шахт. Спосіб провітрювання – всмоктуючий.

Провітрювання здійснюється трьома головними вентиляторними установками (ГВУ), розташованими на Північному вентиляційному стволі, Південному вентиляційному стволі та Дренажному вентиляційному стволі. Кожна головна вентиляторна установка обладнана двома вентиляторами. На дренажному вентиля-

ційному стволі встановлені вентилятори типу ВЦД-31,5М, Північному вентиляційному стволі – вентилятори типу ВЦД-3,3, Південному вентиляційному стволі – вентилятори типу ВЦД-31,5М2. У 2015 році було введено нову ГВУ на Північному вентиляційному стволі з вентилятором ВО-42,5 РЗ.

Нарізні та підготовчі тупикові виробки в стадії проходки провітрюються вентиляторами місцевого провітрювання (ВМП). Основні типи ВМП застосовуються для провітрювання прохідницьких вибоїв на шахтах: ВМЕ-6, ВМЕУ-6, ВМЕВО-8А. Для подачі повітря в вибій застосовується гнучкий вентиляційний рукав діаметром 0,6-0,8-1,0 м. У вибоях з великою протяжністю застосовується гнучкий вентиляційний рукав зарубіжного виробництва – ABC MineVent™ Канада, Protan Ventiflex Норвегія.

Підривні роботи

Раніше при підривних роботах переважно використовувалися традиційні тротиломісткі вибухові речовини: грамоніт 79/21, амоніт № 6ЖВ, а також вибухові речовини зі зниженим вмістом тротилу: грамоніт А, амонал М5, тощо. З метою створення більш безпечних і нешкідливих умов праці робітників при вибухових роботах на підприємстві з 2009 року почали проводитися випробування безтротилової емульсійної вибухової речовини «Україніт ПП-2», а також змішувально-зарядної техніки для її виготовлення на місці проведення вибухових робіт і заряджання в підземних умовах. В результаті цих робіт знайшли застосування зарядники ЗЕП-10 на прохідницьких роботах і стенд СЗС при підготовці масових вибухів, а в 2014 році введена в експлуатацію самохідна змішувально-зарядна машина RTCh-23 (Німеччина) для заряджання свердловин емульсійними ВР. В даний час комбінатом використовується до 70 % безтротилових ВР: емульсійні наливні «Україніт ПП-2», патроновані «Україніт П», гранульовані «Україніт АНФО».

Механізоване зарядження свердловин гранульованими ВР проводиться зарядними машинами МТЗ-3, шпурів – зарядниками УЗП-2А. Ініціювання свердловинних і шпурових зарядів проводиться за допомогою неелектричних систем іні-

ціювання, накладних – за допомогою електродетонаторів. Для забезпечення безпеки в процесі транспортування гірничими виробками організована централізована доставка ВР в прохідницькі вибої самохідним транспортним засобом Multimek-6600, обладнаним спеціальною касетою для перевезення ВР.

Підйом

Стволи обладнані наступними підйомними установками:

Вантажний ствол № 1 (ГС-1) – БЦК-8/5×2,7 – 2 шт;

- двоскіповий підйом для видачі руди;
- однокіповий підйом для видачі породи.

Вантажний ствол № 2 (ГС-2) – БЦК-8/5×2,7 – 2 шт;

- двоскіповий підйом для видачі руди;
- однокліттевий підйом для спуску-підйому людей, вантажів, устаткування;

Допоміжний ствол (ДС) – БЦК-8/5×2,7 – 2 шт;

- однокліттевий підйом для спуску-підйому людей, матеріалів, устаткування;
- баддевий підйом для видачі породи;

Південний і північний вентиляційні стволи обладнані – МК-2,1×4 з однокліттевими підйомами для спуску-підйому людей, матеріалів і ревізії ствола;

Дренажний вентиляційний ствол – 2Ц3,5×1,7А – однокліттевим підйомом;

Центральний сліпий ствол – 2Ц4×2,3 – однокліттевим підйомом; Допоміжний сліпий ствол – Ц2,5×2АР 42М – однокліттевим підйомом для спуску-підйому людей;

Водовідлив

До початка очисних робіт через систему свердловин в гірничих виробках було здійснено осушення рудного масиву. Натиск підземних вод був знижений до відміток горизонтів випуску руди, рудне тіло на ділянках, призначених для очисного виймання, осушено.

Постійний рудничний водоприток знаходиться в межах 2 000-2 300 м³/год. Вся вода підземними насосними станціями відкачується на поверхню в ставок-відстійник, звідки перекачуючою насосною трубопроводом довжиною понад 80 км відводиться в ставок-випарник Утлюкського лиману Азовського моря.

Вода, яка надходить на верхні горизонти 400 і 480 м, видається безпосередньо на поверхню, а вода з нижніх горизонтів 640 і 940 м перекачується в насосні станції верхніх горизонтів – 400, 480 і 840 м і далі на поверхню.

Вода з гор. 840 м відкачується безпосередньо на поверхню за допомогою насосів нового покоління НСШ і ЦНС-500х1000.

Стратегічні плани щодо збереження потужності з видобутку руди та подальшого розвитку підприємства

Для нарощування продуктивності в подальшій перспективі ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат» планує освоєння запасів Південно-Білозерського і Переверзевського родовищ, що дозволить підвищити видобуток руди з 4,5 до 6 млн тонн на рік [3]. Відповідно до завдання на проектування, даними ОТР передбачена проходка нового Південного вентиляційного ствола №2 (ПВС №2).

1.2. Характеристика району та будівельного майданчика

Проммайданчик Запорізького залізорудного комбінату розташований в 25-и км на південь від м. Дніпрорудне Запорізької області України.

Майданчик Південного вентиляційного ствола № 2 (ПВС № 2), що проектується, розташований на південь від проммайданчика шахти Переверзевська, в межах земельного відводу ПрАТ «ЗЗРК», на території Тимошевської сільради Михайлівського району Запорізької області України.

Рельєф місцевості розташування проммайданчика має ухил в південному напрямку.

Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 «Будівельна кліматологія» територія будівництва відноситься до II південно-східного кліматичного району.

Клімат району помірно-континентальний з тривалим жарким літом і нестійкою малосніжною зимою.

Середньорічна температура повітря плюс 8,7°C:

- температура повітря найбільш холодної доби – мінус 27°C;
- температура повітря найтеплішої доби – плюс 30°C.

Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 528 мм. Середньомісячна кількість опадів: в літній період в червні – 66 мм; в зимовий період в грудні – 49 мм.

Наявність снігового покриву в зимовий період припадає на січень – 18 днів.

Середньорічна вологість повітря – 74%.

Середньорічна кількість ясних і похмурих днів за рік – 45,2 / 115,9.

В середньому за рік переважають вітри східного і північно-східного напрямків. Середньорічна швидкість вітру – 4,3 м / с.

Характеристика існуючого стану

Запорізький залізорудний комбінат працює з 1970 року.

Територіально до складу комбінату входять:

- проммайданчик Центральної групи стволів;
- проммайданчик Північного вентиляційного ствола;
- проммайданчик Південного вентиляційного ствола;
- проммайданчик Цеху закладки;
- проммайданчик Дренажного вентиляційного ствола;
- проммайданчик Переверзевського ствола.

Всі проммайданчики шахт забудовані і пов'язані між собою автомобільними дорогами.

На проммайданчику Центральної групи стволів розташована залізнична станція Дніпрорудне. Зв'язок з ДП «Укрзалізниця» здійснюється через одноколіїну залізничну магістраль ст. Каховське Море – ст. Українське.

В районі розміщення Запорізького залізорудного комбінату проходить автомобільна дорога Харків - Запоріжжя і мережа автомобільних доріг районного значення.

Проектні рішення.

Розміщення об'єктів нового Південного вентиляційного ствола №, що проектується на генплані виконано з урахуванням умов технологічного та транспортного взаємозв'язку, відповідно до будівельних норм і нормативних документів.

Проходка нового ПВС №2 передбачається з поверхні до гор. 355 м круглої форми, діаметром 6,0 м. Даними технічними рішеннями проходка ПВС №2 передбачається в два етапи.

Автомобільна дорога до проммайданчику ПВС №2 передбачена з західної сторони майданчика Південного вентиляційного ствола №2. Проектна автодорога передбачена шириною проїзної частини – 6,00 м. Мінімальний радіус кривої в плані – 12 м. Мінімальний проїжджий ухил проїзної частини 20-30%. Територіально автодорога передбачена в Василевському та Михайлівському районах Запорізької області.

Під час проходки ПВС №2 із західного боку передбачається будівництво головної вентиляційної установки.

До початку будівництва будівель та споруд, необхідних для проходки Південного вентиляційного ствола №2 необхідно в установленому законодавством України порядку виконати зрізання родючого шару ґрунту з запланованої території, знесення зелених насаджень – дерев і порослі. Також необхідно отримати документи на право користування земельними ділянками для будівництва автодороги до проммайданчику ПВС №2.

На проммайданчику ПВС №2 прийняте суцільне вертикальне планування в ув'язці з існуючим рельєфом прилеглої території, з урахуванням стоку дощових вод за існуючою схемою.

Благоустрій території будівництва та автодороги здійснюється шляхом влаштування покриття проїздів та майданчиків з фракціонованих місцевих кам'яних матеріалів.

В ОТР для проходки ПВС №2 передбачено огорожу території проммайданчика огорожею висотою 2,0 м з пристроєм розпашних воріт і калитки.

Для забезпечення нормального функціонування проектних об'єктів для проходки ПВС №2 передбачаються інженерні мережі. Проектні інженерні мережі передбачені надземною прокладкою:

- кабельні лінії напругою 0,4 кВ;
- зовнішнє освітлення проммайданчика – на залізобетонних опорах;

- експлуатаційна свердловина.

Облаштування високовольтної лінії 6 кВ від знижувальної підстанції 35/6 кВ «Переверзевського» передбачається уздовж проектної автодороги до проммайданчику Південного вентиляційного ствола №2.

1.3. Геологічна будова ділянки закладення Південного вентиляційного ствола №2

Центральна частина західного крила Центральної (Переверзевської) синкліналі, до якої приурочено Переверзевське родовище, в загальному плані увігнуте всередину структури, представляючи собою широку поперечну складку антиклінального характеру, що переходила на півночі в поперечну синклінальну складку Південно-Білозерського родовища, на півдні з'єднується з чітко вираженою поперечною синклінальною складкою третього порядку.

В геологічній будові Переверзевського родовища беруть участь складно-структуровані метаморфічні та інтрузивні породні комплекси архею і осадові утворення мезозою і кайнозою потужністю понад 300,0 м.

Ділянка закладення Південного вентиляційного ствола №2 розташована в межах лежачого боку західного крила родовища на продовженні розвідувального профілю 46 Б.

Контрольно-стволова свердловина № 82-іг розкрила кристалічні породи докембрію і осадові породи мезо-кайнозойського віку (рис. 1.1).

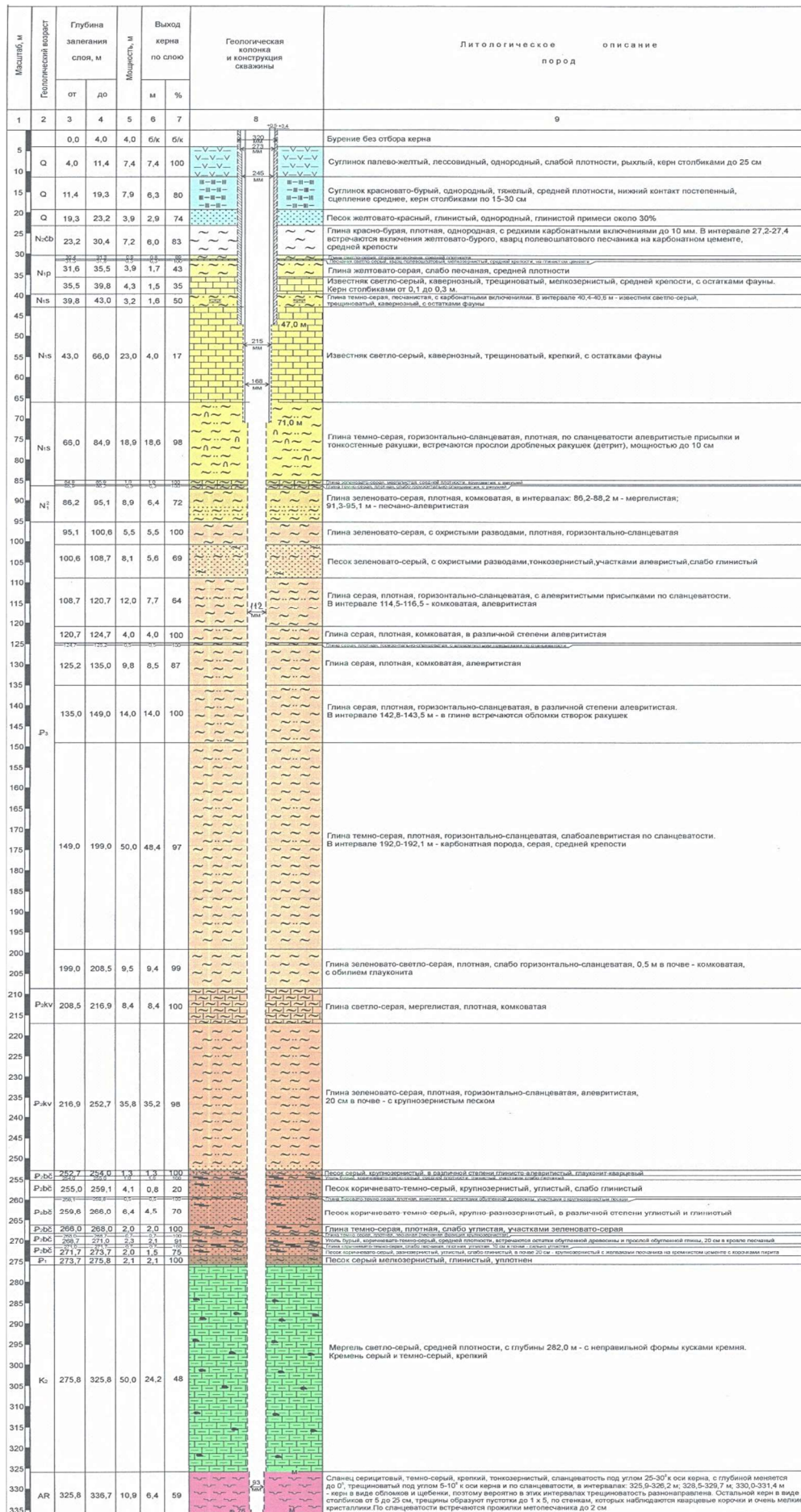


Рисунок 1.1 – Геологічні та гідрогеологічні відомості на ділянці будівництва ПВС-2

1.4. Гідрогеологічні умови ділянки закладення Південного вентиляційного ствола №2

Білозерський залізорудний район приурочений до північного крила Причорноморського артезіанського басейну на кордоні з Українським кристалічним щитом, що визначило накопичення високонапірних підземних вод в потужній товщі осадових відкладень і тріщинуватій зоні кристалічного фундаменту. Переверзевське родовище багатих залізних руд, розташоване в межах Білозерського залізорудного району, характеризується складними гідрогеологічними умовами.

На ділянці закладання ствола, що проектується, згідно з результатами буріння контрольно-стволової свердловини № 82-іг, розвинені сім водоносних горизонтів. Згідно геологічного розрізу ділянки і з урахуванням гідрогеологічних властивостей осадових відкладень і кристалічних порід, до яких приурочені водоносні горизонти, наявності в геологічному розрізі потужних шарів водотривких відкладень, умовно виділено два гідрогеологічних комплекси водоносних горизонтів: верхній і нижній.

До *верхнього комплексу* відносяться водоносні горизонти верхньої частини осадової товщі, що залягають до глибини 133,5 м від поверхні:

- водоносний горизонт відкладень четвертинної системи (Q);
- водоносний горизонт відкладень понтичного регіоярису верхнього міоцену неогенової системи (N_{1p});
- водоносний горизонт відкладень сарматського регіоярису верхнього міоцену неогенової системи (N_{1s});
- водоносний горизонт відкладень олігоцену палеогенової системи (P_3).

До *нижнього комплексу* відносяться водоносні горизонти приконтатної зони осадової товщі і кристалічних порід докембрію:

- водоносний горизонт відкладень бучацької серії палеогенової системи ($P_2b\check{c}$);
- водоносний горизонт відкладень верхнього відділу крейдової системи (K_2);
- водоносний горизонт в зоні тріщинуватості кристалічних порід та їх кори вивітрювання (AR).

Найбільш багатководними є водоносні горизонти у відкладеннях сарматського регіоярису, бучацької серії і верхньої крейди. Решта водоносних горизонтів відрізняються слабкою багатководністю. Підвищена багатководність характерна для зон інтенсивної тріщинуватості і тектонічної порушеності кристалічних порід в продуктивній товщі докембрію.

Характеристика водоносних горизонтів приведена на підставі результатів дослідно-фільтраційних робіт, виконаних по контрольно-стволовій свердловині № 82-іг і свердловинах № 3вц, № 1К₂.

Водоносний горизонт відкладень четвертинної системи (Q) приурочений до лесових суглинків і залягає нижче шару глинистих пісків.

Коефіцієнт фільтрації суглинків 0,02...0,53 м/добу, глинистих пісків 0,19...0,88 м/добу.

Водоносний горизонт відкладень понтичного регіоярису верхнього міоцену неогенової системи (N_{1p}) приурочений до вапняків з прошарками піщаних глин. Покрівля водоносного горизонту залягає на глибині 35,5 м, потужність водомісткого пласта вапняків 4,3 м. Середнє значення питомого дебіту свердловин, за якими проводилися дослідні відкачки, 0,63 м³/год, середнє значення коефіцієнта фільтрації 4,7 м/добу.

Водоносний горизонт у відкладеннях сарматського регіоярису верхнього міоцену (N_{1s}) приурочений до кавернозних, тріщинуватих вапняків. Глибина залягання обводнених відкладень 43,0 м, потужність водомістких порід 23,0 м. Підземні води мають слабкий напір (по св. № 82-іг натиск 3,8 м). Статичний рівень підземних вод перед проведенням дослідної відкачки був на глибині 39,2 м. Питомий дебіт склав 7,48 м³/год при зниженні рівня підземних вод на 1,08 м. За результатами дослідної відкачки зі свердловини № 82-іг (за графіками відновлення рівня підземних вод) розраховані значення наступних гідрогеологічних параметрів: коефіцієнт фільтрації вапняків – 22,5 м/добу; водопровідність – 516,7 м²/добу; коефіцієнт рівнепровідності – $1,6 \times 10^7$ м²/добу.

За хімічним складом переважають підземні води сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатні магнієво-натрієві.

Водоносний горизонт відкладень олігоцену палеогенової системи (P₃) приурочений до дрібно- та тонкозернистих пісків. Покрівля водоносного горизонту залягає на глибині 100,6 м, потужність водомісткого шару пісків 8,1 м. Піски характеризуються низькою водовіддачею, питомі дебіти свердловин становили 0,01...0,05 м³/год, середнє значення коефіцієнта фільтрації 0,2 м/добу.

Водоносний горизонт у відкладеннях бучацької серії середнього еоцену (P₂bс) приурочений до різнозернистих або дрібнозернистих пісків з прошарками глини.

За контрольно-стволовою свердловиною № 82-іг покрівля відкладень бучацької серії розкрита на глибині 252,7 м, по свердловині № 3bu на глибині 249,8 м. Потужність обводнених відкладень по свердловині № 3bu – 25,2 м (по даній свердловині проводилися дослідно-фільтраційні роботи). Верхнім водоупором водоносного горизонту є шар щільних глини кийвської свити середнього еоцену (по свердловині № 82-іг потужність 44,2 м) і потужна товща глини олігоцену палеогенової системи (по свердловині № 82-іг потужність 99,3 м), що залягає вище. Загальна потужність водотривких відкладень, які поділяють водоносні горизонти відкладень бучацької серії і відкладень сарматського регіонарусу, сягає 143,5 м, що повністю виключає гідродинамічний зв'язок між водоносними горизонтами. Підстиляються відкладення бучацької серії мергелями верхньої крейди.

Під час проведення дослідної відкачки по свердловині № 3bu, статичний рівень підземних вод знаходився на глибині 162,0 м. Підземні води водоносного горизонту високонапірні, величина напору становила 87,8 м. Питомий дебіт свердловини склав 1,02 м³/год при зниженні рівня підземних вод на 4,9 м. За результатами дослідної відкачки зі свердловини № 3bu (за графіками відновлення рівня підземних вод) розраховані значення наступних гідрогеологічних параметрів: коефіцієнт фільтрації пісків – 3,1 м/добу; водопровідність – 78,12 м²/добу; коефіцієнт п'єзопровідності – $2,0 \times 10^5$ м²/добу.

За хімічним складом підземні води водоносного горизонту відкладень бучацької серії середнього еоцену відносяться до гідрокарбонатно-хлоридних кальцієво-натрієвих.

Водоносний горизонт у відкладеннях верхньої крейди (K_2) на ділянці розташування свердловини № $1K_2$ приурочений до шарів піску і вапняку. За даними дослідної відкачки зі свердловини № $1K_2$, статичний рівень водоносного горизонту у відкладеннях верхньої крейди залягав на глибині 158,0 м. Підземні води напірні, величина напору становила 119,0 м. Питомий дебіт свердловини 0,11 м³/год при зниженні рівня підземних вод на 23,7 м, що свідчить про слабе обводнення відкладень і низьку водовіддачу пісків. Значення гідрогеологічних параметрів для загальної товщі пісків і вапняків за результатами дослідної відкачки наступні: коефіцієнт фільтрації – 0,92 м/добу; водопровідність – 38,12 м²/добу; коефіцієнт п'єзопровідності – $9,5 \times 10^4$ м²/добу.

На ділянці буріння свердловини № 82-іг шари піску і вапняку відсутні, відкладення верхньої крейди представлені мергелями середньої щільності з включеннями кремнію. Глибина залягання покрівлі відкладень 275,8 м, потужність товщі мергелів становить 50 м. По даній свердловині дослідно-фільтраційні роботи з вивчення гідрогеологічних параметрів мергелів не проводилися. Однак виходячи з текстурних особливостей (щільність порід набагато вище вапняків) фільтраційні властивості мергелів значно нижчі, ніж у вапняків і пісків. Водоприпливи з товщі мергелів при проходці шахтного ствола, що проектується, будуть менше, ніж розраховані з використанням даних по свердловині № $1K_2$.

Водоносний горизонт в зоні тріщинуватості кристалічних порід і їх кори вивітрювання (AR) приурочений до залозистих кварцитів, залізних руд, сланців, туффітів і серпентинітів. На першому етапі проходки шахтного ствола до глибини 455,0 м, будуть розкриті сланці серіцитові. У зоні тріщинуватих порід сланці слабо обводнені, середнє значення коефіцієнта фільтрації становить 0,24 м/добу, питомі водоприпливи при експериментальних роботах не перевищували 0,002-0,6 м³/год.

1.5. Інженерно-геологічні умови ділянки

На площі Переверзевського родовища потужність осадової товщі коливається в межах 270...370 м (збільшуючись в південному напрямку). На ділянці за-

кладення шахтного ствола, що проектується, потужність відкладень осадової товщі 325,8 м. В геологічній будові осадового чохла представлені практично всі літологічні різниці осадових відкладень. Короткий опис осадових відкладень, фізико-механічні властивості яких впливають на умови проведення робіт при проходці шахтного ствола (опливання стінок ствола по прошарках кварцових і глинистих пісків і глин, сильне обводнення відкладень і водоприпливи в ствол) наведено нижче. Характеристика відкладень, що складають геологічний розріз осадової товщі, приведена від поверхні землі до контакту з кристалічними породами.

Відкладення четвертинної системи представлені лесовидними суглинками, червоно-бурими щільними суглинками; глинистими пісками. При зволоженні глинисті піски набувають властивості пливунів, що викликає необхідність застосування спеціальних способів проходки. Загальна потужність відкладень четвертинної системи на ділянці проходки ствола становить 23,2 м.

Підстилаються піски шаром пліоценових глин, потужністю 7,2 м.

Відкладення неогенової системи залягають в інтервалі глибин 30,4...95,1 м, представлені товщею глин і двома пластами вапняків (потужністю 4,3 і 23,0 м). Загальна потужність відкладень неогенової системи становить 64,7 м. Вапняки відносяться до міцних і відносно стійких гірничих порід. Вапняки сарматського регіоярису сильно обводнені й вимагають проведення випереджаючого осушення (водозниження) або штучного заморожування при проходці шахтного ствола.

Відкладення палеогенової системи залягають в інтервалі глибин 95,1...275,8 м. Представлені потужними пластами піщанистих і вапняних глин з прошарками глинистих і кварцових пісків в інтервалах глибин 100,6...108,7 м; 252,7...275,8 м. Шари пісків обводнені, при проходженні ствола можуть виникати ускладнення: опливання стінок, надходження пливунних мас в шахтний ствол. Глини при зволоженні набувають пластичність і плинність.

Відкладення крейдової системи представлені мергелями середньої щільності з включеннями кремнію. Товща мергелів обводнена слабо, породи стійкі і при проходці шахтного ствола вивалів порід зі стінок не очікується.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТ СПОРУДЖЕННЯ ПІВДЕННОГО ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО СТВОЛА №2 ПРАТ «ЗАПОРІЗЬКИЙ ЗАЛІЗОРУДНИЙ КОМБІНАТ»

2.1. Обґрунтування способу спорудження Південного вентиляційного ствола №2

Гірничо-геологічні та гідрогеологічні відомості, що наведені в розділі 1, свідчать про значну складність умов на ділянці будівництва Південного вентиляційного ствола № 2. За даними попередніх розрахунків, під час будівництва ствола без використання спеціальних способів, прогнозний водоприплив від підземних вод для відкладень сарматського горизонту буде складати 168,1 м³/год, за рахунок підземних вод для відкладень бучацького водоносного горизонту – 175,4 м³/год. Надто високі значення водоприпливів не дозволить здійснити проходку ствола звичайним способом у стійких породах, а при проходженні слабих порід виникнуть додаткові складнощі – розмив шарів піску та зсуви глини.

Використання способу водозниження має обмежену область використання – тільки для піщаних відкладень верхньої зони масиву порід. Крім того цей спосіб не дозволяє повністю видалити воду з вибою ствола [4].

Попередній тампонаж з поверхні чи з вибод ствола є ефективним способом ліквідації значних водоприпливів, але може бути застосований тільки у міцних тріщинуватих породах.

Інші спеціальні способи – шпунтове огородження, опускне кріплення, «стіна в ґрунті» через значну глибину обводнених осадових відкладень – понад 300 м, теж не можуть бути застосовані [4].

Використовувати комбінацію різних способів, наприклад, тампонаж міцних тріщинуватих порід та заморожування порід бучакського горизонту, буде занадто дорогим за економічним фактором.

Найбільш широке застосування при проходці стволів у складних гідрогеологічних умовах отримав спосіб проходки з заморожуванням гірських порід. А ні

водозниження, а ні попередній тампонаж не гарантують захисту ствола від водоприпливів в процесі його будівництва.

Суть способу полягає в тому, що до розкриття стволом шахти водоносних порід їх заморозжують, завдяки чому навколо ствола утворюється суцільне льодопорідне огороження, яке приймає на себе гірничий та гідростатичний тиск й захищає ствол від затоплення, забезпечує безпечні умови для його проходження.

Попередній досвід проходки стволів на ЗЖРК способом зонального заморожування показав його неефективність (більш значні терміни активного заморожування нижньої зони, пошкодження заморожуваних колонок у глинистих породах проміжної зони тощо). Тому для проходки ствола приймається більш надійна та розповсюджена одноступенева схема заморожування порід одразу на всю глибину (рис. 2.1) [5].

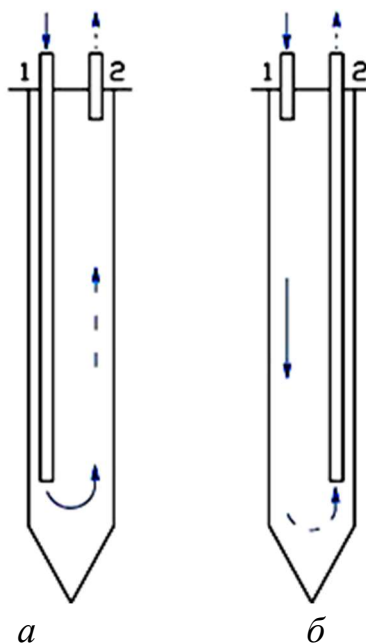


Рисунок 2.1 – Заморожування порід на всю глибину. Циркуляція розсолу: *а* – пряма; *б* – зворотна. 1 – живильна труба, 2 – труба, що відводить рідину

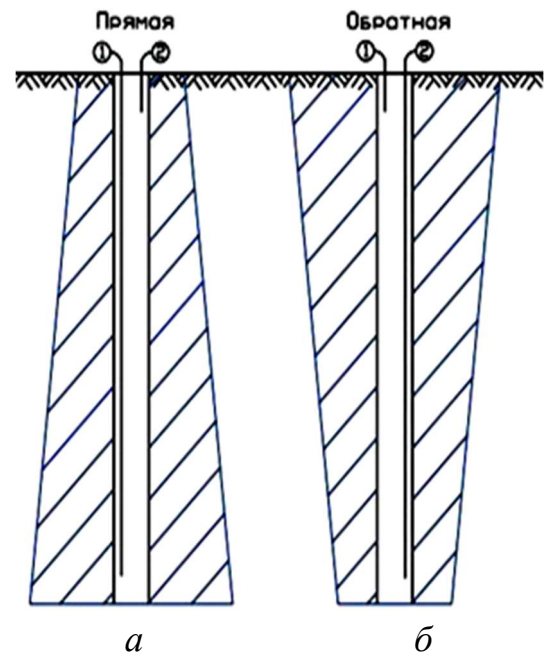


Рисунок 2.2 – Форма льодопорідної огорожі з циркуляцією розсолу: *а* – прямою; *б* – зворотною

Для її реалізації кожену заморожувальну колонку обладнують однією внутрішньою трубою – живильною, яку доводять майже до дна заморожувальної колонки, та короткою трубою що відводить розсіл. В цьому випадку розсіл, що рухається в міжтрубному просторі колонки активно відбирає тепло порід по всій глибині.

Пряму циркуляцію розсолу – з подачею його в живильну трубу (рис. 2.1, а) слід застосовувати, коли основні труднощі представляє заморожування нижніх шарів порід у геологічному розрізі, і необхідно більш тривалий період заморожування їх до максимально низької температури (рис. 2.2, а).

Зворотну циркуляцію – з подачею розсолу в міжтрубний простір колонки (рис. 2.1, б) – слід застосовувати, коли для початку проходки ствола необхідно в першу чергу заморозити верхні пласти порід (рис. 2.2, б), а нижні шари будуть заморожені або за час проходки верхньої ділянки ствола, або при переході в подальшому на пряму циркуляцію розсолу .

Для прискорення процесу заморожування необхідно застосування поліетиленових живильних труб.

За проектом, підготовлений спеціалізованою організацією, для надійного захисту ствола при спорудженні в розглянутих складних гірничо-геологічних та гідрогеологічних умовах, розрахункові параметри для заморожування порід повинні бути наступними (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Розрахункові дані для заморожування порід

№ п/п	Найменування	Визначення	Од. вим.	Кільк.
1.	Товщина ледопородної огорожі (ЛПО)	E	м	4,3
3.	Діаметр кола, на якій розташовуються заморожуючі свердловини	D_3	м	15,0
4.	Відстань між заморожуючими свердловинами	l_3	м	1,24
5.	Кількість заморожуючих свердловин	N_3	м	38
6.	Додаткові		шт	6
7.	Термометричні		шт	6
8.	Свердловина для УКЛЦ		шт	1
9.	Гідропостережна, в тому числі;		шт	
	- сарматський горизонт			2
	- бучакський горизонт			1
10.	Усього		шт	54

2.2. Технологія проходки ствола на ділянці міцних тріщинуватих обводнених заморожених порід (тріщинуваті вапняки)

Проходка по обводненим породам виконується після досягнення льодопорідною огорожею проектних розмірів на відповідному горизонті й завершення періоду активного заморожування.

Проходка ствола проводиться з прохідницького копра під захистом льодопорідної огорожі.

Для виконання гірничопрохідницьких операцій застосовується прохідницький комплекс КС-2у/40 (табл. 2.2) в комплекті з таким обладнанням: баддя ємністю 3 м³, шість перфораторів ПП-80 або пневматичні свердла ПР-8, металевий трубопровід вентиляції Ø 800 мм, трубопровід подачі бетонної суміші Ø 150 мм, трубопровід стиснутого повітря Ø 150 мм, рятувальна драбина, водовідлив (на ділянках проходки ствола звичайним способом) здійснюється привибійним насосом типу Н-1М в баддях [6, 7].

Таблиця 2.2 – Характеристики прохідницького комплексу 2КС-2у.

Параметри	Значення
Діаметр стволу у світлі, м	5...8,5 м
Глибина ствола, м	300 ... 1200
Бурильна установка	БУКС-1м
Кількість установок	2
Навантажувальна машина	КС-2у/40
Продуктивність навантажувальних машин, м ³ /ч	100-120
Місткість бадді, м ³	3...6,5
Число бадій в роботі	3...4
Кількість підйомних машин	2
Висота пересувної опалубки, м:	
- над ділянці заморожених порід;	1,5
- на ділянці скельних порід (з відм. – 325 м)	4,0
Найбільші витрати стисненого повітря, м ³ /мин	100
Маса обладнання, змонтованого в ствола, т	90

Проходка ствола здійснюється за суміщеною схемою, тобто, бетонне кріплення зводяться одразу за проходкою ствола, постійне тубінгове кріплення збирається зі спеціального монтажного помосту, що монтується на опалубці. Довжина заходки прийнята:

- на ділянках ствола в заморожених породах – 1,5 м,
- на ділянці ствола у міцних породах поза зоною заморожування – 4 м.

Проходка ствола по м'яким породам міцністю $f < 4$ за шкалою проф. Протодяконова (заморожені піски, глини, сугинки, буре вугілля) ведеться відбійними молотками. Порядок розробки порід у вибої: спочатку виїмка врубу в центрі ствола глибиною 70 см (якщо породи непроморожені) або 50 см (якщо породи проморожені), а потім відбійка породи пошарово по всьому перетину ствола в напрямку від центру до периферії.

Проходка ствола по породах міцністю $f \geq 4$ за шкалою проф. Протодяконова ведеться буропідривним способом.

Заповнення бетоном простору за тубінгами передбачається через кожні два тубінгові кільця. В породах, схильних до здимання (глини), бетон укладається за кожне тубінгове кільце. Бетон до місця укладання подається по бетонному ставу, на кінці якого закріплений високонапірний трубопровід зі з'єднанням, що швидко знімається. З'єднання кріпиться до тубінгового отвору $\varnothing 100$ мм. Спуск тубінгів на вибій виконується канатом підйому. Монтаж тубінгів виконується за допомогою двох монтажних канатів і канату підйому.

Перелік обладнання для проходки ПВС №2 наведений в табл. 2.3.

Спуск-підйом людей виконується в бадді. При навантаженні породи передбачається використовувати бадді ємкістю 3 м³.

При проходженні ствола із незамороженого породного контуру може бути незначний приплив води. Її відкачка виконується за допомогою привибійного насосу Н-1М в баддю.

Трубопроводи та повітропровід монтують на кріпленні ствола.

Таблиця 2.3 – Основне технологічне обладнання для проходки ствола

№ п/п	Найменування обладнання	Тип обладнання	Призначення	Кількість	Маса, кг
1	Підйомна машина	ЦР 6×3,0/0,6	Баддевий підйом	1	116000
2	Прохідницька лебідка	ЛПЕП 16/1500	Підвішування прохідницького помосту	2	11300
3	Прохідницька лебідка	ЛПЕ 10/800	Підвішування привибійної опалубки	3	7750
4	Прохідницька лебідка	ЛПЕР 5/500	Підвішування рятувальної драбини	1	3150
5	Прохідницька лебідка	ЛПЕ 5/1000	Підвішування кабелей підривання, освітлення, сигналізації, монтажні роботи	3	3530
6	Вентилятор місцевого провітрювання	ВМЕВО-6,7А	Провітрювання вибою	1	800
7	Навантажувальна машина	КС-2У/40	Навантаження породи в баддю	1	8640
8	Прохідницька лебідка	ЛПП-18	Для телескопів бетонопровода	1	3100
9	Прохідницька лебідка	ЛПП-10	Для труб вентиляції і нарощування труб	1	3400
10	Баддя прохідницька	БПСМ-3,0	Видача породи	1	1220
11	Бурильна установка	БУКС-1м	Буріння шпурів	2	10200

2.3. Розрахунок технологічних параметрів при проходженні ствола

2.3.1. Переріз ствола

Ствол, що проектується має діаметр у світлі $D_{\text{св}} = 6,0$ м, діаметр начорно (на ділянці заморожених порід) $D_{\text{нач}} = 7,74$ м. Таким чином, площа поперечного перерізу ствола:

$$\text{– у світлі } S_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{св}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} = 28,27 \text{ м}^2; \quad (2.1)$$

$$\text{– начорно } S_{\text{нач}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{св}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 7,74^2}{4} = 47,12 \text{ м}^2; \quad (2.2)$$

$$- \text{ в проходці } S_{\text{пр}} = 1,03S_{\text{нач}} = 1,03 * 47,12 = 48,53 \text{ м}^2. \quad (2.3)$$

2.3.2. Обґрунтування матеріалу і розрахунок постійного кріплення

Для кріплення стволів у звичайних гірничо-геологічних умовах застосовують в основному монолітне бетонне кріплення, що характеризується великим терміном служби, низьким аеродинамічним опором, високою технологічністю зведення і відносно низькою вартістю. Розрахунок бетонного кріплення вертикальних стволів круглої форми поперечного перерізу зводиться до визначення товщини кріплення на відповідний горизонтальний гірський тиск. По глибині ствола допускається приймати кріплення різної товщини і різної конструкції.

На ділянках ствола, де виконується заморожування порід, конструкція і параметри кріплення розраховуються спеціалізованими організаціями за відповідними методиками.

В інтервалі відміток мінус 25,4 – мінус 326,0 для перекриття водоносних порід, що деформуються і здимаються, глини і мергелів прийняте комбіноване чавунно-бетонне кріплення, конструкція і параметри якого наведені на рис. 2.3.

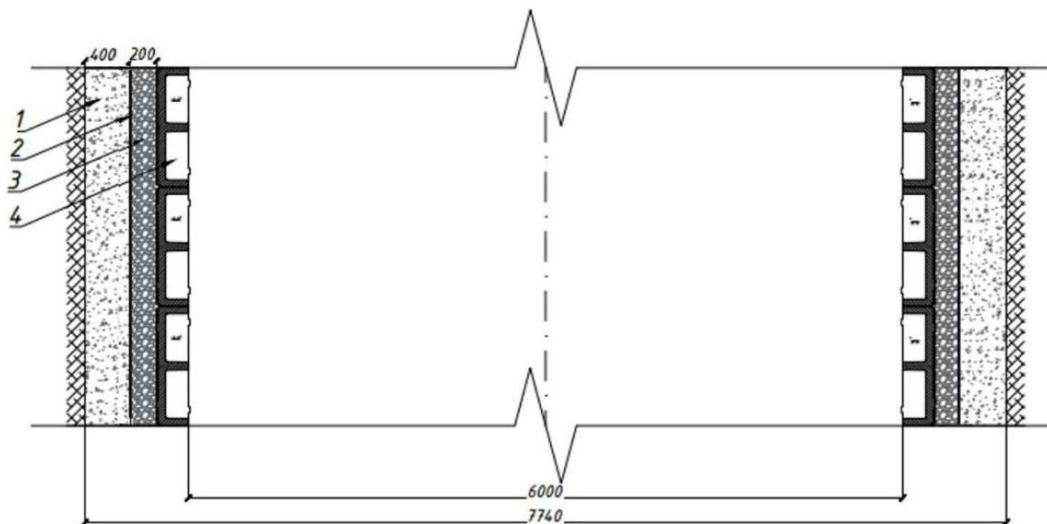


Рисунок 2.3 – Конструкція кріплення ствола на ділянках заморожених порід:
 1 – передове бетонне кріплення, $\delta = 400$ мм; 2 – два шари гідроізоляція з поліетиленової плівки; 3 – затюбінговий бетон $\delta = 200$ мм; 4 – тюбінгове кільце $D_{\text{св}} = 6$ м, з товщиною стінки в залежності від глибини $\delta = 40, 50, 60$ мм

Товщина стінки тюбінгів і товщина шару бетону за тюбінгами збільшуються з глибиною в міру зростання навантажень.

Орієнтування вертикального стику тюбінгів базового кільця розташовується з урахуванням постійного армування ствола. Тюбінги суміжних кілець встановлюються без перев'язування вертикальних стиків для збільшення поздовжньої жорсткості колони на стискаючі зусилля при вивалах порід. Герметизація тюбінгового кріплення здійснюється установкою гідроізоляційних шайб в болтових з'єднаннях, ущільнювачів шайб під пробки в тампонажні та заливні отвори, шви карбуються свинцевим дротом. Загальна товщина комбінованого кріплення складається з тюбінгів і затюбінгового бетону та становить 870 мм. Марка бетону В25. При цьому враховані температурні умови твердіння бетону. Дане кріплення розраховане на сприйняття гірського і гідростатичного тиску.

Після відтавання порід буде проводитися контрольний тампонаж цементним розчином за кріплення. Ступінь відтавання порід визначається бурінням шпурів через тампонажні отвори

Склад бетону для передового кріплення

Для зведення бетонного кріплення на ділянці заморожування в умовах наявності в стволі температури повітря і порід нижче 5°C повинні застосовуватися склади бетонів з протиморозними добавками, що забезпечує прискорення його твердіння і необхідні експлуатаційні показники.

Для цього застосовуються:

1) добавки, що знижують температуру замерзання рідкої фази бетону і належать до числа слабких прискорювачів, або слабких сповільнювачів схоплювання і твердіння цементу. До таких відносять – нітрит натрію, хлорид натрію, багатоатомні спирти і карбамід.

2) добавки, що поєднують в собі здатність до сильного прискорення процесів схоплювання і твердіння бетону з хорошими антифрізними властивостями – суміші хлориду натрію, нітратом натрію, нітрит-нітратом кальцію.

Склад бетону

Витрата цементу для приготування бетону повинне встановлюватися в залежності від необхідної марки бетону і рухливості суміші.

При виготовленні бетонної суміші на центральних бетонорозчинних вузлах рухливість бетонної суміші повинна перебувати в межах 20...22 см, при виготовленні бетонної суміші на пристволових бетонорозчинних вузлах – в межах 11...13 см.

При приготуванні бетонної суміші на центральних бетонорозчинних вузлах і тривалості її транспортування до ствола більше 20 хвилин, до складу бетонної суміші необхідно вводити сульфітно-дріжджову бражку (СДБ) в кількості до 0,25% від маси цементу.

Відповідність показників обраного складу бетонної суміші проектним вимогам необхідно перевірити контрольними замісами на фактично наявних матеріалах.

Приготування добавок

Хімічні добавки повинні вводитися до складу бетонних сумішей у вигляді водних розчинів робочої концентрації, які готуються шляхом розведення водою концентрованих розчинів.

Концентровані розчини добавок слід готувати максимально високої щільності за умови виключення можливості випадання солі в осад при температурі + 20 °С, а при підігріві компонентів – + 60°С.

Ступінь розведення концентрованих розчинів добавок повинна визначатися в залежності від необхідної щільності розчинів робочої концентрації.

Для підвищення швидкості розчинення добавок їх слід застосовувати в подрібненому вигляді. Для перемішування розчинів слід використовувати механічні засоби або стиснене повітря.

Водні розчини солей слід готувати і зберігати в дерев'яних або металевих при плюсовій температурі.

Приготування бетонної суміші для зведення кріплення в зоні заморожування

Бетонну суміш для зведення кріплення в зоні заморожування краще готувати на пристволових бетонорозчинних вузлах (БРВ). Бетонна суміш, приготовлена на центральному БРВ, повинна доставлятися до ствола в автобетонозамішувачах (міксерах). Бетонна суміш при перевезенні повинна бути захищена від атмосферних опадів.

Час від початку приготування бетонної суміші до її укладання за опалубку має бути не менше ніж на 30 хвилин менше, ніж терміни початку схоплювання бетону.

Температура бетонної суміші при її подачі за опалубку повинна бути не нижче 20°C. При необхідності для забезпечення такої температури бетонної суміші її компоненти слід підігріти.

В першу чергу необхідно підігріти воду або робочий розчин добавок до температури не більше 60°C. При недостатності такого підігріву слід підігрівати наповнювачі. Спочатку пісок – до температури не більше 50°C, потім – щебінь. Технологія приготування бетонної суміші при підігріві компонентів не відрізняється від традиційної.

При роботі з холодними матеріалами необхідно спочатку ввести пісок і щебінь в розчин добавки робочої концентрації і, після їх перемішування протягом 1,5...2 хвилин, завантажити цемент і перемішати протягом 4...5 хвилин для отримання однорідної структури.

Невеликі обсяги бетонних сумішей з короткими термінами схоплювання (для закладення стиків) доцільно готувати роздільним способом: суху суміш з цементу, піску і щебеню змішувати з розчином добавки робочої концентрації і перемішувати протягом 3...3,5 хвилин.

Укладання бетонної суміші з протиморозними добавками за опалубку слід вести з мінімальними перервами, щоб температура бетону в укладеному шарі до перекриття його наступним шаром не падала більше, ніж на 5°C і щоб наступний шар укладався на попередній до початку його схоплювання [8].

Визначення товщина монолітного бетонного кріплення протяжної ділянки ствола нижче зони заморожування

Товщина монолітного бетонного кріплення протяжної ділянки ствола нижче зони заморожування на рівні кінцевої глибини $H_k = 650$ м визначається за формулою Ляме:

$$d_{кр} = m_k R_{св} \left[\sqrt{\frac{m_b R_{виг}}{m_b R_{виг} - 2P_{max}}} - 1 \right] = 1,25 \cdot 3,0 \left[\sqrt{\frac{0,75 \cdot 900}{0,75 \cdot 900 - 2 \cdot 32,5}} - 1 \right] = 0.46 \text{ м} = 500 \text{ мм.} \quad (2.4)$$

де m_k – коефіцієнт умов роботи кріплення, рівний 1,5 для послідовної і паралельної технологічних схем проходки і 1,25 – для суміщеної; $R_{св}$ – радіус ствола у світлі, м; m_b – коефіцієнт умов роботи бетону. Відповідно до державних будівельних норм (ДБН) $m_b = 0,7 \dots 0,9$; $R_{виг}$ – розрахунковий опір бетону на стиск при вигині ($R_{виг} = 900$ т/м² для бетону марки В20, $R_{виг} = 1\ 100$ т/м² для В25, $R_{виг} = 1\ 400$ т/м² для В30 і $R_{виг} = 1\ 750$ т/м² для В40); P_{max} – розрахункове максимальне навантаження на кріплення ствола, т/м².

Для визначення останньої величини спочатку з табл. 2.4 вибирається відповідно технологічній схемі і куту падіння порід середнє нормативне навантаження P_n , т/м².

Таблиця 2.4 – Нормативні середні навантаження на кріплення ствола

Глибина ствола, м	Нормативне середнє навантаження P_n , т/м ² .			
	При послідовній и паралельній технологічних схемах проходки		При суміщеній технологічній схемі проходки	
	Кут падіння порід, град			
	До 30	Більше 30	До 30	Більше 30
До 400	5	6	7	9
401-700	7	9	11	13
701-900	9	11	13	19
Більше 900	12	14	17	23

Середнє значення навантаження на кріплення $P_n = 13,0 \text{ т/м}^2$ обране з табл. 2.3, відповідає стволу з діаметром $D_{\text{св}} = 6 \text{ м}$ (для $H = 650 \text{ м}$, кут падіння порід $\alpha = 35^\circ$).

Максимальне навантаження на кріплення ствола (з урахуванням нерівномірного розподілу середнього навантаження) складе:

$$P_{\text{max}} = P(1 + 3\nu) = 13,00 \cdot (1 + 3 \cdot 0,5) = 32,5 \text{ т/м}^2, \quad (2.5)$$

де ν – коефіцієнт нерівномірності навантажень по контуру кріплення ствола. Приймається з табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Коефіцієнти нерівномірності розподілу навантажень

Кут падіння порід α ,	Коефіцієнт нерівномірності ν	
	При послідовній та паралельній технологічних схемах проходки ствола	При сумісній технологічній схемі проходки ствола
$0 < \alpha \leq 10$	0,4	0,3
$10 < \alpha \leq 30$	0,6	0,4
$\alpha > 30$	0,7	0,5

Приймаємо товщину кріплення $d_{\text{кр}} = 500 \text{ мм}$ (бетон марки В20). З урахуванням цих даних, перерахуємо значення поперечних перерізів ствола:

$$S_{\text{нач}} = \frac{\pi D_{\text{св}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 7,0^2}{4} = 38,5 \text{ м}^2, \quad (2.6)$$

$$S_{\text{пр}} = 1,05 \cdot 38,5 = 40,4 \text{ м}^2. \quad (2.7)$$

2.4. Технологія проходки ствола у міцних тріщинуватих заморожених породах

Відкладення сарматського ярусу представлені темно-сірими і зеленувато-сірими мергелистими глинами і світло-сірим вапняком.

Глибина залягання відкладень 43,0...66,0 м, потужність – 23,0 м. Прогнозний водоприток складає 168,1 м³/год.

Проходка ствола по обводненим тріщинуватим вапнякам проводиться за допомогою способу заморожування. На час проходки ствола, вапняки вважаються

повністю промороженими, внаслідок чого їх міцність на стиск збільшується й сягає значення $\sigma_{ст} = 42$ МПа (міцність порід за шкалою проф. М.М. Протодьяконова $f = 4$).

Враховуючи викладене вище, проходку ствола на ділянці заморожених вапняків виконуватиме з використанням буропідривної технології. Для зниження ударної дії вибуху у вибої ствола, застосовуємо параметри буропідривних робіт за зменшеними технологічними параметрами.

Довжину заходки приймаємо $l_{зах} = 1,5$ м.

Буріння шпурів $\varnothing 42$ мм виконується установками БУКС-1М на глибину $l_{шт} = 1,66$ м.

При виконанні буропідривних робіт прохідницький полок піднімається на 30...40 м від вибою. Після проведення буропідривних робіт полок опускають на 15-20 м від вибою.

Постійне кріплення – комбіноване чавунно-бетонне. На першому етапі – після навантаження породи зводиться передове бетонне кріплення з використанням пересувної опалубки висотою 1,5 м.

У забої на прийманні та укладанні бетону зайнято три-чотири прохідники. Після прибирання породи, опускають опалубку, встановлюють піддон. Породою підгортають усі дірки, щоб суміш не витікала, встановлюють жолоб і подають бетон. Бетон схоплюється протягом доби. Опалубку можна зривати, коли бетон набрав 8% міцності.

З відставанням на одну заходку, зі спеціального монтажного помосту, що монтується на опалубці, збирається постійне тубінгове кріплення.

Заповнення бетоном простору за тубінгами передбачається через кожні два тубінгові кільця. В породах, схильних до здимання (глини), бетон укладається за кожне тубінгове кільце.

Для проведення підривних робіт в заморожених породах як ВВ слід застосовувати амоніти всіх типів, які є безпечними і працездатними при низьких температурах (нітрогліцеринові ВВ застосовувати не можна).

Тому, для проходки ствола застосовуємо амоніт № 6ЖВ у патронах діаметром $d_{\text{п}} = 36$ мм, довжиною $l_{\text{п}} = 0,25$ м, вагою $m_{\text{п}} = 0,3$ кг і щільністю $\Delta = 1200$ кг/м³ [9-12].

Основні фізико-хімічні та вибухові характеристики амоніта № 6ЖВ

Зовнішній вигляд – порошок світло жовтого кольору

Масова доля вологи і летючих речовин, % не більш – 0,20

Температура вибуху, °С – 2960

Об'єм газів, л/кг – 895

Фугасність:

- в свинцевій бомбі, см³, не менш 365
- на балістичному маятнику (відносна), не менш 0,95

Кисневий баланс, % – 0,53

Троїловий еквівалент за теплою вибуху – 1,03

Швидкість детонації, м/с – 3600...4800

Критичний діаметр детонації, мм:

- відкритого заряду – 10...13
- у міцній оболонці – 4...6

Бризантність, мм, не менше – 14

Чутливість до удару ГОСТ 4545-88):

- частота вибухів у пристрої №1, %, 1 – 6...32
- нижня межа у пристрої – 200

Температура спалаху при часу затримання 60 с, °С – 330...335

Чутливість до тертя, нижня межа, МПа (кгс/см²) – 230 (2335)

Розрахунок основних параметрів буропідливних робіт

Величина питомої витрати ВР визначається за формулою:

$$g = g_1 * f_1 * v * e = 0.4 * 2,0 * 0,73 * 1,05 = 0,613 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (2.8)$$

де g_1 – питома витрата ВР, що залежить від міцності породи. Для розрахунків приймаємо $q_1 \approx f/10$;

f_1 – коефіцієнт структури породи: $f_1 = 2,0$.

ν – коефіцієнт затиску породи. При одній оголеній поверхні, що характерно для стволів, визначається за формулою П.Я.Таранова:

$$\nu = \frac{3l_{\text{шп}}}{\sqrt{S_{\text{нач}}}} \quad (2.9)$$

тут $l_{\text{шп}} = 1.5 / 0.9 = 1,66$ – глибина шпуру, м. Приймається по характеристиці бурильного устаткування і передбачуваній величині заходки;

$$\nu = \frac{3 * 1.66}{\sqrt{47.03}} = 0,726$$

e – коефіцієнт, що враховує працездатність ВР. Визначається за формулою:

$$e = \frac{380}{P} = \frac{380}{360} = 1.05 \quad (2.10)$$

Тут 380 – працездатність еталонної ВР, см^3 ;

P – працездатність ВР, що застосовується, см^3 .

Кількість шпурів:

$$N = \frac{1.27 * q * S_{\text{нач}} * \eta}{d_n^2 * \Delta * a} = \frac{1.27 * 0,613 * 47.03}{0,036_n^2 * 1200 * 0.4} = 59 \text{ шп.} \quad (2.11)$$

де a – коефіцієнт заповнення шпурів, $a = 0,35 \dots 0,6$;

Δ – щільність патронування ВР, $\text{кг}/\text{м}^3$;

d_n – діаметр патронів ВР, м.

Для побудови схеми розташування шпурів визначається площа вибою, що приходить на один шпур:

$$S_{\text{шп}} = \frac{S_{\text{нач}}}{N} = \frac{47.03}{59} = 0.8 \text{ м}^2 \quad (2.12)$$

Діаметр окружності з площею $S_{\text{нач}}$ буде усередненою приблизною відстанню між устями шпурів, тобто:

$$d = \sqrt{\frac{4S_{\text{шп}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,8}{\pi}} = 1,02 \text{ м} \quad (2.13)$$

Кількість окружностей розташування шпурів:

$$N_{\text{окр}} = \frac{D_{\text{нач}}}{2d} = \frac{7,74}{2 * 1,02} = 4 \quad (2.14)$$

По внутрішній окружності (меншого діаметра) розташовуються врубові шпури, по зовнішній – ті, що оконтурюють, між ними – допоміжні (відбійні). Врубів шпури, як правило, буряться на 10...15% глибше середньої розрахункової глибини [9-12]. Рекомендується таке співвідношення між кількістю окружностей і їх діаметрами:

$$\text{Для } N_{\text{окр}} = 4; D_{\text{окр}} = (0,25 - 0,45 - 0,65 - 0,8) D_{\text{нач}}, \text{ м.} \quad (2.15)$$

Приймаємо $D_{\text{нач}} = 7,74$ м, так як маємо льдопорідну огорожу.

$$D_{\text{окр1}} = 0,25 * 7,74 = 1,8 \text{ м;}$$

$$D_{\text{окр2}} = 0,45 * 7,74 = 3,4 \text{ м;}$$

$$D_{\text{окр3}} = 0,65 * 7,74 = 5 \text{ м;}$$

$$D_{\text{окр4}} = 0,8 * 7,74 = 6,7 \text{ м;}$$

Кількість шпурів у кожній окружності визначається за формулою:

$$N_1 = \frac{\pi * D_{\text{окр}}}{d} = \frac{\pi * 1,8}{1} = 6 \text{ шт} \quad (2.16)$$

$$N_2 = \frac{\pi * D_{\text{окр}}}{d} = \frac{\pi * 3,4}{1} = 11 \text{ шт}$$

$$N_3 = \frac{\pi * D_{\text{окр}}}{d} = \frac{\pi * 5}{1} = 16 \text{ шт}$$

$$N_4 = \frac{\pi * D_{\text{окр}}}{d} = \frac{\pi * 6,7}{1} = 21 \text{ шт}$$

З урахуванням кількості шпурів, розрахованої вище, додаємо в друге коло 1 шпур, в третє коло – 2 шпури, в четверте коло – 2 шпури. Після чого визначається загальна кількість шпурів $\Sigma=59$ шт. В центрі вибою додаємо один короткий шпур для полегшення утворення початкового врубу.

Обсяг обуреної породи (у масиві):

$$V_{\text{зах}} = S_{\text{нач}} * l_{\text{шп}} = 47,03 * 1,66 = 78,1 \text{ м}^3 \quad (2.17)$$

Кількість ВР на заходку визначається по питомій витраті:

$$Q_{\text{зах}} = q * V_{\text{зах}} = 0,613 * 78,1 = 47,88 \text{ кг} \quad (2.18)$$

Середня кількість ВР на один шпур:

$$Q_{\text{ш}}^{\text{р}} = \frac{Q_{\text{зах}}}{N} = \frac{47,88}{54} = 0,89 \text{ кг} \quad (2.19)$$

Врубіві шпури, як правило, заряджаються зарядами на 10...15% більше середнього значення. Остаточну масу зарядів усіх шпурів уточнюють з урахуванням розміщення в кожному шпурі цілого числа патронів.

Остаточна (фактична) витрата ВР на заходку:

$$Q_{\text{зах}}^{\phi} = N_{\text{вр}} * Q_{\text{вр}} + N_{\text{доп}} * Q_{\text{доп}} + N_{\text{ок}} * Q_{\text{ок}}$$

$$= (1 * 0,6 + 3 * 0,9 + 3 * 1,2) + 30 * 0,9 + 23 * 0,9 = 54,6 \text{ кг} \quad (2.20)$$

де $N_{\text{вр}}$, $N_{\text{доп}}$, $N_{\text{ок}}$ – кількість відповідно врубових, допоміжних і шпурів, що оконтурюють; $Q_{\text{вр}}$, $Q_{\text{доп}}$, $Q_{\text{ок}}$ – заряд відповідно врубового, допоміжного і шпуру, що оконтурює.

Дані про шпури і заряди наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Дані про шпури і заряди

Но- мера шпурів округ- ності	Кіль- кість шпурів в округ- ності	Гли- бина шпу- рів, м	Діа- метр окру- жності шпу- рів	Відс- тань між шпу- рами , м	Відс- тань між заря- дами , м	За- ряд од- ного шпу- ру, кг	Кут нахилу шпуру, град		Тип за- бійки,	Тип елек- тродето- натора	Вели- чина упові- льненн я, мс
							до го- ризон- талі	до ве- рти- калі			
1	1	1,0	-	-	-	0,6	90	90	вода	ЭДКЗ-0П	4
2,4,6	6	1,8	1,8	1	1	0,9	87	90	вода	ЭДКЗ-1	15
3,5,7		1,8	1,8	1	1	1,2	87	90	вода		
8-19	12	1,7	3,4	1	1	0,9	90	90	вода	ЭДКЗ-2	30
20-28	9	1,7	5,0	1	1	0,9	90	90	вода	ЭДКЗ-3	45
29-37	9	1,7	5,0	1	1	0,9	90	90	вода	ЭДКЗ-4	60
38-44	7	1,7	6,7	1	1	0,9	87	90	вода	ЭДКЗ-5	80
45-52	8	1,7	6,7	1	1	0,9	87	90	вода	ЭДКЗ-6	100
53-60	8	1,7	6,7	1	1	0,9	87	90	вода	ЭДКЗ-7	120

2.5. Організація робіт при проходці ствола на ділянці заморожених міцних тріщинуватих порід

2.5.1 Вибір і обґрунтування режиму роботи бригади

Відповідно до прийнятої технологічної схеми проходки ствола і обраного устаткування, керуючись вимогами трудового законодавства для працівників, зайнятих на підземних роботах, і спираючись на загальноприйнятту практику, установлюється такий режим роботи бригади: чотири зміни на добу при тривалості зміни шість годин і безупинному робочому тижні. Допускається також робота з загальним вихідним днем (перериваний робочий тиждень) при відповідному обґрунтуванні й організації робіт з відкачки води з вибою стволу у вихідні дні.

Найбільш ефективною і прогресивною організацією праці є ведення робіт за графіком циклічності. Циклічна організація робіт передбачає виконання технологічних операцій у визначеній послідовності й у встановлений час. Результатом виконання робіт одного прохідницького циклу є проходка ділянки стволу на висоту однієї заходки.

2.5.2. Розрахунок обсягів робіт на один цикл

а) обсяг робіт з навантаження породи:

$$W_{\text{п}} = S_{\text{пр}} * L_{\text{зах}} = 48,53 * 1,5 = 72,8 \text{ м}^3, \quad (2.21)$$

де $S_{\text{пр}}$ – площа поперечного перерізу ствола в проходці

б) обсяг робіт зі зведення передового монолітного бетонного кріплення:

$$W_{\text{кр}} = L_{\text{зах}}(S_{\text{пр}} - S_{\text{св}}^{\text{п}}) = 1,5 * (48,53 - 37,81) = 16,08 \text{ м}^3, \quad (2.22)$$

де $L_{\text{зах}}$ – величина заходки, і $S_{\text{пр}}$ – площа в проходці, $S_{\text{св}}^{\text{п}}$ – площа ствола у світлі в межах передового кріплення.

в) обсяг робіт зі зведення тубінгового кріплення:

$$W_{\text{кр}} = L_{\text{зах}} N_{\text{т}} = 1,5 * 12 = 18 \text{ шт}, \quad (2.23)$$

де $L_{\text{зах}}$ – величина заходки, і $N_{\text{т}}$ – кількість тубінгів в одному кільці, $N_{\text{т}} = 12$ шт.

г) обсяг робіт з тампонування простору за тубінгами:

$$W_{\text{кр}} = L_{\text{зах}}(S_{\text{пр}}^{\text{п}} - S_{\text{нач}}^{\text{т}}) = 1,5 * (37,81 - 33,58) = 6,35 \text{ м}^3, \quad (2.24)$$

де $L_{\text{зах}}$ – величина заходки, м, $S_{\text{пр}}^{\text{п}}$ – площа ствола у світлі в межах передового кріплення. $S_{\text{нач}}^{\text{т}} = 33,58 \text{ м}^2$ – площа ствола начорно для тубінгового кріплення.

д) обсяг робіт з нарощування тимчасових технологічних трубопроводів:

$$\begin{aligned} W_{\text{в}} &= N_{\text{в}} * L_{\text{зах}} = 1 * 1,5 = 1,5 \text{ м}, \\ W_{\text{б}} &= N_{\text{б}} * L_{\text{зах}} = 1 * 1,5 = 1,5 \text{ м}, \\ W_{\text{ст}} &= N_{\text{ст}} * L_{\text{зах}} = 1 * 1,5 = 1,5 \text{ м} \end{aligned} \quad (2.25)$$

де $N_{\text{в}}$ – кількість водовідливних трубопроводів;

$N_{\text{б}}$ - кількість трубопроводів, що подають бетон;

$N_{\text{ст}}$ - кількість трубопроводів для стисненого повітря.

2.5.3. Розрахунок кількісного складу бригади і тривалості циклу

Для проходки вертикальних стволів формується комплексна бригада прохідників, що складається з чотирьох змінних ланок. Таку бригаду очолює бригадир, а ланки - ланкові бригадири. До складу бригади входять прохідники високої кваліфікації (V і VI розрядів), здатні виконувати весь комплекс прохідницьких робіт, результатом яких є готовий до експлуатації вертикальний ствол.

Кількість прохідників у змінній ланці спрощено можна приймати, виходячи з площі поперечного перерізу ствола, прийнятих технологічної схеми і комплексу обладнання за такими рекомендаціями: для суміщеної технологічної схеми при проведенні стволів способом заморожування – з розрахунку 5-6 м² площі поперечного перерізу ствола на одного прохідника;

Кількість прохідників в ланці визначаємо:

$$n_{\text{л}} = \frac{S_{\text{св}}}{5} = \frac{28,26}{5} = 5,65 \text{ чол.} \quad (2.26)$$

Приймаю прохідницьку ланку в кількості шести прохідників.

Тривалість циклу виконання гірничопрохідницьких робіт (прохідницького циклу) визначається за формулою:

$$T = \frac{6 * \Sigma q}{k_{\text{н}} * n_{\text{л}}} = \frac{6 * 24,06}{1,2 * 5} = 24 \text{ год,} \quad (2.27)$$

де $k_{\text{н}}$ – коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $k_{\text{н}}=1,05...1,25$.

Явочний склад бригади при 4-змінному режимі роботи буде:

$$n_{\text{яв}} = 4 * n_{\text{л}} = 4 * 5 = 20 \text{ чол.} \quad (2.28)$$

Розрахунок сумарної трудомісткості робіт прохідницького циклу наведено в табл. 2.7 [13].

Таблиця 2.7 – Розрахунок сумарної трудомісткості робіт прохідницького циклу

Процеси прохідницького циклу	Од.в им.	Обсяг робіт на цикл по процесах, W_i	Норма часу згідно зі збірником [4], $N_{ч i}$	Коефіцієнт до норми часу, що враховує глибину та приток води, k_i	Трудомісткість робіт на цикл, чол.-зм., q_i
Буріння шпурів	м	99	0,75	1,35	1,67
Навантаження породи	м ³	72,8	0,47	1,47	8,38
Зведення передового бетонного кріплення	м ³	16,08	1,15	1,05	3,24
Зведення тюбінгового кріплення	шт	18	1,8	1,05	5,67
Гідроізоляція тюбінгового кріплення	м ³	6,35	3,0	-	3,17
Очищення швів тюбінгового кріплення	м	37,3	0,1	-	0,62
Чеканка швів тюбінгового кріплення	м	37,3	0,12	-	0,75
Нарощення тимчасових трубопроводів					
а) вентиляції	м	1,5	0,47	1,38	0,16
б) подачі бетону	м	1,5	0,67	1,38	0,23
в) стиснутого повітря	м	1,5	0,5	1,38	0,17
РАЗОМ:					$\Sigma q = 24,06$

Обліковий склад бригади складе:

$$n_{\text{обл}} = n_{\text{яв}} * k_{\text{об}} = 25 * 1,81 = 45 \text{ чол.} \quad (2.29)$$

де $k_{об}$ – коефіцієнт облікового складу, що визначається зі співвідношення:

$$k_{сп} = \frac{T}{T_{роб}} = \frac{355}{195,84} = 1,81, \quad (2.30)$$

де T – кількість днів роботи ділянки в році; $T_{роб}$ – кількість днів роботи прохідника в році;

$$T = 365 - t_{св} = 365 - 10 = 355 \text{ дн}, \quad (2.31)$$

$$T_{роб} = 0,96 * (365 - t_{св} - t_{вих} - t_{відп}) = 0,96 * (365 - 10 - 85 - 66) = 196 \text{ дн}, \quad (2.32)$$

де $t_{св}$ – кількість святкових днів у році, $t_{св} = 10$; $t_{вих}$ – кількість вихідних днів у році, $t_{вих} = 85$; $t_{відп}$ – кількість календарних днів відпустки прохідника в році, $t_{відп} = 66$.

Комплексна норма виробітку визначається за формулою:

$$K_{НВ} = \frac{L_{зах}}{\sum q_i} = \frac{1,5}{24,06} = 0,062 \text{ м/чол.-зм.}, \quad (2.33)$$

де $\sum q_i$ – сумарна трудомісткість робіт прохідницького циклу, чол.-зм.

2.5.4. Розрахунок часу операцій прохідницького циклу

На графіку організації робіт прохідницького циклу при суміщеній схемі проходки наносяться послідовно чи з невеликим суміщенням у часі такі процеси, що виконуються: навантаження породи, зведення постійного кріплення (суміщені і несуміщені з навантаженням породи) і нарощування технологічних трубопроводів з урахуванням перевиконання норм виробітку.

Стосовно до проходки ствола за суміщеною схемою розрахунок часу та складання графіка організації робіт проводяться в наступному порядку.

Залежно від обсягів робіт, трудомісткості виконання, кількості зайнятих прохідників і коефіцієнта перевиконання норм виробітку час на нормовані процеси визначається з наступного виразу:

$$t_i = \frac{q_i * T_{зм} * L}{n_l * k_n} = \frac{q_i}{n_l} * M, \text{ ч}, \quad (2.34)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, $T_{зм} = 6$ годин; L – коефіцієнт, що враховує час на ненормовані операції;

$$M = \frac{T_{зм} * L}{k_n} = \frac{6 * 0,886}{1,2} = 4,43 - \text{умовно постійна величина} \quad (2.35)$$

$$L = \frac{T_{ц} - t_{но}}{T_{ц}} = \frac{(24 \cdot 60) - 16}{24 \cdot 60} = 0,886 \quad (2.36)$$

де $t_{но}$ – час на ненормовані операції, хв;

$$t_{но} = t_3 + t_{пр} + t_{сп} + t_{вм} + t_{вп} + t_{вз} + t_{бс} + t_p = 24 + 20 + 40 + 10 + 20 + 10 + 10 + 30 = 164 \text{ хв} = 2 \text{ год } 44 \text{ хв} \quad (2.37)$$

t_3 – час заряджання шпурів, хв:

$$t_3 = \frac{N \cdot t'_3}{n_3} = \frac{60 \cdot 2}{5} = 24 \text{ хв.} \quad (2.38)$$

$t_{пр}$ – час провітрювання $t_{пр} = 20$ хв.;

$t_{сп}$ – час здачі-приймання зміни $t_{сп} = 40$ хв.; $t_{сп} = 10 \cdot n = 40$ хв., n – кількість змін

$t_{вм}$ – час спуску вибухових матеріалів (ВВ и СВ), $t_{вм} = 10$ хв.;

$t_{вп}$ – час на спуск, під'єднання та видачу пневматичного обладнання для виїмки породи, $t_{вп} = 20$ хв;

$t_{вз}$ – час виїзду підричника, $t_{вз} = 10$ хв.;

$t_{бс}$ – час приведення ствола в безпечний стан після вибухових робіт, $t_{бс} = 10$ хв.;

t_p – резервний час, рівний 30хв.

Час прохідницького циклу можна визначити як суму витрат часу на виконання окремих процесів:

$$T_{ц} = t_б + t_н + t_{п кр} + t_{т кр} + t_{г кр} + t_{ш} + t_ч + t_{тр} + t_{но} = 24,0 \text{ год,} \quad (2.39)$$

$t_б$ – час на буріння породи:

$$t_б = M \cdot \frac{q_б}{n_л} = 4,43 \cdot \frac{1,67}{5} = 1,48 \text{ год,} \quad (2.40)$$

$t_н$ – час на навантаження породи:

$$t_н = M \cdot \frac{q_н}{n_л} = 4,43 \cdot \frac{8,38}{5} = 7,42 \text{ год,} \quad (2.41)$$

$t_{п кр}$ – час на зведення передового бетонного кріплення:

$$t_{п кр} = M \cdot \frac{q_{п кр}}{n_л} = 4,43 \cdot \frac{3,24}{5} = 2,87 \text{ год,} \quad (2.42)$$

$t_{т кр}$ – час на зведення тубінгового кріплення:

$$t_{т кр} = M \cdot \frac{q_{т кр}}{n_л} = 4,43 \cdot \frac{5,67}{5} = 5,0 \text{ год,} \quad (2.43)$$

$t_{г кр}$ – час на гідроізоляцію тубінгового кріплення заповненням простору за ними тампонажним розчином:

$$t_{\Gamma \text{ кр}} = M * \frac{q_{\Gamma \text{ к}}}{n_{\text{л}}} = 4,43 * \frac{3,17}{5} = 2,81 \text{ год} , \quad (2.44)$$

$t_{\text{ш}}$ – час на очищення швів тюрбінгового кріплення:

$$t_{\Gamma \text{ к}} = M * \frac{q_{\text{ш}}}{n_{\text{л}}} = 4,43 * \frac{0,62}{5} = 0,55 \text{ год} , \quad (2.45)$$

$t_{\text{ч}}$ – час на чеканку тюрбінгового кріплення:

$$t_{\text{ч}} = M * \frac{q_{\text{ш}}}{n_{\text{л}}} = 4,43 * \frac{0,75}{5} = 0,66 \text{ год} , \quad (2.46)$$

$t_{\text{тр}}$ – час на нарощування всіх технологічних трубопроводів:

$$t_{\text{тр}} = 4,43 * \frac{0,16+0,23+0,17}{5} = 0,50 \text{ год} , \quad (2.47)$$

2.6. Техніко-економічні показники проходки ділянки ствола по замороженим породам

2.6.1. Швидкість проходки ствола

Добова швидкість проходки ствола складає:

$$v_{\text{доб}} = L_{\text{зах}} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{доб}} , \quad (2.48)$$

Місячна швидкість проходки ствола буде:

$$V_{\text{міс}} = v_{\text{доб}} * n_{\text{доб}} = 1,5 * 30 = 45 \frac{\text{м}}{\text{міс}} , \quad (2.49)$$

де $n_{\text{доб}}$ – кількість діб роботи ділянки. $n_{\text{доб}} = 30$ діб.

Тривалість проходки ствола в зоні заморожених порід:

$$T_{\text{ст}} = \frac{H_{\text{стз}}}{V_{\text{міс}}} = \frac{302,65}{45} = 6,73 \text{ міс} , \quad (2.50)$$

де $H_{\text{стз}}$ – протяжність ствола, що проводиться по замороженим породам, м, $H_{\text{стз}} = 302,65$ м, $H_{\text{у}}$ – глибина устя з опорним вінцем, = 25,6 м.

$$H_{\text{стз}} = H_{\text{з}} - H_{\text{у}} = 328,25 - 25,6 = 302,65 \text{ м} , \quad (2.51)$$

де $H_{\text{з}}$ – глибина заморожування, з урахуванням заглиблення в покрівлю міцних неводоносних порід, $H_{\text{з}} = 328,25$ м.

2.6.2. Продуктивність праці прохідника

Визначається в такий спосіб:

$$\Pi = \frac{L_{\text{зах}}}{n_{\text{л}} * \text{м}} = \frac{1,5}{5 * 4} = 0,075 \text{ м/чол. -зм} , \quad (2.52)$$

Також продуктивність праці прохідника може бути виражена в кубічних метрах готового ствола у світлі, тобто:

$$P' = P * S_{\text{св}} = 0,075 \cdot 28,26 = 2,12 \text{ м}^3/\text{чол.} - \text{зм.} \quad (2.53)$$

2.7. Технологія виконання робіт при проходці ствола у міцних породах поза зоною заморожування

Після проходки зони заморожених порід і контакту їх з тріщинуватим шаром підстилаючих скельних порід – тріщинуватого сланцю, з відмітки мінус 328 м, ствол проводиться з використанням буропідливної технології. міцність на стиск тріщинуватого сланцю становить $\sigma_{\text{ст}} = 51$ МПа (міцність порід за шкалою проф. М.М. Протодьяконова $f = 5$).

Буріння шпурів $\varnothing 42$ мм виконується установками БУКС-1М на глибину 4,2-4,7 м.

При виконанні буропідливних робіт прохідницький полок піднімається на 30-40 м від вибою. Після проведення буропідливних робіт полок опускають на 15-20 м від вибою.

Постійне кріплення – монолітне бетонне, яке зводиться після навантаження породи з використанням пересувної опалубки висотою 4 м, взамін опалубки, яка застосовувалася на ділянці заморожених порід для зведення передового бетонного кріплення висотою 1,5 м.

Для проходки ствола також застосовуємо амоніт № 6ЖВ у патронах діаметром $d_{\text{п}} = 36$ мм, довжиною $l_{\text{п}} = 0,25$ м, вагою $m_{\text{п}} = 0,3$ кг і щільністю $\Delta = 1200$ кг/м³. Основні фізико-хімічні та вибухові характеристики амоніта № 6ЖВ наведені вище.

Параметри БПР повинні бути розраховані таким чином, щоб уникнути значних руйнувань бокових порід і зменшити величину нерівностей контуру ствола, відповідно до результатів, наведених в [14-18].

Розрахунок основних параметрів буропідливних робіт

Величина питомої витрати ВР визначається за формулою:

$$q = q_1 \cdot f_1 \cdot v \cdot l = 0.5 \cdot 1.5 \cdot 2.13 \cdot 1.06 = 1.693 \text{ кг/м}^3 \quad (2.54)$$

де q_1 – питома витрата ВР, що залежить від міцності породи. Для розрахунків приймаємо $q_1 = f/10 = 5 / 10 = 0,5$; $f = 5$

f_1 – коефіцієнт структури породи: для тріщинуватих сланців приймаємо $f_1 = 1,5$.

v – коефіцієнт затиску породи. При одній оголеній поверхні, що характерно для стволів, визначається за формулою П.Я.Таранова:

$$v = \frac{3l_{\text{шп}}}{\sqrt{S_{\text{нач}}}}, \quad (2.55)$$

При проходженні ствола по міцним породам приймаємо довжину заходки $l_{\text{зах}} = 4,0$ м, при коефіцієнті використання шпуру (КВШ) $\eta = 0,9$.

Таким чином глибина шпуру складатиме

$$l_{\text{шп}} = l_{\text{зах}} / \eta = 4.0/0.9 = 4,4 \text{ м.}, \quad (2.56)$$

$$v = \frac{3 \cdot 4.4}{\sqrt{38.5}} = 2,13, \quad (2.57)$$

e – коефіцієнт, що враховує працездатність ВР. Визначається за формулою:

$$e = \frac{380}{P} = \frac{380}{360} = 1.06, \quad (2.58)$$

Тут 380 – працездатність еталонної ВР, см^3 ;

P – працездатність прийнятої ВР, см^3 .

Кількість шпурів:

$$N = \frac{1.27 \cdot q \cdot S_{\text{нач}}}{d_n^2 \cdot \Delta \cdot a} = \frac{1.27 \cdot 1.693 \cdot 38.5}{0.036_n^2 \cdot 1200 \cdot 0.5} = 106,45 \text{ шп}, \quad (2.59)$$

де a – коефіцієнт заповнення шпурів, $a = 0,35 \dots 0,6$;

Δ – щільність патрунування ВР, кг/м^3 ;

d_n – діаметр патронів ВР, м.

Приймаємо кількість шпурів на цикл підривання $N = 106$ шт.

Для побудови схеми розташування шпурів визначається площа вибою, що приходить на один шпур:

$$S_{\text{шп}} = \frac{S_{\text{нач}}}{N} = \frac{38.5}{106} = 0.37 \text{ м}^2, \quad (2.60)$$

Діаметр окружності з площею $S_{\text{нач}}$ буде усередненою відстанню між устями шпурів, тобто:

$$d = \sqrt{\frac{4S_{\text{шп}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,37}{3,14}} = 0,68 \text{ м}, \quad (2.61)$$

Кількість окружностей розташування шпурів:

$$N_{\text{окр}} = \frac{D_{\text{нач}}}{2d} = \frac{7,0}{2 \cdot 0,68} = 5,15 \quad (2.62)$$

По внутрішній окружності (меншого діаметра) розташовуються врубові шпури, по зовнішній – ті, що оконтурюють, між ними – допоміжні (відбійні). Врубкові шпури, як правило, буряться на 10...15% глибше середньої розрахункової глибини. Рекомендується таке співвідношення між кількістю окружностей і їх діаметрами:

для $N_{\text{окр}} = 5$; $D_{\text{окр}} = (0,22 - 0,45 - 0,65 - 0,75 - 0,95) D_{\text{нач}}$, м.

Приймаємо $D_{\text{нач}} = 7,0$ м.

$$\begin{aligned} D_{\text{окр}1} &= 0,22 \cdot 7,0 = 1,55 \text{ м}; \\ D_{\text{окр}2} &= 0,45 \cdot 7,0 = 3,15 \text{ м}; \\ D_{\text{окр}3} &= 0,65 \cdot 7,0 = 4,55 \text{ м}; \\ D_{\text{окр}4} &= 0,75 \cdot 7,0 = 5,25 \text{ м}; \\ D_{\text{окр}5} &= 0,95 \cdot 7,0 = 6,65 \text{ м}; \end{aligned} \quad (2.63)$$

Кількість шпурів у кожній окружності визначається за формулою:

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{\pi \cdot D_{\text{окр}}}{d} = \frac{\pi \cdot 1,54}{0,68} = 7 \text{ шт} \\ N_2 &= \frac{\pi \cdot D_{\text{окр}}}{d} = \frac{\pi \cdot 3,15}{0,68} = 15 \text{ шт} \\ N_3 &= \frac{\pi \cdot D_{\text{окр}}}{d} = \frac{\pi \cdot 4,55}{0,68} = 21 \text{ шт}, \\ N_4 &= \frac{\pi \cdot D_{\text{окр}}}{d} = \frac{\pi \cdot 5,25}{0,68} = 28 \text{ шт} \\ N_5 &= \frac{\pi \cdot D_{\text{окр}}}{d} = \frac{\pi \cdot 6,65}{0,68} = 35 \text{ шт} \end{aligned} \quad (2.64)$$

Після чого добавляємо один короткий шпур в центр вибою ствола, тоді загальна кількість шпурів $\Sigma = 107$ шт.

Обсяг обуреної породи (у масиві):

$$V_{\text{зах}} = S_{\text{нач}} \cdot l_{\text{шп}} = 38,5 \cdot 4,4 = 169,4 \text{ м}^3, \quad (2.65)$$

Кількість ВР на заходку визначається по питомій витраті:

$$Q_{\text{зах}} = q * V_{\text{зах}} = 1,693 * 169,4 = 286,79 \text{ кг}, \quad (2.66)$$

Середня кількість ВР на один шпур:

$$Q_{\text{ш}}^p = \frac{Q_{\text{зах}}}{N} = \frac{286,79}{106} = 2,7 \text{ кг}, \quad (2.67)$$

Врубові шпури, як правило, заряджаються зарядами на 10...15% більше середнього значення. Остаточну масу зарядів усіх шпурів уточнюють з урахуванням розміщення в кожному шпурі цілого числа патронів.

Остаточна (фактична) витрата ВР на заходку:

$$Q_{\text{зах}}^{\phi} = N_{\text{вр}} * Q_{\text{вр}} + N_{\text{доп}} * Q_{\text{доп}} + N_{\text{ок}} * Q_{\text{ок}} = 1 * 1,5 + 7 * 3,3 + 64 * 2,7 + 35 * 2,7 = 291,9 \text{ кг}, \quad (2.68)$$

де $N_{\text{вр}}$, $N_{\text{доп}}$, $N_{\text{ок}}$ – кількість відповідно врубових, допоміжних і шпурів, що оконтурюють; $Q_{\text{вр}}$, $Q_{\text{доп}}$, $Q_{\text{ок}}$ – заряд відповідно врубового, допоміжного і шпуру, що оконтурює.

Дані про шпури і заряди наведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Дані про шпури і заряди

Номер шпурів округності	Кількість шпурів в округності	Глибина шпурів, м	Діаметр округності шпурів, м	Відстань між шпурами, м	Відстань між зарядами, м	Заряд одного шпуру, кг	Кут нахилу шпуру, град		Тип за-бійки	Тип електро-детонатора	Величина уповільнення, мс
							до горизонталі	до вертикалі			
0	1	2,0	-	-	-	1,5	90	90	вода	ЭДКЗ-0П	4
1	7	4,9	1,55	0,7	0,7	3,3	90	90	вода	ЭДКЗ-1	15
2	15	4,4	3,15	0,7	0,7	2,7	90	90	вода	ЭДКЗ-2	30
3	21	4,4	4,55	0,7	0,7	2,7	90	90	вода	ЭДКЗ-3	45
4	28	4,4	5,25	0,7	0,7	2,7	90	90	вода	ЭДКЗ-4	60
5	35	4,4	6,65	0,7	0,77	2,7	87	87	вода	ЭДКЗ-5	80

2.8. Організація робіт при проходці ствола у міцних породах

2.8.1 Вибір і обґрунтування режиму роботи бригади

Режим роботи бригади приймаємо такий, яки був встановлений для ділянки ствола в зоні заморожування порід (див. п. 2.5.1.), тобто: чотири зміни на добу при тривалості зміни шість годин і безперервного робочого тижня.

Організація праці – за графіком циклічності.

2.8.2. Розрахунок обсягів робіт на один цикл

Використовуючи раніше отримані розрахункові величини (довжину і кількість шпурів, площу поперечного перерізу ствола у світлі й у проходці, коефіцієнт використання шпурів), обсяги робіт одного циклу визначають з таких виразів:

а) обсяг робіт з буріння шпурів:

$$W_{\text{бур}} = N_{\text{вр}} * L_{\text{вр}} + (N_{\text{доп}} + N_{\text{ок}}) * L_{\text{шп}} = 1 * 2,0 + 7 * 4,9 + (64 + 35) * 4,4 = 472 \text{ м}, \quad (2.69)$$

де $N_{\text{вр}}$, $N_{\text{доп}}$, $N_{\text{ок}}$ – кількість, відповідно, врубових, допоміжних і шпурів, що оконтурюють, шт.;

$L_{\text{шп}}$, $L_{\text{вр}}$, $L_{\text{шп}}$ - довжина, відповідно, врубових та інших шпурів;

б) обсяг робіт з навантаження породи:

$$W_{\text{п}} = S_{\text{пр}} * L_{\text{зах}} = 40,4 * 4,0 = 161,6 \text{ м}^3 \text{ у масиві} \quad (2.70)$$

де $L_{\text{зах}}$ – величина західки, $L_{\text{зах}} = L_{\text{шп}} * \eta$, м; $S_{\text{пр}}$ - площа поперечного перерізу ствола в проходці .

в) обсяг робіт зі зведення монолітного бетонного кріплення:

$$W_{\text{кр}} = L_{\text{зах}} (S_{\text{пр}} - S_{\text{св}}) = 4,0 * (40,4 - 28,26) = 48,56 \text{ м}^3 \quad (2.71)$$

е) обсяг робіт з нарощування тимчасових технологічних трубопроводів:

$$W_{\text{в}} = N_{\text{в}} * L_{\text{зах}} = 1 * 4,0 = 4,0 \text{ м}$$

$$W_{\text{б}} = N_{\text{б}} * L_{\text{зах}} = 1 * 4,0 = 4,0 \text{ м}$$

$$W_{\text{сж}} = N_{\text{сж}} * L_{\text{зах}} = 1 * 4,0 = 4,0 \text{ м} \quad (2.72)$$

де $W_{\text{в}}$, $W_{\text{б}}$, $W_{\text{сж}}$ – обсяги робіт з нарощування, відповідно, трубопроводів вентиляції, подачі бетону і стиснутого повітря, м; $N_{\text{в}}$, $N_{\text{б}}$, $N_{\text{сж}}$ – кількість трубопроводів, відповідно, вентиляції, подачі бетону і стиснутого повітря.

2.8.3. Розрахунок кількісного складу бригади і тривалості циклу

Розрахунок сумарної трудомісткості всіх робіт прохідницького циклу виконується на підставі даних збірника [4] шляхом зведення усіх вихідних величин і тих, що розраховуються, у табл. 2.9.

Комплексна норма виробітку визначається за формулою:

$$K_{\text{НВ}} = \frac{L_{\text{зак}}}{\sum n_i} = \frac{4,0}{30,03} = 0,13 \quad (2.73)$$

Кількість прохідників у змінній ланці спрощено можна приймати, виходячи з площі поперечного перерізу ствола, прийнятих з технологічної схеми і комплексу устаткування за такими рекомендаціям: для суміщеної технологічної схеми – з розрахунку 5-6 м² площі поперечного перерізу ствола на одного прохідника;

Кількість прохідників в ланці визначаємо:

$$n = \frac{S_{\text{СВ}}}{5} = \frac{28,26}{5} = 5,65 \text{ чол} \quad (2.74)$$

Приймаю ланку з шести прохідників.

Таблиця 2.9 – Розрахунок сумарної трудомісткості робіт прохідницького циклу

Процеси прохідницького циклу	Од. вим.	Обсяг робіт на цикл по процесах, W_i	Норма часу згідно зі збірником [15], $N_{\text{ч } i}$	Коефіцієнт до норми часу, що враховує глибину та приток води, k_i	Трудомісткість робіт на цикл, чол.-зм., q_i
Буріння шпурів	м	472	0,75	1,1	6,39
Навантаження породи	м ³	161,6	0,47	1,02	12,4
Зведення монолітного бетонного кріплення	м ³	48,56	1,15	1,05	9,37
Нарощення тимчасових трубопроводів					
а) вентиляції	м	4,0	0,57	1,38	0,52
б) подачі бетону	м	4,0	0,87	1,38	0,8
в) стиснутого повітря	м	4,0	0,6	1,38	0,55
РАЗОМ:					$\sum q_i = 30,03$

2.8.4. Розрахунок часу операцій прохідницького циклу

Тривалість циклу виконання гірничопрохідницьких робіт(прохідницького циклу) визначається за формулою:

$$T = \frac{6 \cdot \sum q_i}{k_n \cdot n} = \frac{6 \cdot 30,03}{1,22 \cdot 6} = 24 \text{ ч} \quad (2.75)$$

де k_n – коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $k_n=1,05...1,25$.

Шляхом інваріантного підбора значень коефіцієнта k_n досягається кратність тривалості циклу цілому числу змін при тривалості зміни 6 годин (наприклад: 18, 24, 30, 36 і т.д. годин).

Явочний склад бригади при 4-змінному режимі роботи буде:

$$n_{\text{яв}} = 4 \cdot n = 4 \cdot 6 = 24 \text{ чол.} \quad (2.76)$$

Обліковий склад бригади складе:

$$n_{\text{обл}} = n_{\text{яв}} \cdot k_{\text{об}} = 24 \cdot 1,81 = 44 \text{ чол.} \quad (2.77)$$

де $k_{\text{об}}$ – коефіцієнт облікового складу, що у свою чергу визначається із співвідношення:

$$k_{\text{сп}} = \frac{T}{T_{\text{роб}}} = \frac{355}{196} = 1,81 \quad (2.78)$$

де T – кількість днів роботи ділянки в році; $T_{\text{роб}}$ – кількість днів роботи прохідника в році;

$$T = 365 - t_{\text{св}} = 365 - 10 = 355 \text{ дн.} \quad (2.79)$$

$$T_{\text{роб}} = 0,96 \cdot (365 - t_{\text{св}} - t_{\text{вих}} - t_{\text{відп}}) = 0,96 \cdot (365 - 10 - 85 - 66) = 196 \text{ дн.} \quad (2.80)$$

де $t_{\text{св}}$ – кількість святкових днів у році, $t_{\text{св}}=10$;

$t_{\text{вих}}$ – кількість вихідних днів у році, $t_{\text{вих}}=85$;

$t_{\text{відп}}$ - кількість календарних днів відпустки прохідника в році, $t_{\text{відп}} = 66$.

На графіку організації робіт прохідницького циклу при суміщеній схемі проходки наносяться виконувани послідовно чи з невеликим суміщенням у часі такі процеси: навантаження породи, зведення постійного кріплення (сполучений і несполучений з навантаженням породи час) і нарощування технологічних трубопроводів з урахуванням перевиконання норм виробітку.

Стосовно до проходки ствола за суміщеною схемою розрахунок часу та складання графіка організації робіт проводяться в наступному порядку.

Залежно від обсягів робіт, трудомісткості виконання, кількості зайнятих прохідників і коефіцієнта перевиконання норм виробітку час на нормовані процеси визначається з наступного виразу:

$$t_i = \frac{q_i * T_{зм} * L}{n_l * k_n} = \frac{q_i}{n_l} * M, \text{ ч.} \quad (2.81)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, $T_{зм} = 6$ годин; L – коефіцієнт, що враховує час на ненормовані операції;

$$M = \frac{T_{зм} * L}{k_n} = \frac{6 * 0,85}{1,22} = 4,08 \text{ – умовно постійна величина} \quad (2.82)$$

$$L = \frac{T_{ц} - t_{но}}{T_{ц}} = \frac{(24 * 60) - 214}{24 * 60} = 0,85 \quad (2.83)$$

де $t_{но}$ – час на ненормовані операції, хв;

$$t_{но} = t_3 + t_{пр} + t_{сп} + t_{вм} + t_{вз} + t_{вп} + t_{бс} + t_p = 54 + 30 + 40 + 10 + 10 + 20 + 20 + 30 = 214 \text{ хв.} = 3 \text{ год.} 34 \text{ хв.} \quad (2.84)$$

t_3 – час заряджання шпурів, хв:

$$t_3 = \frac{N * t'_3}{n_3} = \frac{107 * 3}{6} = 54 \text{ хв.} \quad (2.85)$$

$t_{пр}$ – час провітрювання $t_{пр} = 30$ хв.;

$t_{сп}$ – час здачі-приймання зміни $t_{сп} = 40$ хв.;

$t_{вм}$ - час спуску вибухових матеріалів (ВВ и СВ), $t_{вм} = 10$ хв.;

$t_{вз}$ - час виїзду підривника, $t_{вз} = 10$ хв.;

$t_{вп}$ – час на спуск, під'єднання та видачу пневматичного обладнання для виїмки породи, $t_{вп} = 20$ хв;

$t_{бс}$ - час приведення ствола в безпечний стан після вибухових робіт, $t_{бс} = 20$ хв.;

t_p - резервний час, рівний 30 хв.

Час прохідницького циклу можна визначити як суму витрат часу на виконання окремих процесів:

$$T_{ц} = t_{бур} + t_{п} + t_{кр} + t_{тр} + t_{но}, \text{ год.} \quad T_{ц} = 3,9 + 9,0 + 6,26 + 1,34 + 3,56 = 23 \text{ год} 59 \text{ хв} \quad (2.86)$$

де $t_{бур}$ – час на буріння шпурів:

$$t_{\text{бур}} = 4,08 * \frac{6,39}{6} = 4,35 \text{ год} \quad (2.87)$$

$t_{\text{п}}$ – час на навантаження породи:

$$t_{\text{п}} = 4,08 * \frac{12,4}{6} = 8,43 \text{ год.}$$

$t_{\text{кр}}$ – час на зведення кріплення:

$$t_{\text{кр}} = 4,08 * \frac{9,37}{6} = 6,37 \text{ год.} \quad (2.88)$$

$t_{\text{тр}}$ – час на нарощування всіх технологічних трубопроводів:

$$t_{\text{тр}} = 4,08 * \frac{0,52+0,8+0,55}{6} = 1,27 \text{ год.} \quad (2.89)$$

2.9. Техніко-економічні показники проходки ствола у міцних породах буропідривним способом

2.9.1. Швидкість проходки ствола

Добова швидкість проходки ствола складає:

$$V_{\text{доб}} = \frac{4 * L_{\text{зах}}}{m} = \frac{4 * 4,0}{4} = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{доб}} \quad (2.90)$$

де m – тривалість циклу в змінах.

Місячна швидкість проходки ствола буде:

$$V_{\text{міс}} = v_{\text{доб}} * n_{\text{доб}} = 4,0 * 30 = 120 \frac{\text{м}}{\text{міс}} \quad (2.91)$$

де $n_{\text{доб}}$ – кількість діб роботи ділянки. $n_{\text{доб}} = 30$ діб.

2.9.2. Тривалість проходки ствола

$$T_{\text{ст}} = \frac{H_{\text{ст}}}{V_{\text{міс}}} = \frac{650}{120} = 5,4 \text{ міс.} \quad (2.92)$$

де $H_{\text{ст}}$ – загальна глибина ствола, м.

2.9.3. Продуктивність праці прохідника

Визначається в такий спосіб:

$$\Pi = \frac{L_{\text{зах}}}{n_{\text{л}} * m} = \frac{4,0}{6 * 4} = 0,16 \text{ м/люд. -зм} \quad (2.93)$$

Також продуктивність праці прохідника може бути виражена в кубічних метрах готового ствола у світлі, тобто:

$$\Pi' = \Pi * S_{\text{св}} = 0,16 * 28,26 = 4,52 \text{ м}^3/\text{люд. -зм.} \quad (2.94)$$

2.10. Виконання основних прохідницьких процесів

2.10.1 Навантаження породи

Протягом прохідницького циклу виконуються основні і допоміжні процеси, в тому числі: спуск і підйом людей, матеріалів, устаткування, буропідривні роботи, провітрювання, видача породи, зведення постійного кріплення, нарощування трубопроводів.

Навантаження породи є одним з найбільш трудомістких процесів, який за часом займає до 40% тривалості циклу. Основними операціями є навантаження і підйом породи.

Навантаження породи здійснюється вантажною машиною КС-2у/40. Конструкція машини наведена на рис. 2.4. Основні технічні характеристики приведені в табл. 2.10.

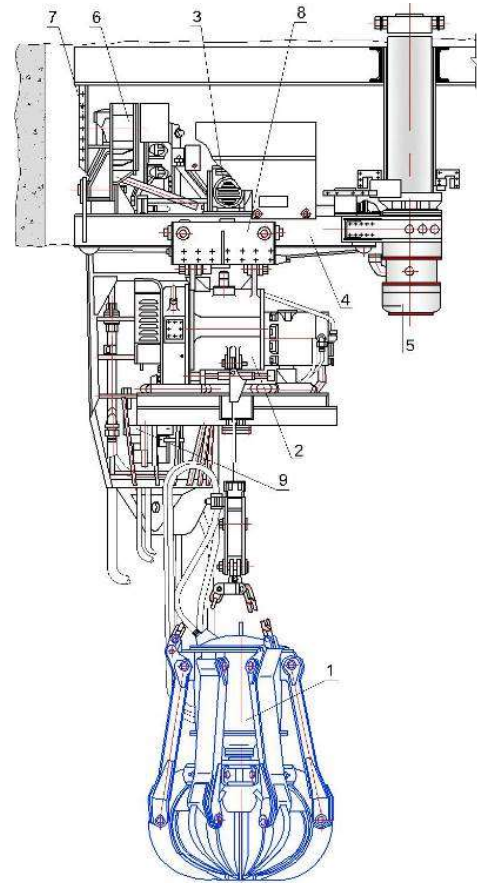


Рисунок 2.4 – Стволова вантажна машина КС-2у / 40: 1 – грейфер; 2 – тельфер; 3 – лебідка; 4 – рама; 5 – центральна підвіска; 6 – візок повороту; 7 – кільцевий монорельс; 8 – візок тельфера; 9 – кабіна машиніста

Таблиця 2.10 – Основні технічні характеристики КС-2у/40

Назва показника	Кількість
Кількість грейферів	1
Кількість комплектів механізмів водіння і управління грейферами, шт	1
Технічна продуктивність з навантаження породи, м ³ /хв, не менше	1,7
Тривалість циклу навантаження, с	20-25
Місткість робочого органу (грейфера), м ³	0,7
Встановлена потужність електродвигунів компресорів, кВт, не більше	320
Маса машини, т	10

2.10.2 Провітрювання

Для провітрювання вибою ствола під час проходження приймаємо нагнітальну схему (рис. 2.5), яка має низку переваг: безперервне нагнітання свіжого повітря в привибійний простір, швидке провітрювання вибоїв, можливість застосування гнучких повітропроводів із тканинних труб, та ін.

Основними параметрами при обранні вентиляторної установки для провітрювання ствола є: кількість повітря, яке необхідно подати у вибій, а також напір, який треба створити для подачі розрахункової кількості повітря у вибій ствола за прийнятою схемою провітрювання.

Витрати повітря для провітрювання ствола визначаємо за такими факторами:

а) найбільша кількість працюючих у стволі людей:

$$Q_{\text{заб}}^{\text{Л}} = 6n = 6 * 6 = 36 \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (2.95)$$

де n – максимальна кількість робітників, зайнятих у зміну, чол.; $6 \text{ м}^3/\text{хв}$ – витрата повітря на чоловіка.

б) мінімально припустима швидкість руху повітря (пиловий фактор):

$$Q_{\text{заб}}^{\text{ШВ}} = 60 * v_{\text{min}} * S_{\text{св}} = 60 * 0,15 * 28,26 = 254,34 \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (2.96)$$

де v_{min} – мінімально припустима швидкість руху повітря, $v_{\text{min}} = 0,15 \text{ м/с}$.

в) розрідження отруйних газів від підривних робіт:

$$Q_{\text{заб}}^{\text{ВВ}} = \frac{2,25 * S_{\text{св}}}{t} * \sqrt[3]{\frac{B * b * \varphi}{\rho^2 * S_{\text{св}}}} * L^2 = \frac{2,25 * 28,26}{30} * \sqrt[3]{\frac{297,3 * 40 * 0,5}{1,04^2 * 28,26}} * 690^2 = 960 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}, \quad (2.97)$$

де t – максимальний час провітрювання ствола після вибуху, $t = 30 \text{ хв}$;

B – кількість ВР, що одночасно підривається ВР, кг;

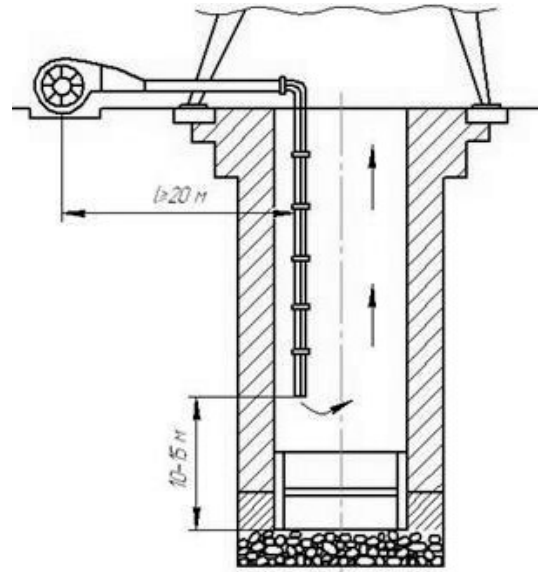


Рисунок 2.5. – Нагнітальна схема провітрювання ствола з використанням вентиляційної установки місцевого провітрювання

b – газовість ВР, л/кг. При підричних роботах по породі $b = 40$ л/кг, по ву-гіллю $b = 100$ л/кг;

φ – коефіцієнт обводненості ствола = 0,5

$$L = \frac{12.5 * B * b * k_T}{S_{св}} = \frac{12.5 * 297,3 * 40 * 0,22}{28,26} = 1157,2, \quad (2.98)$$

тут k_T – коефіцієнт турбулентної дифузії. Для привибійного простору можна прий-мати $k_T = 0,22 \dots 0,32$

L вважаємо рівним 690 м, так як $L > H_{ст.}$

p – коефіцієнт витоків повітря з трубопроводу. Визначається так:

$$p = \left(\frac{1}{3} * d_m * k_{num} * \frac{H_c}{l_m} * \sqrt{R} + 1 \right)^2; \quad (2.99)$$

$$p = \left(\frac{1}{3} * 1,2 * 0,0006 * \frac{690}{3} * \sqrt{0,54} + 1 \right)^2 = 1,04, \quad (2.100)$$

де d_m – діаметр вентиляційного трубопроводу, м;

k_{num} – коефіцієнт питомої стикової повітропроникності, що дорівнює при прядив'яних прокладках 0,003, а при гумових – 0,0006;

H_c – довжина ставу труб, м;

l_m – довжина ланки трубопроводу (однієї труби), м;

R – аеродинамічний опір трубопроводу,

$$R = \frac{6.5 * \alpha * H_c}{d_m^5} = \frac{6.5 * 0,0003 * 690}{1.2^5} = 0,54, \quad (2.101)$$

де α – коефіцієнт аеродинамічного опору вентиляційних труб (для металевих труб діаметром від 0,6 до 1,2 м слід приймати α в інтервалі від 0,00036 до 0,00025 даПа х с²/м²).

З усіх трьох отриманих значень $Q_{заб}^л$, $Q_{заб}^{шв}$, $Q_{заб}^{вр}$ обирається найбільша кіль-кість повітря, що повинне бути подане у вибій, а з урахуванням коефіцієнта ви-току визначається подача вентилятора:

$$Q_{вент} = 960 * 1.04 = 998,4 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.102)$$

Для максимальної довжини трубопроводу (на кінцеву глибину) і його діаме-тра визначається потрібний тиск (напір) вентилятора:

$$h_{вент} = 9,8 * 0,31 * Q_{вент} * Q_{заб} = 9,8 * 0,31 * 16,6 * 16 = 806 \text{ Па}, \quad (2.103)$$

при цьому розмірність $Q_{вент}$ і $Q_{заб}$ приймаються в м³/хв.

2.10.3. Прохідницький підйом

Проходку ствола здійснюємо з використанням постійного (експлуатаційного) копра і двох підйомних машин.

Підйомну машину вибираємо типу ЦР – 4,3 / 0,7.

Прохідницькі бадді типу БПС-3:

Місткість, м³ – 3

Діаметр корпусу, мм – 1600

Маса, кг – 050

Для навішування бадей до підйомним прядивих канатів приймаємо причіпні пристрої УПЗ. У комплект обладнання БПС входить також напрямна рамка, що представляє собою зварний каркас з парасолькою, розтруба, ляд з кронштейнами і електролебідкою.

Напрямна рамка:

Відстань між канатами, мм – 1930

Висота, мм – 4675

Ширина, мм – 1905

Маса розвантажувальної ляди, кг – 1600

2.10.4. Допоміжне устаткування

Підвісний полок служить для захисту людей які перебувають у вибої, від випадково падаючих предметів, ще полок служить для кріплення напрямних канатів і підвіски вантажних машин. На ньому розміщують світильники, кабелі, шланги стиснутого повітря, обладнання для вибухових робіт. Застосовуємо 2-х поверховий полок. Під нижнім поверхом укріплена монорейка для установки на ньому грейферного навантажувача. Електрообладнання полку складається з декількох систем стволової сигналізації, телефонного зв'язку, газового захисту, освітлення і блокування від зіткнення цебер з вантажниками. Рятувальні сходи призначені для підйому людей в разі аварії з і повинні забезпечувати розміщення на них одночасно всіх робочих найбільшої зміни. Приймаємо рятувальну драбину ЛЗ-1.

Освітлення стовола і підвісного обладнання проводиться світильником ППН-500. Зв'язок здійснюється за допомогою стоволового радіозв'язку ТДВ-2

Дані про прохідницькі лебідки наведені в таблиці 2.2.

2.10.5. Водовідлив

Продуктивність водовідливу баддями одного підйому визначається так:

$$Q_{\text{бад}} = V_{\text{бад}} * k_{\text{зап}} * n * \mu_0 = 5 * 0,95 * 8 * 0,3 = 11,4 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.104)$$

де $V_{\text{бад}}$ – місткість бадді, м^3 ;

$k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт заповнення бадді;

Слід приймати: $k_{\text{зап}} = 0,95 \dots 0,97$ для $V_{\text{бад}} \geq 3 \text{ м}^3$ і

$k_{\text{зап}} = 0,92 \dots 0,95$ для $V_{\text{бад}} < 3 \text{ м}^3$;

μ_0 – коефіцієнт пустот у завантаженою породою бадді. Залежить від кускуватості і структури породи; $\mu_0 = 0,3$;

n – кількість підйомів у годину,

$$n = \frac{3600}{T_{\text{ц}} * \varphi} = \frac{3600}{400 * 1,15} = 7,82 \approx 8 \text{ підйомів}, \quad (2.105)$$

де $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу підйому, с. Для орієнтованих розрахунків при однокінцевому підйомі можна приймати при $H_{\text{ств}} > 600 \text{ м}$ - $T_{\text{ц}} = 400 \text{ с}$;

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТВОЛА В УМОВАХ ВЕЛИКИХ ОСІДАНЬ ПОРОДНОГО МАСИВУ

3.1 Водозниження і його роль у формуванні умов і режиму роботи кріплення вертикальних стволів ЗЗРК

Умови проведення, кріплення і підтримання вертикальних стволів на Південно-Білозерському родовищі характеризуються такими факторами:

- повсюдним поширенням товщі слабких осадових порід потужністю 250-300 м, що залягають горизонтально;
- сильним ступенем вивітрювання верхньої товщі кристалічного масиву порід, потужність яких становить 100 м;
- наявністю на родовищі семи водоносних горизонтів з напорами до 330 м і дебітом до 330 м³/год, приурочених до осадової товщі і верхньої тріщинуватої зони кристалічного масиву;
- наявністю в інтервалі глибин 250-400 м комплексу обводнених порід схильних до ущільнення при зниженні гідростатичного напору води.

Однак, умови і режим роботи вертикальних стволів визначаються не стільки природними геологічними та гідрогеологічними особливостями родовища, скільки явищами, які мають місце в процесі його освоєння.

Освоєння і експлуатація Південно-Білозерського родовища супроводжується роботами з осушення нижнього комплексу водоносних горизонтів: бучакського, крейдяного і рудно-кристалічного.

Зниження рівнів води в цих горизонтах істотно змінило гідрогеологічний режим родовища, послужило причиною ущільнення порід в інтервалі глибин 250-400 м і осіданням товщі порід, розміщеної вище [19-22].

Тривалі інструментальні спостереження за зрушенням земної поверхні і ущільненням порід всередині масиву, що проводилися з 1961 по 1973-74 рр. дозволили встановити [23]:

- 1) глибоке водозниження на полі комбінату ЗЗРК №1 викликало суттєве ущільнення і зрушення потужної товщі порід на площі незрівнянно більшою, ніж зона впливу очисних робіт. В результаті всі стволи ЗЗРК №1, розташовані за проектом поза зоною впливу очисних робіт, виявилися в зоні активних деформацій гірського масиву задовго до початку ведення очисних робіт;
- 2) рельєф земної поверхні зазнає значних змін і залежить головним чином від форми, розмірів і динаміки формування депресійної воронки в бучакському і гідравлічно пов'язаних з ним крейдянному і рудно-кристалічному водоносних горизонтах;
- 3) процес деформування породного масиву протікає плавно і тривалий період (з 1965 року по теперішній час), в силу чого абсолютні і відносні деформації окремих шарів гірських порід, а також зрушення товщі, що розміщена вище сягає дуже великих значень. Осадка поверхні в районі центральної групи стволів ЗЗРК №1 на 1974 рік перевищила 2,25 м, а остаточна величина її за прогнозом ВНДМІ сягне 4,6 м. Відносна деформація стиснення максимальна в нижній частині осадової товщі (крейдяні відкладення) і сягає величини 0,033, що в десятки разів більше допустимих деформацій стиснення бетону і чавуну. Горизонтальні зміщення точок поверхні сягають величин в кілька десятків сантиметрів і спрямовані до центрів мульди зрушення (устя Допоміжного ствола змістилося до центру мульди на 20 см.);
- 4) поширення і характер деформацій по глибині розкриття вельми нерівномірно. Деформації стиснення відчувають в основному породи в інтервалі глибин 250-400 м, а товща порід, що розміщена вище тільки осідає. Горизонтальні ж зрушення і деформації мають місце на крилах мульди зрушення, максимальні у верхній частині гірського масиву і практично відсутні на глибині понад 250-300 м. Ступінь деформування гірського масиву змінюється не тільки при переході від одного шару гірських порід до іншого, а й в межах одного і того ж шару, а також у міру розростання мульди зрушення;

5) деформації товщі гірських порід надали досить істотний вплив на формування умов і режиму роботи кріплення шахтних стволів.

До початку осадки і ущільнення гірських порід кріплення ствола працює в режимі спільної деформації з породним скелетом: деформація системи кріплення-масив визначається деформативною здатністю як масиву, так і кріплення. Основний вид деформації – радіальні зміщення. Кріплення піддається обтисненню сумарним радіальним розподіленим навантаженням з боку породного скелета і напірних вод. При цьому навантаження на кріплення з боку породного скелета дуже високе в пластичних і сипучих породах, незначне в порівняно міцних (вапняки, пісковики) і дуже мале в породах кристалічного масиву.

Після зниження напорів в водоносних горизонтах до такої міри, що починається процес ущільнення і зрушення гірських порід, кріплення вертикального ствола працює в режимі заданих деформацій, тобто деформації кріплення визначаються деформаціями масиву гірських порід, що вміщує ствол. У цих умовах кріплення поряд з радіальними зміщеннями до центру ствола, відчуває деформацію вертикального стиснення і вигину до центру мульди зрушення. В водоносних породах, що осушують гідростатичний тиск на кріплення ствола зменшується, а тиск з боку породного скелета зростає.

Досвід спорудження стволів в умовах Південно-Білозерського родовища, а також аналіз даних спостережень за зрушенням і ущільненням породного масиву в результаті водозниження дозволив сформулювати вимоги, яким повинне задовольняти кріплення вертикального ствола в складних гідрогеологічних умовах при активній деформації породного масиву:

1. Витримувати радіальний тиск порядку 4,0...5,0 МПа.
2. Бути водонепроникним.
3. Забезпечити безаварійну роботу ствола при значних деформаціях породного масиву – вертикальних близько 3...4 метрів і горизонтальних близько 20...40 см.

У Розділі 2 для забезпечення стійкості ствола при його проходженні та експлуатації в складних умовах за постійне кріплення прийнята конструкція комбінованого кріплення, що складається з зовнішнього шару передового бетонного кріплення товщиною 40 см, внутрішнього тубінгового кріплення, яке встановлюється в забої з невеликим відставанням від передового бетонного і тампонажного шару товщиною 20 см, що заповнює простір між тубінговим кільцем і бетоном.

Для попередження деформацій і руйнування жорсткого кріплення ствола, проведеного по обводнених породах в умовах великих осідань масиву при виконанні комплексу робіт з водозниження, необхідно обґрунтувати такі технічні рішення:

1. Рациональну конструкцію вузла податливості жорсткого постійного кріплення ствола.
2. Визначити величину податливості кріплення – кожного вузла податливості окремо і сумарну податливість кріплення ствола для попередження його руйнування від вертикальних зміщень.
3. Місця установки вузлів податливості по глибині ствола.

3.2 Обґрунтування кріплення і вертикальних вузлів податливості для стволів ЗЗРК

Для збереження цілісності кріплення ствола при водозниженні необхідно забезпечити потенційну можливість вертикальної податливості, інакше надалі вона може бути зруйнована, про що свідчить наявний практичний досвід будівництва та експлуатації стволів в умовах даного родовища.

Відомо, що під час експлуатації стволів в масивах, на які впливають очисні роботи чи водозниження, вертикальні деформації порід можуть перевищити граничні значення (табл. 3.1) для матеріалу кріплення, що й призводить до його руйнування [24]. В таких випадках слід застосовувати спеціальні конструктивні елементи, котрі забезпечують податливість кріплення.

Загальні рекомендації щодо застосування засобів охорони жорсткого кріплення залежать, в першу чергу, від типу руйнування. Так, якщо деформації розтягування перевищують допустимі значення, то кріплення розділяється горизонтальними швами з інтервалом не більш ніж 15 м (бажано в місцях слабких шарів порід).

Таблиця 3.1 – Відносні вертикальні граничні деформації кріплення, мм/м

Тип кріплення	При стиску	При розтяганні
Монолітне	0,85	За несучою здатністю – 0,85 За розкриттям тріщин – 0,25
Збірне	2	1

При деформаціях стиску, більш ніж допустимі значення, що доходять до 15 мм/м, необхідно передбачати вузли вертикальної податливості або забезпечувати проковзування кріплення на ділянках, що захищаються.

При більших, ніж 15 мм/м, вертикальних деформаціях необхідно передбачати осадочні зони та вузли вертикальної податливості.

При горизонтальних деформаціях порід внаслідок впливу очисних робіт необхідно застосовувати кріплення підвищеної несучої здатності, котре повинно мати також радіальну податливість. Найбільш розповсюдженим способом забезпечення вертикальної податливості в стволах є розділення кріплення

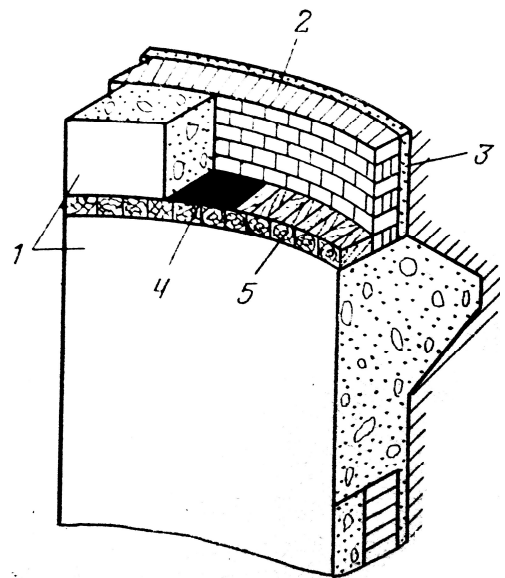


Рисунок 3.1 – Податливе кріплення ствола конструкції ВНДІОМШБ: 1 – внутрішній несучий бетонний шар; 2 – зовнішня оболонка з пустотілих блоків; 3 – бетонне заповнення; 4 – шари толі або руберойду; 5 – дерев'яні бруски

горизонтальними швами, заповненими податливими прокладками. Як податливі прокладки зазвичай використовують дерев'яні бруски та дошки.

На рис. 3.1 наведена конструкція кріплення ствола, розроблена ВНДІОМШБ, що забезпечує вертикальну та радіальну податливість [24]. Вертикальна податливість створюється за рахунок горизонтальних швів 5, заповнених дерев'яними брусками, радіальна – за рахунок податливої зовнішньої оболонки з пустотілих блоків 2, що руйнуються при зростанні гірничого тиску. Досвід свідчить, що прокладки з початковою товщиною 40 мм можуть бути деформовані до товщини 12 мм.

Проте застосування дерев'яних прокладок не надає надійного захисту при проходженні обводнених порід. Крім того, величина податливості шару з дерев'яних прокладок дуже обмежена тому потребує влаштування значної кількості їх по глибині ствола.

Більш надійними конструкціями є різні вузли податливості, які споруджуються в місцях найбільших передбачуваних деформацій циліндра кріплення. Як правило, конструкції податливих пристроїв відрізняються великою складністю, що обумовлено вимогами гідроізоляції.

На рис. 3.2, *а* показана конструкція телескопічного вузла податливості для кріплення з чавунних тюбінгів [25]. Вузол приурочений до опорного башмака, на якому розташована верхня колона, що закінчується сальниковим кільцем. Нижня колона примикає до верхньої за допомогою сальникових кілець 2 і хвилястого кільця з листової сталі 5. Взаємне зміщення нижньої і верхньої тюбінгових колон забезпечується зазором в сальнику деформацією хвилястої вставки.

На рис. 3.2, *б* показана конструкція вузла податливості при сталобетонному кріпленні, запатентоване в ряді країн Західної Європи [25]. Основу вузла становить кільцева порожнина 17, заповнена бітумом, циліндри з гофрованої сталі, що забезпечують водонепроникність при вертикальному переміщенні конструкцій, і вінець жорсткості 18, що обмежує розміри переміщень кріплення. При осьовому стисненні кріплення бітум видавлюється з вузла податливості й відводиться по трубі.

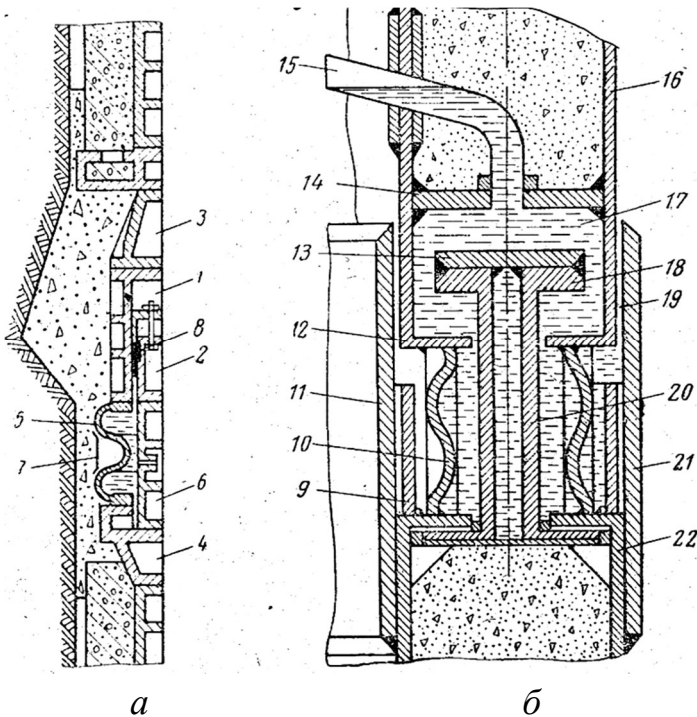


Рисунок 3.2 – Вузли вертикальної податливості ствола:

а – при тубінговому кріпленні;
б – при сталобетонному кріпленні

1 – сальникове кільце верхнього циліндра; 2 – сальникове кільце нижнього циліндра; 3, 4 – конічні кільця; 5 – кільце з листової сталі; 6 – проміжне тубінгове кільце; 7 – сталевий лист; 8 – сальник; 9 – упорне кільце; 10 – кільце з хвилястої сталі; 11 – внутрішній сталевий циліндр; 12 – скоба верхньої секції; 13 – накладка вінця жорсткості; 14 – основа верхньої секції; 15 – зливна труба; 16 – верхня секція; 17 – кільцева камера; 18 – верхня скоба; 19 – кільцева щілина; 20 – вінець жорсткості; 21 – зовнішній сталевий циліндр; 22 – нижня секція кріплення

Є також інші конструкції вузлів податливості кріплення, які, як показано на рис. 3.2, не мають ступеня свободи в горизонтальному напрямку, тому при вигині циліндра кріплення герметичність їх може бути порушена.

Взагалі, наведені конструкції вузлів податливості надто складні у виготовленні та зведенні, що збільшує ймовірність їх відмови, або недостатньої величини вертикальних зміщень.

Для умов Запорізького залізрудного комбінату трестом «Шахтспецбуд» були розроблені інші вузли вертикальної податливості.

Варіанти вузлів податливості, що влаштовувалися при перекріпленні Південного ствола ЗЗРК наведені на рис. 3.3 [22].

Не зважаючи на значно простішу конструкцію вузлів, слід визнати, що вони пристосовані до умов виконання ремонту стволів, які зазнали саме аварійних деформацій кріплення і не гарантують надійної роботи податливої ділянки кріплення при подальших зміщеннях породного масиву.

У вузлі податливості, наведеному на рис. 3.3 замість зовнішнього шару бетону встановлювалась тюрінгова колона з 5-ти кілець діаметром у світлі 7,0 м. Простір між тюрінгами та породою тампонувався. При зведенні внутрішніх кілець тюрінгового кріплення (в зоні раніш встановлених кілець діаметром 7,0 м) залишали зазор висотою 600 мм, а для податливості бетонного кріплення укладалася бітумна подушка висотою 700 мм. Остання була як гідроізоляційний пояс при подальшому відтаванні порід і переходу їх у природний обводнений стан. При осіданні порід залишки бітуму стікали по стінках двох нижче встановлених кілець, покритих шаром бітуму товщиною 5...10 мм.

Влаштування даного вузла податливості при будівництві

ствола не вносить значних ускладнень в технологію кріплення. За конструкцією цей вузол значно простіший ніж наведений на рис. 3.2 та надійніший, ніж конструкція з дерев'яними елементами (див. рис. 3.1). Застосування подвійної тюрінгової колони з кілець діаметром 6,0 і 7,0 м забезпечує рівномірність кріплення ствола в зоні податливого елемента – в місці розриву тюрінгової колони.

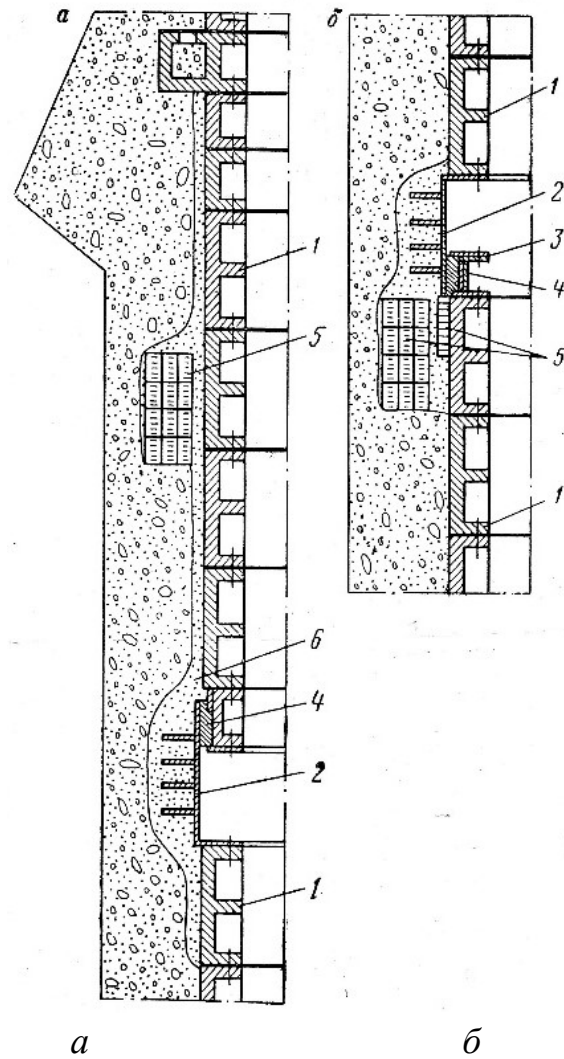


Рисунок 3.3 – Конструкції вузлів податливості в Південному стволі Запорізького залізорудного комбінату, влаштовані під час перекріплення ствола: *а* – ділянка №5; *б* – ділянка №1; 1 – тюрінгове кільце $D_{\text{св}} = 6$ м; 2 – сталеві зварні сегменти (зовнішнє кільце ущільнення); 3 – сегменти внутрішнього кільця ущільнення; 4 – ущільнення (гумовий або бітумінований канат); 5 – пустотіла цегла; 6 – активізований піщано-цементний розчин

Таким чином, виконаний аналіз з урахуванням конструктивних і технологічних факторів, свідчить, що найбільш ефективним вузлом податливості для розглянутих умов є телескопічна конструкція, представлена на рис. 3.4.

3.3 Обґрунтування величини можливих зміщень кріплення і зміщень вузлів податливості для вертикальних стволів ЗЗРК

За даними [1] інтенсивна осадка порід розвивалася в той час, коли стволи були пройдені і закріплені.

Дані по вертикальним осадкам по стволах першої групи наведені на рис. 3.5 і 3.6 [21], а також в табл.3.2 [22].

При цьому було встановлено, що руйнування та деформації стволів мають зональний характер і приурочені до зон контактів водоупорних порід з водоносними пластами, що дреноються.

Аналіз наявних даних [21, 22] дозволяє зробити висновок, що незалежно від конструктивних особливостей, місць і часу встановлення вузлів податливості існує значна складно прогнозована нерівномірність ущільнення як в окремих шарах, так і в межах одного шару.

Існуючий досвід свідчить про те, що вузли телескопічної податливості, розташовані не в верхній частині крейдових відкладень не в змозі повністю сприйняти деформації, що виникають, і часто компенсують лише до 50% від сумарної вертикальної примусової деформації [21].

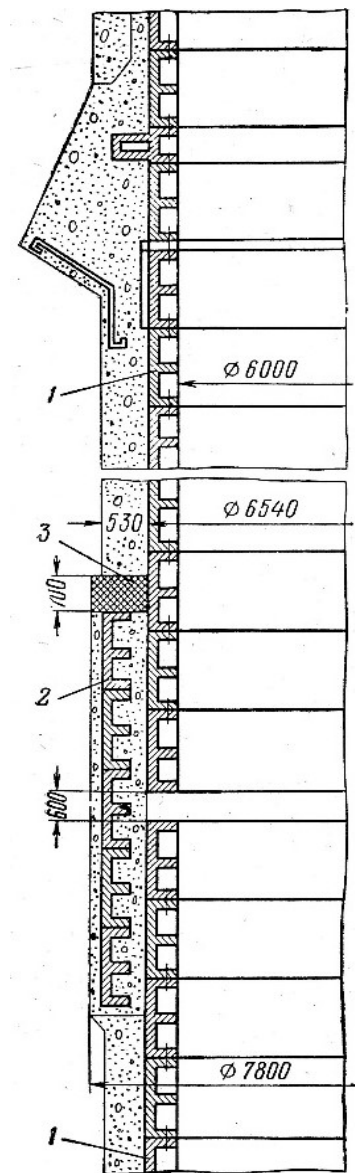


Рисунок 3.4. – Конструкція вузла податливості в Північному стволі Запорізького залізорудного комбінату: 1 – тубінгове кільце $D_{\text{св}} = 6$ м; 2 – тубінгове кільце $D_{\text{св}} = 7$ м; 3 – шар податливого бетону

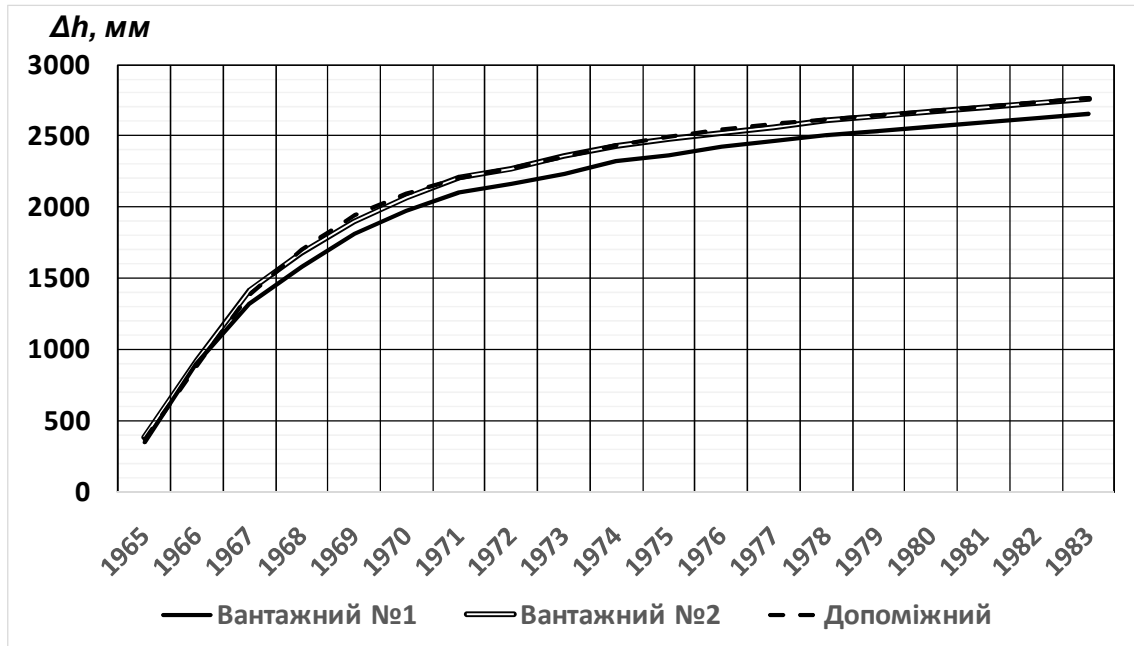


Рисунок 3.5 – Динаміка осідання нульових рам стволів ЗЗРК за період спостережень у 1965-1983 рр.

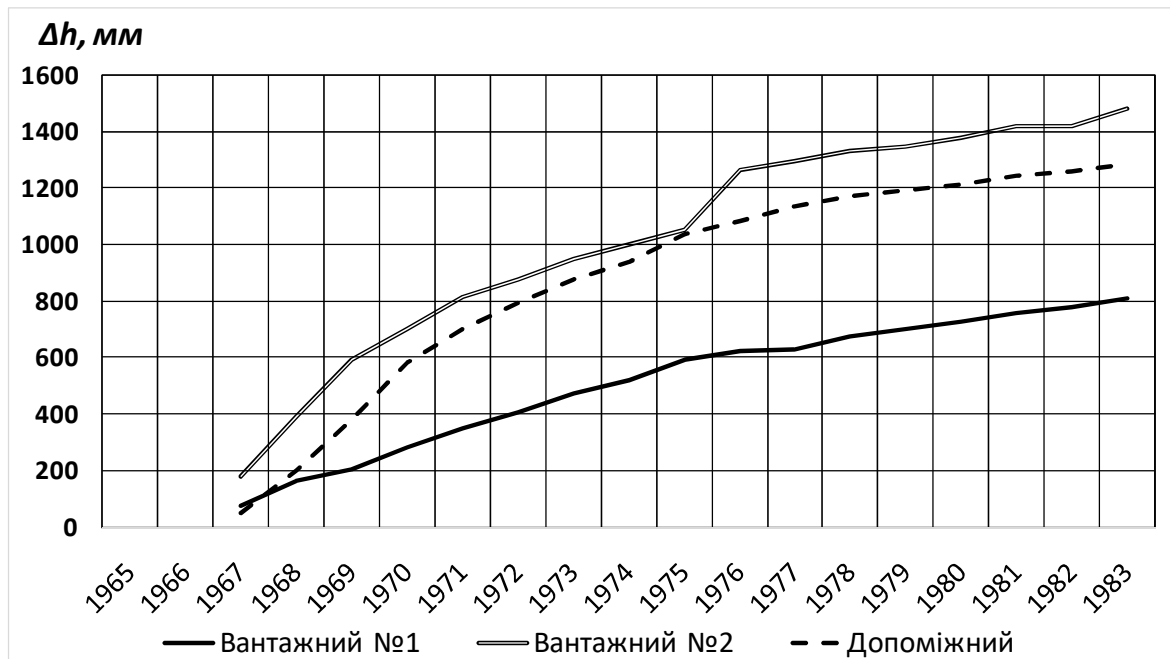


Рисунок 3.6 – Динаміка зміни стиснення вузлів податливості в стволах ЗЗРК за період спостережень у 1965-1983 рр.

Таблиця 3.2 – Величини інтенсивних осадок порід при водозниженні [22]

Найменування ствола	Величина осадки у період з 24.07.1965 по 15.10.1969 р., мм
Південний	1767
Північний	1114
Допоміжний	1973
Вантажний №2	1930
Вантажний №1	1833
Дренажний	766

Частину осадок можна компенсувати пікотажними швами, а також за рахунок пружних і пластичних властивостей матеріалів кріплення. Слід, однак врахувати, що кількість пікотажних швів в кріпленні необхідно мінімізувати, оскільки з часом, вони будуть потенційними джерелами припливу води в ствол, вже під час його інтенсивної експлуатації.

Згідно з даними [24] допустимі відносні вертикальні пружні деформації при стисканні становлять 0,85 мм/м і 2 мм/м для монолітної і збірної конструкції кріплення ствола відповідно.

За результатами досліджень, наведених в роботі [27], фактичні величини деформацій стиску монолітного кріплення (бетон, залізобетон) в тривалому режимі навантаження набагато перевищували допустиму величину деформації стиску (0,85 ‰). При цьому гранична величина стиску бетонного кріплення в тривалому режимі навантаження може бути прийнята рівною 4‰.

Таким чином, з урахуванням даних маркшейдерських спостережень максимальних зареєстрованих осадок при інтенсивному водозниженні [21-23], прогнозна величина максимальних осадок порід не повинна перевищувати 3 м. При цьому прогнозна сумарна величина конструктивної вертикальної податливості повинна становити близько 2300 мм (без урахування пружних вертикальних допустимих деформацій).

Виходячи з проектної глибини ствола і типу кріплення, що застосовується, сумарна загальноконструкційна компенсація вертикальних деформацій без влаштування вузлів вертикальної податливості складе близько 700 мм.

Максимальна величина податливості одного вузла складає близько 500 мм. З урахуванням наявних для аналізу даних щодо очікуваних осідань поверхні в місці спорудження ствола [21-23] (близько 3 м), для безремонтної експлуатації ствола рекомендується влаштування 5-ти вузлів вертикальної податливості (ВВП) сумарною податливістю до 2500 мм.

3.4 Обґрунтування місць встановлення вузлів податливості у вертикальному стволі

Пружні деформації жорсткого кріплення вельми обмежені і часто призводять до руйнування тюбінгів і необхідності їх ремонту, в тому числі і дорогої, трудомісткої заміни тюбінгових кілець.

В [23] зібрані відомості про порушення (поломки тюбінгів і вузлів податливості) постійного кріплення центральної групи стволів і роботи з їх відновлення, викликаних значними вертикальними деформаціями осадової товщі і вивіреної зони кристалічного масиву внаслідок водозниження.

У табл. 3.3 наведені дані про ремонтні роботи по трьом вертикальним стволам:

- Допоміжний ствол (ДС) (проходка з 16.12.1962 по 01.11.1965, заморожування з 28.05.1963 по 19.02.1965);
- Вантажний ствол № 2 (ВС 2) (проходка з 03.04.1963 по 28.12.1965, заморожування з 24.06.63 по 06.04.1965);
- Вантажний ствол № 1 (ВС 1) (проходка з 02.06.1963 по 03.10.1966, заморожування з 27.05.64 по 26.10.1965).

Таблиця 3.3 – Відомості про порушення кріплення стволів і ремонтні роботи

Глибина, м	Ствол	Дата поломки	Період ремонта	Конструктив и тип ремонту	Породи
56-57	ВС 2	04.67	05.68	тюбінги	вапняк
59-61	ВС 1	08.65	н.д.	тюбінги	
66-77	ВС 1	08.65	н.д.	тюбінги	
72-76	ДС	02.64	н.д.	тюбінги	
73-75	ВС 2	04.66	н.д.	тюбінги	
80-81	ДС	01.67	11.67	тюбінги	глина
88-90	ВС 2	04.66	н.д.	тюбінги	
226-227	ВС 2	02.68	06.68	ВВП № 1	
229-232	ДС	11.64	01.65	тюбінги	
237	ДС	10.68	н.д.	тюбінги	
240	ДС	07.68	09.68	ВВП № 1	
240-242	ВС 1	10.69	05.70	ВВП № 1	
242-244	ВС 2	02.68	04.68	тюбінги	
292	ДС	07.68	09.68	ВВП № 2	
292	ДС	н.д.	07.71	знято кільце, h = 0,4 м	
306-308	ВС 1	12.66	01.67	ВВП № 2	
306-309	ВС 2	02.66	05.67	тюбінги	
306-310	ВС 2	04.67	04.67	ВВП № 2	
307	ДС	06.69	н.д.	тюбінги	
308	ВС 1	10.69	н.д.	тюбінги	
308-310	ДС	01.67	11.67	ВВП № 3	
309-310	ВС 1	05.69	05.70	реконструкція ВВП № 2	
309-310	ВС 2	10.69	10.69	реконструкція ВВП № 2	
336-339	ДС	01.67	11.67	ВВП № 4	
337	ДС	02.66	06.66	тюбінги	
337-339	ВС 1	08.68	н.д.	тюбінги	
338	ВС 1	05.67	н.д.	тюбінги	
338	ДС	07.68	10.68	реконструкція ВВП № 4	
339	ВС 1	05.69	05.70	ВВП № 3	пісок
339	ВС 2	05.72	н.д.	тюбінги	
364	ДС	06.69	н.д.	тюбінги	сланець кристалічний
364	ДС	04.70	н.д.	тюбінги	
364-369	ВС 1	05.67	05.67	ВВП № 4	
366-369	ВС 1	08.68		тюбінги	
366-369	ВС 1	05.69	06.70	реконструкція УП № 4	
368-372	ДС	07.68	10.68	ВВП № 5	
369-370	ВС 2	02.66	04.66	тюбінги	
369-370	ВС 2	04.67	05.67	ВВП № 3	
369-370	ВС 2	11.69	11.69	реконструкція УП № 3	
369-372	ДС	02.66	06.66	тюбінги	
390	ДС	н.д.	01.71	знято кільце, h = 0,4 м	

Відомості з табл. 3.3, що наведені на рис. 3.7 більш точно визначають місце деформацій жорсткого кріплення [26]. Аналіз представлених відомостей свідчить про те, що значні деформації і руйнування постійного кріплення, викликані осадками породної товщі, приурочені до певних, в якійсь мірі показовим зонам по їх глибині і структурі.

Перша значна група порушень кріплення сталася у верхній частині обстежених стволів, в товщі осадових порід складених тріщинуватими водоносними вапняками і глинами, що їх підстиляють, в інтервалі глибин 56...90 м. Тобто, інтенсивна осадка і вага порід, вже на глибині 56 м і більше, а також досить щільна, пружна глиниста товща потужністю всього в 10 м (глибина 80...90 м) в основі цієї ділянки, в короткий проміжок часу від початку експлуатації ствола призвели до руйнування жорсткого бетонно-тубінгового кріплення.

Більш численні факти порушень приурочені до горизонту бучакських осадових водоносних відкладень в інтервалі глибин 226...244 м. Дана товща характеризується перемежованими, незначними за потужністю, пластами глин, бурого вугілля і водоносних високонапірних пісків. При цьому глини при підвищеному їх зволоженні набувають пластичність

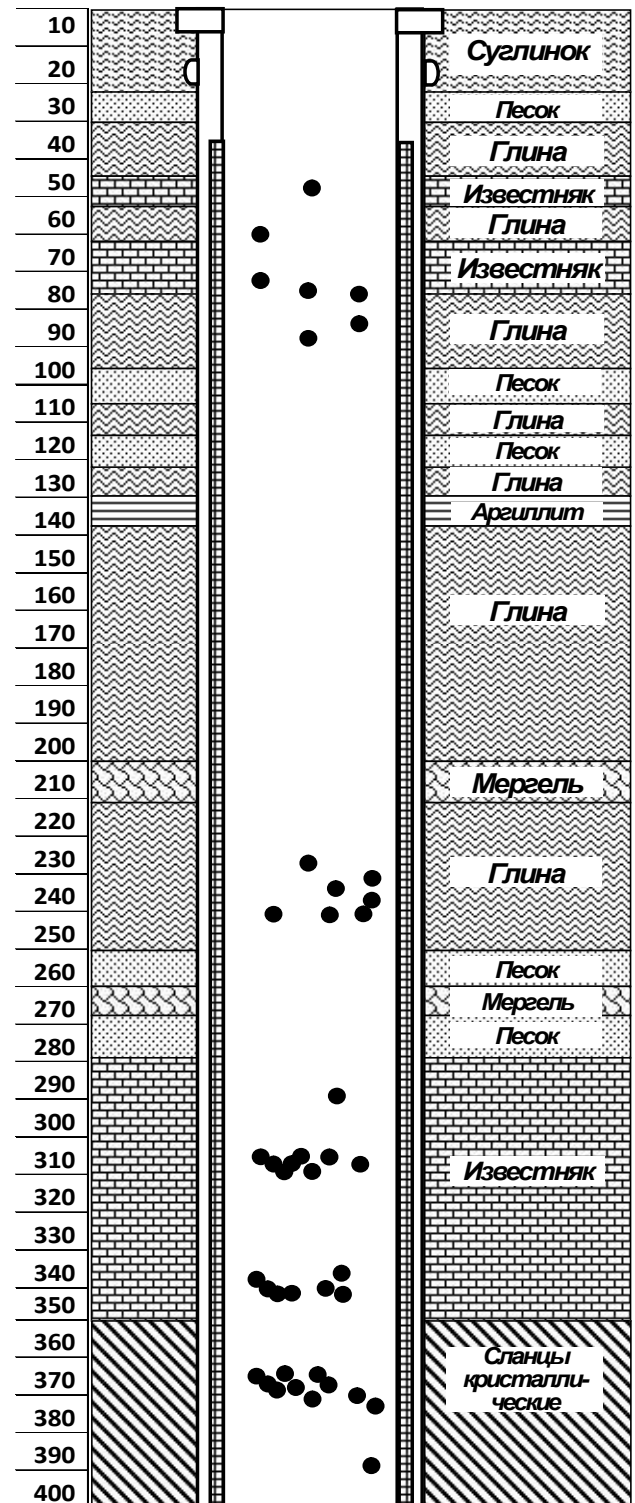


Рисунок 3.7 – Дані про ремонти кріплення стволів ЗЗРК після їх спорудження

і плинність, і в умовах осадки породної товщі внаслідок осушення головним чином пісків, викликають підвищений тиск на кріплення ствола і його руйнування.

Наступний інтервал глибин з порушеннями кріплення і вузлів вертикальної податливості – 290...338 м, також пов'язаний з наявністю тріщинуватих обводнених вапняків. Значно більші обсяги деформацій кріплення і ремонтних робіт обумовлені істотно більшою величиною гірського тиску – як вертикального, що впливає на бетонно-тубінгову колону кріплення, так і горизонтального.

Ця ж основна причина – великий гірський тиск, а також наявність жорсткої опори у вигляді корінних порід – сланців кристалічних, формує ще одну потенційну зону підвищених деформацій і руйнувань постійного кріплення стволів, починаючи з глибини 364 м.

Таким чином, відповідно до геології родовища в районі спорудження ПВС-2, нами виділено 3 потенційних зони, в яких розміщення вузлів податливості матимуть найбільшу ефективність:

1-а – відм. -95...-115 м – пласт піску потужністю $m = 8$ м що знаходиться між глинами;

2-а – відм. -250...-280 м – піски потужністю $m = 25$ м в покрівлі яких залягає глина, нижче – мергель;

3-я – відм. -320...-330 м – зона переходу мергелю в сланці.

З урахуванням даних геолого-спостережної свердловини по відмітках залягання шарів порід в місці спорудження Південного вентиляційного ствола № 2, слід рекомендувати розташування вузлів податливості:

в зоні 1 – одного – ВВП-1 на відм. ≈ -110 м (рис. 3.8) в місці переходу піску в глини. Зовнішні тубінгові кільця слід розташовувати в глині.

в зоні 2 – два вузла податливості:

ВВП-2 на відм. ≈ -252 м (рис. 3.9) в місці переходу піску в глини. Зовнішні тубінгові кільця слід розташовувати в глинах;

ВВП-3 на відм. ≈ -277 м (рис. 3.9) в місці переходу пісків в мергель. Зовнішні тубінгові кільця слід розташовувати в мергелі;

в зоні 3 – два вузла податливості:

ВВП-4 на відм. ≈ -302 м (рис. 3.9) в мергелі;

ВВП-5 на відм. ≈ -327 м (рис. 3.9) в місце переходу мергелю в сланці. Зовнішні тубінгові кільця слід розташовувати в сланцях.

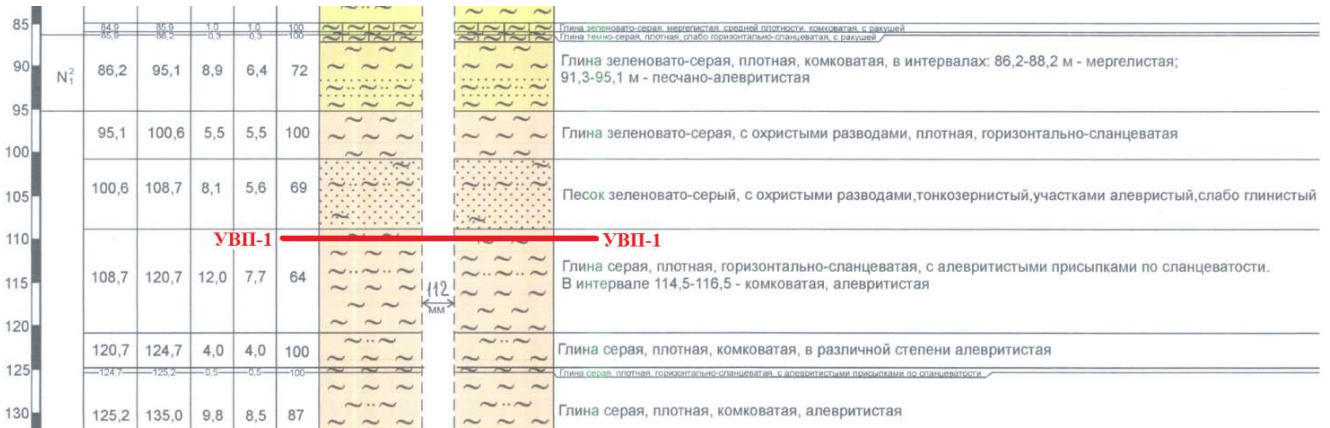


Рисунок 3.8 – Зона розташування ВВП-1 (-110 м)

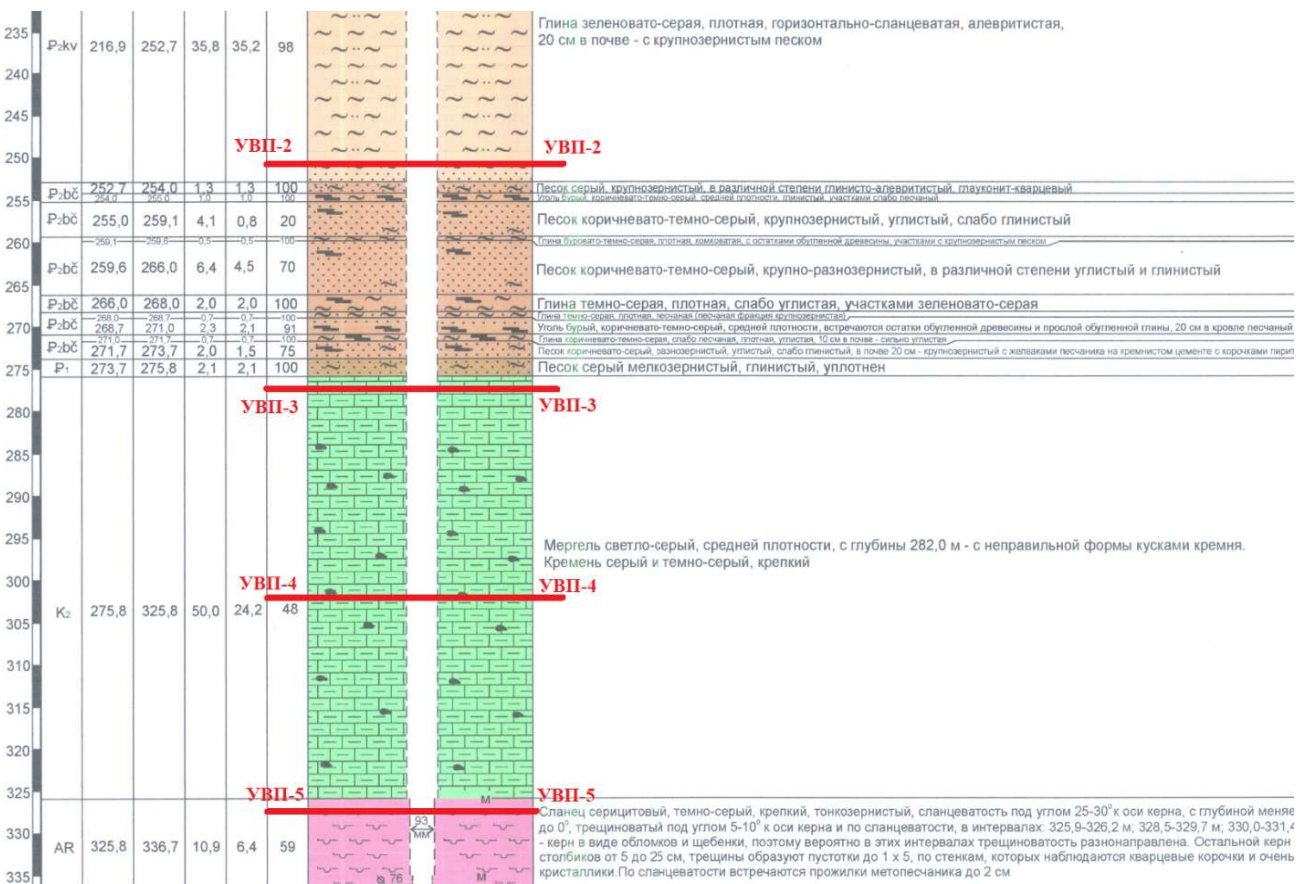


Рисунок 3.9 – Зона розташування ВВП-2 (-252 м), ВВП-3 (-277 м), ВВП-4 (-302 м) и ВВП-5 (-327 м)

3.5 Конструкція вузла податливості та обсяг матеріалів для їх спорудження

Згідно проекту всі вузли вертикальної податливості уніфіковані і мають однотипну конструкцію. У загальному вигляді, вузол податливості кріплення ствола являє собою телескопічний вузол вертикальної податливості в подвійній тюрінговій колоні (рис. 3.10), що складається з:

- 3-х зовнішніх кілець тюрінгів (тип “7,0-40÷60”) з бітумним покриттям зовнішньої стінки тюрінгів і бетонним заповненням затюрінгового простору;
- 3-х внутрішніх кілець тюрінгів (тип “6,0-40÷60”) з бітумним покриттям зовнішньої сторони;
- бетонного заповнення між тюрінговими колонами;
- шару м'якого матеріалу – легкого керамзитобетону в затюрінговому бетоні основного кріплення;

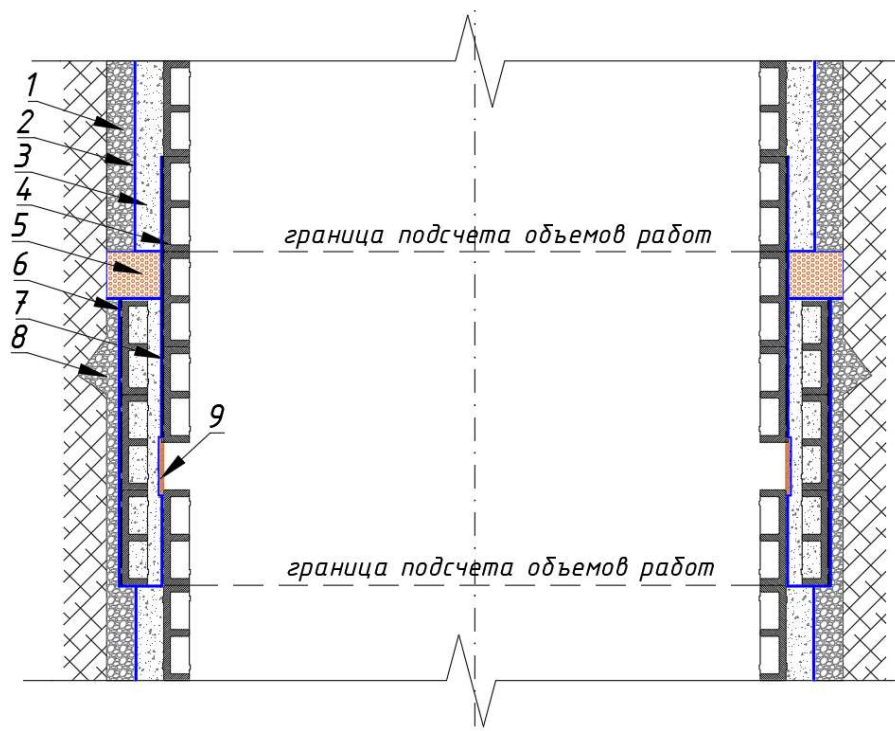


Рисунок 3.10 – Конструкція вузла піддатливості: 1 – випереджальне бетонне кріплення; 2 – гідроізоляція-ковзний шар; 3 – затюрінговий бетон; 4 – секція тюрінгового кільця $D_{св} = 6$ м; 5 – податливий шар; 6 - секція тюрінгового кільця $D_{св} = 7$ м; 7 – бітумне покриття; 8 – опорний вінець; 9 – незнімна опалубка «розвантажувального вікна»

При вертикальному зміщенні (стисканні) постійного комбінованого кріплення в результаті осідання порід, внутрішні кільця тюрінгової колони у вузлі податливості переміщуються в межах зовнішнього тюрінгового кільця за рахунок ущільнення шару м'якого матеріалу (податливого бетону). В даному випадку бітумне покриття внутрішнього тюрінгового кільця додатково є поверхнею ковзання.

Обсяг матеріалів для спорудження вузлів вертикальної податливості наведений в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Вузли вертикальної податливості (ВВП)

Найменування	Од. виміру	Кількість	
		На 1 вузол	на всі вузли №№ 1-5
Тюрінги			
- 6.0-40 (ВВП №1)	кільце	3	3
- 6.0-50 (ВВП №2)	кільце	3	3
- 6.0-60 (ВВП №3-5)	кільце	3	9
- 7.0-40 (ВВП №1)	кільце	3	3
- 7.0-50 (ВВП №2)	кільце	3	3
- 7.0-60 (ВВП №3-5)	кільце	9	9
Бетон для передового кріплення	м ³	10,38	51,9
Бетон податливого шару	м ³	6,78	33,9
Глиноцементний тампонажний розчин	м ³	24,0	120
Опорний вінець ВВП	м ³	2,25	13,5
Гідроізоляція рулонна щільністю 0,92-0,98 кг/м ³ у два шари з нахлестом на стиках для податливого шару бетону	м ²	48,0	240,0
Гідроізоляція рулонна бітумна щільністю 2,3-2,5 кг/м ³ в один шар з нахлестом на стиках для зовнішньої стінки тюрінгів та незнімної опалубки «розвантажувального вікна»	м ²	157,4	787,0

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Аналіз умов праці, шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Кваліфікаційна робота розглядає низку питань щодо проектування будівництва вертикального Південного вентиляційного стволу №2 ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат».

Об'єкт проектування розташований на південь від проммайданчика шахти Переверзевська Михайлівського району Запорізької області України. Рельєф місцевості має ухил південному напрямку. Для проходки Південного вентиляційного стволу передбачено огороження території будмайданчика огорожею висотою 2,0 м з влаштуванням розпашних воріт і хвіртки.

Вертикальний ствол проходиться з поверхні до горизонту 650 м круглою формою діаметром 6,0 м гірничим способом у складних гірничо-геологічних та гідрогеологічних умовах з використанням способу заморожування. Технологічний відход (устя) до глибини 25,4 м проходиться звичайним способом з виїмкою м'яких порід з використанням грейфера. В інтервалі глибин – 25,6 ÷ – 326,0 м ствол проходять під захистом льодопородного огороження. Виїмка на ділянках м'яких заморожених порід проводиться з використанням ручного обладнання – відбійних молотків, пневмомолотів, лопат, на ділянках міцних порід – з їх руйнуванням підривним способом. Нижня частина ствола проходиться звичайним способом за буропідривною технологією. Ствол не є небезпечними за газом і пилом. При використанні БПР ствол на короткий час заповнений отруйними газами вибуху. Джерелами травматизму при проходці ствола може стати гірничопрохідницьке обладнання.

В стволі використовується пневмо- і електроенергія для живлення машини і механізмів. Температура в усті ствола, а також при проходженні нижньої частини

виробки поза зоною заморожених порід, відповідає температурі повітря на поверхні. Температура у вибої ствола при проходженні зони заморожених порід негативна і залежить від температури гірських порід, що перетинаються.

Проходка в стволі здійснюється під захистом льодопорідної огорожі заданої товщини, що дозволяє виключити потрапляння ґрунтових вод у привибійну частину виробки.

До глибини 10 м вентиляція вибою здійснюється природним способом, нижче – за допомогою вентилятора місцевого провітрювання по прорезиненому рукаву Ø 800 мм.

Охорона праці включає комплекс правових, соціально-економічних і санітарно-технічних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людей в процесі роботи.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» та нормативним актам про охорону праці, що діють на виробництві, розробляються регламентуючі документи, посадові та внутрішні інструкції про охорону праці за всіма професіями.

При виконанні робіт слід суворо дотримуватися вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Підрядник повинен з участю Замовника розробити та затвердити заходи з техніки безпеки та виробничої санітарії, що враховують всю специфіку робіт на даному об'єкті.

Всі учасники будівництва повинні бути атестовані на знання норм і правил техніки безпеки, мати при собі відповідні посвідчення, знаходитися на будівельних майданчиках у захисних касках та інших необхідних засобах індивідуального захисту. Виконання всіх робіт повинно бути максимально механізовано.

Небезпечні для руху робочих зони необхідно огороджувати спеціальним огородженням, або встановлювати на їх границі попереджувальні написи та сигнали.

Швидкість руху автотранспорту на будмайданчику не повинна перевищувати 5 км/год.

Вантажно-розвантажувальні майданчики і під'їзні автошляхи повинні мати тверде покриття, підтримуватися у непошкодженому стані, взимку під'їзні автошляхи, майданчики та шляхи проходу повинні очищуватися від льоду (снігу) і в необхідних випадках посипатися піском або шлаком. Рух автомобілів на вантажно-розвантажувальних майданчиках та під'їзних автошляхах повинно регулюватися загальноприйнятими дорожніми знаками та покажчиками.

Санітарно-битове обслуговування працюючих при проходженні ПВС №2 передбачається у діючому АБК на території ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат». Забезпечення питною водою передбачено підвозом придатної для пиття води у спеціальних емностях.

4.2. Пожежна безпека

Протипожежні заходи передбачені за рахунок дотримання протипожежних відстаней між запроектованими будівлями та спорудами, а також пожежною сигналізацією.

При розробці технічних рішень використовувались матеріали, сертифіковані на території України, що забезпечують будівлям та спорудам необхідну ступінь вогнестійкості відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». З метою профілактики пожеж та загоряння на території ПрАТ «ЗЖРК» повинна проводитись робота, що забезпечує підготовленість працюючих до дотримання мір протипожежної безпеки.

Протипожежне обслуговування будівель та споруд, що проектуються, передбачається пожежно-рятувальним загonom, розташованим на території підприємства ПрАТ «ЗЖРК».

4.3. Положення з безпечного ведення робіт при проходженні ствола способом заморожування

Проходка Південного вентиляційного ствола №2 проводиться в дуже складних гірничо-геологічних умовах: наявність декількох водоносних пластів зі значними притоками води, слабкі нестійкі породи, схильні проявляти пластичність і

текучість, або міцні, тріщинуваті водонасичені породи з напором підземних вод до 2,0...2,5 МПа. Загальний тиск на кріплення і льодопорідну огорожу складатиме в межах 4,0...5,0 МПа.

Досвід спорудження стволів способом заморожуванням на велику глибину (понад 200 м) показує, що для підвищення безпеки, гірничопрохідницькі роботи необхідно проводити під захистом льодопорідної огорожі, товщина якої повинна становити 5...6 м. При цьому застосовують дворядне розташування заморожувачих свердловин. Застосування однорядної схеми за економічним фактором більш привабливий, але знижує потенційну можливість до нарощування і підтримання ЛПО заданих проектних розмірів і накладає жорсткі умови на організаційні та технологічні параметри при проходженні ствола.

Складність умов проходки ствола способом заморожування в розглянутих умовах визначається, в першу чергу, наявністю значної товщі глин, які мають специфічні властивості і поведінку, а саме:

- погано піддаються заморожуванню, навіть при застосуванні дуже низьких температурах;
- мають велику пластичність;
- передають на кріплення стволів (ЛПО) тиск близький до ваги товщі порід, що залягають вище, і навіть перевищує його;
- при проведенні «доморожування», збільшуються в обсязі, створюючи підвищений тиск на кріплення ствола, інтенсифікують деформації незакріплених порід;
- призводять до здимання порід у вибої.

Високі деформаційні властивості глинистих порід поблизу оголеної поверхні привибійної частини ствола викликають деформації заморожувачих колонок, або їх зрізання, якщо ствол перетинає поверхню контакту глин з більш міцною породою.

Таким чином, при проходженні ствола в розглянутих умовах необхідно дотримання низки заходів, встановлених норм і правил ведення робіт [29-32].

1. Проводити постійний інженерно-геологічний супровід прохідницьких робіт, при якому уточнюють властивості і поведінку масиву, здійснюють оперативне коректування параметрів технології і кріплення. Комплекс заходів щодо супроводу прохідницьких робіт важливо виконувати і в період відтавання ЛПО, тривалість якого може зайняти до 1 року, а вплив нерівномірного навантаження на кріплення призведе до його деформації з тяжкими наслідками.

2. Не допускати різких змін температур циркулюючого розсолу, викликаних зміною числа працюючих агрегатів або повними зупинками заморожувальної станції, відключенням частини колонок і, особливо, переходом на заморожування нових зон порід або на новий низькотемпературний режим роботи.

3. Перед початком виїмки порід ретельно стежити за появою на оголених стінах і у вибої ствола темних плям, що вказують на проникнення розсолу з труб в породи, а також за проявом деформацій в замороженій породі.

4. Не починати проходку ствола до досягнення розмірів ЛПО проектних розмірів. Перш за все, це стосується глинистих порід. Передбачити для цього можливість збільшення строків активного заморожування.

5. При пошкодженні заморожувальних колонок необхідно негайно припинити циркуляцію розсолу до виявлення і відключення пошкодженої колонки. Включення останньої до повного усунення течі забороняється.

6. Для попередження руйнування заморожувальних колонок в глинистих породах, що деформуються, слід:

- обмежити час вільного радіального зміщення стінок ствола, особливо на контактах з міцними (скельними) породами, що досягається зменшенням висоти заходки кріплення в межах 1,0...1,5 м;
- в проекті організації робіт передбачити заходи безпеки, спрямовані на запобігання обвалу бокових порід або здимання вибою ствола;
- не допускати збільшення тривалості циклу прохідницьких робіт понад 24 год.;
- при влаштуванні заморожувальних колонок не розміщувати нарізні сполучення на контактах глини з міцними породами, що не деформуються;
- при влаштуванні заморожувальних колонок застосовувати труби ТЗК;

- зменшувати час від початку виїмки порід нової заходки до зведення передового бетонного кріплення в пересувній опалубці. Тобто пройдена частина ствола негайно повинна бути закріплена постійним кріпленням.

7. При виникненні загрози прориву води, пливуну або інших небезпек, вживати заходи щодо попередження аварії і проводити аварійний вивід людей з вибою. При цьому в привибійній зоні (на підвісному помості) повинні бути встановлені необхідні огорожі, захисні і запобіжні пристрої, що забезпечують безпеку роботи.

8. При появі води в стволі, при перетині слабких, нестійких і заморожених порід, роботи у вибої, за винятком ремонтних, повинні бути зупинені, відновлення їх дозволяється після додаткового заморожування і перевірки результатів заморожування пробним відкачуванням.

9. Застосування водовідливу при перетині таких заморожених порід забороняється.

10. У разі проходження нестійких порід (піски, глини) заміряти температуру порід на контурі ствола. В глинах температура на внутрішньому контурі ствола повинна бути не менше мінус 6 °С за умови виконання повного циклу робіт у вибої з величиною заходки не більше 3 м/добу.

11. При наявності за контуром ствола в проходці незаморожених нестійких порід розробляються заходи, що запобігають їх сповзанню.

12. При розкритті вибоєм ствола заморожуючих колонок роботи з проходки припиняються, людей виводять із вибою, крім тих, хто бере участь у приведенні заморожуючих колонок в безпечний стан.

4.4. Вимоги безпеки під час проведення у вибої ствола підривних робіт

Доставка ВМ до місць проведення підривних робіт

1. Вибухові речовини (ВР) та засоби ініціювання (ЗІ) необхідно доставляти окремо в сумках, касетах, заводській упаковці тощо. ЗІ повинні доставлятися тільки підривниками (майстрами-підривниками). ВМ дозволяється видавати підривникам (майстрам-підривникам) з витратного складу тільки після підтвердження з місць робіт щодо фактичної готовності вибою до підривних робіт.

2. Під час сукупної доставки ВР і ЗІ підричник (майстер-підричник) може переносити не більше 12 кг вантажу. Маса ПБ, що переноситься підричником, не повинна перевищувати 10 кг. Під час перенесення в сумках ВР без ЗІ норма вантажу може бути збільшена до 24 кг.

3. Забороняється доставка ВМ стволом шахти під час спуску і підйому людей. Під час переміщення ВМ стволом шахти в навколоствольному дворі та в надшахтній будівлі допускається присутність тільки працівників, які допущені розпорядчим документом суб'єкта господарювання до виконання цих робіт.

4. Спуск-підйом ВМ стволом шахти дозволяється проводити тільки після того, як диспетчер (черговий по шахті) сповістить про це посадову особу, відповідальну за спуск-підйом.

Зберігання ВМ на місцях проведення підривних робіт

1. Умови зберігання ВМ на місцях проведення підривних робіт повинні відповідати вимогам розділу 9 НПАОП 0.00-7.08-07.

2. ВМ, що доставлені до місць виконання робіт, повинні знаходитись у сумках, касетах або заводській упаковці. У всіх випадках ВР і ЗІ зберігають окремо.

Проведення підривних робіт

1. Підривні роботи на підприємствах, окрім вугільних, проводяться згідно з проектом ведення підривних робіт, який розробляється на підставі типового проекту, затвердженого керівником підприємства, що є базовим документом у разі розробки проектів для конкретних умов.

2. В окремих випадках у зв'язку зі зміною гірничо-геологічних або інших умов з дозволу посадової особи, яка здійснює безпосереднє керівництво підривними роботами, дозволяється зменшувати масу та кількість зарядів порівняно з показниками, передбаченими проектом (паспортом), про що повинен бути зроблений відповідний запис у наряді-путівці. Ведення підривних робіт у цьому разі дозволяється згідно із чинним проектом (паспортом) ведення підривних робіт з дотриманням наведених у ньому вимог безпеки.

3. Підривні роботи виконуються підривниками (майстрами-підривниками) під керівництвом посадової особи за нарядами-путівками, форма яких наведена в додатку 5 до НПАОП 0.00-6.04-06. Керівництво та контроль за виконанням підривних робіт протягом зміни виконуються посадовими особами, які мають право керівництва підривними роботами.

4. Заповнювати шпури забивним матеріалом потрібно обережно. У цьому разі електричні проводи, хвилеводи та ДШ повинні мати слабіну.

5. ПБ необхідно розміщувати першим від устя шпуру. У цьому разі ЕД потрібно розміщувати в найближчій до устя шпуру торцевій ділянці ПБ так, щоб дно гільзи ЕД було спрямовано до дна шпуру. Дозволяється розміщувати ПБ з детонатором першим від дна шпуру (зворотне ініціювання). При цьому дно гільзи детонатора повинно бути спрямовано до устя шпуру.

6. Забороняється пробивати забійником застряглий ПБ. Якщо витягти застряглий ПБ не вдається, то заряджання шпуру необхідно припинити, а заряд зініціювати разом з іншими зарядами.

7. Забійники необхідно виготовляти тільки з матеріалів, що не дають іскор. Довжина забійника має бути більшою ніж довжина шпуру на 20 см.

8. Під час підривних робіт з метою оповіщення працівників обов'язково необхідно подавати звукові сигнали. Забороняється подавати сигнали голосом, а також із застосуванням ВМ.

Значення та порядок подавання звукових сигналів:

перший сигнал – «Попереджувальний!» (один тривалий). Сигнал необхідно подавати в підземних умовах перед заряджанням, під час ініціювання за допомогою ДШ або НСІ – перед початком монтування підривної мережі. Підривникам дозволяється монтувати підривну мережу після закінчення робіт із заряджання та виведення пов'язаних із цим осіб за межі небезпечної зони;

другий сигнал – «Бойовий!» (два тривалих). За цим сигналом дозволяється ініціювати вибух;

третій сигнал – «Відбій!» (три коротких). Означає закінчення підривних робіт.

9. Кількість підготовлених до підривання зарядів повинна бути такою, щоб ці заряди можна було зініціювати за один прийом.

10. Забороняється розбурювати «стакани» незалежно від наявності або відсутності в них залишків ВМ. Ліквідацію шпурів, що відмовили, необхідно проводити відповідно до вимог прийнятої організації ведення підричних робіт.

Виготовлення патронів-бойовиків (ПБ)

1. ПБ під час проходки стволів шахт з поверхні ПБ повинні виготовлятися в спеціальних приміщеннях.

2. ПБ з пресованих або литих ВР необхідно виготовляти тільки з патронів (шашок) з гніздом заводського виготовлення під ініціатор. Розширювати або поглиблювати це гніздо забороняється.

3. Під час виготовлення ПБ з порошкоподібних та емульсійних патронованих ВР із застосуванням ДШ кінець шнура, що детонує, у патроні повинен зав'язуватися вузлом або складатися не менше ніж удвічі. Дозволяється обмотувати ДШ навколо патрона ВР.

Підричні роботи під час проходки стволів шахт або шурфів

1. Під час проходки стволів шахт підривання зарядів дозволяється проводити тільки з поверхні. Підривання вогневим способом забороняється.

2. Забороняється спуск-підйом ПБ у прохідницьких баддях, що розвантажуються через дно. Виконання цих робіт у самоперекидних прохідницьких баддях дозволяється за наявності справних блокувальних пристроїв, що перешкоджають підйому бадді вище нижнього приймального майданчика ствола. Швидкість спуску-підйому не повинна перевищувати 2 м/с у разі руху бадді напрямними і 1 м/с – у разі руху без напрямних.

3. Спуск у ствол ПБ необхідно проводити окремо від ВР у супроводі підричника (майстра-підричника). У цьому разі у вибої дозволяється перебувати тільки особам, зайнятим під час заряджання шпурів, та машиністу насоса.

На робочому помості та натяжній рамі дозволяється перебувати особам, зайнятим супроводом бадді через розтруби. Інші роботи на цих помостах під час заряджання шпурів забороняється.

4. Електропідривна мережа у вибої ствола шахти повинна монтуватися за допомогою антенних проводів. Кілочки для установки проводів повинні бути такої висоти, щоб вода не досягала антени.

5. Підричник (майстер-підричник) повинен здійснювати монтаж електропідривної мережі тільки після виїзду з вибою всіх робітників (крім відповідальних за подачу сигналів і обслуговування прохідницького помосту).

6. Як магістральний провід необхідно застосовувати гнучкий кабель у вологонепроникній оболонці, що не повинен опускатися нижче прохідницького помосту.

7. Приєднувати сполучні проводи до підривного кабелю та проводити підривання повинен тільки підричник (майстер-підричник), на якого виписана наряд-путівка на ведення підривних робіт.

8. Після закінчення монтажу підривної мережі та виходу всіх людей на поверхню в стволі повинні бути відкриті всі ляди.

9. Під час проходки вертикальних стволів шахт всі шпури, що буряться знову, повинні бути зміщені по колу відносно шпурів попереднього циклу без зміни принципової схеми розташування шпурів.

10. Підривні роботи у штучно заморожених породах необхідно проводити відповідно до вимог окремого проекту.

4.5. Техніка безпеки і промсанітарії, протипожежний захист ствола і верхнього комплексу

Для боротьби з пилом при проведенні виробок комплексу ПВС-2 передбачається використовувати проєктований постійний пожежно-зрошувальний трубопровід діаметром 100 мм.

Вода, яка використовується для цілей пилоподавлення, а також для технологічних і санітарно-побутових цілей, повинна за бактеріологічними, токсикологічними та іншими показниками відповідати вимогам ДержСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Для зниження концентрацій пилу до нормованих проєктом передбачається зрошення ділянок і місць виконання технологічних операцій водою, водними розчинами змочувачів пилу, форсунковими розпилювачами.

Крім того, при всіх виробничих процесах, що супроводжуються виділенням пилу, передбачаються наступні заходи щодо боротьби з пилом:

- при вибухових роботах – гідронабійки шпурів, влаштування водяної завіси підриванням поліетиленових мішків з водою місткістю 20-25 л;
- перед вибуховими роботами – зрошення поверхні виробок;
- при роботі породовантажних машин – з пилом зрошувачами;
- прибирання, змив відкладеного пилу;
- постійний контроль за ефективністю протипилових заходів.

Робітники, що піддаються впливу пилу, повинні забезпечуватися протипиловими респіраторами (типу «Лепесток», РПА-1) згідно з галузевими нормами. Очищення фільтрів протипилових респіраторів повинна проводитися після кожної робочої зміни.

Для боротьби з пилом і пожежогасіння на період ведення гірничопрохідницьких робіт передбачається прокладка і використання постійних пожежно-зрошувальних трубопроводів.

Витрати води на знепилювання повітря в підземних виробках визначаються за «Інструкцією з комплексного знепилювання повітря» і складуть 45 м³/год та 129 м³/добу.

У шийці стволів передбачений сухотрубний пристрій для створення водяної завіси для гасіння можливої пожежі.

При роботі в стволі робітники повинні забезпечуватися прогумованим спецодягом згідно ГОСТ 12.4.103-83 ССБТ "Одежда специальная защитная. Средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация".

Для поліпшення умов праці передбачаються заходи щодо зниження рівня шуму і вібрації.

Основними джерелами шуму є машини і механізми. Для зниження впливу шуму передбачається застосування дистанційного управління машинами та механізмами. Експлуатоване устаткування повинно не рідше одного разу на рік перевірятися з метою встановлення рівнів звукового тиску на робочому місці. Устаткування, що не відповідає вимогам санітарних норм, підлягає заміні.

Контроль параметрів шуму повинен здійснюватися шумомірами ВШВ-00-М2.

Вентилятори місцевого провітрювання передбачається експлуатувати тільки з глушниками шуму типу ГШ и ГШЭ.

При необхідності обслуговування обладнання, рівні звукового тиску якого перевищують допустимі, проектом передбачається використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) органів слуху: вкладиші-тампони типу «Беруши». Для зниження рівнів шуму на місцях з тимчасовим перебуванням обслуговуючого персоналу передбачається використання протишумних касок ВЦНДІОП-2М, навушників ВЦНДІОП-1А.

З метою зниження впливу вібрації при використанні гірничих машин і механізмів необхідно застосовувати засоби віброізоляції і вібропоглинання:

- каретки, що гасять вібрацію КВ-1М на перфораторах;
- рукавиці, що гасять вібрацію УВ-1 при роботі відбійними молотками;
- рукавиці з поліхлорвініловими вкладишами для захисту рук від високочастотних вібрацій при бурінні шпурів ручними електросвердлами при роботі відбійними молотками.

Способи та засоби індивідуального захисту (взуття, рукавиці та ін.) від шкідливого впливу загальної та локальної вібрації повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.4.024-76 «ССБТ. Обувь специальная виброзащитная» и ГОСТ 12.4.002-76 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования». До експлуатації допускаються тільки справні машини, що відповідає вимогам «Державних санітарних норм» ДСН 3.3.6.039-99.

РОЗДІЛ 5

ОБГРУНТУВАННЯ КОШТОРИСНИХ ПАРАМЕТРІВ БУДІВНИЦТВА

5.1. Проектно-кошторисна документація

До складу проектно-кошторисної документації входять [33]:

- локальні кошториси на спорудження ПВС №2 на кожну з ділянок;
- об'єктний кошторис на технологію спорудження ствола;
- відомість ресурсів до об'єктного кошториса;
- договірна ціна на спорудження ствола.

Договірна ціна – підсумковий документ, який об'єднує всі витрати будівництва – прямі, загальновиробничі, а також додаткові. Підсумкова цифра договірної ціни є кінцевою і підлягає виплаті замовником підряднику. Договірна ціна – це вартість підрядних робіт, за яку підрядна організація, що визначена виконавцем робіт, згідна виконати об'єкт. Договірна ціна входить до складу вартості будівництва і використовується при проведенні взаєморозрахунків. Договірна ціна на продукцію будівництва формується генпідрядником і замовником (інвестором) із залученням субпідрядних організацій при підписанні або уточненні контрактів на підрядні роботи.

Об'єктний кошторис відображає суму прямих витрат на всі виробки. Об'єктний кошторис складається за формою №4 на основі раніше виконаних локальних кошторисів та локальних кошторисних розрахунків (за УПВБ) за відповідними графами: «Будівельні роботи», «Монтажні роботи», «Устаткування, меблі та інвентар», «Інші витрати» – і призначений для визначення кошторисної вартості окремих об'єктів.

Відомість ресурсів містить дані про вартість використаних в проекті матеріалів і ресурсів.

У локальних кошторисах зведені прямі витрати зі спорудження конкретного об'єкту.

Розрахунок параметрів економічного обґрунтування виконано за допомогою ліцензійного програмного комплексу «Будівельні технології – Кошторис[©] Computer

Logic®» [34] на кафедрі будівництва, геотехніки і геомеханіки НТУ «Дніпровська політехніка».

Документація складена на підставі:

1. Правил визначення вартості будівництва (ДСТУ Б Д.1.1-1: 2013) з чинними правками і доповненнями [35];
2. Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (ДБН Д.2.2-35-99) [36].

Оскільки в проекті передбачено використання спеціального способу проведення ствола (спосіб заморожування) – всі основні розрахунки переважно базуються на II розділі збірника (Гірничопрохідні роботи, що виконуються спеціальними способами).

Нормами передбачений весь комплекс робіт, включаючи витрати праці на інші дрібні і допоміжні операції: розкайловку великих шматків породи відбійними молотками, очищення від бетону опалубки та ін. В нормах наведено витрати труда робітників на шахтній поверхні з розподілом за розрядами робіт та витрати труда робітників в підземних умовах з розподілом за групами ставок і розрядами робіт відповідно до шестирозрядної тарифної сітки.

У кошторисних нормах міцність гірських порід приведена по шкалі проф. М.М. Протодьяконова

Норми передбачають наступні умови провадження робіт:

- глибина вертикальних стволів – 301-500 м;
- приплив води біля робочого місця - до 6 м³/годину;
- роботи у вибоях, не небезпечних по раптових викидах вугілля, породи і метану;
- зведення постійних кріплень з монолітного бетону без арматури;
- спуск бетонної суміші по одному бетоноводу.

Для інших умов провадження робіт до норм варто застосовувати коефіцієнти, приведені в розділі 1.3. технічної частини.

Всі розрахунки виконані на підставі встановлених обсягів робіт, наведених в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунку

Характеристика	Од. вим.	Ствол в зоні заморожування	Ствол поза зоною заморожування
Діаметр ствола у світлі	м	6,0	6,0
Проектна довжина ствола	м	650	650
Позначки зон ведення буропідривних робіт	відм., м	-35...-66 м проектна довжина ділянки 31 м)	-355...-650 м (проектна довжина ділянки 295 м)
Площа перетину в проходці	м ²	48,53	40.04
Площа перетину в світлі	м ²	28,26	28,26
Коеф. міцності породи	<i>f</i>	4	5
Тип кріплення		Бетонне кріплення В25, чавунний тюбінг 6.0-6,0 (з товщ. стінки 40-60 мм), тампонаж-ний шар за тюбінгами	Монолітне бетонне кріплення, товщина – 500 мм
Величина заходки	м	1,5	4,0
Транспортування породи		ЦР 6*3,0/0,6	ЦР 6*3,0/0,6
Вентилятор місцевого провітрювання		ВМСВО-6,7А	ВМСВО-6,7А
Добове посування вибою	м/доб	1,5	4,0
Швидкість проведення ствола	м/міс	45	120
Глибина ведення робіт	м	35...66	355...650
Навантаження породи		КС-2у/40	КС-2у/40
Буріння		БУКС-1м	БУКС-1м
Баддя		БПСМ-3,0	БПСМ-6,0
Кількість шпурів на цикл	шт	60	107
Обсяг робіт з буріння шпурів		99	472
Обсяг робіт з навантаження породи: - на 1 м ствола - на всю ділянку	м ³	48,53 1505	40.04 11812
Обсяг робіт з кріплення монолітним бетоном: - на 1 м ствола - на всю ділянку	м ³	16,08 499	48,56 3581
Тюбінгове кріплення - на 1 м ствола - на всю ділянку	шт	12 372	-
Тампонування за тюбінгами - на 1 м ствола - на всю ділянку	м ³	4,23 131	-
Карбування тюбінгових швів свинцевим дротом	м	992	-

5.2. Визначення тривалості будівництва ділянок

Тривалість проходки ділянок визначається за формулою:

$$T_i = \frac{Q_i}{N \cdot n \cdot t \cdot n_{лан} \cdot \kappa_n \cdot \kappa}; \quad (5.1)$$

де Q_i – кошторисна трудомісткість проведення виробки;

N – кількість робочих днів у місяці, днів;

n – кількість прохідницьких змін на добу, зм.;

t – тривалість прохідницької зміни, год.;

$n_{лан}$ – чисельний склад прохідницького ланки, чол.;

κ_n – коефіцієнт перевиконання норм виробітку;

κ – коефіцієнт, що враховує частку трудомісткості робіт, що не відносяться безпосередньо до прохідницьких процесів (доставка матеріалів і обладнання, роботи на поверхні, монтаж-демонтаж обладнання, пуско-налагоджувальні роботи), $\kappa = 1,5 \dots 1,6$.

1. Тривалість проходки по замороженим породам:

$$T_1 = \frac{9902}{30,41 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 1,54 \text{ міс} = 46 \text{ діб} \quad (5.2)$$

2. Тривалість проходки по міцних породах:

$$T_2 = \frac{42730}{30,41 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 6,65 \text{ міс} = 200 \text{ діб} \quad (5.3)$$

5.3. Основні проектно-кошторисні параметри проекту

Таблиця 5.2 – Зведені економічні показники спорудження ствола буропідричним способом на ділянці заморожених порід (відм - 35 м ...- 66 м)

Назва показника	Од. вимір	Показник
Кошторисна вартість	тис. грн.	5 664.057
Кошторисна трудомісткість	тис. люд.год.	9.902
Кошторисна заробітна плата	тис. грн.	956.109
Середній розряд робіт	розряд	5.6

Таблиця 5.2 – Зведені економічні показники спорудження ствола буропідричним способом поза зоною заморожених порід (відм -355 м ... -650 м)

Назва показника	Од. вимір	Показник
Кошторисна вартість	тис. грн.	11 314.901
Кошторисна трудомісткість	тис. люд.год.	42.730
Кошторисна заробітна плата	тис. грн.	4 652.090
Середній розряд робіт	розряд	5.8

5.4. Основні техніко-економічні показники

Таблиця 5.4. Основні техніко-економічних показники спорудження виробок.

№ з\п	Показники	Од. вим.	Кількість
1.	Договірна ціна	тис. грн	16 979
2.	Кошторисна вартість будівництва, в т.ч. - замороженими породами - міцними породами	тис. грн	16 979 5 664 11 315
3.	Трудомісткість проходки, в т.ч. - замороженими породами - міцними породами	люд.-год.	52 632 9 902 42 730
4.	Тривалість будівництва	міс.	8,19
5.	Вартість 1 п.м., в т.ч. - замороженими породами - міцними породами	тис. грн	52 183 38

Таким чином, за результатами виконаних розрахунків:

- з використанням програмних комплексів визначена вартість проходки стволу на двох ділянках, яка сумарно склала 16 979 тис. грн;
- визначена тривалість проходки кожної ділянки стволу, яка за кошторисною трудомісткістю сумарно склала 246 діб.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз сучасного стану та перспектив розвитку одного з найбільших підприємств гірничо-металургійної галузі України – Запорізького залізничного комбінату (Розділ 1). Показано, що ПрАТ «ЗЖРК» є стабільним підприємством протягом десятків років, видобуває залізну руду високої якості та унікальними за властивостями, є поставщиком продукції як на внутрішній ринок, так і в країні зарубіжжя. У зв'язку з цим, актуальним є завдання подальшої ефективної і тривалої роботи комбінату. Для забезпечення стабільної роботи підприємства ще на 50...70 років і збільшення обсягів видобутої руди, прийнятий до впровадження проєкт розкриття і відпрацювання Переверзевського родовища до горизонту 840 м. Першочерговим у реалізації цього проєкту є спорудження Південного вентиляційного ствола №2.

2. Виконаний аналіз гірничо-геологічних і гідрогеологічних відомостей щодо ділянки будівництва, який показав – спорудження Південного вентиляційного ствола №2 проводиться в дуже складних гірничо-геологічних умовах: наявність декількох водоносних пластів зі значними притоками води, слабкі нестійкі або міцні, але водоносні тріщинуваті породи, схильність деяких порід проявляти пластичність і текучість, високі напори підземних вод, загальний тиск на кріплення і льодопорідну огорожу в межах 4,0...5,0 МПа і т.д (Розділ 2).

3. Аналіз області застосування різних спеціальних способів будівництва та досвіду гірничопрохідницьких робіт показав, що для розглянутих умов надійним, ефективним та безпечним є спосіб проходки з заморожуванням водоносних гірських порід. Інші способи не гарантують захисту ствола від водоприпливів в процесі його будівництва.

4. Розроблена технологічна схема спорудження вертикального ствола, що перетинає товщу міцних тріщинуватих обводнених вапняків, котра відрізняється високим ступнем безпеки та економічністю. Новизна технічного рішення полягає в комбінації ефективних у складних умовах будівництва типах кріплення, що забезпечує стійкість вертикального ствола під час його спорудження і подальшої тривалої експлуатації.

5. Для розглянутих умов будівництва розроблена технологічна схема спорудження ділянки вертикального ствола звичайним способом по міцним тріщинуватим породам з використанням буропідривної технології.

6. Обґрунтовані раціональні вузли вертикальної податливості ствола для умов великих осадок масиву гірських порід, обумовлених комплексом робіт з водозниження обводненого породного масиву, що дозволить попередити руйнування жорсткого комбінованого кріплення і забезпечить тривалу безремонтну експлуатацію ствола (Розділ 3).

7. Виконаний аналіз умов праці, шкідливих і небезпечних виробничих факторів при спорудженні вертикального ствола (Розділ 4). Означені основні нормативні документи, вимог яких слід дотримуватися при виконанні робіт. Наведені заходи щодо безпеки виконання робіт при проведенні вертикальної виробки за звичайних умов, з використання способу заморожування, та із застосуванням буропідривної технології.

8. Виконаний розрахунок вартості спорудження вертикального ствола за нормативною методикою з використанням рекомендованого Мінрегіонбудом програмного продукту (Розділ 5). За результатами розрахунків отримана вартість об'єкту, локальні кошториси на будівельні роботи, відомості ресурсів котрі підтверджують ефективність прийнятих технологічних та організаційних рішень при будівництві ствола.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Запорожский железорудный комбинат. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. Запорізький залізорудний комбінат – Приватне акціонерне товариство з іноземними інвестиціями. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.zgrk.com.ua/?page>
3. Запорізький залізорудний комбінат – одне за передових гірничодобувних підприємств в Європі. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.vasrda.gov.ua/item>
4. Насонов И.Д., Ресин В.И., Шуплик М.Н., Федюкин В.А. Технология строительства подземных сооружений. Учебник для ВУЗов в трех частях. Ч. III. Специальные способы строительства. М.: Издательство Академии горных наук, 1998. – 375 с.
5. Технологические схемы замораживания горных пород при проходке вертикальных стволов шахт Донбасса (расчеты и выбор оборудования). – Харьков, 1978. – 108 с.
6. Лыпный М.Д., Синенький К.Е. Справочник производителя работ в строительстве. - К.: Будивельник. - 1986. - 400 с.
7. Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование: Справочник для строит, специальностей вузов и инж.-техн. работников. - М.: Высш. шк. - 1991. – 456 с: ил.
8. Строительные материалы. Учебник для студентов вузов / Под ред. Г.И. Горчакова. – М.: Высш. школа. – 1982. – 352 с: ил.
9. Соболев В.В. Технологія та безпека виконання вибухових робіт. Практикум : підручник для ВНЗ / В.В. Соболев, І.І. Усик, Р.М. Терещук. Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 176 с.
10. Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення: НПАОП 0.00-1.66-13 : затв. М-вом енергетики та вугільної промисловості України 12.06.2013. – Луганськ : Луганський ЕТЦ, 2013. – 194 с.
11. НПАОП 0.00-1.67-13. Технічні правила ведення вибухових робіт на денній поверхні.
12. Соболев В.В. Технологія та безпека виконання підривних робіт. Посібник

- для ВНЗ / В.В. Соболев, Р.М. Терещук, О.Є. Григор'єв. – Д.: Національний гірничий університет, 2017. – 314 с.
13. ДБН Д.2.2-35 «Горнопроходческие работы». – Харьков: – 2000. – 108 с.
 14. Солодянкин А.В., Прокудин А.З., Янкин А.Е. Повышение эффективности ведения буровзрывных работ при проходке вертикальных стволов // Молодь: наука та інновації 2018: Матеріали VI Всеукр. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 15-16 листопада 2018 р.). Том 7. – Д.: НТУ ДП, 2018. – С. 32-33.
 15. Солодянкин А.В., Бабец Д.В., Янкин А.Е. Математическое моделирование влияния внешних факторов на запас прочности бетонной крепи вертикального ствола // Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. – 2018. – № 1 (108). – С. 65-72.
 16. Левит В.В., Солодянкин А.В., Янкин А.Е. Строительство стволов как неотъемлемая составляющая эффективного развития горнодобывающей промышленности Украины // Уголь Украины. – 2016. – № 1. – С. 43-47.
 17. Солодянкин О.В., Янкин О.Є. Обгрунтування нової схеми вибухової відбійки порід при проведенні вертикальних стволів шахт // Вісник Кременчуцького національного університету ім. М.Остроградського. – 2014. – № 3. – С. 125-131.
 18. Солодянкин А.В., Янкин А.Е. Повышение качества оконтуривания вертикальных стволов при проходке буровзрывным способом // Розробка родовищ. Д.: ТОВ «ЛізуновПрес», 2014. – С. 229-237.
 19. Литвин А.З., Федюкин В.А. Сооружение стволов способом замораживания на больших глубинах // Шахтное строительство. – 1968. – № 6. – С. 1-5.
 20. Литвин А.З., Федюкин В.А. Сооружение стволов способом замораживания на больших глубинах // Шахтное строительство. – 1968. – № 7. – С. 13-19.
 21. Нигматуллин В.С. Производственные исследования в стволах Центральной группы ЗЖРК // Шахтное строительство. – 1984. – № 10. – С. 8-10.
 22. Трест «Шахтспецстрой». 60 лет деятельности и развития специальных способов проходки шахтных стволов / Железцов А.П., Качайло А.М. и др. – М. – 2003. – 344 с.
 23. Евтушенко Б.В. Исследование конструкции и разработка методики расчета скользящей крепи стволов, расположенных в условиях значительных деформаций вмещающего массива / Дисс. Днепропетровск: ДГИ, 1975. – 192 с.

24. Каретников В.Н., Клейменов В.Б., Нуждихин А.Г. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок. Справочник. – М.: Недра, 1989. – 571 с.
25. Максимов А.П. Горное давление и крепь выработок. Учеб. пособие. М.: Недра. – 1973. – 288 с.
26. Тюркин С.А. Защита крепи ствола при больших вертикальных деформациях // Молодь: наука та інновації 2020: Матеріали VIII Всеукр. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 26-27 листопада 2020 р.). Том 7. – Д.: НТУ ДП, 2020. – С. 7.21-7.22.
27. Южанин И.А., Колдунов И.А., Терлецкий А.М. Инструментальные исследования проявления горного давления в шахтных стволах // Наукові праці Дон-НТУ. Серія «Гірничо-геологічна». – 2014. – № 1(20). – С. 49-56.
28. Сергеев С.В. Инженерно-геологическое сопровождение проходки вертикальных стволов // Записки Горного института. – С.-Петербург., 2008. – Т. 176. – С. 187-190.
29. Кияшко И.А. Процессы подземных горных работ. Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1992. – 335с.
30. Охрана труда: Учебник для вузов /К.З. Ушаков, Б.Ф. Кирик, Н.В. Ножкин и др. Под ред. К.З. Ушакова. – М.: Недра, 1986. - 614 с.
31. Красавин А.П. Защита окружающей среды в угольной промышленности. – М.: Недра, 1998. – 221с.
32. Охрана труда: Учебник / Ткачук К.Н., Гурин А.О., Бересневич П.В. и др. – К. – 1998. – 320 с
33. ДБН Д.1.1-1-2000 Правил визначення вартості будівництва (ДСТУ Б Д.1.1-1: 2013); – 108 с.
34. ПК «Строительные технологии-Смета © Computer Logic ® Ltd.» (версия 7.21).
35. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва. https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_d_1_1_1_2013/5-1-0-1113.
36. ДБН Д.2.2-99-35. Горнопроходческие работы. <https://dbn.co.ua/index/0-16>.

ДОДАТКИ

Відгук

на кваліфікаційну роботу магістра на тему:
"Проект бурівництва гіврениого вентиляційного
ствола №2 ПрАТ "Запорізький залізничний
кондінат" з використанням способу заморожу-
вання на ділянці інших обводнених порід"
студента групи 184м-19-1 ФБ Тюркіна С.О.

Мета роботи - оптимізація технології спорудження
вертикального ствола у складних гірничо-геологічних
умовах. Об'єктом проектування є гіврениий венти-
ляційний ствол №2 ПрАТ "ЗЗРК".

Обрана тема актуальна, оскільки залізниця
промисловість займає провідне місце в еко-
номіці України, забезпечуючи як внутрішні потреби
держави, так і зисли області експортних поставок.

Тема диплома безпосередньо пов'язана з об'єктом
діяльності маістра за спеціалізацією "Шахти
і підземне бурівництво". - питаннями проектування
технології і організації робіт, економічними аспектами,
охороною праці та безпеки робіт.

Ориганальність технологічних рішень скларається в
розробці технологічних схем і організації робіт,
котрі відрізняються високим ступенем безпеки та
економічності. Новизна технічного рішення полягає
в обґрунтуванні способу забезпечення стійкості ствола
в умовах великих деформаций масиву

Практичне значення роботи - підвищення без-
пеки праці та економічності спорудження
вертикальних виробок.

Ступінь самостійності виконання кваліфіка-
ційної роботи висока.

В цілому кваліфікаційна робота Тюркіна Сергія
Олександровича заслуговує оцінки "добре" (83 бали).

Керівник кваліфікаційної
роботи маістра,
професор кафедри БГГМ

 І.О. Солоченко

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу магістра Тюркіна Сергія Олександровича
«Проект будівництва Південного вентиляційного ствола №2 ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат» з використанням способу заморожування на ділянці міцних обводнених порід»

Запорізький залізорудний комбінат є провідним підприємством гірничо-металургійної галузі України. Комбінат видобуває якісну залізну руду з високим вмістом заліза (до 70%) понад 50 років. Ринками збуту для комбінату є вітчизняні підприємства, зокрема, ПАТ «Запоріжсталь», металургійні заводи Маріуполя, а також країни зарубіжжя, зокрема, Словаччина, Польща, Австрія, Чехія.

Важливим завданням як для підприємства, так і для України в цілому, є подальше ефективне функціонування комбінату і збереження обсягів видобутку руди, що можливе за рахунок освоєння нових ділянок родовища. Плани стратегічного розвитку ПрАТ «ЗЗРК» будуть реалізовані в проекті розкриття та відпрацювання Переверзевського родовища. Це дозволить підняти рівень видобутку руди, збільшить кількість робочих місць і забезпечить фінансову підтримку всього промислового регіону. Першочерговим об'єктом в реалізації цього проекту є Південний вентиляційний ствол №2, спорудження якого буде виконуватись у дуже складних гірничо-геологічних умовах, зокрема в умовах великих осадок породного масиву внаслідок комплексу робіт з їх водозниження. Тому розробка технології спорудження Південного вентиляційного ствола №2 потребує прийняття обґрунтованих та ефективних технологічних і конструктивних рішень.

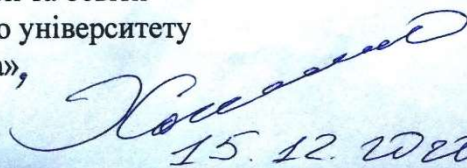
Завдання, які вирішуються в кваліфікаційній роботі магістра Тюркіна С.О., є актуальними і спрямовані на оптимізацію технології будівництва Південного вентиляційного ствола. В спеціальній частині дипломної роботи розглянуті дві технологічні схеми будівництва ствола для різних його ділянок, які відрізняються гірничо-геологічними і конструктивними умовами будівництва об'єкта. Для цих ділянок Тюркіним С.О., отримані обґрунтовані технологічні рішення, що забезпечують економічно ефективно та безпечно спорудження ствола.

В роботі також розглянуто питання забезпечення тривалої стійкості ствола в умовах означених великих осадок масиву гірських порід за рахунок влаштування вузлів вертикальної податливості.

Отримані результати та обґрунтовані технологічні рішення становлять практичний інтерес. Вони можуть бути використані для проектування технологій спорудження вертикальних виробок у складних умовах. Важливі ознаки роботи – підвищення безпеки виконання гірничих процесів та зниження витрат на спорудження вертикальних стволів.

Кваліфікаційна робота виконана на високому рівні, а студент Тюркін Сергій Олександрович заслуговує оцінки «добре» і присудження ступеня магістра.

Професор
кафедри гірничої інженерії та освіти
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»,
доктор технічних наук



15.12.2020р.

О.Є. Хоменко

ВІДГУК

Доцента Вигодіна М.О. на економічний розділ кваліфікаційної роботи
магістра Групи 184м -19 -1 Тюркін С.А.

Економічний розділ кваліфікаційної роботи виконаний згідно з ДСТУ Б.Д.1.1-1÷2013 «Правила визначення вартості будівництва» з використанням «Ресурсних елементних кошторисних норм» на програмному комплексі «Строительные технологии «Смета», та вимогами МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ до виконання кваліфікаційної роботи магістра.
Економічний ефект визначений за рахунок скорочення терміну будівництва.

Оцінка за розділ

90
(Бали)

«Відмінно»
(національне)

Дата 19.12.2020р.

Підпис

М.О.Вигодін

ВІДГУК

доцента Радчука Д.І. на розділ «РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ кваліфікаційної роботи магістра групи 184м-19-1ФБ Тюркіна С.О.