

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Гірничо-металургійний факультет  
Кафедра гірничої справи

*«Допущено до захисту»  
Гарант ОПП*

Ольга БОГОМАЗ

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

за підсумками виконання  
освітньо професійної програми  
«Відкрита розробка родовищ»  
за спеціальністю 184 Гірництво

**на тему «Вдосконалення технології буропідривних робіт для покращення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт»»**

Керівник роботи

Юліан ГРИГОР'ЄВ

Консультант від  
бази практики

Ігор ОХРИМЕНКО

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело*

Здобувач

Віталій НІКУЛІН

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Ігор ТОНЄВ

Запоріжжя 2026

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
 Факультет гірничо-металургійний  
 Кафедра гірничої справи  
 Ступінь вищої освіти бакалавр  
 Спеціальність 184 Гірництво  
 ОПП Відкрита розробка родовищ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Гарант освітньої програми  
 \_\_\_\_\_ Ольга БОГОМАЗ  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

**ЗАВДАННЯ  
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА  
 Нікулін В.В.**

1. Тема роботи Вдосконалення технології буропідливних робіт для покращення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт  
 керівник роботи Григор'єв Юліан Ігорович, к.т.н., доцент  
 затверджені наказом Університету № 41 від 23.02.2026
2. Термін подання роботи 16.06.2026
3. Вихідні дані до роботи Сучасний стан гірничих робіт в кар'єрі ПрАТ «Південний ГЗК», парк основного гірничого та навантажувально-транспортного устаткування, технологічні параметри існуючої технології буропідливних робіт, дані хронометражу та експлуатаційної продуктивності транспортного обладнання, проєктні, нормативно-технічні та звітні матеріали підприємства.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Анотація. Зміст. Вступ. Розділ 1. Аналіз сучасного стану та особливостей виконання буропідливних робіт у кар'єрах. Розділ 2. Дослідження умов виконання буропідливних робіт на ПрАТ «ПІВДЕННИЙ ГЗК». Розділ 3. Вдосконалення технології буропідливних робіт Висновки. Перелік використаних джерел. Додатки
5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Геологічний план та розріз кар'єру ПрАТ «Південний ГЗК»; паспорт робочого майданчика при оббурюванні блоків; розрахункова схема ширини робочого майданчика екскаваторного блоку 1Б; паспорт масового вибуху та технологічні параметри БПР; графічні залежності показників ефективності вибуху та роботи транспорту; Техніко-економічні показники вдосконалення гірничих робіт.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
Розділ 1	Григор'єв Ю.І., доцент кафедри
Розділ 2	Охрименко І.
Розділ 3	Григор'єв Ю.І., доцент кафедри

7. Дата видачі завдання 19.05.2026р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір та аналіз вихідних даних, огляд нормативно-технічної та наукової літератури.	23.05.2026	
2	Виконання Розділу 1: Аналіз значення БПР у технологічному циклі та сучасних напрямів їх удосконалення	30.05.2026	
3	Виконання Розділу 2: Дослідження гірничо-геологічних умов та аналіз існуючих параметрів буріння та підривання на ПрАТ «ПІВДЕННИЙ ГЗК»	05.06.2026	
4	Виконання Розділу 2: Оцінка недоліків існуючої технології, аналіз даних хронометражу продуктивності обладнання та виходу негабариту	08.06.2026	
5	Виконання Розділу 3: Розрахунок параметрів удосконаленої технології БПР, вибір ЕВР та обґрунтування схем короткосповільненого підривання	11.06.2026	
6	Виконання Розділу 3 та 4: Техніко-економічна оцінка запропонованих рішень та розробка заходів з охорони праці при проведенні масових вибухів	14.06.2026	
7	Формулювання загальних висновків, остаточне оформлення пояснювальної записки та подання роботи керівнику на перевірку	16.06.2026	
8	Підготовка графічного матеріалу та презентації до захисту	18.06.2026	

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	7
ВСТУП.....	9
Розділ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОНАННЯ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ У КАР'ЄРАХ.....	12
1.1 Значення буропідричних робіт у технологічному процесі відкритої розробки родовищ.....	12
1.2 Сучасні технології буропідричних робіт та їх особливості.....	14
1.3 Фактори, що впливають на якість дроблення гірського масиву...	16
1.4 Аналіз наукових досліджень і напрямів удосконалення буропідричних робіт.....	19
1.5 Постановка задачі дослідження.....	21
Розділ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ВИКОНАННЯ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ НА ПрАТ «ПІВДЕННИЙ ГЗК».....	24
2.1 Загальна характеристика підприємства та гірничо-геологічних умов родовища.....	24
2.2 Аналіз існуючої технології буропідричних робіт.....	25
2.3 Аналіз параметрів буріння та підривання.....	28
2.4 Оцінка якості підготовки гірської маси та недоліків існуючої технології.....	30
2.5 Обґрунтування напрямків підвищення ефективності буропідричних робіт.....	32
Розділ 3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ.....	36
3.1 Обґрунтування напрямків удосконалення технології буропідричних робіт.....	36
3.2 Розрахунок параметрів удосконаленої технології буропідричних робіт.....	37

3.3 Вибір вибухових речовин і системи ініціювання.....	41
3.4 Оцінка якості дроблення гірського масиву.....	43
3.5 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень.....	45
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ.....	48
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	48
4.2 Вимоги безпеки під час виконання буропідривних робіт.....	49
4.3 Заходи щодо забезпечення безпеки при проведенні масових вибухів.....	49
4.4 Заходи щодо зменшення негативного впливу вибухів на навколишнє середовище.....	50
ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54
ДОДАТКИ.....	56

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Вдосконалення технології буропідливних робіт для покращення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт».

Робота викладена на 64 сторінках, 7 таблиць, 9 додатків. Перелік використаних джерел налічує 25 найменувань.

**Метою** кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності відкритих гірничих робіт шляхом удосконалення технології буропідливних робіт та оптимізації їх основних параметрів.

**Об'єктом дослідження** є процес виконання буропідливних робіт на кар'єрах при відкритому способі розробки родовищ корисних копалин.

**Предметом дослідження** є технологічні параметри буропідливних робіт та їх вплив на комплексні показники ефективності відкритих гірничих робіт.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі задачі дослідження: проведення аналізу сучасних технологій буропідливних робіт, дослідження факторів, що впливають на якість дроблення гірської маси, оцінка впливу параметрів буропідливних робіт на продуктивність гірничо-транспортного обладнання, обґрунтування заходів щодо вдосконалення технології буропідливних робіт та визначення їх техніко-економічної ефективності.

У роботі використано методи аналізу і узагальнення науково-технічної літератури, статистичної обробки даних, порівняльного аналізу, техніко-економічних розрахунків та графо-аналітичний метод.

У результаті виконання роботи проаналізовано сучасний стан буропідливних робіт при відкритій розробці родовищ, досліджено вплив технологічних параметрів вибуху на якість підготовки гірської маси та

обґрунтовано шляхи вдосконалення технології буропідливних робіт. Запропоновані технічні рішення спрямовані на покращення гранулометричного складу гірничої маси, підвищення продуктивності навантажувально-транспортного комплексу та забезпечення зростання загальної ефективності відкритих гірничих робіт.

Ключові слова: БУРОПІДРИВНІ РОБОТИ, ВІДКРИТІ ГІРНИЧІ РОБОТИ, ГІРНИЧА МАСА, ПАРАМЕТРИ ВИБУХУ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИДОБУТКУ, ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ.

## ВСТУП

Гірничодобувна промисловість є однією з провідних галузей економіки України, яка забезпечує сировинну базу металургійного комплексу та значною мірою визначає рівень розвитку промислового виробництва. Основний обсяг видобутку залізорудної сировини здійснюється відкритим способом, що характеризується високою продуктивністю, значними масштабами гірничих робіт та необхідністю постійного вдосконалення технологічних процесів.

Важливе місце у технологічному циклі відкритої розробки родовищ займають буропідривні роботи, які забезпечують первинне руйнування гірського масиву та визначають гранулометричний склад гірничої маси. Від якості підготовки гірської маси залежать ефективність навантажувально-транспортних операцій, продуктивність дробильно-збагачувального обладнання, рівень експлуатаційних витрат та техніко-економічні показники роботи кар'єру в цілому.

У сучасних умовах збільшення глибини кар'єрів, ускладнення гірничо-геологічних умов та підвищення вимог до економічної й екологічної ефективності виробництва особливої актуальності набуває питання вдосконалення технології буропідривних робіт. Використання традиційних схем буріння та підривання не завжди забезпечує необхідну якість дроблення гірських порід, що призводить до збільшення виходу негабаритних фракцій, зростання витрат вибухових речовин, зниження продуктивності гірничо-транспортного обладнання та посилення негативного впливу вибухових робіт на навколишнє середовище.

ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» є одним із найбільших гірничодобувних підприємств Криворізького залізорудного басейну, яке здійснює видобуток залізистих кварцитів відкритим способом. Значні обсяги видобутку, складна геологічна будова родовища та постійне

поглиблення кар'єру зумовлюють необхідність удосконалення технологічних параметрів буропідливних робіт з метою підвищення ефективності відкритих гірничих робіт та покращення техніко-економічних показників виробництва.

Таким чином, тема кваліфікаційної роботи «Вдосконалення технології буропідливних робіт для покращення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт» є актуальною та має практичне значення для ПрАТ «Південний ГЗК» і гірничодобувної галузі України в цілому.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності відкритих гірничих робіт шляхом удосконалення технології буропідливних робіт в умовах ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати гірничо-геологічні умови розробки родовища та їх вплив на параметри буропідливних робіт,
- дослідити діючу технологію виконання буропідливних робіт на підприємстві та визначити її особливості,
- проаналізувати фактори, що впливають на якість руйнування гірського масиву та гранулометричний склад гірничої маси,
- розробити та обґрунтувати заходи щодо вдосконалення технології буропідливних робіт,
- виконати оцінку впливу запропонованих рішень на техніко-економічні показники відкритих гірничих робіт,
- розробити заходи з охорони праці та безпеки під час проведення буропідливних робіт.

Для вирішення поставлених завдань у роботі використано методи аналізу та узагальнення науково-технічної літератури, порівняльного

аналізу, методи техніко-економічних розрахунків, графо-аналітичний метод та методи системного аналізу технологічних процесів.

Результати дослідження спрямовані на підвищення якості підготовки гірської маси до виймання, зменшення витрат на виконання буропідривних робіт, підвищення продуктивності гірничо-транспортного обладнання та покращення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт.

## **Розділ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОНАННЯ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ У КАР'ЄРАХ**

### **1.1 Значення буропідричних робіт у технологічному процесі відкритої розробки родовищ**

«Відкритий спосіб розробки родовищ корисних копалин є одним із найбільш продуктивних та економічно ефективних способів видобутку мінеральної сировини. Його застосування забезпечує високий рівень механізації виробничих процесів, значну продуктивність обладнання та можливість розробки родовищ із великими запасами корисних копалин. Технологічний цикл відкритих гірничих робіт включає підготовку гірських порід до виймання, навантаження, транспортування, дроблення та збагачення корисної копалини» [1, 3, 6].

«Одним із найважливіших процесів у структурі відкритих гірничих робіт є буропідричні роботи, які забезпечують руйнування гірського масиву до стану, придатного для подальшого навантаження та транспортування. Якість виконання буропідричних робіт значною мірою визначає ефективність роботи всього гірничо-транспортного комплексу, оскільки від гранулометричного складу підірваної гірничої маси залежать продуктивність екскаваторів, витрати енергії на подрібнення, знос обладнання та собівартість кінцевої продукції» [4, 5, 7].

У загальному технологічному циклі відкритої розробки родовищ буропідричні роботи є первинною ланкою, яка формує умови для виконання наступних виробничих процесів. Від ступеня дроблення гірської маси залежать показники роботи навантажувального та транспортного обладнання, а також стабільність функціонування дробильно-збагачувального комплексу. Недостатнє руйнування масиву призводить до утворення негабаритних кусків, що ускладнює роботу екскаваторів,

збільшує витрати на вторинне дроблення та знижує продуктивність підприємства.

Особливістю сучасних кар'єрів є постійне збільшення глибини розробки, ускладнення гірничо-геологічних умов та необхідність забезпечення високих техніко-економічних показників при одночасному дотриманні екологічних вимог. У зв'язку з цим підвищуються вимоги до якості буропідривних робіт, точності визначення їх параметрів та ефективності використання вибухових речовин.

Основними параметрами буропідривних робіт є діаметр і глибина свердловин, величина лінії опору по підшві, відстань між свердловинами та рядами, величина перебуру, конструкція заряду, питома витрата вибухових речовин і схема ініціювання. Правильний вибір зазначених параметрів дозволяє забезпечити рівномірне руйнування гірського масиву, зменшити вихід негабаритних фракцій та знизити питомі витрати на виконання гірничих робіт.

«На сучасному етапі розвитку гірничодобувної промисловості буропідривні роботи розглядаються не лише як процес руйнування гірських порід, а як один із основних факторів, що визначає ефективність функціонування всього кар'єру. Саме тому вдосконалення технології буріння та підривання є одним із найважливіших напрямків підвищення продуктивності відкритих гірничих робіт, зниження собівартості видобутку та покращення екологічних показників виробництва» [4, 6, 10].

## **1.2 Сучасні технології буропідривних робіт та їх особливості**

«Буропідривні роботи є одним із найбільш відповідальних етапів відкритої розробки родовищ корисних копалин, оскільки саме вони забезпечують руйнування гірського масиву до необхідної крупності та

створюють умови для ефективного виконання наступних технологічних процесів. Сучасний рівень розвитку гірничодобувної промисловості характеризується постійним удосконаленням технології буріння та підривання, впровадженням нових вибухових речовин, засобів ініціювання та цифрових систем управління вибухом» [4, 5, 10].

Основними способами проведення буропідривних робіт у кар'єрах є свердловинні вибухи, які здійснюються за допомогою вертикальних, похилих або комбінованих свердловин. Найбільшого поширення набув спосіб підривання свердловинних зарядів великого діаметра, який дозволяє забезпечити значні обсяги руйнування гірських порід при високій продуктивності та відносно низьких витратах.

Технологія буропідривних робіт включає комплекс взаємопов'язаних операцій, до яких належать буріння свердловин, підготовка та заряджання вибухових речовин, монтаж вибухової мережі, ініціювання зарядів та контроль результатів вибуху. Ефективність виконання кожної з цих операцій безпосередньо впливає на якість підготовки гірської маси та техніко-економічні показники роботи підприємства.

«У сучасних кар'єрах широкого застосування набули емульсійні, гранульовані та водовмісні вибухові речовини. Емульсійні вибухові речовини характеризуються високою енергетичною ефективністю, підвищеною безпекою під час транспортування та заряджання, а також можливістю використання в обводнених свердловинах. Крім того, вони забезпечують більш рівномірне руйнування масиву та зменшення виходу негабаритних фракцій» [5, 10, 25].

«Важливим напрямком удосконалення буропідривних робіт є застосування неелектричних та електронних систем ініціювання. Використання неелектричних систем дозволяє підвищити надійність вибухової мережі, знизити чутливість до електромагнітних впливів та

забезпечити необхідну послідовність спрацювання зарядів. Електронні детонатори забезпечують високу точність часових інтервалів між вибухами окремих свердловин, що сприяє покращенню дроблення гірських порід, зниженню сейсмічної дії вибуху та зменшенню пилогазових викидів» [4, 14, 25].

Одним із сучасних напрямків розвитку буропідривних робіт є диференційоване зарядження свердловин, при якому конструкція заряду та питома витрата вибухових речовин визначаються з урахуванням фізико-механічних властивостей окремих ділянок гірського масиву. Такий підхід дозволяє більш раціонально використовувати енергію вибуху та підвищувати ефективність руйнування порід.

Суттєвий вплив на якість підривання мають схеми короткосповільненого підривання. Використання оптимальних інтервалів уповільнення між окремими свердловинами та рядами забезпечує більш повне використання енергії вибуху, покращує дроблення гірських порід, зменшує інтенсивність сейсмічних коливань та сприяє формуванню розпушеної гірничої маси, зручної для навантаження екскаваторами.

«У сучасних умовах значна увага приділяється застосуванню цифрових технологій під час проектування масових вибухів. Використання спеціалізованого програмного забезпечення дозволяє виконувати тривимірне моделювання вибухового блоку, визначати оптимальні параметри свердловинних зарядів, прогнозувати гранулометричний склад гірської маси та оцінювати сейсмічний вплив вибуху» [5, 10, 25].

Незважаючи на значний розвиток технологій буропідривних робіт, проблема забезпечення оптимальної якості дроблення гірських порід залишається актуальною. Зі збільшенням глибини кар'єрів та ускладненням гірничо-геологічних умов ефективність традиційних схем підривання знижується, що обумовлює необхідність пошуку нових

технічних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності відкритих гірничих робіт та зменшення негативного впливу вибухів на навколишнє середовище.

### **1.3 Фактори, що впливають на якість дроблення гірського масиву**

«Якість підготовки гірської маси до виймання є одним із найважливіших показників ефективності буропідривних робіт. Від ступеня дроблення порід залежать продуктивність екскаваторів, витрати на транспортування, ефективність роботи дробильного обладнання та загальні техніко-економічні показники відкритих гірничих робіт. На процес руйнування гірського масиву впливає значна кількість природних і технологічних факторів, які необхідно враховувати під час проектування параметрів масових вибухів» [5, 25].

До основних природних факторів належать фізико-механічні властивості гірських порід, їх структурні особливості, тріщинуватість, шаруватість, міцність та ступінь обводненості. Із підвищенням міцності порід зростає опір руйнуванню, що вимагає збільшення питомої витрати вибухових речовин. Наявність природної тріщинуватості сприяє більш ефективному використанню енергії вибуху та забезпечує краще дроблення масиву.

«Важливим фактором є неоднорідність гірського масиву. У межах одного вибухового блоку можуть зустрічатися породи різної міцності, що призводить до нерівномірного дроблення та утворення негабаритних фракцій. Тому при проектуванні буропідривних робіт необхідно враховувати геологічну будову масиву та зміну фізико-механічних властивостей порід» [4, 5].

Суттєвий вплив на результати вибуху мають параметри буровибухових робіт. До них належать діаметр свердловин, глибина буріння, величина перебуру, лінія опору по підшві, відстань між свердловинами та рядами, конструкція заряду, схема ініціювання та питома витрата вибухових речовин.

«Одним із найважливіших параметрів є лінія опору по підшві  $W$ , яка визначає найкоротшу відстань від осі свердловини до відкритої поверхні вибухового блоку. Від правильного вибору цього параметра залежить повнота руйнування гірських порід та рівномірність дроблення. Зменшення величини лінії опору призводить до надмірного викиду породи, а її збільшення – до утворення негабаритів та погіршення якості розпушення масиву» [4, 10].

Не менш важливе значення має відстань між свердловинами в ряду та між рядами. Надмірне збільшення цих відстаней призводить до виникнення зон недостатнього руйнування, а їх зменшення спричиняє перевитрати вибухових речовин. Тому параметри сітки свердловин повинні визначатися з урахуванням фізико-механічних властивостей гірських порід та характеристик вибухових речовин.

«Якість дроблення значною мірою залежить від питомої витрати вибухових речовин. При недостатній кількості вибухової речовини не забезпечується необхідне руйнування масиву, що призводить до збільшення виходу негабаритних шматків. Надмірна витрата вибухових речовин супроводжується підвищенням собівартості робіт, збільшенням сейсмічної дії вибуху та зростанням негативного впливу на навколишнє середовище» [5, 25].

Важливим фактором є тип вибухової речовини. У сучасних умовах перевага надається емульсійним вибуховим речовинам, які характеризуються високою водостійкістю, стабільністю властивостей та

значною енергією вибуху. Застосування емульсійних вибухових речовин дозволяє покращити якість дроблення гірської маси та знизити витрати на вторинне дроблення.

На ефективність вибухового руйнування також впливає конструкція заряду та спосіб ініціювання. Використання короткосповільненого підривання сприяє більш раціональному використанню енергії вибуху, покращує дроблення порід та зменшує сейсмічний вплив на навколишнє середовище. Особливої ефективності вдається досягти при використанні електронних систем ініціювання, які забезпечують високу точність часових інтервалів між спрацюванням окремих свердловинних зарядів.

Важливим показником ефективності буропідричних робіт є гранулометричний склад підірваної гірської маси. Збільшення виходу негабаритних фракцій призводить до зниження продуктивності екскаваторів, підвищення витрат на вторинне дроблення та збільшення енергоємності подальших технологічних процесів. Тому забезпечення оптимального гранулометричного складу є одним із головних завдань під час проектування масових вибухів.

«Таким чином, якість дроблення гірського масиву визначається сукупністю природних і технологічних факторів, взаємний вплив яких обумовлює необхідність комплексного підходу до вибору параметрів буропідричних робіт. Урахування особливостей гірничо-геологічних умов та оптимізація параметрів вибуху дозволяють підвищити ефективність відкритих гірничих робіт, знизити питомі витрати та забезпечити покращення техніко-економічних показників роботи кар'єру» [4, 5, 6].

#### **1.4 Аналіз наукових досліджень і напрямів удосконалення буропідривних робіт**

«Проблемам підвищення ефективності буропідривних робіт присвячено значну кількість наукових досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних учених. Вагомий внесок у розвиток теорії та практики руйнування гірських порід вибухом зробили М. М. Протодьяконов, А. А. Скочинський, Б. Н. Кутузов, Є. І. Єфремов, М. Г. Барон, В. В. Ржевський, В. І. Комащенко, В. С. Білецький та інші дослідники» [1, 2, 5, 9].

«У роботах Б. М. Кутузова розглянуто основні закономірності руйнування гірських порід вибухом, визначено принципи розрахунку параметрів свердловинних зарядів та встановлено залежність між питомою витратою вибухових речовин і якістю дроблення гірського масиву. Значну увагу приділено питанням раціонального використання енергії вибуху та впливу конструкції заряду на результати вибухових робіт» [5, 25].

«У дослідженнях М. Г. Барона та В. В. Ржевського детально розглянуті питання взаємозв'язку між параметрами буропідривних робіт та ефективністю подальших технологічних процесів. Авторами встановлено, що якість підготовки гірської маси визначає продуктивність навантажувального, транспортного та дробильного обладнання, а також впливає на загальну собівартість видобутку корисних копалин» [1, 6, 7].

«Значний внесок у розвиток технології масових вибухів зроблено Є. І. Єфремовим, у працях якого досліджено вплив короткосповільненого підривання на ефективність руйнування гірських порід. Встановлено, що раціональний вибір часових інтервалів між спрацюванням окремих зарядів сприяє більш повному використанню енергії вибуху, покращенню гранулометричного складу підірваної гірської маси та зменшенню сейсмічної дії вибуху» [5, 10, 25].

«У роботах В. І. Комащенко та В. С. Білецького розглядаються сучасні тенденції розвитку відкритих гірничих робіт, питання підвищення ефективності використання вибухових речовин та удосконалення технологій ведення буропідривних робіт у складних гірничо-геологічних умовах. Особлива увага приділяється застосуванню емульсійних вибухових речовин, використанню комп'ютерного моделювання та впровадженню сучасних систем ініціювання» [1, 2, 10].

«Останніми роками значного поширення набули дослідження, спрямовані на застосування електронних систем ініціювання та цифрових технологій проектування масових вибухів. Використання програмних комплексів дозволяє моделювати процес вибухового руйнування, прогнозувати гранулометричний склад гірської маси та оптимізувати параметри буропідривних робіт залежно від фізико-механічних властивостей порід» [5, 25].

Незважаючи на значну кількість наукових праць, питання підвищення ефективності буропідривних робіт не можна вважати остаточно вирішеним. Сучасні умови розробки родовищ характеризуються збільшенням глибини кар'єрів, ускладненням геологічної будови масиву, неоднорідністю фізико-механічних властивостей гірських порід та необхідністю зниження негативного впливу вибухових робіт на навколишнє середовище.

«Для кар'єрів Криворізького залізорудного басейну, зокрема ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат», характерними є значна мінливість властивостей гірських порід, наявність ділянок із різною тріщинуватістю та міцністю, а також постійне збільшення глибини гірничих робіт. За таких умов використання традиційних параметрів буропідривних робіт не завжди забезпечує необхідну якість дроблення гірської маси, що призводить до збільшення виходу негабаритних фракцій, зниження

продуктивності гірничого обладнання та підвищення витрат на подальші технологічні процеси» [18, 19, 22, 23].

«Таким чином, аналіз літературних джерел показав, що одним із перспективних напрямів підвищення ефективності відкритих гірничих робіт є вдосконалення технології буропідривних робіт шляхом оптимізації їх параметрів з урахуванням конкретних гірничо-геологічних умов. Це обумовлює необхідність проведення подальших досліджень, спрямованих на розроблення технічних рішень, які забезпечать покращення гранулометричного складу гірської маси, зниження витрат вибухових речовин та підвищення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт» [1, 5, 18].

### **1.5 Постановка задачі дослідження**

«Аналіз літературних джерел, сучасних технологій ведення буропідривних робіт та результатів досліджень у галузі відкритої розробки родовищ показав, що ефективність роботи гірничодобувних підприємств значною мірою залежить від якості підготовки гірської маси до виймання. Незважаючи на значний розвиток технології буріння та підривання, питання забезпечення оптимального гранулометричного складу гірської маси, зниження питомих витрат вибухових речовин та підвищення продуктивності гірничо-транспортного обладнання залишаються актуальними» [1, 4, 5].

«Особливої актуальності ці питання набувають для кар'єрів Криворізького залізорудного басейну, де збільшення глибини розробки, складна геологічна будова родовищ та неоднорідність фізико-механічних властивостей порід зумовлюють необхідність постійного вдосконалення параметрів буропідривних робіт» [19, 23].

«Для ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» важливим завданням є підвищення ефективності відкритих гірничих робіт за рахунок удосконалення технології буропідривних робіт та забезпечення більш раціонального використання енергії вибуху. Це дозволить покращити якість дроблення гірської маси, зменшити вихід негабаритних фракцій, підвищити продуктивність навантажувально-транспортного обладнання та знизити витрати на подальші технологічні процеси» [19, 21, 24].

У зв'язку з цим метою кваліфікаційної роботи є вдосконалення технології буропідривних робіт для покращення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт в умовах ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати гірничо-геологічні умови розробки родовища та особливості ведення відкритих гірничих робіт на ПрАТ «Південний ГЗК»,
- дослідити діючу технологію буропідривних робіт та визначити основні фактори, що впливають на якість підготовки гірської маси,
- виконати аналіз параметрів буріння та підривання, які застосовуються на підприємстві,
- обґрунтувати напрями вдосконалення технології буропідривних робіт з урахуванням гірничо-геологічних умов родовища,
- виконати розрахунок параметрів удосконаленої технології та оцінити її вплив на якість дроблення гірської маси,
- провести техніко-економічне порівняння існуючої та запропонованої технологій,
- розробити заходи з охорони праці та забезпечення безпеки під час проведення буропідривних робіт.

Реалізація поставлених завдань дозволить підвищити ефективність використання вибухових речовин, покращити гранулометричний склад

підірваної гірської маси, забезпечити зниження витрат на виконання гірничих робіт та сприятиме підвищенню техніко-економічних показників діяльності ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат».

## **РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ВИКОНАННЯ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ НА ПрАТ «ПІВДЕННИЙ ГЗК»**

### **2.1 Загальна характеристика підприємства та гірничо-геологічних умов родовища**

«ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» є одним із провідних підприємств гірничодобувної галузі України та входить до числа найбільших виробників залізорудної сировини. Основним видом діяльності підприємства є видобуток та переробка магнетитових кварцитів Криворізького залізорудного басейну з подальшим виробництвом залізорудного концентрату» [18, 22].

«Розробка родовища здійснюється відкритим способом із застосуванням високопродуктивного бурового, навантажувального та транспортного обладнання. Значні масштаби гірничих робіт, постійне збільшення глибини кар'єру та складні гірничо-геологічні умови обумовлюють необхідність постійного вдосконалення технологічних процесів, зокрема буропідривних робіт» [19, 23].

«Родовище характеризується складною геологічною будовою та представлене переважно магнетитовими кварцитами, сланцями та вміщуючими породами різної міцності. Гірські породи відзначаються значною неоднорідністю фізико-механічних властивостей, що суттєво впливає на ефективність їх руйнування вибухом» [18, 23].

«Породи родовища характеризуються коефіцієнтом міцності за шкалою професора М. М. Протодьяконова в межах  $f = 12-18$ , що відносить їх до категорії міцних та дуже міцних порід. Значна твердість і абразивність порід ускладнюють процес буріння свердловин та вимагають застосування вибухових речовин із достатньо високими енергетичними характеристиками» [5, 18].

«Гірничі роботи на кар'єрі ведуться уступами висотою 15 м. Розкриття та відпрацювання запасів здійснюється із застосуванням автомобільного та залізничного транспорту. Основними засобами механізації є бурові верстати шарошкового буріння, екскаватори циклічної дії та великовантажні автосамоскиди» [19, 21, 23].

«Важливим фактором, що впливає на параметри буропідривних робіт, є ступінь тріщинуватості гірського масиву. Для окремих ділянок кар'єру характерна наявність зон підвищеної тріщинуватості, які сприяють покращенню дроблення порід, тоді як масивні слаботріщинуваті ділянки потребують збільшення питомої витрати вибухових речовин та коригування параметрів буровибухових робіт» [4, 24].

«Зі збільшенням глибини кар'єру спостерігається погіршення умов ведення гірничих робіт, що проявляється у зростанні міцності порід, збільшенні відстаней транспортування та підвищенні собівартості видобутку. За таких умов особливого значення набуває забезпечення ефективної підготовки гірської маси до виймання, оскільки саме якість буропідривних робіт значною мірою визначає продуктивність усього гірничо-транспортного комплексу» [3, 18, 22].

Таким чином, гірничо-геологічні умови ПрАТ «Південний ГЗК» характеризуються складною будовою та значною мінливістю фізико-механічних властивостей порід, що обумовлює необхідність постійного вдосконалення параметрів буропідривних робіт та пошуку технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності відкритих гірничих робіт.

## **2.2 Аналіз існуючої технології буропідривних робіт**

«Підготовка гірської маси до виймання на ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» здійснюється шляхом проведення масових

вибухів свердловинних зарядів. Існуюча технологія буропідривних робіт спрямована на забезпечення необхідного ступеня дроблення гірських порід для ефективної роботи навантажувально-транспортного комплексу та подальшої переробки корисної копалини» [19, 20, 24].

«Буріння вибухових свердловин здійснюється буровими верстатами шарошкового буріння. Висота робочих уступів становить 15 м, а глибина свердловин визначається з урахуванням величини перебуру, який забезпечує якісне руйнування порід у підшві уступу та запобігає утворенню порогів після вибуху» [4, 24].

«На підприємстві застосовується багаторядне короткосповільнене підривання свердловинних зарядів. Такий спосіб дозволяє покращити використання енергії вибуху, зменшити сейсмічний вплив та забезпечити більш рівномірне дроблення гірського масиву. Ініціювання зарядів здійснюється із використанням сучасних неелектричних систем, що забезпечують високу надійність вибухової мережі та безпеку виконання робіт» [14, 20, 24].

«Для заряджання свердловин використовуються переважно емульсійні вибухові речовини, які характеризуються високою водостійкістю, стабільністю фізико-хімічних властивостей та значною енергією вибуху. Використання емульсійних вибухових речовин дозволяє забезпечити ефективне руйнування міцних магнетитових кварцитів та підвищити безпеку проведення вибухових робіт» [20, 24].

«Свердловини розташовуються за прямокутною або шаховою схемою, а параметри сітки буріння визначаються фізико-механічними властивостями гірських порід, висотою уступу та характеристиками вибухових речовин. Основними параметрами, які визначають ефективність буропідривних робіт, є діаметр свердловин, лінія опору по підшві, відстань між свердловинами та рядами, величина перебуру,

питома витрата вибухових речовин і схема комутації вибухової мережі» [4,19, 24].

«Якість підготовки гірської маси оцінюється за гранулометричним складом після вибуху, величиною виходу негабаритних фракцій, ступенем розпушення масиву та продуктивністю навантажувального обладнання. Практика експлуатації показує, що при зміні фізико-механічних властивостей порід і поглибленні гірничих робіт не завжди вдається забезпечити рівномірне дроблення масиву. У результаті спостерігається утворення негабаритних кусків, зниження продуктивності екскаваторів та збільшення витрат на вторинне дроблення» [5, 24].

«Крім того, застосування постійних параметрів буропідривних робіт для ділянок із різною міцністю та тріщинуватістю порід призводить до нераціонального використання вибухових речовин і не забезпечує максимального використання енергії вибуху. Це обумовлює необхідність удосконалення технології буропідривних робіт шляхом оптимізації параметрів свердловинних зарядів та адаптації їх до конкретних гірничо-геологічних умов» [5, 25].

Таким чином, існуюча технологія буропідривних робіт на ПрАТ «Південний ГЗК» забезпечує стабільне ведення відкритих гірничих робіт, проте потребує подальшого вдосконалення з метою покращення гранулометричного складу гірської маси, зниження питомих витрат вибухових речовин та підвищення комплексних показників ефективності виробництва.

### 2.3 Аналіз параметрів буріння та підривання

«Ефективність буропідривних робіт значною мірою визначається правильністю вибору параметрів буріння та підривання. Від їх величини залежать якість дроблення гірського масиву, продуктивність навантажувального обладнання, вихід негабаритних фракцій, а також загальні техніко-економічні показники відкритих гірничих робіт» [4, 5, 6].

«На ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» підготовка гірської маси до виймання здійснюється шляхом проведення масових вибухів свердловинних зарядів. Для буріння вибухових свердловин використовуються бурові верстати шарошкового буріння, які забезпечують високу продуктивність і дозволяють виконувати буріння у породах високої міцності» [19, 24].

«Висота робочих уступів на кар'єрі становить 15 м. Для забезпечення якісного руйнування підшви уступу передбачається перебур, величина якого складає 1,5–2,0 м. Таким чином, загальна глибина свердловин досягає 16,5–17,0 м» [24].

«Для руйнування міцних магнетитових кварцитів застосовуються свердловини діаметром 250 мм. Величина лінії опору по підшві приймається в межах 6,0–7,0 м, а відстань між свердловинами в ряду становить 6,0–7,5 м. Відстань між рядами вибирається з урахуванням фізико-механічних властивостей порід і, як правило, складає 5,5–6,5 м» [20, 24].

«Заряджання свердловин здійснюється переважно емульсійними вибуховими речовинами, які характеризуються високою водостійкістю та значною енергією вибуху. Питома витрата вибухових речовин знаходиться в межах 0,7–1,1 кг/м<sup>3</sup> і визначається міцністю гірських порід, ступенем їх тріщинуватості та необхідною якістю дроблення» [5, 20, 24].

«Підривання виконується за схемою короткосповільненого багаторядного підривання із застосуванням неелектричних систем ініціювання. Використання коротких інтервалів уповільнення між рядами сприяє більш ефективному використанню енергії вибуху, зменшенню сейсмічного впливу та покращенню гранулометричного складу гірської маси» [4, 10, 24].

«Основні параметри буропідривних робіт наведені в таблиці 2.1. » [24].

Таблиця 2.1 – Основні параметри буропідривних робіт на ПрАТ «Південний ГЗК» «Джерело: складено за даними паспорта буропідривних робіт підприємства» [24].

Показник	Значення
Висота уступу, м	15
Діаметр свердловин, мм	250
Глибина свердловин, м	16,5–17,0
Перебур, м	1,5–2,0
Лінія опору по підшві, м	6,0–7,0
Відстань між свердловинами, м	6,0–7,5
Відстань між рядами, м	5,5–6,5
Тип вибухової речовини	Емульсійна
Питома витрата ВР, кг/м <sup>3</sup>	0,7–1,1
Система ініціювання	Неелектрична
Спосіб підривання	Короткосповільнений багаторядний

«Аналіз параметрів буропідривних робіт показує, що існуюча технологія забезпечує необхідні обсяги підготовки гірської маси, проте використання практично постійних параметрів для різних гірничо-геологічних умов не завжди дозволяє отримати оптимальний гранулометричний склад. У результаті збільшується вихід негабаритних

фракцій, зростають витрати на вторинне дроблення та знижується продуктивність навантажувально-транспортного обладнання» [24].

«Крім того, зі збільшенням глибини кар'єру та ускладненням гірничо-геологічних умов виникає необхідність удосконалення параметрів буропідривних робіт, спрямованого на підвищення ефективності використання енергії вибуху та покращення комплексних показників відкритих гірничих робіт» [19, 24].

#### **2.4 Оцінка якості підготовки гірської маси та недоліків існуючої технології**

«Якість підготовки гірської маси після масового вибуху є одним із основних показників ефективності буропідривних робіт. Від ступеня дроблення порід залежить продуктивність навантажувального обладнання, ефективність транспортування, робота дробильних установок та загальні техніко-економічні показники відкритих гірничих робіт» [4, 5, 6].

«Основними критеріями оцінки якості підготовки гірської маси є гранулометричний склад, ступінь розпушення, вихід негабаритних фракцій, рівномірність розподілу шматків за розмірами, а також відсутність порогів у підшві уступу. Оптимальна якість дроблення забезпечує безперебійну роботу екскаваторів, скорочує витрати на вторинне дроблення та сприяє зменшенню енерговитрат на подальших стадіях переробки корисної копалини» [5, 19].

«Практика виконання буропідривних робіт на ПрАТ «Південний ГЗК» показує, що при розробці окремих ділянок родовища спостерігається нерівномірність дроблення гірського масиву. Це пояснюється значною неоднорідністю фізико-механічних властивостей порід, зміною ступеня

тріщинуватості масиву та застосуванням практично незмінних параметрів буропідривних робіт для різних гірничо-геологічних умов» [19, 24].

«У результаті проведення масових вибухів спостерігається утворення негабаритних шматків, які потребують додаткового подрібнення. Наявність негабаритів ускладнює процес навантаження, знижує продуктивність екскаваторів, збільшує тривалість технологічного циклу та призводить до підвищення експлуатаційних витрат» [22, 24].

«Однією з причин погіршення якості дроблення є недостатнє врахування неоднорідності гірського масиву під час вибору параметрів сітки свердловин та питомої витрати вибухових речовин. Використання однакових параметрів для порід різної міцності не забезпечує раціонального використання енергії вибуху та призводить до нерівномірного руйнування масиву» [5, 25].

«Важливим недоліком існуючої технології є підвищений рівень втрат енергії вибуху. Частина енергії витрачається на сейсмічні коливання, повітряну ударну хвилю та розліт окремих шматків породи, що знижує ефективність процесу руйнування та негативно впливає на навколишнє середовище» [5, 10, 25].

«Крім того, зі збільшенням глибини кар'єру ускладнюються гірничо-геологічні умови, зростає міцність гірських порід та збільшуються вимоги до якості підготовки гірської маси. Це потребує більш гнучкого підходу до вибору параметрів буропідривних робіт і застосування сучасних технічних рішень» [18, 23].

Основні недоліки існуючої технології буропідривних робіт наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні недоліки існуючої технології буропідривних робіт

Недолік	Наслідки
Нерівномірне дроблення гірської маси	Зниження продуктивності екскаваторів
Утворення негабаритних фракцій	Додаткові витрати на вторинне дроблення
Незмінні параметри сітки свердловин для різних порід	Неефективне використання енергії вибуху
Збільшення міцності порід із глибиною	Погіршення якості дроблення
Втрати енергії вибуху	Підвищення питомих витрат ВР
Пилогазові та сейсмічні впливи	Негативний вплив на навколишнє середовище

«Джерело: складено автором на основі аналізу виробничих даних підприємства» [19, 22, 24].

Таким чином, аналіз якості підготовки гірської маси показав, що існуюча технологія буропідривних робіт не повною мірою враховує особливості гірничо-геологічних умов родовища та потребує вдосконалення. Основними напрямками підвищення ефективності є оптимізація параметрів буріння та підривання, більш раціональне використання вибухових речовин і підвищення якості дроблення гірського масиву, що дозволить покращити комплексні показники ефективності відкритих гірничих робіт.

## 2.5 Обґрунтування напрямків підвищення ефективності буропідривних робіт

«Аналіз гірничо-геологічних умов ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» та оцінка існуючої технології буропідривних робіт показали, що одним із основних резервів підвищення ефективності відкритих гірничих робіт є покращення якості підготовки гірської маси до виймання. Від гранулометричного складу підірваної породи залежать продуктивність екскаваторного та транспортного обладнання, витрати на дроблення і збагачення, а також загальні техніко-економічні показники діяльності підприємства» [19, 22].

«Збільшення глибини кар'єру, зміна фізико-механічних властивостей гірських порід та необхідність зниження витрат на видобуток корисної копалини вимагають постійного вдосконалення параметрів буропідривних робіт. Традиційні схеми підривання, які базуються на використанні постійних параметрів сітки свердловин та питомої витрати вибухових речовин, не завжди забезпечують необхідний ступінь дроблення масиву та раціональне використання енергії вибуху» [5, 25].

«Одним із перспективних напрямків підвищення ефективності буропідривних робіт є оптимізація параметрів буріння та підривання залежно від фізико-механічних властивостей гірських порід. Диференційований підхід до вибору лінії опору по подошві, відстані між свердловинами, величини перебуру та питомої витрати вибухових речовин дозволяє більш повно використовувати енергію вибуху та забезпечувати рівномірне дроблення масиву» [4, 5, 25].

«Важливим напрямком удосконалення є застосування сучасних емульсійних вибухових речовин, які характеризуються високою енергією вибуху, водостійкістю та стабільністю фізико-хімічних властивостей. Їх

використання дозволяє підвищити ефективність руйнування міцних гірських порід, зменшити вихід негабаритних фракцій та покращити безпеку виконання вибухових робіт» [14, 24].

«Підвищення ефективності буропідривних робіт також може бути досягнуто шляхом удосконалення схем короткосповільненого підривання. Раціональний вибір часових інтервалів між спрацюванням окремих свердловинних зарядів забезпечує більш повне використання енергії вибуху, покращує гранулометричний склад гірської маси та сприяє зменшенню сейсмічного впливу на навколишнє середовище» [10, 25].

«Перспективним напрямком є застосування диференційованого заряджання свердловин, при якому конструкція заряду та величина питомої витрати вибухових речовин визначаються залежно від міцності та тріщинуватості гірського масиву. Такий підхід дозволяє підвищити якість руйнування порід та знизити витрати вибухових матеріалів» [5, 25].

На підставі проведеного аналізу можна зробити висновок, що основними напрямками підвищення ефективності буропідривних робіт на ПрАТ «Південний ГЗК» є:

- удосконалення параметрів сітки свердловин,
- оптимізація питомої витрати вибухових речовин,
- застосування сучасних емульсійних вибухових речовин,
- удосконалення схем короткосповільненого підривання,
- забезпечення більш повного використання енергії вибуху,
- покращення гранулометричного складу підірваної гірської маси,
- зменшення виходу негабаритних фракцій,
- підвищення продуктивності навантажувально-транспортного обладнання,
- зниження собівартості відкритих гірничих робіт.

«Таким чином, результати проведеного аналізу свідчать про доцільність удосконалення технології буропідривних робіт шляхом оптимізації їх основних параметрів. Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити ефективність відкритих гірничих робіт та покращити техніко-економічні показники діяльності ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат»» [19, 22, 24].

## **РОЗДІЛ 3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ**

### **3.1 Обґрунтування напрямків удосконалення технології буропідричних робіт**

«Підвищення ефективності відкритих гірничих робіт значною мірою залежить від якості підготовки гірської маси до виймання. Аналіз існуючої технології буропідричних робіт на ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» показав, що застосовувані параметри буріння та підривання не завжди забезпечують оптимальне дроблення гірських порід, що призводить до збільшення виходу негабаритних фракцій, підвищення витрат на вторинне дроблення та зниження продуктивності навантажувально-транспортного обладнання» [19, 22, 24].

«У сучасних умовах експлуатації кар'єрів одним із найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності буропідричних робіт є комплексне вдосконалення технології, яке передбачає оптимізацію параметрів сітки свердловин, удосконалення конструкції зарядів, застосування сучасних емульсійних вибухових речовин та раціоналізацію схеми короткосповільненого підривання» [4, 5, 10, 25].

«Для умов ПрАТ «Південний ГЗК» доцільним є вдосконалення технології буропідричних робіт шляхом оптимізації параметрів розміщення свердловин та забезпечення більш повного використання енергії вибуху. Це дозволить покращити гранулометричний склад гірської маси, знизити вихід негабаритних шматків і підвищити продуктивність гірничого обладнання» [5, 14, 20, 24].

«При існуючій технології параметри сітки свердловин складають:

- лінія опору по підшві — 6,5 м,
- відстань між свердловинами — 6,5 м,
- відстань між рядами — 6,0 м,

- питома витрата вибухової речовини — 0,90 кг/м<sup>3</sup>.

З метою покращення якості дроблення пропонується:

- застосувати емульсійні вибухові речовини з підвищеними енергетичними характеристиками,
- оптимізувати параметри сітки свердловин,
- забезпечити більш рівномірний розподіл енергії вибуху в масиві,
- удосконалити схему короткосповільненого підривання,
- зменшити вихід негабаритних фракцій,
- підвищити ступінь розпушення гірської маси.

Очікується, що реалізація запропонованих заходів дозволить:

- зменшити вихід негабаритних фракцій на 10–15 %,
- підвищити продуктивність екскаваторів на 5–8 %,
- знизити витрати на вторинне дроблення,
- покращити техніко-економічні показники відкритих гірничих робіт,
- зменшити негативний вплив вибухів на навколишнє середовище. » [2].

Таким чином, комплексне вдосконалення технології буропідривних робіт є доцільним і дозволить підвищити ефективність розробки родовища в умовах ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат».

### **3.2 Розрахунок параметрів удосконаленої технології буропідривних робіт**

«Одним із основних завдань удосконалення буропідривних робіт є забезпечення необхідного ступеня дроблення гірської маси при раціональному використанні енергії вибуху та мінімізації витрат вибухових

речовин. Для умов ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» пропонується оптимізувати параметри буропідривних робіт з урахуванням фізико-механічних властивостей магнетитових кварцитів» [4, 5, 25].

«Вихідними даними для розрахунку є:

- висота уступу – 15 м,
- діаметр свердловини – 250 мм,
- коефіцієнт міцності порід за шкалою Протодьяконова – 14,
- щільність породи – 3,4 т/м<sup>3</sup>,
- тип вибухової речовини – емульсійна,
- густина ВР – 1,25 т/м<sup>3</sup>.» [19, 20, 24].

Визначення величини лінії опору по підшві

«Лінія опору по підшві визначається за формулою

$$W = 30d$$

де:

W – лінія опору по підшві, м,

d – діаметр свердловини, м.

При діаметрі свердловини 0,25 м:

$$W = 30 \cdot 0,25 = 7,5 \text{ м.}$$

Приймаємо:

$$W = 7,0 \text{ м.} \text{» [4, 10].}$$

«Визначення відстані між свердловинами

Відстань між свердловинами визначається:

$$a = (1.1 - 1.3)W$$

Тоді

$$a = 1,15 \cdot 7,0 = 8,05 \text{ м.}$$

Приймаємо:

$$a = 8,0 \text{ м.} \text{» [4].}$$

«Відстань між рядами свердловин

Для багаторядного короткосповільненого підривання

$$b = (0,85 - 1,0)a$$

$$b = 0,9 \cdot 8,0 = 7,2 \text{ м.}$$

Приймаємо:

$$b = 7,0 \text{ м.} \gg [4, 5].$$

«Визначення перебуру»

Перебур визначається залежністю

$$l_{\text{п}} = 0.1H$$

де  $H$  – висота уступу.

$$l_{\text{п}} = 0,1 \cdot 15 = 1,5 \text{ м.}$$

Приймаємо:

перебур 1,5 м.

Глибина свердловини

Загальна глибина свердловини становить

$$L = H + l_{\text{п}}$$

$$L = 15 + 1,5 = 16,5 \text{ м.}$$

Довжина заряду

При довжині забійки 3,5 м

$$L_3 = 16,5 - 3,5 = 13,0 \text{ м.}$$

Маса заряду у свердловині

Маса заряду визначається за формулою

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} L_3 \rho$$

де

$$\rho = 1250 \text{ кг/м}^3.$$

Тоді

$$Q = 3,14 \cdot 0,25^2 / 4 \cdot 13 \cdot 1250$$

$$Q \approx 798 \text{ кг.}$$

Приймаємо:

маса заряду однієї свердловини – 800 кг.

Об'єм породи, що припадає на одну свердловину

$$V = H \cdot a \cdot b$$

$$V = 15 \cdot 8 \cdot 7$$

$$V = 840 \text{ м}^3 \text{.} \text{» [10].}$$

«Питома витрата вибухової речовини

$$q = \frac{Q}{V}$$

$$q = 800 / 840$$

$$q = 0,95 \text{ кг/м}^3 \text{.}$$

Отримана величина відповідає умовам руйнування міцних магнетитових кварцитів та забезпечує необхідний ступінь дроблення гірської маси. » [5, 25].

Результати розрахунку параметрів удосконаленої технології наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри удосконаленої технології буропідривних робіт

Показник	Значення
Висота уступу, м	15
Діаметр свердловин, мм	250
Лінія опору по підшві, м	7,0
Відстань між свердловинами, м	8,0
Відстань між рядами, м	7,0
Перебур, м	1,5
Глибина свердловини, м	16,5
Довжина заряду, м	13,0
Маса заряду однієї свердловини, кг	800

Об'єм породи на одну свердловину, м <sup>3</sup>	840
Питома витрата ВР, кг/м <sup>3</sup>	0,95

«Джерело: розраховано автором на основі [24].»

Таким чином, виконані розрахунки показали, що запропоновані параметри буропідривних робіт забезпечують більш раціональне використання енергії вибуху та створюють передумови для покращення гранулометричного складу гірської маси, зниження виходу негабаритних фракцій і підвищення продуктивності гірничого обладнання.

### 3.3 Вибір вибухових речовин і системи ініціювання

«Одним із важливих напрямків удосконалення технології буропідривних робіт є застосування сучасних вибухових речовин і надійних систем ініціювання. Від їх характеристик значною мірою залежать якість дроблення гірських порід, величина питомої витрати вибухових речовин, безпека проведення вибухових робіт та економічна ефективність виробництва» [5, 14, 25].

У сучасних умовах відкритої розробки родовищ найбільшого поширення набули емульсійні вибухові речовини, які характеризуються високою енергією вибуху, підвищеною водостійкістю та безпечністю під час транспортування й заряджання. Для умов ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» доцільним є застосування емульсійних вибухових речовин типу «Україніт-ПП-2Б» або аналогічних за енергетичними характеристиками.

Основними перевагами емульсійних вибухових речовин є:

- висока водостійкість,
- стабільність вибухових характеристик,
- рівномірний розподіл енергії вибуху,

- зниження викидів токсичних газів,
- можливість механізованого заряджання свердловин,
- підвищення безпеки виконання робіт.

Основні характеристики емульсійної вибухової речовини наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні характеристики емульсійної вибухової речовини

Показник	Значення
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1200–1250
Швидкість детонації, м/с	4200–5200
Теплота вибуху, кДж/кг	3500–3900
Кисневий баланс, %	±5
Водостійкість	Висока
Термін зберігання	До 6 місяців

«Для ініціювання свердловинних зарядів пропонується використовувати неелектричну систему ініціювання типу Nonel, яка забезпечує високу надійність роботи вибухової мережі та виключає вплив електромагнітних полів і блукаючих струмів» [5, 20, 25].

З метою більш повного використання енергії вибуху рекомендується застосовувати короткосповільнене багаторядне підривання. При цьому часові інтервали між свердловинами одного ряду приймаються 25–42 мс, а між рядами – 67–109 мс.

Застосування короткосповільненого підривання забезпечує:

- покращення гранулометричного складу гірської маси,
- зменшення виходу негабаритних фракцій,
- зниження сейсмічної дії вибуху,
- більш рівномірне переміщення гірської маси,
- зменшення пилогазових викидів.

Схема ініціювання передбачає послідовне спрацювання зарядів від першого ряду до останнього, що забезпечує наявність додаткової відкритої поверхні та сприяє більш повному руйнуванню гірського масиву.

«У порівнянні з традиційними схемами підривання запропонована система дозволяє покращити якість дроблення гірських порід та підвищити ефективність використання вибухової енергії» [10, 14, 25].

Таким чином, використання емульсійних вибухових речовин у поєднанні з неелектричною системою ініціювання та багаторядним короткосповільненим підриванням забезпечує підвищення ефективності буропідривних робіт, покращення гранулометричного складу гірської маси та створює передумови для зниження витрат на подальші технологічні процеси.

### **3.4 Оцінка якості дроблення гірського масиву**

Одним із основних критеріїв ефективності буропідривних робіт є якість підготовки гірської маси до виймання. Вона характеризується гранулометричним складом підірваної породи, виходом негабаритних фракцій, ступенем розпушення та продуктивністю навантажувального обладнання.

«При застосуванні існуючої технології на окремих ділянках кар'єру спостерігається нерівномірне дроблення гірської маси, що призводить до збільшення виходу негабаритних шматків і додаткових витрат на вторинне дроблення» [5, 25].

Удосконалення параметрів буропідривних робіт дозволяє забезпечити більш рівномірний розподіл енергії вибуху та покращити якість руйнування гірського масиву.

Порівняльна характеристика показників наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Порівняння показників існуючої та удосконаленої технологій

Показник	Існуюча технологія	Удосконалена технологія
Питома витрата ВР, кг/м <sup>3</sup>	1,00	0,95
Вихід негабариту, %	8–10	5–7
Середній розмір куска, мм	550	420
Коефіцієнт розпушення	1,35	1,42
Продуктивність екскаватора, %	100	106
Витрати на вторинне дроблення	Високі	Знижені

Проведений аналіз показує, що запропонована технологія дозволяє знизити вихід негабаритних фракцій на 25–30 %, підвищити коефіцієнт розпушення та забезпечити більш сприятливі умови для роботи навантажувального обладнання.

«Завдяки покращенню гранулометричного складу гірської маси підвищується продуктивність екскаваторів, скорочуються простой транспортних засобів та зменшуються витрати на подальше дроблення гірської маси» [5, 14, 25].

Таким чином, запропоновані заходи забезпечують покращення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт та створюють передумови для отримання економічного ефекту від їх впровадження.

### 3.5 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень

«Основною метою удосконалення технології буропідривних робіт є підвищення ефективності використання енергії вибуху, покращення гранулометричного складу гірської маси та зниження експлуатаційних витрат під час виконання відкритих гірничих робіт» » [5, 19, 25].

Запропоновані заходи передбачають:

- оптимізацію параметрів сітки свердловин,
- застосування емульсійних вибухових речовин,
- удосконалення схеми короткосповільненого підривання,
- зменшення питомої витрати вибухових речовин,
- покращення якості дроблення гірського масиву.

Вихідні дані для економічних розрахунків

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для визначення економічного ефекту

Показник	Існуюча технологія	Удосконалена технологія
Річний обсяг гірничої маси, млн м <sup>3</sup>	15	15
Питома витрата ВР, кг/м <sup>3</sup>	1,00	0,95
Вартість 1 кг ВР, грн	65	65
Вихід негабариту, %	9	6
Витрати на вторинне дроблення, грн/м <sup>3</sup>	3,20	2,40
Продуктивність екскаваторів, %	100	106

Витрати вибухових речовин

При існуючій технології річна витрата ВР становить:

$$Q_1 = 15 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 15,0 \text{ млн кг.}$$

При удосконаленій технології:

$$Q_2 = 15 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 14,25 \text{ млн кг.}$$

Річна економія вибухових речовин:

$$\Delta Q = 15,0 - 14,25 = 0,75 \text{ млн кг.}$$

У грошовому вираженні:

$$E_1 = 750000 \times 65 = 48,75 \text{ млн грн.}$$

Економія за рахунок зменшення витрат на вторинне дроблення

Різниця витрат становить:

$$\Delta C = 3,20 - 2,40 = 0,8 \text{ грн/м}^3.$$

Річна економія:

$$E_2 = 0,8 \times 15 \cdot 10^6$$

$$E_2 = 12,0 \text{ млн грн.}$$

Загальний річний економічний ефект

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2$$

$$E_{\text{заг}} = 48,75 + 12,0$$

$$E_{\text{заг}} = 60,75 \text{ млн грн.}$$

Основні результати наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Техніко-економічні показники

Показник	Існуюча технологія	Удосконалена технологія
Питома витрата ВР, кг/м <sup>3</sup>	1,00	0,95
Витрата ВР за рік, млн кг	15,0	14,25
Вихід негабариту, %	9	6
Витрати на вторинне дроблення, млн грн	48,0	36,0
Продуктивність екскаваторів, %	100	106
Річний економічний ефект, млн грн	–	60,75

Отримані результати свідчать, що запропоноване вдосконалення технології буропідливних робіт забезпечує зменшення питомих витрат

вибухових речовин, покращення гранулометричного складу гірської маси та зниження витрат на вторинне дроблення. Це сприяє підвищенню продуктивності гірничого обладнання та покращенню комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт.

Таким чином, впровадження удосконаленої технології буропідривних робіт на ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» є технічно та економічно доцільним і забезпечує отримання значного річного економічного ефекту.

## **РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ**

### **4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів**

«Буропідривні роботи належать до технологічних процесів підвищеної небезпеки. Під час їх виконання на працівників впливає комплекс небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть призвести до травмування персоналу, аварійних ситуацій або професійних захворювань» [11,13, 17].

«Основними небезпечними факторами під час проведення буропідривних робіт є:

- дія вибухової хвилі,
- розліт шматків гірської породи,
- утворення пилогазової хмари,
- підвищений рівень шуму та вібрації,
- можливість передчасного вибуху,
- небезпека ураження електричним струмом,
- робота гірничо-транспортного обладнання,
- обвали уступів та окремих шматків породи.

Особливу небезпеку становлять пилогазові викиди, які містять оксиди азоту, оксид вуглецю та пил, що негативно впливають на органи дихання працівників і навколишнє середовище» [11, 13, 14].

Таким чином, забезпечення безпечних умов праці є одним із найважливіших завдань при організації буропідривних робіт.

## **4.2 Вимоги безпеки під час виконання буропідривних робіт**

«Проведення буропідривних робіт повинно здійснюватися відповідно до вимог:

- Закону України «Про охорону праці»,
- НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом»,
- НПАОП 0.00-1.66-13 «Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення»,
- Кодексу цивільного захисту України,
- внутрішніх інструкцій ПрАТ «Південний ГЗК».

До виконання буропідривних робіт допускаються особи:

- не молодше 18 років,
- які пройшли медичний огляд,
- спеціальне навчання та перевірку знань,
- вступний та первинний інструктажі з охорони праці,
- перевірку знань правил поводження з вибуховими матеріалами.

Перед початком робіт виконується перевірка справності обладнання, систем зв'язку та засобів сигналізації» [11, 12, 13, 17].

## **4.3 Заходи щодо забезпечення безпеки при проведенні масових вибухів**

«Для запобігання аваріям та нещасним випадкам під час проведення масових вибухів необхідно:

- суворо дотримуватися паспортів буропідривних робіт,
- використовувати справні вибухові матеріали,
- забезпечувати контроль заряджання свердловин,

- дотримуватися встановлених радіусів небезпечної зони,
- здійснювати оповіщення персоналу перед вибухом,
- проводити вибухи у визначений час,
- виконувати огляд вибухового блоку після вибуху,
- не допускати сторонніх осіб у небезпечну зону.

Для попередження розльоту шматків породи величина небезпечної зони встановлюється відповідно до проекту масового вибуху та вимог чинних нормативних документів» [12, 13, 14, 20].

#### **4.4 Заходи щодо зменшення негативного впливу вибухів на навколишнє середовище**

«Одним із важливих напрямків підвищення безпеки є зниження екологічного навантаження від буропідривних робіт.

Для цього передбачається:

- використання емульсійних вибухових речовин,
- застосування короткосповільненого підривання,
- зменшення питомої витрати вибухових речовин,
- зниження виходу пилогазових продуктів,
- контроль сейсмічної дії вибухів,
- зрошення автомобільних доріг та вибухового блоку,
- контроль якості атмосферного повітря.

Запропонована в роботі удосконалена технологія буропідривних робіт дозволяє знизити інтенсивність пилогазових викидів та зменшити сейсмічний вплив масових вибухів» [12, 13, 14, 20].

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне науково-практичне завдання, яке полягає у вдосконаленні технології буропідривних робіт для покращення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт в умовах ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат».

У результаті виконаних досліджень та розрахунків отримано такі основні результати:

1. Проведено аналіз сучасного стану технологій буропідривних робіт у кар'єрах та встановлено, що якість підготовки гірської маси є одним із визначальних факторів ефективності відкритої розробки родовищ. Встановлено, що застосування сучасних вибухових речовин, удосконалених систем ініціювання та оптимізація параметрів буріння дозволяють підвищити ефективність використання енергії вибуху та покращити техніко-економічні показники гірничих робіт.

2. Досліджено гірничо-геологічні умови ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» та проаналізовано особливості існуючої технології буропідривних робіт. Встановлено, що значна неоднорідність фізико-механічних властивостей гірських порід, збільшення глибини кар'єру та застосування постійних параметрів буропідривних робіт призводять до нерівномірного дроблення гірської маси, утворення негабаритних фракцій та підвищення витрат на подальші технологічні процеси.

3. Виконано аналіз параметрів буріння та підривання, які застосовуються на підприємстві, та встановлено основні фактори, що впливають на якість підготовки гірської маси. Визначено, що підвищення ефективності буропідривних робіт може бути досягнуто шляхом оптимізації параметрів сітки свердловин, удосконалення схем

короткосповільненого підривання та більш раціонального використання вибухових речовин.

4. Обґрунтовано та розроблено удосконалену технологію буропідривних робіт для умов ПрАТ «Південний ГЗК», яка передбачає оптимізацію параметрів буріння та підривання, застосування емульсійних вибухових речовин і використання короткосповільненого багаторядного підривання. Запропоновані технічні рішення забезпечують більш повне використання енергії вибуху та покращення гранулометричного складу гірської маси.

5. Виконано розрахунок параметрів удосконаленої технології буропідривних робіт. Встановлено раціональні значення лінії опору по підшві, відстані між свердловинами та рядами, величини перебуру, довжини заряду та питомої витрати вибухових речовин. Результати розрахунків підтвердили можливість забезпечення якісного дроблення гірського масиву при раціональному використанні вибухової енергії.

6. Проведено оцінку якості дроблення гірської маси та встановлено, що застосування удосконаленої технології дозволяє зменшити вихід негабаритних фракцій на 25–30 %, підвищити коефіцієнт розпушення гірської маси та покращити умови роботи навантажувально-транспортного обладнання.

7. Виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень. Встановлено, що впровадження удосконаленої технології дозволяє знизити питому витрату вибухових речовин, скоротити витрати на вторинне дроблення та підвищити продуктивність екскаваторного обладнання. Очікуваний річний економічний ефект від впровадження запропонованих заходів становить 60,75 млн грн, що свідчить про їх технічну та економічну доцільність.

8. Проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори під час виконання буропідривних робіт і запропоновано комплекс організаційних та технічних заходів щодо забезпечення безпеки праці. Встановлено, що застосування удосконаленої технології сприяє зменшенню пилогазових викидів, сейсмічного впливу вибухів та покращенню екологічних показників відкритих гірничих робіт.

Таким чином, поставлена мета кваліфікаційної роботи — вдосконалення технології буропідривних робіт для покращення комплексних показників ефективності відкритих гірничих робіт — досягнута, а запропоновані технічні рішення можуть бути рекомендовані до використання в умовах ПрАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білецький В. С., Смирнов В. О. Технологія відкритої розробки корисних копалин. Донецьк : Східний видавничий дім, 2004. 272 с.
2. Білецький В. С. Енциклопедія сучасної України. Гірнича справа. Київ : НАН України, 2012. 608 с.
3. Вілкул Ю. Г., Ляшенко В. І. Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин. Кривий Ріг : Мінерал, 2009. 430 с.
4. Близнюков В. Г. Буропідривні роботи на кар'єрах. Кривий Ріг : Видавничий центр КНУ, 2010. 358 с.
5. Кузьменко О. М., Воробйов В. В. Руйнування гірських порід вибухом. Дніпро : НГУ, 2014. 408 с.
6. Ляшенко В. І., Колосов В. А. Технологічні процеси відкритих гірничих робіт. Кривий Ріг : КНУ, 2013. 396 с.
7. Вілкул Ю. Г. Процеси відкритих гірничих робіт. Кривий Ріг : Мінерал, 2008. 480 с.
8. Кузьменко О. М. Основи гірничого виробництва. Дніпро : НГУ, 2011. 487 с.
9. Бондаренко В. І., Кузьменко О. М., Коновал В. М. Гірнича енциклопедія. Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. Т. 1. 550 с.
10. Ляшенко В. І. Буропідривні роботи на кар'єрах Кривбасу. Кривий Ріг : КНУ, 2015. 325 с.
11. Закон України «Про охорону праці» №2694-ХІІ від 14.10.1992 р.
12. Кодекс цивільного захисту України №5403-VI від 02.10.2012 р.
13. НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом.
14. НПАОП 0.00-1.66-13. Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення.

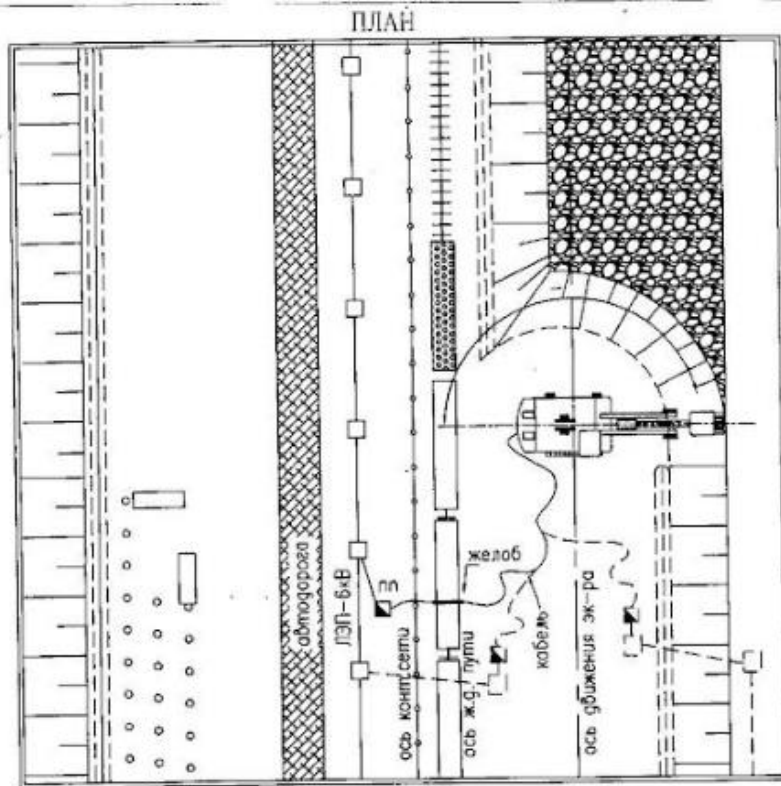
15. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення.
16. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.
17. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві.
18. Криворізький залізорудний басейн : монографія / за ред. В. І. Ляшенка. Кривий Ріг : Мінерал, 2016. 540 с.
19. Технологічний регламент ПрАТ «Південний ГЗК». Кривий Ріг, 2024. 215 с.
20. Паспорт масового вибуху ПрАТ «Південний ГЗК». Кривий Ріг, 2024. 28 с.
21. Виробнича програма ПрАТ «Південний ГЗК» на 2024 рік. Кривий Ріг, 2024. 32 с.
22. Річний звіт ПрАТ «Південний ГЗК» за 2024 рік. Кривий Ріг, 2025. 126 с.
23. Проект розробки кар'єру ПрАТ «Південний ГЗК». Кривий Ріг, 2023. 168 с.
24. Паспорт буропідривних робіт ПрАТ «Південний ГЗК». Кривий Ріг, 2024. 34 с.
25. Кузьменко О. М., Півняк Г. Г. Процеси руйнування гірських порід. Дніпро : НГУ, 2015. 412 с.





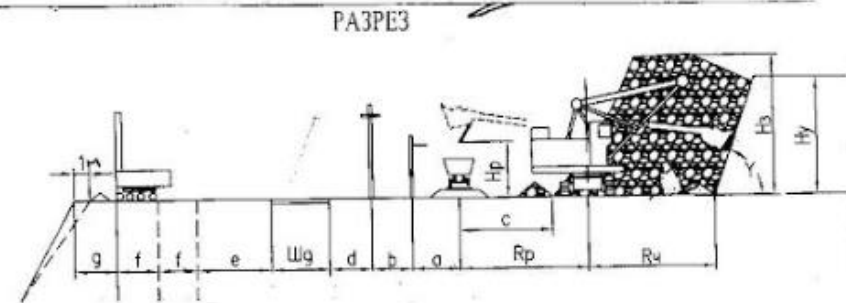
## Додаток В

### Паспорт рабочего майданчику при оббурюванні блоків



ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Размер желоба должен превышать ширину ж.д. пути не менее 2м в каждую сторону.
2. Высота забоя не должна превышать 1,5 высоты черпания экскаватора.
3. Со стороны уступа отсыпается предохранительный вал высотой не менее 1м.
4. Запрещается заводить ковш экскаватора в gabорит контактной сети.
5. Установить ежесменный осмотр экскаваторных забоев лицами сменного надзора с регистрацией результатов осмотра в специальном журнале.
6. При появлении нависей (козырьков), их ликвидацию осуществлять при помощи специальной насадки, путем подсыпки для поднятия экскаватора на призму или с помощью гидромонитора в присутствии лица технического надзора.
7. Для уменьшения ширины рабочей площадки, допускается расположение станка при бурении 2 и 3-го ряда скважин параллельно верхней бровке.
8. Высота уступа может изменяться в соответствии с указанными в проекте значениям

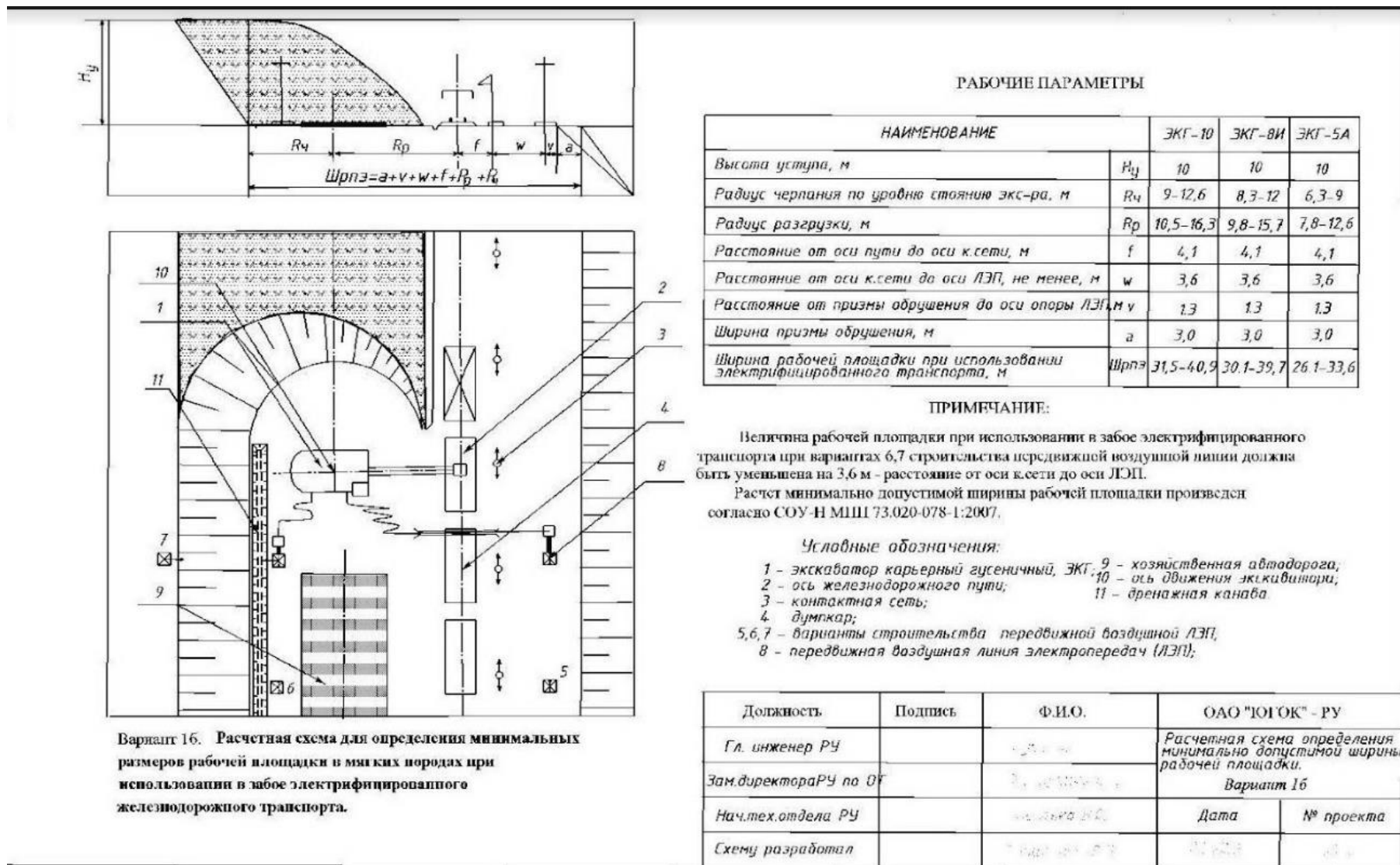


РАБОЧИЕ ПАРАМЕТРЫ

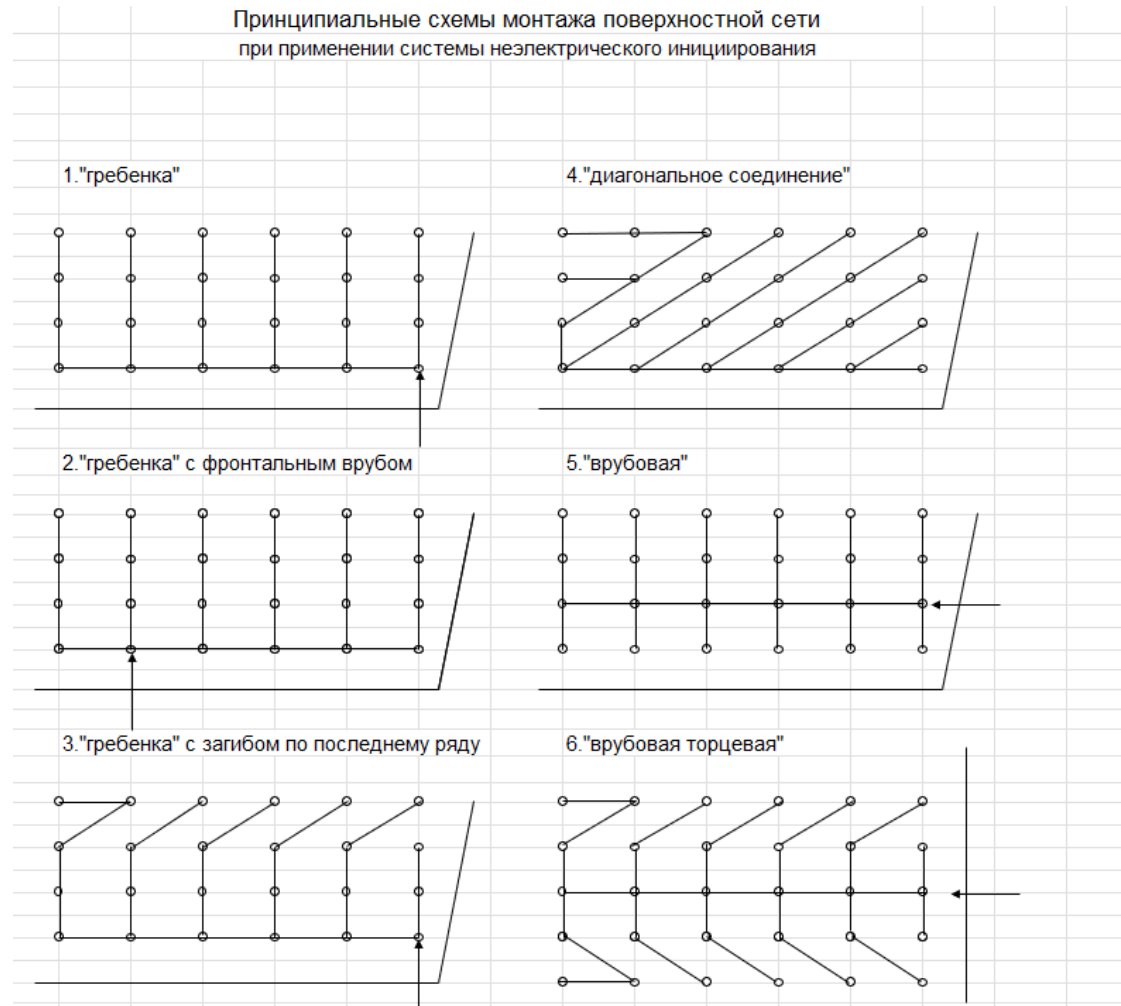
НАИМЕНОВАНИЕ		ЭКГ-10	ЭКГ-8И	ЭКГ-5А
Высота уступа, м	Hу	15	15	15
Высота забоя, не более, м	Hз	20,2	19,5	15,4
Радиус черпания по уровню стояния экс-ра, м	Rч	9-12,6	8,3-12	6,3-9
Радиус разгрузки, м	Rр	10,5-16,3	9,8-15,7	7,8-12,6
Высота разгрузки, не более, м	Hр	4,3	4,3	4,3
Угол откоса уступа, не более, градус	γ	80	80	80
Расстояние от оси пути до оси к.сети, м	a	4,1	4,1	4,1
Расстояние от оси к.сети до оси ЛЭП, не менее, м	b	3,6	3,6	3,6
Расстояние от оси пути до нижней бровки, не менее, м	c	- 5	5	5
Расстояние от ЛЭП до а/дороги, не менее, м	d	3	3	3
Ширина автдороги, не менее, м	Шг	6	6	6
Расстояние от дороги до сбавины последнего ряда, м	e	4-10	4-10	4-10
Расстояние между рядами скважин, м	f	3-9,5	3-9,5	3-9,5
Расст. от в. бровки до 1-го ряда скв-н, не менее, м	g	3	3	3
Ширина рабочей площадки $Шрп=Rч+Rр+a+b+d+Шг+e+g+f*(n-1)$		49,2-77,6	47,8-76,4	43,8-70,3

### Паспорт рабочей площадки при обуривании блоков

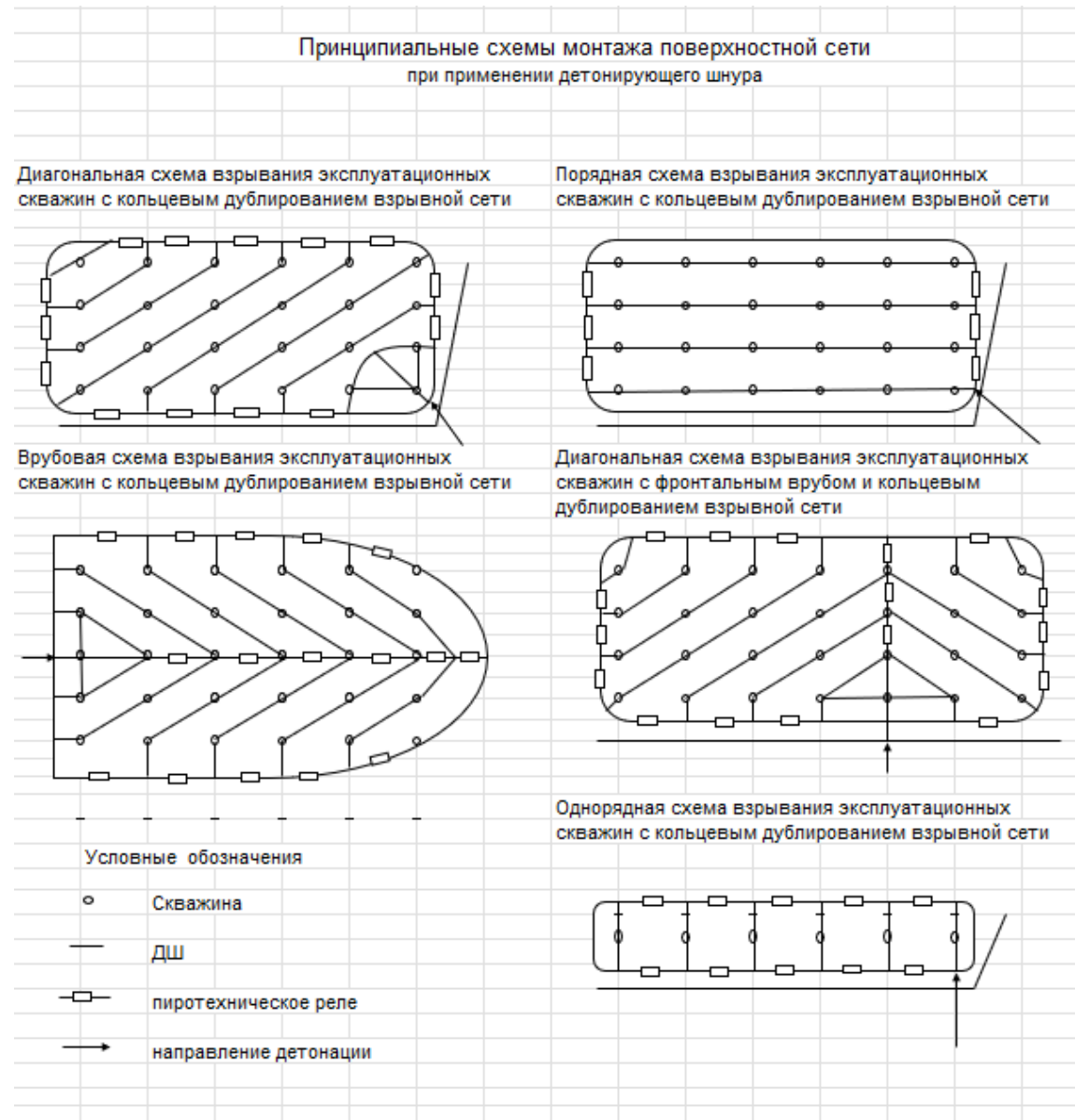
Розрахункова схема ширини робочого майданчику 1Б



## Принципові схеми монтажу поверхневої мережі при застосуванні системи неелектричного ініціювання

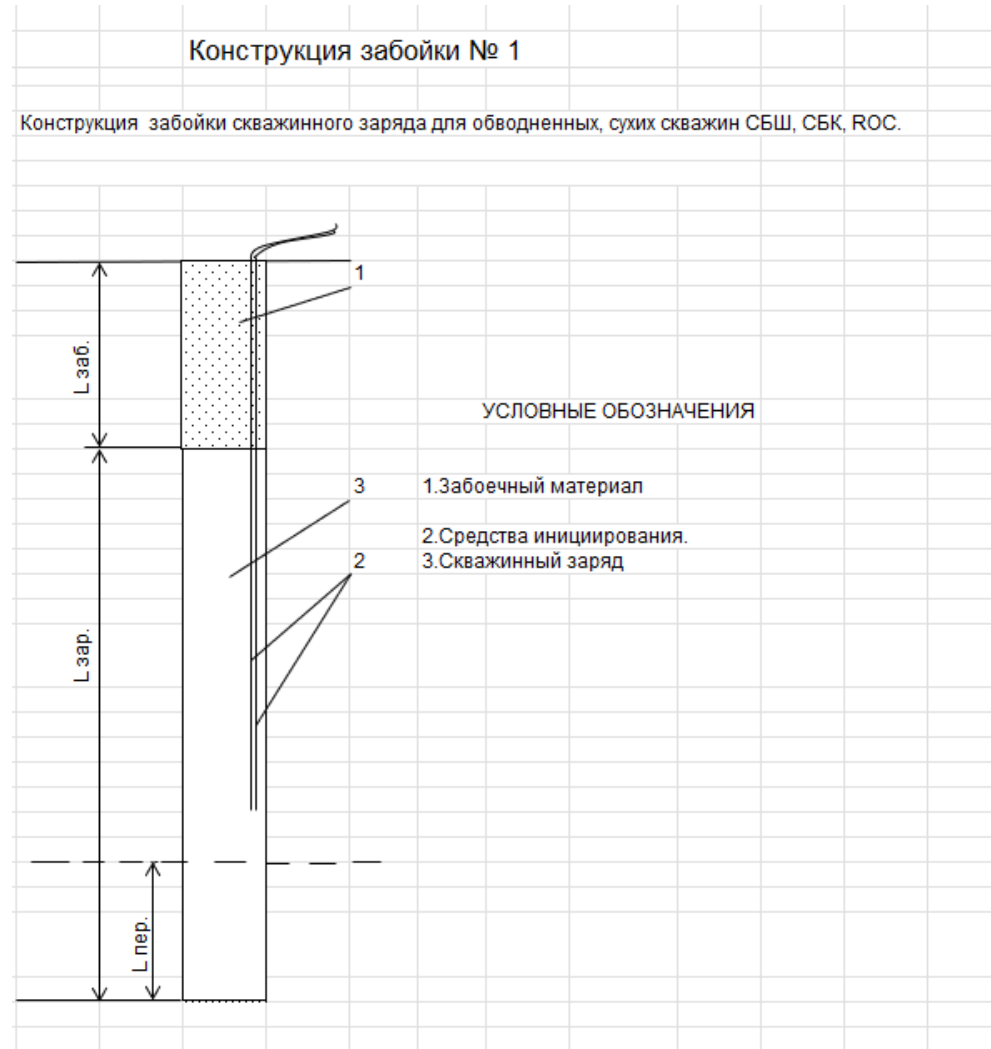


Принципові схеми монтажу поверхневої мережі при застосуванні шнура, що детонує



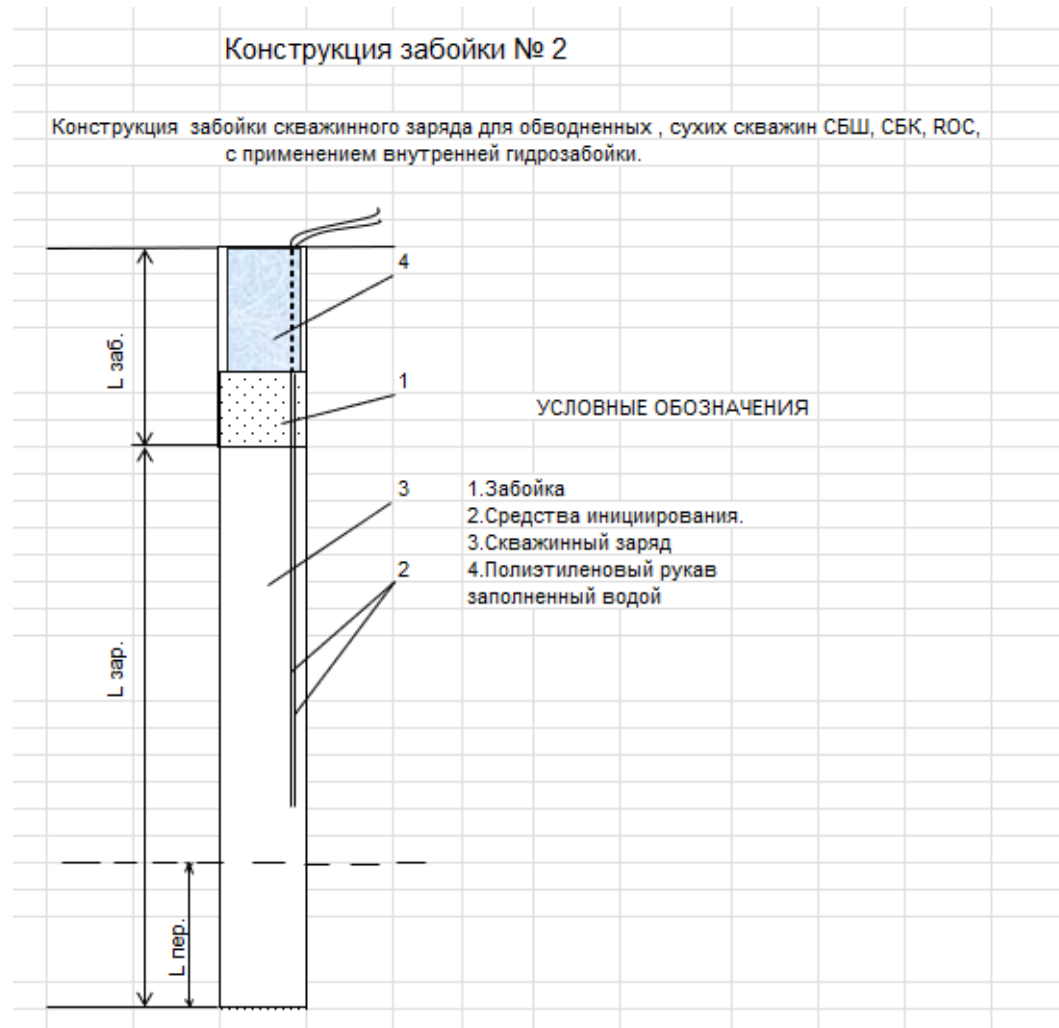
### Конструкція набійки № 1

Конструкція набійки свердловинного заряду для обводнених, сухих свердловин СБШ, СБК, РОС.



Конструкція набійки № 2

Конструкція набійки свердловинного заряду для обводнених, сухих свердловин СБШ, СБК, РОС, із застосуванням внутрішньої гідронабійки.



**ПАСПОРТ № 1 для буріння вертикальних та похилих експлуатаційних свердловин при короткосповільненому підриванні у кар'єрі Рудоуправління ПАТ "ЮГОК" при застосуванні емульсійного типу ВВ "Україніт - ПП 2"**

ПАСПОРТ № 1																																				
для бурения вертикальных и наклонных эксплуатационных скважин при короткозамедленном взрывании в карьере Рудоуправления ПАО "ЮГОК" при применении эмульсионного типа ВВ "Украинит - ПП 2"																																				
Тип пород	Общие параметры скважин для долот диаметром 244,5 мм и 250,8 мм															Параметры скважин при диаметре долота 244,5 мм										Параметры скважин при диаметре долота 250,8 мм										
	Макс. коэф. креп. по шкале проф. Протодьяконова	Высота уступа, м	Кат. по взрываемости	ЛСПП, м		РМС, м		РМР, м	Перебур, м		Глубина скв., м		Длина заряда, м		Длина забойки, м		Объем взр. породы на 1 скв., м³		Выход породы с 1 п.м скв., м³		Диаметр скв., мм	Вес ВВ в 1-ом п.м скв.	Вес заряда в скв., кг		Удельн. расход ВВ, кг/м³			Расст., опасн. для людей по разлету отдельных кусков породы при взр. скв. зарядов, Rразл., м	Диаметр скв., мм	Вес ВВ в 1-ом п.м скв.	Вес заряда в скв., кг		Удельн. расход ВВ, кг/м³			Расст., опасн. для людей по разлету отдельных кусков породы при взр. скв. зарядов, Rразл., м
				1-й ряд	2-й и сп. ряд	1-й ряд	2-й и сп. ряд		1-й ряд	2-й и сп. ряд	1-й ряд	2-й и сп. ряд	1-й ряд	2-й и сп. ряд	1-й ряд	2-й и сп. ряд	1-й ряд	2-й и сп. ряд	1-й ряд	2-й и сп. ряд			1-й ряд	2-й и сп. ряд	1-й ряд	2-й и сп. ряд	1-й ряд				2-й и сп. ряд	1-й ряд	2-й и сп. ряд	1-й ряд	2-й и сп. ряд	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
Окисленные кварциты маршалтизморованые, трещиноватые, частично выщелоченные, маргитовые.	17	11	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	14,0	13,0	9,0	8,0	5	5	693	536	49,5	41,3	44,1	253	64	580	510	0,84	0,95	0,91	481	260	67	600	540	0,87	1,01	0,95	488
	17	11,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	14,5	13,5	9,5	8,5	5	5	725	561	50,0	41,5	44,5	253	64	610	540	0,84	0,96	0,92	490	260	67	640	570	0,88	1,02	0,96	497
	17	12	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	15,0	14,0	10,0	9,0	5	5	756	585	50,4	41,8	44,8	253	64	640	580	0,85	0,99	0,93	499	260	67	670	600	0,89	1,03	0,97	506
	17	12,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	15,5	14,5	10,5	9,5	5	5	788	609	50,8	42,0	45,1	253	64	670	610	0,85	1,00	0,94	507	260	67	700	640	0,89	1,05	0,99	514
	17	13	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	16,0	15,0	11,0	10,0	5	5	819	634	51,2	42,3	45,4	253	64	700	640	0,85	1,01	0,95	514	260	67	740	670	0,90	1,06	1,00	522
	17	13,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	16,5	15,5	11,5	10,5	5	5	851	658	51,5	42,5	45,6	253	64	740	670	0,87	1,02	0,96	522	260	67	770	700	0,91	1,06	1,00	529
	17	14	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	17,0	16,0	12,0	11,0	5	5	882	683	51,9	42,7	45,9	253	64	770	700	0,87	1,03	0,97	528	260	67	800	740	0,91	1,08	1,02	536
	17	14,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	17,5	16,5	12,5	11,5	5	5	914	707	52,2	42,8	46,1	253	64	800	740	0,88	1,05	0,98	535	260	67	840	770	0,92	1,09	1,02	542
	17	15	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	18,0	17,0	13,0	12,0	5	5	945	731	52,5	43,0	46,3	253	64	830	770	0,88	1,05	0,98	540	260	67	870	800	0,92	1,09	1,03	548
	17	15,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	18,5	17,5	13,5	12,5	5	5	977	756	52,8	43,2	46,5	253	64	860	800	0,88	1,06	0,99	546	260	67	900	840	0,92	1,11	1,04	554
	17	16	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	19,0	18,0	14,0	13,0	5	5	1008	780	53,1	43,3	46,7	253	64	900	830	0,89	1,06	1,00	551	260	67	940	870	0,93	1,12	1,04	559
	17	16,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	19,5	18,5	14,5	13,5	5	5	1040	804	53,3	43,5	46,9	253	64	930	860	0,89	1,07	1,00	556	260	67	970	900	0,93	1,12	1,05	564
	17	17	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	20,0	19,0	15,0	14,0	5	5	1071	829	53,6	43,6	47,0	253	64	960	900	0,90	1,09	1,01	561	260	67	1010	940	0,94	1,13	1,06	569
	17	17,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	20,5	19,5	15,5	14,5	5	5	1103	853	53,8	43,8	47,2	253	64	990	930	0,90	1,09	1,01	566	260	67	1040	970	0,94	1,14	1,06	574
	17	18	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	21,0	20,0	16,0	15,0	5	5	1134	878	54,0	43,9	47,4	253	64	1020	960	0,90	1,09	1,02	570	260	67	1070	1010	0,94	1,15	1,07	578
	17	18,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	21,5	20,5	16,5	15,5	5	5	1166	902	54,2	44,0	47,5	253	64	1060	990	0,91	1,10	1,02	574	260	67	1110	1040	0,95	1,15	1,07	582
	17	19	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	22,0	21,0	17,0	16,0	5	5	1197	926	54,4	44,1	47,6	253	64	1090	1020	0,91	1,10	1,03	578	260	67	1140	1070	0,95	1,16	1,08	586
	17	19,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	22,5	21,5	17,5	16,5	5	5	1229	951	54,6	44,2	47,8	253	64	1120	1060	0,91	1,12	1,04	582	260	67	1170	1110	0,95	1,17	1,08	590
	17	20	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	23,0	22,0	18,0	17,0	5	5	1260	975	54,8	44,3	47,9	253	64	1150	1090	0,91	1,12	1,04	586	260	67	1210	1140	0,96	1,17	1,09	594
	17	20,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	23,5	22,5	18,5	17,5	5	5	1292	999	55,0	44,4	48,0	253	64	1180	1120	0,91	1,12	1,04	589	260	67	1240	1170	0,96	1,17	1,09	597
	17	21	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	24,0	23,0	19,0	18,0	5	5	1323	1024	55,1	44,5	48,2	253	64	1220	1150	0,92	1,12	1,04	592	260	67	1270	1210	0,96	1,18	1,10	601
	17	21,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	24,5	23,5	19,5	18,5	5	5	1355	1048	55,3	44,6	48,3	253	64	1250	1180	0,92	1,13	1,05	596	260	67	1310	1240	0,97	1,18	1,10	604
	17	22	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	25,0	24,0	20,0	19,0	5	5	1386	1073	55,4	44,7	48,4	253	64	1280	1220	0,92	1,14	1,05	599	260	67	1340	1270	0,97	1,18	1,10	607
	17	22,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	25,5	24,5	20,5	19,5	5	5	1418	1097	55,6	44,8	48,5	253	64	1310	1250	0,92	1,14	1,06	602	260	67	1370	1310	0,97	1,19	1,11	610
	17	23	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	26,0	25,0	21,0	20,0	5	5	1449	1121	55,7	44,9	48,6	253	64	1340	1280	0,92	1,14	1,06	604	260	67	1410	1340	0,97	1,20	1,11	613
	17	23,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	26,5	25,5	21,5	20,5	5	5	1481	1146	55,9	44,9	48,7	253	64	1380	1310	0,93	1,14	1,06	607	260	67	1440	1370	0,97	1,20	1,11	615
	17	24	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	27,0	26,0	22,0	21,0	5	5	1512	1170	56,0	45,0	48,8	253	64	1410	1340	0,93	1,15	1,06	610	260	67	1470	1410	0,97	1,21	1,11	618
	17	24,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	27,5	26,5	22,5	21,5	5	5	1544	1194	56,1	45,1	48,8	253	64	1440	1380	0,93	1,16	1,07	612	260	67	1510	1440	0,98	1,21	1,12	621
	17	25	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	28,0	27,0	23,0	22,0	5	5	1575	1219	56,3	45,1	48,9	253	64	1470	1410	0,93	1,16	1,07	615	260	67	1540	1470	0,98	1,21	1,12	623
	17	25,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	28,5	27,5	23,5	22,5	5	5	1607	1243	56,4	45,2	49,0	253	64	1500	1440	0,93	1,16	1,07	617	260	67	1570	1510	0,98	1,21	1,12	626
17	26	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	29,0	28,0	24,0	23,0	5	5	1638	1268	56,5	45,3	49,1	253	64	1540	1470	0,94	1,16	1,07	619	260	67	1610	1540	0,98	1,21	1,12	628	
17	26,5	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	29,5	28,5	24,5	23,5	5	5	1670	1292	56,6	45,3	49,2	253	64	1570	1500	0,94	1,16	1,07	622	260	67	1640	1570	0,98	1,22	1,12	630	
17	27	M-V	10,5	6	7,5	6,5	3	2	30,0	29,0	25,0	24,0																								