

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

Навчально-науковий інститут природокористування
(інститут)

Кафедра Відкритих гірничих робіт
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи магістра**

Студента Марченка Владислава Вікторовича
(П.І.Б.)

академічної групи 184-23м-7 ІІІ
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Відкрита розробка родовищ»

на тему: «Підвищення ефективності буро-вибухових робіт в умовах кар'єру Єристівського ГЗК»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Череп А.Ю			
розділів:				
Технологічний	Череп А.Ю.			
Охорона праці				
Рецензент				
Нормоконтролер	Анісімов О.О.			

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Відкритих гірничих робіт
(повна назва)

_____ Собко Б.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«___» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня _____ магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Марченко Владиславу Вікторовичу академічної групи 184-23м-7 ІІІ
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності _____ 184 Гірництво

за освітньо-професійною програмою «Відкрита розробка родовищ»
(офіційна назва)

на тему: «Підвищення ефективності буро-вибухових робіт в умовах кар'єру Єристівського ГЗК»

(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1. Геологічна і гідрогеологічна характеристика Горішньо-плавнівського та Лавриківського родовищ залізистих кварцитів	Описати геологічні особливості родовища та поточний стан гірничих робіт. Визначити основні проблеми підприємства.	14.10.2024- 25.10.2024
2. Аналіз гірничих робіт на кар'єрі Єристівського ГЗК	Провести аналіз гірничих робіт та встановити основні параметри технологічних схем	26.10.2024- 11.11.2024
3. Дослідження параметрів ведення буропідричних робіт в умовах кар'єру ТОВ«ЄристівськийГЗК»	Оцінити доцільність прийнятих технологічних та організаційних рішень.	12.11.2024- 29.11.2024
4. Охорона праці. Аварійний захист, безпека роботи. Пожежна безпека	Проаналізувати правила безпеки при веденні гірничих робіт на кар'єрах.	30.11.2024- 15.12.2024

Завдання видано _____
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

Реферат

Магістерська робота викладена на 89 сторінках, містить вступ, три розділи, висновки, перелік посилань з 22 найменувань, 28 рисунків, 9 таблиць, та 7 додатків.

Основною метою магістерської роботи є дослідження способів підвищення ефективності буро-вибухових робіт в умовах кар'єру «Єристівський ГЗК».

Об'єкт дослідження – буро-вибухові роботи в умовах кар'єру ТОВ «Єристівський ГЗК»

Предметом дослідження є технологічні параметри процесу буро-вибухових робіт в умовах кар'єру ТОВ «Єристівський ГЗК»

У вступі обґрунтовується актуальність вивчення ведення буро-вибухових робіт на відкритих розробках корисних копалин.

Методи дослідження: аналіз та узагальнення наведених результатів наукових досліджень згідно виконання буро-вибухових робіт у кар'єрах, аналіз сучасного стану буро-вибухових робіт у кар'єрі, графоаналітичний метод та методи математичної статистики.

В першому розділі представлена інформація про кар'єр ТОВ «Єристівський ГЗК»:

- загальні відомості про підприємство ТОВ «ЄРИСТІВСЬКИЙ ГЗК»
- геологічні та гідрогеологічні характеристики родовища.
- технологія ведення буро-вибухових робіт,
- виймально-навантажувальні роботи,
- відвалоутворення.

У другому розділі проведено аналіз гірничих робіт:

- гірничі роботи
- організація буропідривних робіт.
- виймально-навантажувальні роботи.
- транспортування вантажів у кар'єрі.
- відвалоутворення.

В третьому розділі проаналізована наукова та проектна література щодо з удосконалення буро-вибухових робіт на залізорудних кар'єрах, проведений аналіз ведення буро-вибухових робіт в умовах кар'єру ТОВ «Єристівський ГЗК»:

- визначено схеми розташування свердловин;
- встановленні показники виробничої продуктивності бурових верстатів;
- розрахований ефективний діаметр свердловинного заряду;
- проаналізована ефективність руйнування гірських порід вибухом;
- доведено ефективність автоматизації проектування буропідривних робіт.

Оригінальність отриманих результатів:

- проаналізовано технологію ведення буропідривних робіт у кар'єрі ТОВ «Єристівський ГЗК»;

- встановлено взаємозв'язок міжвикористанням програмного забезпечення щодо автоматизації планування та проектування буропідривних робіт і використанням програмного забезпечення для поліпшення підготовки вибухових речовин і підвищення безпеки буропідривних робіт.

Галузь застосування: технологія ведення буропідривних робіт у кар'єрах.

Наукове значення роботи полягає у виконанні аналізу та систематизації науково обґрунтованих методів ведення буропідривних робіт стосовно умов кар'єру ТОВ «Єристівський ГЗК».

СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ СВЕРДЛОВИН, ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРОВОГО ОБЛАДНАННЯ, ДІАМЕТР СВЕРДЛОВИНИ, ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ, АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЄКТУВАННЯ БУРО-ВИБУХОВИХ РОБІТ, КОНСТРУКЦІЇ ЗАРЯДІВ, ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ПІДРИВАННЯ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ I. ГЕОЛОГІЧНА І ГІДРОГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРІШНЬО-ПЛАВНІВСЬКОГО ТА ЛАВРИКІВСЬКОГО РОДОВИЩ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ	10
1.1. Загальні відомості про підприємство ТОВ «ЄРИСТІВСЬКИЙ ГЗК».....	10
1.2. Геологічна характеристика району.....	11
1.3. Геологічна побудова родовища та гірничотехнічні умови його розробки.....	12
1.4. Гідрогеологічна характеристика родовища.....	14
1.5. Класифікація порід.	19
РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ГІРНИЧИХ РОБІТ НА КАР'ЄРІ ЄРИСТІВСЬКОГО ГЗК.....	21
2.1 Гірничі роботи.....	21
2.2. Організація буропідривних робіт.	22
2.3. Виймально-навантажувальні роботи.	38
2.4. Транспортування вантажів у кар'єрі.....	42
2.5. Відвалоутворення.....	43
РОЗДІЛ III. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕДЕННЯ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ В УМОВАХ КАР'ЄРУ ТОВ«ЄристівськийГЗК».....	45
3.1. Аналіз наукових досліджень ведення бвр у кар'єрах.....	45
3.2. Дослідження параметрів ведення буропідривних робіт в умовах кар'єру ТОВ «ЄристівськийГЗК».....	47
3.3. Аналіз впливу схем розташування свердловин на ефективність ведення БВР в кар'єрі.	48
3.4. Дослідження показників продуктивності бурового обладнання.	50
3.5. Вибір та обґрунтування ефективного діаметру свердловинних зарядів.....	52
3.6. Дослідження ефективності руйнування гірничих порід вибухом свердловинного заряду.....	55
3.7. Вдосконалення буропідривних робіт шляхом автоматизації проєктування.	66
3.8. Роботи по оптимізації параметрів БВР в кар'єрі ЄГЗК.....	74
РОЗДІЛ IV. Охорона праці. Аварійний захист, безпека роботи. Пожежна безпека ..	80
4.1. Охорона праці.....	80
4.2. Заходи щодо зниження шуму і вібрації.....	83
4.3. Аварійний захист та безпека роботи.....	85
ВИСНОВКИ	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	89

ДОДАТОК А.....	92
ДОДАТОК Б.....	93
ДОДАТОК В.....	94
ДОДАТОК Г.....	95
ДОДАТОК Д.....	96
ДОДАТОК Є.....	97
ДОДАТОК Ж.....	98

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БВР — буро-вибухові роботи

ВР — вибухові речовини

ЕДУД — електричні детонатори уповільненої дії

ПЕСП — програмована електронна система підривання

ЕДЕУ — електродетонатори з електронним уповільненням

ДШ — детонуючий шнур

РП — реле піротехнічне

Аналіз гірничих робіт на кар'єрі Єристівського ГЗК

ВСТУП

Сьогодні Україна - одна з найперспективніших країн Східної Європи. Вигідне розташування і багаті запаси корисних копалин гарантують сталий економічний розвиток і технологічний прогрес у всьому регіоні. Одним із найпоширеніших ресурсів є залізна руда, яка використовується практично в усіх галузях промисловості. Наявність численних родовищ із цінними запасами заліза стимулює подальший розвиток і дослідження в гірничодобувній промисловості. Одним з основних технологічних комплексів, що визначають ефективність відкритих гірничих робіт, є буропідривний комплекс, який розпушує природну структуру породи та оптимізує технологічні процеси виїмки і транспортування як залишкового ґрунту, так і корисних копалин. Процес вибухового руйнування гірських порід є найпоширенішим способом відокремлення породи від масиву під час видобутку корисних копалин і посідає велику й дуже важливу галузь гірничої науки. Це і розробка теорії вибухових речовин у суцільних середовищах, і створення, і використання нових вибухових речовин, які виробляють безпосередньо на гірничих підприємствах, і конструювання зарядів, і проєктування, і безпека вибухових робіт. Водночас найважливіша фізико-технічна частина гірничого виробництва залежить від ступеня вдосконалення складних, багато компонентних способів видобутку руди і гірничої маси під час відкритих гірничих робіт. Єдиним технічним засобом є енергія вибухових речовин, яка є результатом науково обґрунтованого управління вибухом. Постійне зменшення глибин розробки, погіршення гірничо-геологічних умов і дедалі більший прояв геомеханічних явищ в умовах ринкової економіки висувають нові вимоги до гірничої технології в частині управління вибуховим руйнуванням гірських порід. Тому для розв'язання актуальної задачі підвищення ефективності буропідривних робіт необхідні нові підходи, ідеї та моделі, які адекватно описують фізичні процеси гірничого виробництва і дають змогу оперативно покращувати техніко-економічні показники в межах гірничої ділянки та усього родовища. Актуальність цього дослідження полягає в тому, що буропідривні роботи (БПР) є першими в ланцюзі технічних процесів видобувного виробництва і суттєво впливають на собівартість продукції. Якість вибухових робіт - це ступінь

дроблення породи, що відповідає проектним параметрам, а зворотним показником якостіви буровихробіт є вихід негабариту. Важливим резервом підвищення ефективності буропідривних робіт є розробка і впровадження сучасних технологій вибухових ігірничих робіт. Тому підвищення ефективності буропідривних робіт на відкритих гірничих розробках шляхом оптимізації параметрів СД є актуальним науковим і практичним завданням. Однією з основних умов підвищення ефективності цього сектору гірничого виробництва є впровадження нових технологій у буропідривній справі, а також автоматизація проектування буропідривних робіт на кар'єрах. Від якості підготовки гірських порід залежить продуктивність гірничо-навантажувального обладнання та енерговитрати на першій стадії дроблення і подрібнення.

Наукове значення роботи полягає у проведенні аналізу та систематизації науково обґрунтованих методів застосування буропідривних робіт відповідно до умов кар'єру ТОВ «ЄГЗК»

Для розкриття поставлених цілей в роботі поставлені головні задачі дослідження:

1. Провести аналіз та систематизацію новітніх науково обґрунтованих способів ведення буропідривних робіт у залізородних кар'єрах;
2. Виконати дослідження технологічних параметрів буропідривних робіт в кар'єрі ТОВ «ЄГЗК»
3. Обґрунтувати способи підвищення ефективності буропідривних робіт в кар'єрі ТОВ «Єристівський ГЗК» та надати відповідні пропозиції.

Розділ II

АНАЛІЗ ГІРНИЧИХ РОБІТ НА КАР'ЄРІ ЄРИСТІВСЬКОГО ГЗК

2.1. Гірничі роботи

ТОВ «Єристівський ГЗК» розробляє Горішньо-Плавнівське та Лавриківське родовища. Розкривні роботи ведуться згідно проекту 04-69-П. Висновок експертизи з питань охорони праці №12.2.05-10-0056.09 від 19.05.09г.

Глибина розробки родовищ обмежена затвердженими запасами (протокол ДКЗ № 7599 від 27.02.76 і 24.03.76). Протокол ЦКЗ № 195 від 16.03.83 р. і Протокол ЦКЗ № 333 від 28.02.90 р.) і плануються за: - 700 м - південніше південного знімального майданчика; - 500 м - між південним і північним знімальними майданчиками; - 250 м - північніше сьомого знімального майданчика. станом на 24.11.13 р. відкриті гірничі роботи плануються на глибині -... 135 м, довжиною 3 км і шириною 1,5 км. У разі проходки (постановки) бічних секцій за проміжним (тимчасово недіючим) контуром і переходу на проектний контур висота уступу визначається за даними таблиці 3.1. Водночас висота уступу не повинна перевищувати в 1,5 раза максимальну висоту виїмки екскаватора під час розроблення верхнього шару і максимальну висоту виїмки під час розроблення наступного шару. Відстань між суміжними запобіжними насипами під час відновлення укосів і встановлення їх у тимчасово недіючих або крайніх положеннях визначатиметься проектом відповідно до вимог Правил з охорони праці під час розроблення родовищ корисних копалин відкритим способом. Конструктивні параметри укосів буде прийнято відповідно до рекомендацій, що містяться у звіті про науково-дослідну та дослідно-конструкторську роботу (НДДКР), виконану інститутом ВІОГЕМ.

Параметри елементів стінки шахти наведено в таблиці 2.1. Мінералізація була розкрита на глибину -135 м. Верхні пласти були розкриті внутрішніми залізничними та автомобільними траншеями. Нижні пласти кар'єра були розкриті тимчасовими автомобільними під'їздами. Подальше розширення і поглиблення кар'єра планується

за рахунок будівництва додаткових автомобільних траншей без поглиблення наявного залізничного під'їзду.

Таблиця 2.1.

Технологічні параметри бортів кар'єру.

Тип породи	Висота уступу, м	Ширина берми, м	Горизонти, м	Кут укосу уступу, град	
				Східний та Західний борти кар'єра	Південний борт кар'єра
Ділянки бортів в тимчасово нерабочому (проміжному) и кінцевому (проектному) положенні					
Розкрит	12	Відповідає ширині робочих майданчиків для відповідного гірничого и транспортного обладнання	+68 ÷ +0	30-35°	30-35°
Скальні, вивітрені	15		+0 ÷ мінус 15	45°	45°
Скальні	15		мінус 15 ÷ мінус -150	65-70°	65-70°

Технічні процеси під час видобутку корисних копалин відкритим способом на Єристовському ГЗК.

- підготовка кар'єра до видобутку (буріння, навантаження, вибухові роботи);
- гірничо-навантажувальні роботи (буріння);
- вивезення породи (транспортування порожнього розтину й корисних копалин автосамоскидами та залізницею);
- відсіпання, зберігання та сортування на складі;
- вивезення породи (транспортування порожнього розтину й корисних копалин автосамоскидами та залізницею);
- відсіпання, зберігання та сортування руди на складі. Єристовський ГЗК використовує технологію кругообігу.

2.2. Організація буро-вибухових робіт.

Визначення геометричних параметрів сітки свердловин

Основні розрахункові параметри буро-вибухових робіт:

- а) параметри компоновки свердловин на уступах, що характеризуються наступними показниками:

d_c - діаметр, мм;

H - висота уступу, м;

α - кут укосу уступу, град.;

a - відстань між свердловинами, м;

c – мінімальна безпечна відстань від вісі свердловин першого ряду до верхньої брівки уступу за умови безпечної роботи бурового устаткування, м;

m - коефіцієнт наближення свердловин;

$L_{св}$ - глибина свердловин, м;

$L_{пер}$ - глибина перебура, м;

W - лінія опору по підшві уступу, м;

b - відстань між рядами свердловин, м;

б) параметри вибухових робіт, що характеризуються наступними показниками:

Q - величина свердловинних зарядів, кг

$Q_{пер}$ - перевірочне значення свердловинних зарядів, кг;

d_z - діаметр заряду, м;

L_z - довжина заряду, м;

$L_{наб}$ - довжина набивки, м;

P - місткість 1 п.м. свердловин, кг;

q - питомі витрати ВР, кг/м³;

Δ - щільність заряджання ВР, т/м³;

V - вихід гірської маси з 1 п. м. свердловин, м³.

Розрахункове значення лінії опору на підшві визначається за такою формулою:

$$W = \frac{\sqrt{0,25P^2 + 4qHPL_{свкв}} - 0,5 * q}{2qH}, \text{ м}, \quad [17]$$

де P - ємність 1 п. м. свердловин, кг;

q - питомі витрати ВР, кг/м³;

$L_{свкв}$ - глибина свердловини, м;

H - висота уступу, що обурюється, м.

Мінімальна безпечна лінія опору по підшві, за умовами буріння визначається

наступним чином:

$$W_6 = H * ctg\alpha + C, \quad [18]$$

де: H - висота уступу, що обурюється, м

C – мінімальна безпечна відстань до верхньої брівки уступу, приймається більшою за 3м.

Обов'язкова умова є $W \geq W_6$.

Глибина свердловини розраховується:

- для вертикальної свердловини

$$L_{\text{скв.}} = H + L_{\text{пер.}} \quad [19]$$

- для похилої свердловини

$$L_{\text{н.скв.}} = \frac{H}{\sin \alpha} + L_{\text{пер.}}, \text{ м}, \quad [20]$$

де α – кут нахилу свердловини до горизонталі, град.;

$L_{\text{пер.}}$ – глибина перебуру, м.

Глибину перебуру розраховуємо:

$$L_{\text{пер.}} = 0,5qW, \quad [21]$$

де q – питома витрата ВР, кг/м³,

W – опір по підшві, м.

Відстань між свердловинами в одному ряді визначаємо за формулою:

$$a = mW, \text{ м}, \quad [22]$$

де m – коефіцієнт зближення свердловин (0,9÷1,3).

Відстань між рядами свердловин розраховуємо наступним чином:

- при одночасному вибуху системи зарядів, що розташовані у шаховому порядку

$$b = (0,85 \div 1,0) * W, \text{ м}, \quad [23]$$

- при уповільненому або короткоуповільненому вибуху

$$b = (0,9 \div 1,0) * W, \text{ м}. \quad [24]$$

Типи вибухових речовин, які застосовуються

Буро-вибухові роботи в кар'єрах Єристівського ГЗК ведуться окремими партіями, що включені до «Переліку промислових ВМ, дозволених до постійного виробництва та застосування» Міністерства економічного розвитку, торгівлі та

сілського господарства України (табл. 2.2), або перебувають на стадії промислових випробувань, або ввезені за рішенням Державної служби охорони праці України («ДСОТ»). Для цього використовуються вибухові речовини («ВМ»), такі як:

Таблиця 2.2.

№ з/п	Назва ВР, сертифікат експертизи типу	Сертифікат відповідності	Виробник
1	Електродетонатор миттєвої дії типу ЕД-8 Ж №UA.Промбезпека.2.363:2021 від 05.07.2021 р.	№ UA.Промбезпека.4.093 :2021 (модуль D)	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ШОСТКИНСЬКИЙ ЗАВОД "ІМПУЛЬС" код ЄДРПОУ 14314452
2	Шнур детонуючий екструзійний типу ДШЕ-12 № UA.Промбезпека.2.311:2020 від 26.11.2020 р.	№ UA.Промбезпека.4.070 :2020 (модуль D)	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ШОСТКИНСЬКИЙ ЗАВОД "ІМПУЛЬС" код ЄДРПОУ 14314452
3	Реле піротехнічне типу РП-92-0 №UA.Промбезпека.2.316:2020 від 26.11.2020 р.	№ UA.Промбезпека.4.070 :2020 (модуль D)	ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ШОСТКИНСЬКИЙ ЗАВОД "ІМПУЛЬС" код ЄДРПОУ 14314452
4	Заряд тротиловий для вибухових робіт типу ЗТП-800 № UA.Промбезпека.2.319:2020 від 26.11.2020 р.	№ UA.Промбезпека.4.070 :2020 (модуль D)	КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО "ШОСТКИНСЬКИЙ КАЗЕННИЙ ЗАВОД "ІМПУЛЬС" код ЄДРПОУ 14314452
5	Хвилевід типу Г № UA.Промбезпека.2.385:2021 від 05.07.2021 р.	№ UA.Промбезпека.4.093 :2021 (модуль D)	КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО "ШОСТКИНСЬКИЙ КАЗЕННИЙ ЗАВОД "ІМПУЛЬС" код ЄДРПОУ 14314452
6	Шашка-детонатор для промислових вибухових робіт типу Г-400Г № UA.Промбезпека.2.320:2020 від 26.11.2020 р.	№ UA.Промбезпека.4.070 :2020 (модуль D)	КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО "ШОСТКИНСЬКИЙ КАЗЕННИЙ ЗАВОД "ІМПУЛЬС" код ЄДРПОУ 14314452

7	Хвилевід № UA.Промбезпека.2.264:2020 від 29.05.2020 р.	№ UA.Промбезпека.4.058 :2020 (модуль D)	Державне підприємство "Науково-виробниче об'єднання "Павлоградський хімічний завод" код ЄДРПОУ 14310112
8	Речовина емульсійна вибухова патронована АНЕМІКС П № UA.Промбезпека.2.278:2020 від 22.09.2020 р.	№ UA.Промбезпека.4.065 :2020 (модуль D)	Приватне акціонерне товариство "ПІДПРИЄМСТВО З ІНОЗЕМНИМИ ІНВЕСТИЦІЯМИ "ІНТЕРВИБУХПРОМ" код ЄДРПОУ 31385850
9	Речовина емульсійна вибухова АНЕМІКС № UA.Промбезпека.2.277:2020 від 22.09.2020 р.	№ UA.Промбезпека.4.065 :2020 (модуль D)	Приватне акціонерне товариство "ПІДПРИЄМСТВО З ІНОЗЕМНИМИ ІНВЕСТИЦІЯМИ "ІНТЕРВИБУХПРОМ" код ЄДРПОУ 31385850
10	Речовина вибухова промислова АМОНІТ № 6ЖВ № UA.Промбезпека.2.284:2020 від 28.09.2020 р.	№ UA.Промбезпека.4.062 :2020 (модуль D)	Товариство з обмеженою відповідальністю "Науково- виробниче підприємство "Зоря" код ЄДРПОУ 36999957
11	Пресований ТНТ БУСТЕР КР 420В	Сертифікація CE відповідно до директиви 93/15/ЄС, проведений Уповноваженим органом №1877 (АТ «Мінпроект»)	«Karash invest» LTD Болгарія
12	Неелектричний детонатор КАРЕКСДЕТ SD 0мс/100м, 0мс/200м, 42мс/10м, 67мс/10м ЄС-сертифікат типу № 1453.EXP.12.0194 Сертифікат Експертизи типу (модуль B) №UA.Промбезпека.2.410:2021	№ UA.Промбезпека.4.107 :2021 (модуль D)	«Kareks Kimya Sanayi Anonim Sirketi» Республіка Туреччина

13	Неелектричний детонатор КАРЕКСДЕТ MS 450мс/16м, 450мс/18м, 500мс/10м, 500мс/12м ЄС-сертифікат типу № 1453.EXP.12.0192 Сертифікат Експертизи типу (модуль В) №UA.Промбезпека.2.409:2021	№ UA.Промбезпека.4.107 :2021 (модуль D)	Карекс Кумыа Sanayi Anonim Sirketi) Республіка Туреччина
14	Неелектричний детонатор detEX SD 0мс/8м, 25мс/10м, 42мс/10м, 67мс/10м, 109мс/8, 109мс/10м зі з'єднувачем Сертифікат типу № EXP 1395- 004/2012 2 nd edition	№ UA.Промбезпека.4.107 :2021 (модуль D)	«Kirlioglu Kimya Sanavi ve Ticaret AS» Республіка Туреччина
15	Неелектричний детонатор detEX SD 450мс/10м, 500мс/10м, 500мс/16м, 500мс/18м, 500мс/21, 500мс/24м зі з'єднувачем Сертифікат типу № EXP 1395- 004/2012 2 nd edition	№ UA.Промбезпека.4.107 :2021 (модуль D)	«Kirlioglu Kimya Sanavi ve Ticaret AS» Республіка Туреччина

Розрахунок величини свердловинних зарядів

Розрахунок **величини зарядів** робимо наступним чином:

$$Q = q * a * W * H, \text{ кг}, \quad [25]$$

де: q - питома витрата вибухової речовини, що підривається в залежності від міцності порід та інших гірничо-геологічних умов;

a - відстань між свердловинами в ряді, м;

W - лінія опору по підшві, м;

H - висота уступу, що обурюється м.

Перевірочне визначення величини свердловинних зарядів виконуються:

$$Q_{\text{пер}} = P * I_{\text{зар}}, \text{ кг}, \quad [26]$$

де: P - ємкість 1 м свердловини, кг;

$l_{зар}$ - довжина заряду, м.

$$l_{зар} = L_{скв} - l_{заб}, \text{ м}, \quad [27]$$

де: $L_{скв}$ - довжина свердловини, м;

$l_{заб}$ - довжина набивки заряду, м;

$l_{заб} = (0,6 \div 0,8) * W, \text{ м}$

Обов'язкова умова є $Q \leq Q_{пер}$.

Для зручності використання розрахункові параметри (Q , $l_{заб}$, $l_{зар}$) зібрані в таблицях даних з буріння і вибухових робіт у Додатку В:

$$t = K * W, \quad [28]$$

де K - коефіцієнт, який залежить від властивостей гірських порід;

$K = 3$ для міцних і слабкотріщинуватих порід;

$K = 6$ для м'яких, середніх і тріщинуватих порід.

W - встановлювана лінія опору, м.

Під час групового гідророзриву свердловини розташовуються у вигляді квадратної сітки з однією стороною $a = W$.

Форма свердловинних зарядів

1. Проєкт армування стовбура свердловини складається з урахуванням висоти уступу породи, ступеня водоприпливу і міцності блокової породи. Свердловини, які будуть завантажені поліпропіленовими рукавами («ППР»), визначаються відділом короткострокового планування Служби технічного розвитку («СТР») кар'єру «ЄГЗК» у зв'язку зі складними гідрогеологічними умовами. ППР використовується для завантаження водостійких вибухових речовин, запобігаючи витоку вибухових речовин з тріщин і водночас використовуючи інертний повітряний простір для розсіювання вибухових речовин у стовбурі свердловини. Конструкцію використовуваних внутрішньо свердловинних вибухових речовин наведено в Додатку А. На Єристівському ГЗК для початку завантаження вибухових речовин використовують два основні методи:

Використання детонуючого шнура (ДШ), ініційованого електродетонаторами. У поверхневих мережах як уповільнювачі використовуються

піротехнічні реле (РП) РП-92-0 та РПД з номіналами уповільнень 20, 35, 50 і 80 мс.

2. Неелектричні детонаторні системи (НЕС) складаються з внутрішньо свердловинних детонаторів і поверхневих детонаторів (із затримкою), які передають імпульси детонатора через хвилеводи. Для руйнування великих (негабаритних) порід використовують накладні та свердловинні вибухові пристрої. Наразі на Еристовському ГЗК експлуатуються чотири бурові установки ПВ-275: бурова установка ПВ-275 являє собою гусеничну установку з гідравлічним приводом, оснащену багатопрохідним роторним буровим верстатом. Вона призначена для буріння вибухових свердловин максимальною глибиною 59,4 м, з максимальним діаметром свердловини 193-270 мм. Бурова установка оснащена повітряним компресором і дизельним двигуном, що приводить у дію гідравлічну систему. Буропідривні роботи на кар'єрі ТОВ «Еристово Майнінг» ведуться за паспортом буропідривних робіт (табл. 2.3, табл. 2.4, табл. 2.5). Відстань між рядами бурових свердловин становить 6,5 м для руди і 6,0 м для породи, а відстань між рядами бурових свердловин - 7,5 м для руди і 7,0 м для породи (табл. 2.4). За контурного підривання відстань між рядами свердловин становить 4,5 м, а відстань між свердловинами - 3,5 м, незалежно від породи (табл. 2.5).

Таблиця 2.3.

Паспорт буровибухових робіт у кар'єрі ТОВ "Еристовський ГЗК"
при бурінні вибухових свердловин діаметром 262мм (долото діаметром 251мм) станками Pit Viper 275.
Місткість ВР "Анемікс 70" 64кг в 1п.м.

Геологічний індекс	Коеф. міцності	Висота уступу, м	Перебур, м	Глибина свердловини, м	ВМС, м	ВМР, ЛОПІ, м	Об'єм г/м, м ³	Вихід з 1п.м, м ³	Питома витрата ВР, кг/м ³	Маса заряду ВР, кг	Довжина заряду, м	Набивка, м	Коеф. запов. свердловини ВР	Мінімальна безпечна відстань, м
Arkv	12.0-17.0	3,0	1,0	4,0	7,5	6,5	146	36,5	0,88	128	2,0	2,0	0,50	380
plymArdn	9.0-14.0	4,0		5,0			195	39,0	0,98	192	3,0	2,0	0,60	456
K ₃ ¹ 2	9.0-14.0	5,0		6,0			244	40,7	0,92	224	3,5	2,5	0,58	441
K ₃ ¹ 1	9.0-14.0	6,0		7,0			293	41,9	0,98	288	4,5	2,5	0,64	486
K ₂ ⁴	15.0	7,0		8,0			341	42,6	1,03	352	5,5	2,5	0,69	524
K ₂ ¹	10.0-16.0	8,0		9,0			390	43,3	0,98	384	6,0	3,0	0,67	509
K ₂ ³ 4	14.0-16.0	9,0		10,0			439	43,9	1,02	448	7,0	3,0	0,70	532
K ₂ ³ 2	15.5-17.0	10,0		11,0			488	44,4	0,98	480	7,5	3,5	0,68	516
K ₂ ⁵ 3	15.5-17.0	11,0		12,0			536	44,7	0,96	512	8,0	4,0	0,67	509
K ₂ ⁵ 2	15.5-17.0	12,0		13,0			585	45,0	0,98	576	9,0	4,0	0,69	524
K ₂ ⁵ 1	15.5-17.0	13,0		14,0			634	45,3	0,96	608	9,5	4,5	0,68	516
K ₂ ³ 3	16.0-18.0	14,0		15,0			683	45,5	0,98	672	10,5	4,5	0,70	532
K ₂ ² 3	17.0-20.0	15,0		16,0			731	45,7	0,96	704	11,0	5,0	0,69	524
K ₂ ² 2	18.0-20.0	16,0		17,0			780	45,9	0,94	736	11,5	5,5	0,68	516
K ₂ ² 1	16.0-19.0	17,0		18,0			829	46,1	0,97	800	12,5	5,5	0,69	524
		18,0		19,0			878	46,2	0,95	832	13,0	6,0	0,68	516
		19,0		20,0			926	46,3	0,97	896	14,0	6,0	0,70	532
		20,0		21,0			975	46,4	0,95	928	14,5	6,5	0,69	524

Таблиця 2.4.

Паспорт буровибухових робіт у кар'єрі ТОВ "Єрстівський ГЗК"
при бурінні вибухових свердловин діаметром 262мм (долото діаметром 251мм) станками Pit Viper 275.
Місткість ВР "Анемікс 70" 64кг в 1п.м.

Геологічний індекс	Коеф. міцності	Висота уступу, м	Перебур, м	Глибина свердловини, м	ВМС, м	ВМР, ЛОПШ м	Об'єм т/м, м ³	Вихід з 1п.м, м ³	Питома витрата ВР, кг/м ³	Маса заряду ВР, кг	Довжина заряду м	Набивка, м	Коеф. запов. свердловини ВР	Мінімальна безпечна відстань, м
Arkv plymArdn K ₃ ¹ 2 K ₃ ¹ 1 K ₂ ⁴ K ₂ ¹ K ₂ ³ 4 K ₂ ³ 2 K ₂ ⁵ 3 K ₂ ⁵ 2 K ₂ ⁵ 1 K ₂ ³ 3 K ₂ ² 3 K ₂ ² 2 K ₂ ² 1	12.0-17.0	3,0	1,0	4,0	7,0	6,0	126	31,5	1,02	128	2,0	2,0	0,50	395
	9.0-14.0	4,0		5,0			168	33,6	1,14	192	3,0	2,0	0,60	474
	9.0-14.0	5,0		6,0			210	35,0	1,07	224	3,5	2,5	0,58	459
	9.0-14.0	6,0		7,0			252	36,0	1,14	288	4,5	2,5	0,64	506
	15.0	7,0		8,0			294	36,8	1,20	352	5,5	2,5	0,69	545
	10.0-16.0	8,0		9,0			336	37,3	1,14	384	6,0	3,0	0,67	530
	14.0-16.0	9,0		10,0			378	37,8	1,19	448	7,0	3,0	0,70	553
	15.5-17.0	10,0		11,0			420	38,2	1,14	480	7,5	3,5	0,68	538
	15.5-17.0	11,0		12,0			462	38,5	1,11	512	8,0	4,0	0,67	530
	15.5-17.0	12,0		13,0			504	38,8	1,14	576	9,0	4,0	0,69	545
	15.5-17.0	13,0		14,0			546	39,0	1,11	608	9,5	4,5	0,68	538
	16.0-18.0	14,0		15,0			588	39,2	1,14	672	10,5	4,5	0,70	553
	17.0-20.0	15,0		16,0			630	39,4	1,12	704	11,0	5,0	0,69	545
	18.0-20.0	16,0		17,0			672	39,5	1,10	736	11,5	5,5	0,68	538
	16.0-19.0	17,0		18,0			714	39,7	1,12	800	12,5	5,5	0,69	545
		18,0		19,0			756	39,8	1,10	832	13,0	6,0	0,68	538
		19,0		20,0			798	39,9	1,12	896	14,0	6,0	0,70	553
		20,0		21,0			840	40,0	1,10	928	14,5	6,5	0,69	545

Таблиця 2.5

Паспорт буровибухових робіт у кар'єрі ТОВ "Єрстівський ГЗК"
при бурінні вибухових свердловин діаметром 240мм (262мм), долото діаметром 229мм (251мм), станками Pit Viper 275.
Місткість ВР "Анемікс 70" 50кг в 1п.м.

Геологічний індекс	Коеф. міцності	Висота уступу, м	Перебур, м	Глибина свердловини, м	ВМС, м	ВМР, ЛОПШ м	Об'єм т/м, м ³	Вихід з 1п.м, м ³	Питома витрата ВР, кг/м ³	Маса заряду ВР, кг	Довжина заряду м	Набивка, м	Коеф. запов. свердловини ВР	Мінімальна безпечна відстань, м
Arkv plymArdn K ₃ ¹ 2 K ₃ ¹ 1 K ₂ ⁴ K ₂ ¹ K ₂ ³ 4 K ₂ ³ 2 K ₂ ⁵ 3 K ₂ ⁵ 2 K ₂ ⁵ 1 K ₂ ³ 3 K ₂ ² 3 K ₂ ² 2 K ₂ ² 1	12.0-17.0	3,0	1,0	4,0	3,5	4,5	47	11,8	1,06	50	1,0		0,25	259
	9.0-14.0	4,0		5,0			63	12,6	1,19	75	1,5		0,30	311
	9.0-14.0	5,0		6,0			79	13,2	0,95	75	1,5		0,25	259
	9.0-14.0	6,0		7,0			95	13,6	1,05	100	2,0		0,29	300
	15.0	7,0		8,0			110	13,8	1,14	125	2,5		0,31	321
	10.0-16.0	8,0		9,0			126	14,0	0,99	125	2,5		0,28	290
	14.0-16.0	9,0		10,0			142	14,2	1,06	150	3,0		0,30	311
	15.5-17.0	10,0		11,0			158	14,4	1,11	175	3,5		0,32	331
	15.5-17.0	11,0		12,0			173	14,4	1,16	200	4,0		0,33	342
	15.5-17.0	12,0		13,0			189	14,5	1,06	200	4,0		0,31	321
	15.5-17.0	13,0		14,0			205	14,6	1,10	225	4,5		0,32	331
	16.0-18.0	14,0		15,0			221	14,7	1,02	225	4,5		0,30	311
	17.0-20.0	15,0		16,0			236	14,8	1,06	250	5,0		0,31	321
	18.0-20.0	16,0		17,0			252	14,8	1,09	275	5,5		0,32	331
	16.0-19.0	17,0		18,0			268	14,9	1,12	300	6,0		0,33	342
		18,0		19,0			284	14,9	1,14	325	6,5		0,34	352
		19,0		20,0			299	15,0	1,09	325	6,5		0,33	342
		20,0		21,0			315	15,0	1,11	350	7,0		0,33	342

З 2006 року на Полтавському ГЗК впроваджено систему управління гірничим виробництвом, розроблену на базі геоінформаційної системи K-MINE. До складу системи входять програмні продукти, що автоматизують основні процеси гірничого виробництва, наприклад, модуль проектування буровибухових робіт. Буровибухові роботи на кар'єрі Єристівського ГЗК здійснюються буровибуховим відділом гірничого комбінату.

Підготовка та проведення буро-вибухових робіт

Проектування бурових робіт здійснюватимуть інженери відділу короткострокового планування (ОКП) на основі затвердженого типового проєкту буро-вибухових робіт на кар'єрах з урахуванням гірничо-геологічних умов бурового блоку. Маркшейдер надасть геологу та інженеру ВКП зйомку бурового блоку. Гідрогеолог кар'єра надасть інформацію про гідрогеологічні характеристики порід у буровому блоці, а також про наявність та інтенсивність джерел у пластах навколо бурового блоку. Інженер-геотехнік надасть інженеру ВКП інформацію про стійкість стінки кар'єра в районі бурового блоку і в зоні прямого влучення основного вибуху. Цей документ повинен містити:

- брівки уступів;
- розташування свердловин, які відмовили, на вищележачому уступі;
- контур останнього ряду свердловин на вищележачому уступі;
- фактичні висотні відмітки щодо блоку та прилеглої території;
- назву бурового блоку та номер горизонту його розташування;
- контури та номери раніше підірваних блоків, що прилягають до блоку;
- наближені до блоку транспортні комунікації, ЛЕП, розташування електроустановок, трубопроводів системи водовідливу та осушення кар'єру, а також інших комунікацій, установок і споруд, що знаходяться в безпосередній близькості до бурового блоку;

- типи порід, категорії міцності, категорії буримості та їх контакти; інформацію про тектонічні порушення в межах і поблизу блоку; гідрогеологічну характеристику порід блоку;
- мінімум два хрести координатної сітки та одну маркшейдерську вісь або дві осі та один хрест координатної сітки;
- річні межі ведення гірничих робіт;
- повну інформацію про параметри розташування свердловин: номер свердловини, проектна глибина, кут нахилу, величину перебуру, кількість свердловин, що плануються, відстань між свердловинами і між рядами, висоту уступу;
- обсяг бурових робіт, вихід гірничої маси з одного погонного метра свердловини;
- обсяг запланованого блоку.

У масивах гірських порід, де наявні мінливі фізико-механічні властивості порід по висоті уступу геолого-маркшейдерська служба надає відповідні технологічні розрізи по рядах свердловин. Кожен проєкт на буріння блоку відповідає унікальному номеру і даті його складання.

Розроблений проєкт виконання бурових робіт на блоку підписують:

- начальник ВКП;
- інженер ВКП;
- головний маркшейдер ГТК;
- головний геолог ГТК;
- начальник бурової дільниці (БД).

Проєкт затверджує начальник служби технічного розвитку (далі – СТР). Копія узгодженого та затвердженого проєкту на буріння блоку передається до БД та маркшейдерської служби, а оригінал зберігається у інженерів ВКП. Електронна версія зберігається на внутрішньому мережевому диску СТР.

Порядок передачі обурених блоків

Передача обурених блоків здійснюється начальником БД, а приймання блоків – начальником підривної дільниці ПрАТ «Інтервибухпром» (далі – ПрАТ «ІВП»), з

оформленням «Акту готовності блоку до заряджання», який затверджується директором з виробництва ЄГЗК. Під час передачі блоків проводиться контрольний замір глибин вибурених свердловин та рівня води в них (за необхідності) персоналом підривної дільниці ПрАТ «ІВП» спільно з маркшейдерською службою. У разі неможливості очистити завалену свердловину або пробурити нову замість неї, допускається приймання її в експлуатацію з фактичними параметрами, про що робиться відмітка в «Акті готовності блоку до заряджання», а також проводиться коригувальний розрахунок зарядів. При значному відхиленні від проекту проводиться буріння додаткових свердловин. Акт складається окремо на кожен блок.

Підписаний та затверджений акт готовності блоку до заряджання передається інженерам ВКП.

Спосіб ведення підривних робіт свердловинними зарядами [1].

Вибухові речовини для масових вибухів готуються в районі вибухової зони, де розташовані цех підготовки вибухових речовин і основний склад вибухових речовин. Зі станції Золотнишино на склад вибухових речовин вагони з вибуховими речовинами доставляються залізницею. Вагони подаються на пункти механізованого оброблення (ПМО) або склади вибухових речовин, де проводиться їх розвантаження за допомогою автокранів або навантажувачів. Передача вибухових блоків.

Пробурені блоки передаються на дільницю вибухових робіт начальником дільниці вибухових робіт на гірничому підприємстві після отримання акта готовності блоків до навантаження (Додаток В). За пробуреними блоками проводиться зйомка з фіксацією місця розташування і параметрів кожної свердловини. Під час передачі блоку з бурової дільниці на вибухову дільницю, якщо свердловина засмічена і не може бути очищена, дозволяється приймати її на фактичній глибині, про що робиться відмітка в акті.

Складання паспорту масового вибуху [1]

Паспорт ДП складається після отримання даних слідчого про стан порушеного блоку (глибина, величина і місце розташування нижньої лінії опору) і повинен включати організаційно-розпорядчі документи, схеми і розрахункові частини.

- Таблиця розрахунків вибійного заряду для блоку

- Розрахунок і схема електровибухової мережі
- Розрахунок розміру небезпечної зони
- Послідовність вибухових робіт для блоку
- Розрахунок сповільнення і часу роботи блоку.

Вихідними даними для розрахунку таблиці заряду свердловини для блока є.

- Геодезичною службою підприємства
- фактичні параметри свердловини, значення ліній опору по підшві
- Геологічною службою підприємства
- геологічна будова блоку на площинах і характерних розрізах.

Графічна частина паспорта МВ повинна мати схему розташування постів охорони небезпечної зони в масштабі з нанесенням:

- блоків, що будуть підриватися;
- загальної схеми підривної мережі;
- межі небезпечної зони вибуху для людей, обладнання та ліній електропередач;
- місця розстановки постів охорони небезпечної зони;
- місцезнаходження підривної станції;
- місце збору посадових осіб та працівників, які проводять підривні роботи.

На кожен підрозділ інженер ВКП складає паспорт підрозділу. Паспорт містить розрахункову частину, графічну частину та акт готовності до заряджання. Розрахункова частина паспорта блоку містить таблицю розрахунків зарядів. Графічна частина паспорта блоку містить у собі:

- Схема ініціювання свердловинних зарядів на блоці, що підривається. Вона містить кількість і порядок включення хвилеводів на блоці, допустимий і фактичний розмір групового заряду, відстань до об'єкта, що охороняється, і контур раніше підірваного блоку.;

- план розташування свердловин, який містить викопіювання з плану горизонту (уступу), де проводиться підривання блоку, з нанесенням 20-метрової забороненої зони, фактичного положення завалених свердловин, верхніх та нижніх бровок уступів, контурів раніше підірваних блоків, маркшейдерських та геологічних розрізів.

Таблиця розрахунку свердловинних зарядів блоку затверджується директором з виробництва ТОВ ЄГЗК і передається вибуховій дільниці ПрАТ «ІВП» не пізніше ніж за добу до початку заряджання.

До паспорта МВ додаються схема розстановки постів та постова відомість. Паспорт МВ погоджується з відповідальним керівником МВ, технічним керівником кар'єру та затверджується директором з виробництва не пізніше ніж за добу до проведення МВ.

Один екземпляр документів для проведення МВ передається ПрАТ «ІВП», а інший залишається у ВКП.

Порядок видачі розпорядницької документації[1]

Для підготовки проведення масових вибухів складається графік здачі блоків і початку доставки вибухових матеріалів на них. Керівник ТОВ ЄГЗК видає наказ, у якому встановлюються дата та час проведення масових вибухів, а також призначається посадова особа, відповідальна за їх виконання (далі – відповідальний керівник МВ).

На основі наказу ТОВ ЄГЗК, який є замовником підривних робіт, відповідальний керівник МВ призначається наказом ПрАТ «ІВП». Директор з виробництва ТОВ ЄГЗК видає розпорядження, яким призначаються відповідальні особи за:

- виведення працівників за межі небезпечної зони для людей та її охорону;
- відведення гірничої техніки та обладнання за межі небезпечної зони для техніки;
- відключення електроенергії;
- подачу звукових сигналів;
- допуск працівників у кар'єр після масового вибуху;

- сповіщення сусідніх підприємств.

У розпорядженні вказуються місце, дата та час проведення оперативної наради щодо масових вибухів. Керівник ПрАТ «ІВП» видає наказ, а підривна дільниця – розпорядження, якими призначаються відповідальні особи за виконання окремих технологічних та організаційних заходів з підготовки та проведення масових вибухів. На основі організаційно-розпорядчої документації готується розпорядок проведення масових вибухів. Особа, відповідальна за виведення працівників за межі небезпечної зони та її охорону, ознайомлює під підпис з розпорядком проведення масових вибухів усіх посадових осіб та працівників, які беруть участь у підготовці і проведенні цих робіт.

Організація охорони небезпечної зони[1]

Для інформування населення про безпосередню небезпеку, що загрожує під час проведення масових вибухів, на в'їздах на територію ЄГЗК (на постах №№ 103, 104, 105, 106) встановлюються вказівники з інформацією про дату та час масового вибуху. На оперативній нараді щодо проведення масових вибухів відповідальний керівник МВ доводить інформацію стосовно організації та виконання робіт.

Відповідальні особи за виведення людей за межі небезпечної зони, охорону небезпечної зони, відведення гірничої техніки та обладнання, охорону секторів, подачу звукових сигналів, допуск працівників у кар'єр після масового вибуху та відключення електроенергії зобов'язані прибути на оперативну нараду для ознайомлення з розпорядком проведення МВ, детальним розташуванням блоків, небезпечними зонами (для людей та обладнання), а також розстановкою постів охорони небезпечної зони, які зазначені на «Схемі розташування постів охорони небезпечної зони».

Відповідальним особам за охорону секторів на оперативній нараді видається схема розстановки постів та постова відомість з уточненою інформацією про місця їх розташування. Відповідальні особи за охорону секторів призначають постових з числа працівників, які ознайомлені під підпис з «Технологічною інструкцією для відповідальних осіб за охорону секторів та постових з охорони небезпечної зони під час проведення масових вибухів у кар'єрах ТОВ «Єристівський ГЗК».

Постові на змінно-зустрічних зборах отримують наряди на виконання робіт з охорони небезпечної зони та проходять інструктаж щодо безпечного виконання цих робіт, що фіксується в «Книзі нарядів» під особистий підпис. Відповідальні особи за охорону секторів ознайомлюють постових з місцями їх розташування, зазначеними на «Схемі розташування постів охорони небезпечної зони», і роблять запис у постовій відомості під особистий підпис. Постові та відповідальні особи при виконанні робіт повинні бути одягнені у спеціальний одяг і взуття відповідно до затверджених норм видачі спецодягу та засобів індивідуального захисту, а також носити сигнальний жилет зі світловідбиваючими смугами і мати при собі захисну каску з підшоломником, респіратор та спеціальні захисні окуляри.

2.3. Виймально-навантажувальні роботи.

На кар'єрі Єристівського ГЗК для розробки та навантаження підірваної гірської маси використовують екскаватори циклічної дії. Виймання та навантаження гірських порід полягає в екскавації розрихленої гірської маси та її переміщення в засіби транспортування.

Виймально-навантажувальні роботи в кар'єрі (рис. 2.1., рис. 2.2.) та на відвалах здійснюються технікою EX 3600-6, EX 3600E-6, EX 5600E-6, PC 3000, PC4000E-6 та ЕКГ- 10.

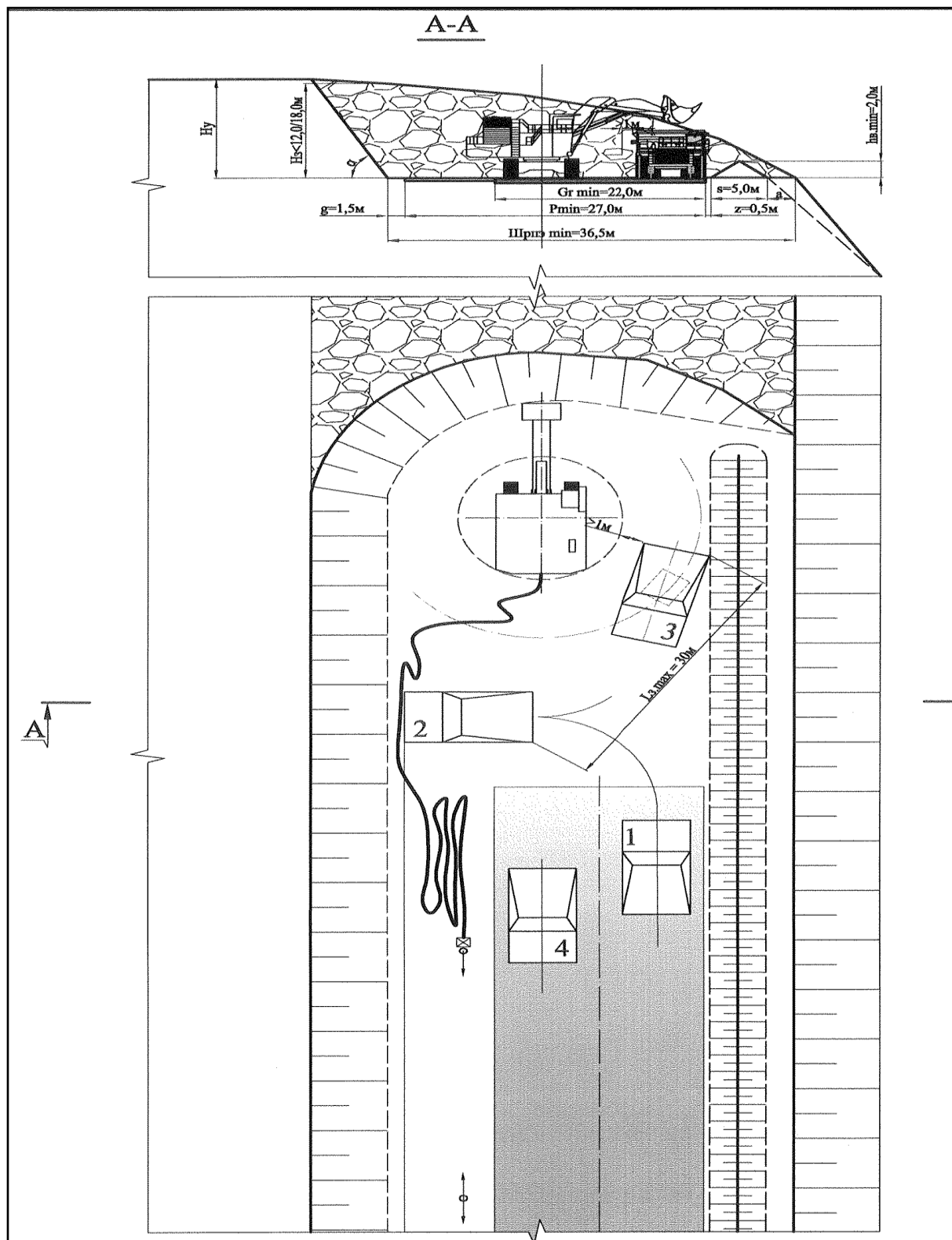


Рис. 2.1. Технологічна схема розробки скельних порід на кар'єрі ЄГЗК.

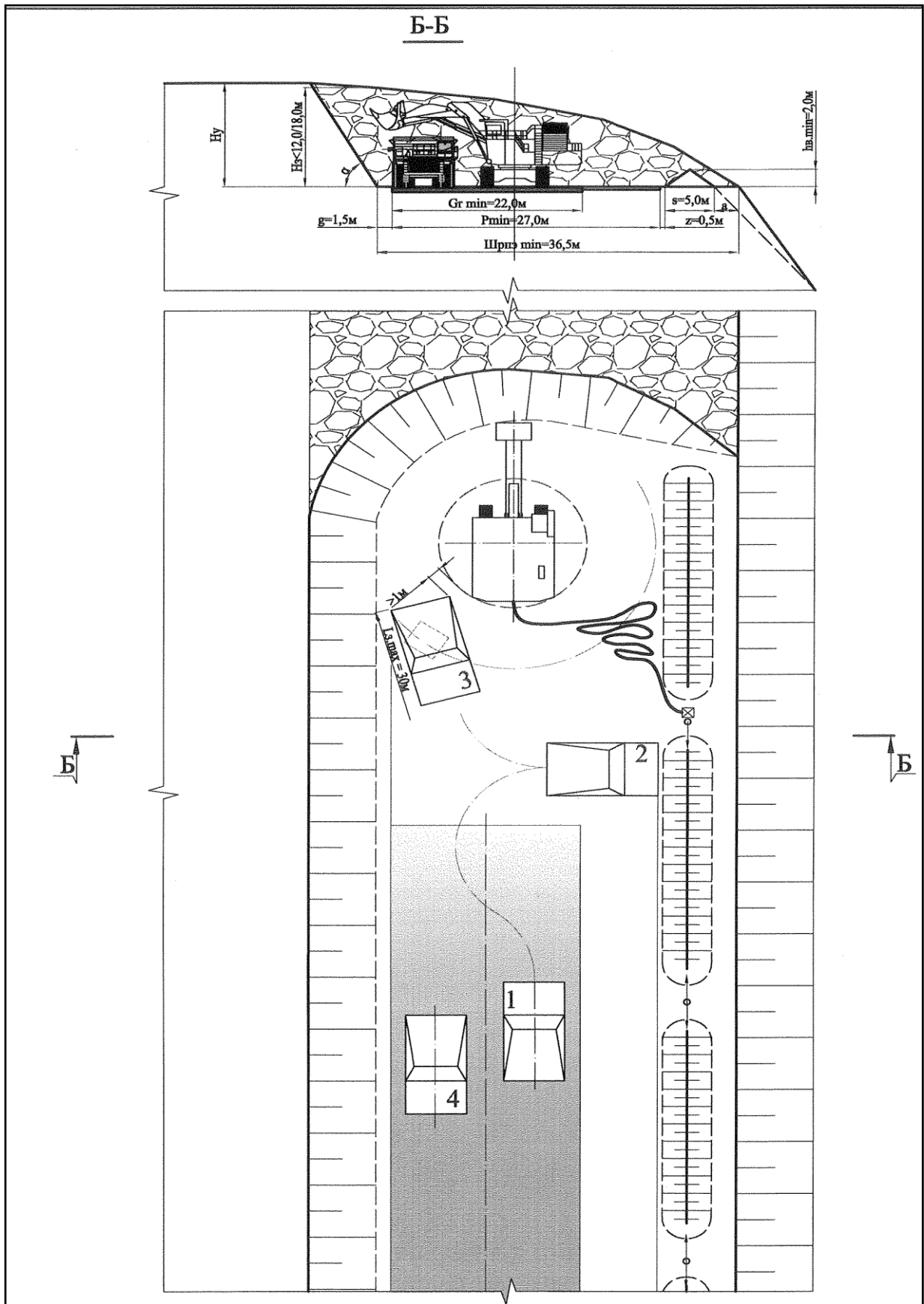


Рис. 2.2. Технологічна схема розробки скельних порід на кар'єрі ЄГЗК. Автошлях розташований зі сторони вище розташованого уступу.

Також на виймально-навантажувальних роботах задіяне насупне устаткування: навантажувачі (рис. 2.2.3) WA900 - 3, WA800 - 3, WA600 - 3, Dressta 560с, CAT988F - II, ZW250, CAT994H, LX450 — 7.

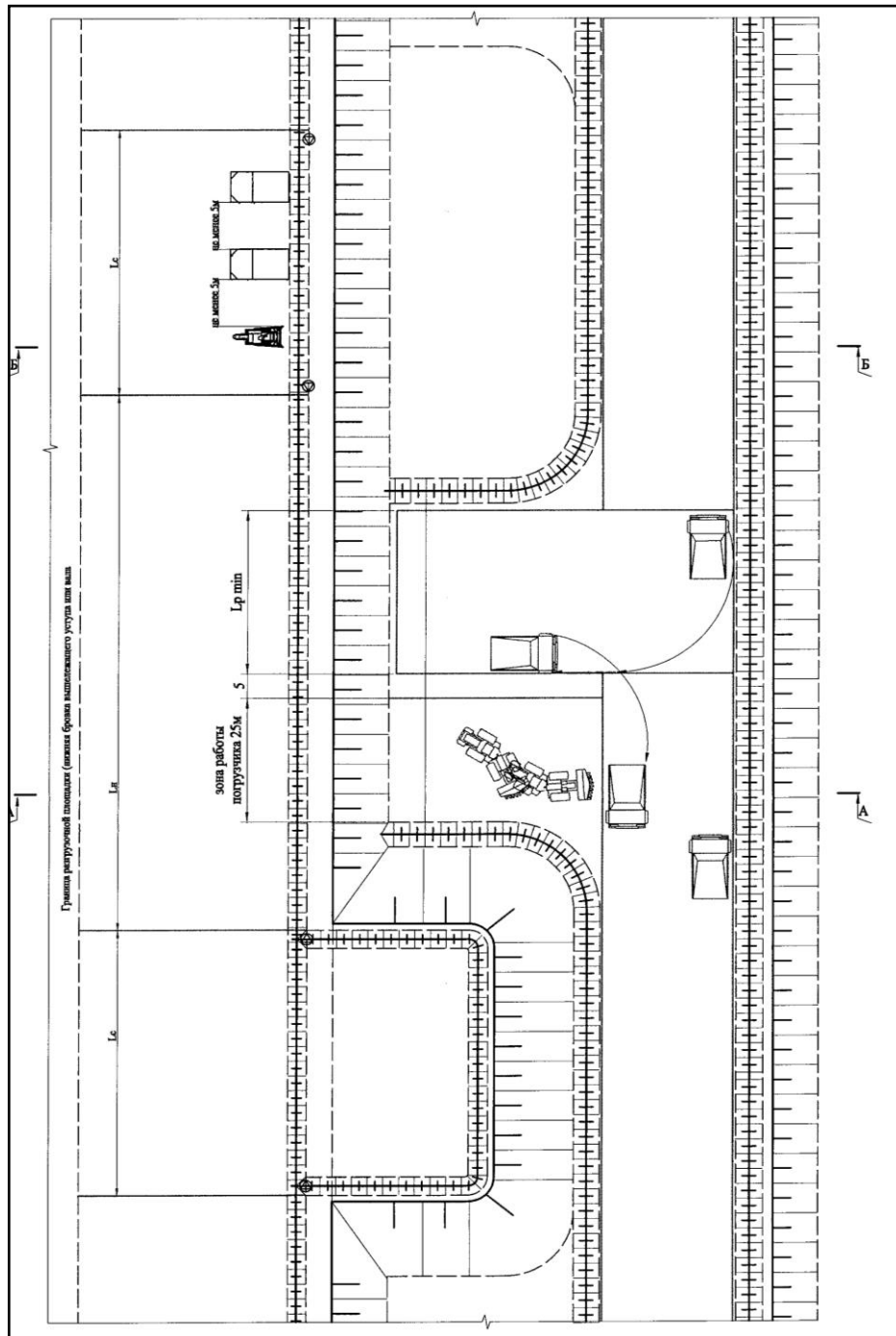


Рис. 2.3. Технологічна схема для встановлення параметрів перевантажувального складу.

2.4. Транспортування вантажів у кар'єрі.

Гірська маса із забоїв транспортується самоскидами CAT 793d (220т), ЕН3500АСІІ (185т), САТ 785с (136т), БелАЗ - 7513 (130т), а також HD 785-5 і САТ 777d (91т) до перевантажувальних майданчиків і автомобільних відвалів (рис 2.3.). На перевантажувальних складах гірська маса переміщується в думпкери екскаваторами і навантажувачами, і потім переміщується її на дробарно-збагачувальну фабрику.

Залізничний транспорт складається з тепловозів ТЕМ- 7 і думпкарів 2ВС-105.



Рис. 2.4. Технологічна схема розташування транспортних комунікацій в кар'єрі.

2.5. Відвалоутворення.

Складування розкривних робіт у відвалах передбачене роздільне за різними типами порід:

- амфіболіти;
- граніти та гранодіорити;
- збалансовані запаси кварцитів пачки K232 та K233;
- сланці та некондиційні кварцити;
- породи наносів.

На Полтавському ГЗК будуються як внутрішні, так і зовнішні відвали.



Рис 2.5. Зовнішні відвали кар'єру ТОВ «ЄГЗК».

Розкривні породи розміщуються на зовнішніх залізничних і автомобільних відвалах, які розташовані на східному та західному бортах кар'єру, а також у незначних кількостях у виробленому просторі кар'єру та для відсіпання транспортних комунікацій. Крім того, частина скельних порід розкриву

використовується для створення та нарощування гребель шламосховища (проекти: 13105.P90/127 - 1-2 відсік, 13105.P90/158-1-0-ГР.ПЗ - 3 відсік). Зовнішні відвали складаються з ярусів висотою 20-30 м. Загальна висота відвалів коливається від 60 до 90 м (рис. 2.5).

РОЗДІЛ III

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ В УМОВАХ КАР'ЄРУ ЄГЗК

3.1. Аналіз наукових досліджень ведення бвр у кар'єрах

Протягом довгого періоду розвитку гірничої промисловості значну цінність для вивчення історичного досвіду мають наукові публікації, зокрема статті, монографії та дисертації, а також фактичні дані та техніко-економічні показники гірничих підприємств за останні 50-70 років. Цей період охоплює перехід від комплексно механізованих підприємств до сучасних гірничо-збагачувальних комбінатів, які здійснюють повний цикл технологічних процесів у гірничому виробництві.

Серед основних фундаментальних досліджень, які стали основою розвитку гірничих наук, важливими є роботи академіків, що охоплюють значний період становлення і розвитку цієї галузі (1930-1993 роки). Один із професорів, зокрема, зробив вагомий внесок у розвиток наукових основ розробки рудних родовищ у своїх кандидатських та докторських дисертаціях, а також у подальших дослідженнях з техніки, технології, економіки та економіко-математичних розрахунків.

У визначенні пріоритетних напрямків розвитку відкритих гірничих робіт, методів розкриття родовищ та проектування кар'єрів, а також формування структур комплексної механізації важливий внесок зробили як українські, так і іноземні вчені та їх учні. Один з іноземних науковців підкреслював, що ефективне використання капіталовкладень у будівництво великих гірничо-збагачувальних комбінатів та вугільних розрізів можливе лише за умови оптимальних проектних рішень, що можуть бути досягнуті за допомогою економіко-математичного моделювання.

Значний внесок у розробку конструкцій вітчизняних верстатів для шрошкового буріння, їх серійного виробництва та модернізації внесли провідні конструктори й науковці, такі як А.А. Вункерт, А.М. Кузовльов, В.М. Мороз, Ю.А. Нанкін та інші. Дослідження показали, що продуктивність шрошкових верстатів і енергоємність буріння вибухових свердловин залежать від конструктивних особливостей обладнання, бурового інструменту та організації самого процесу.

Інші важливі досягнення в розробці гірничорудних шрошкових доліт належать М.Г. Абрамсону, Т.Г. Агошашвілі, В.А. Бірману, І.М. Бірюкову, Р.М. Богомолу та іншим. Вибору правильного діаметра свердловинного заряду також приділяли увагу такі вчені, як А.В. Шапурін, А.С. Левуцький та В.П. Темний. Вони рекомендують використовувати свердловинні заряди раціонального діаметру для підвищення ефективності буропідривних робіт, оскільки витрати на буріння свердловин з меншим діаметром значно вищі, хоча діаметр не є вирішальним фактором порівняно з іншими параметрами.

Вдосконалення організації бурових робіт пов'язане з ім'ям багатьох українських і закордонних учених. Аналіз наукових джерел свідчить, що ефективність буріння вибухових свердловин залежить від точного визначення фізико-механічних властивостей гірських порід при розробці родовищ. Прогнозування категорії буримості порід під час планування робіт є важливим елементом організації процесу та дозволяє раціонально використовувати ресурси бурових верстатів.

Значна частина досліджень в гірництві присвячена підривній справі. З розвитком родовищ та зниженням витрат на видобуток сировини параметри буропідривних робіт удосконалюються відповідно до науково-технічного прогресу. Зараз на гірничих підприємствах проводяться дослідження в напрямках, таких як технології виготовлення вибухових речовин безпосередньо в місцях їх використання, властивості цих речовин, схеми підривання, засоби ініціації та конструкції зарядів, а також методи проектування вибухів з урахуванням руйнівного середовища.

Важливий внесок у розробку рецептур, технологій та техніки виготовлення емульсійних вибухових речовин зробили вчені, такі як Г.П. Демидюк, Б.Н. Кутузов, С.Д. Вікторов та інші. Вибухові речовини еволюціонували від тротиловмісних до сучасних емульсійних. Також значна роль у розвитку схем підривання, засобів ініціації та конструкцій зарядів належить таким науковцям, як С.Д. Вікторов, В.М. Закалінський і М.В. Корнілков. Важливі досягнення пов'язані з розробкою неелектричних систем ініціації з уповільненням у свердловині, які забезпечують точність і безпеку.

3.2. Дослідження параметрів ведення буропідричних робіт в умовах кар'єру ТОВ "Єривівський ГЗК"

Проектом розробки кар'єру Єривівського ГЗК передбачається ведення буропідричних робіт. Гірничі породи, що підлягають обурюванню мають класифікацію згідно[1]. Буріння вибухових свердловин проводиться верстатами РВ-275.

Конструкції заряджання вибухових свердловин викладені в типовому проекті. (табл.3.1).

Таблиця 3.1.

Параметри ведення БВР.

Найменування порід	коэф. міцності	категорія	Висота уступу		ЛСПП		РМС		РМР		Перебур		L скв.		V (м3)		Питома витрата			Вихід		Вага ВР			Довжина заряду			Забойка		
			I ряд	II ряд	I ряд	II ряд	I ряд	II ряд	I ряд	II ряд	I ряд	II ряд	I ряд	II ряд	I ряд	II ряд	I ряд	II ряд	I ряд	II ряд	III ряд	I ряд	II ряд	III ряд	I ряд	II ряд	III ряд	I ряд	II ряд	III ряд
Магнетитові кварцити. Запосолюдово-магнетитові кварцити	17-20	V	10,0	6,5	5,5	5,5	5,5	2,0	2,0	12,0	12,0	358	303	1,45	1,72	1,29	29,8	25,2	520	520	390	8	8	6	4	4	6			
			12,0	7,0	5,5	5,5	5,5	2,0	2,0	14,0	14,0	462	363	1,27	1,61	1,25	33,0	25,9	585	585	455	9	9	7	5	5	7			
			15,0	8,0	5,5	5,5	5,5	3,0	3,0	18,0	18,0	660	454	1,18	1,72	1,29	36,7	25,2	780	780	585	12	12	9	6	6	9			
Магнетитові кварцити. Залізисті кварцити. Амфіболіти	16-18	IV	10,0	7,0	6,0	6,0	6,0	2,0	2,0	12,0	12,0	420	360	1,24	1,44	1,08	35,0	30,0	520	520	390	8	8	6	4	4	6			
			12,0	7,0	6,0	6,0	6,0	2,0	2,0	14,0	14,0	504	432	1,16	1,35	1,05	36,0	30,9	585	585	455	9	9	7	5	5	7			
			15,0	8,0	6,0	6,0	6,0	3,0	3,0	18,0	18,0	720	540	1,08	1,44	1,08	40,0	30,0	780	780	585	12	12	9	6	6	9			
Амфіболіти, кварц-біотит амфіболітові сланці, некондиційні кварцити Feмаг<14% Feконц<50%	12-17	III	10,0	7,0	6,0	6,0	6,0	2,0	2,0	12,0	12,0	420	360	1,24	1,44	1,08	35,0	30,0	520	520	390	8	8	6	4	4	6			
			12,0	8,0	6,5	6,5	6,5	2,0	2,0	14,0	14,0	624	507	0,94	1,15	0,90	44,6	36,2	585	585	455	9	9	7	5	5	7			
			15,0	9,0	6,5	6,5	6,5	3,0	3,0	18,0	18,0	878	634	0,89	1,23	0,92	48,8	35,2	780	780	585	12	12	9	6	6	9			
Кварц-біотитові, кварц-біотит-серпичитові сланці, граніти	10-14	II	10,0	8,0	6,5	6,5	6,5	2,0	2,0	12,0	12,0	520	423	1,00	1,23	0,92	43,3	35,2	520	520	390	8	8	6	4	4	6			
			12,0	9,0	6,5	6,5	6,5	2,0	2,0	14,0	14,0	702	507	0,83	1,15	0,90	50,1	36,2	585	585	455	9	9	7	5	5	7			
			15,0	12,0	7,0	7,0	7,0	2,0	2,0	17,0	17,0	1260	735	0,57	0,97	0,71	74,1	43,2	715	715	520	11	11	8	6	6	9			

3.3. Аналіз впливу схем розташування свердловин на ефективність ведення БВР в кар'єрі.

Основні параметри вибухових свердловин – ВМР, ВМС та ЛОПП.

ВМ та ВР підбираються таким чином, щоб забезпечити раціональне розподілення вибухової речовини в свердловинах для оптимального оброблення гірничого масиву.

Параметри ВМС та ВМР визначаються залежно від діаметру свердловин, відстані між свердловинами першого ряду до верхньої бровки, міцності порід, а також шляхом проведення експериментів зі схемою розташування свердловин.

У сучасних умовах видобутку залізної руди поширеною є квадратна схема буріння (рис. 3.1).

На кар'єрі ЄГЗК з 2015 року буріння свердловин виконується за шаховою сіткою.

Особливості впровадження квадратної сітки:

- діляниця переподрібнення гірничої маси;
- діляниця створення негабариту;
- завищення відмітки (рис. 3.2.).

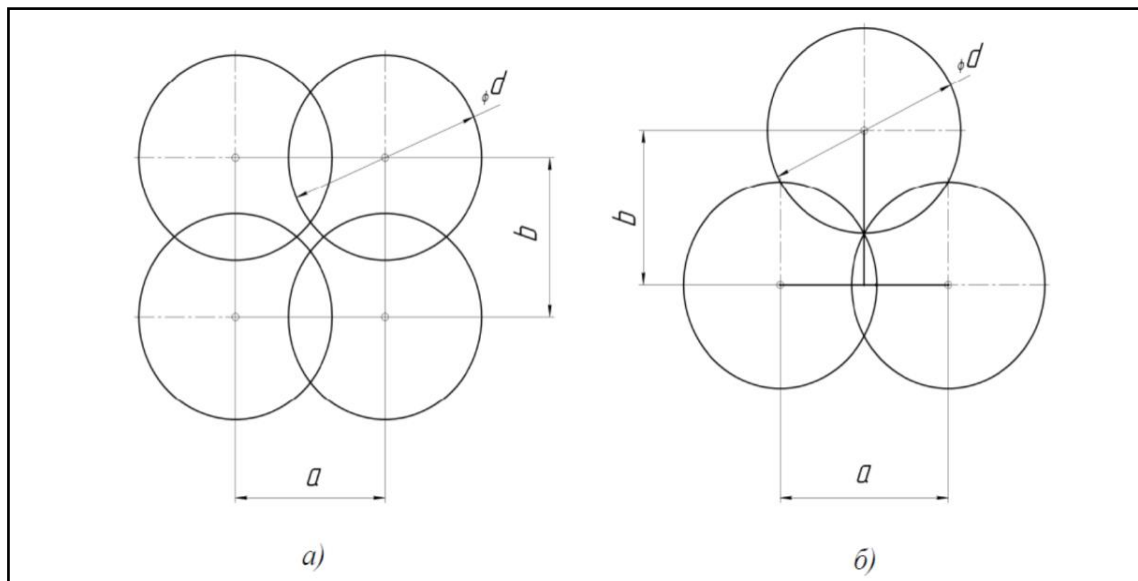


Рис. 3.1. Устя вибухових свердловин: а – квадратна сітка; б – шахова сітка.

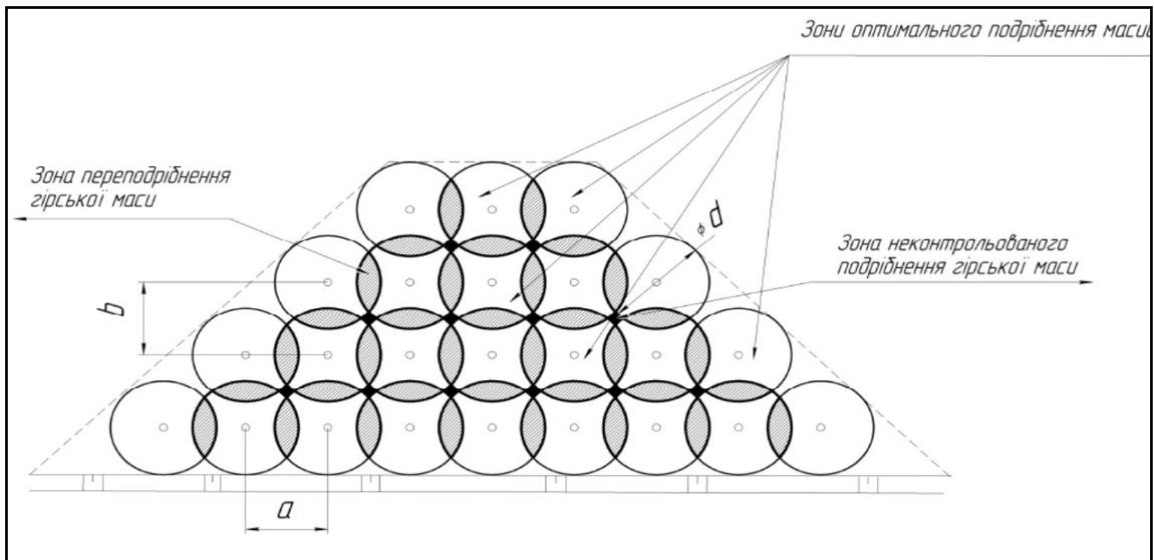
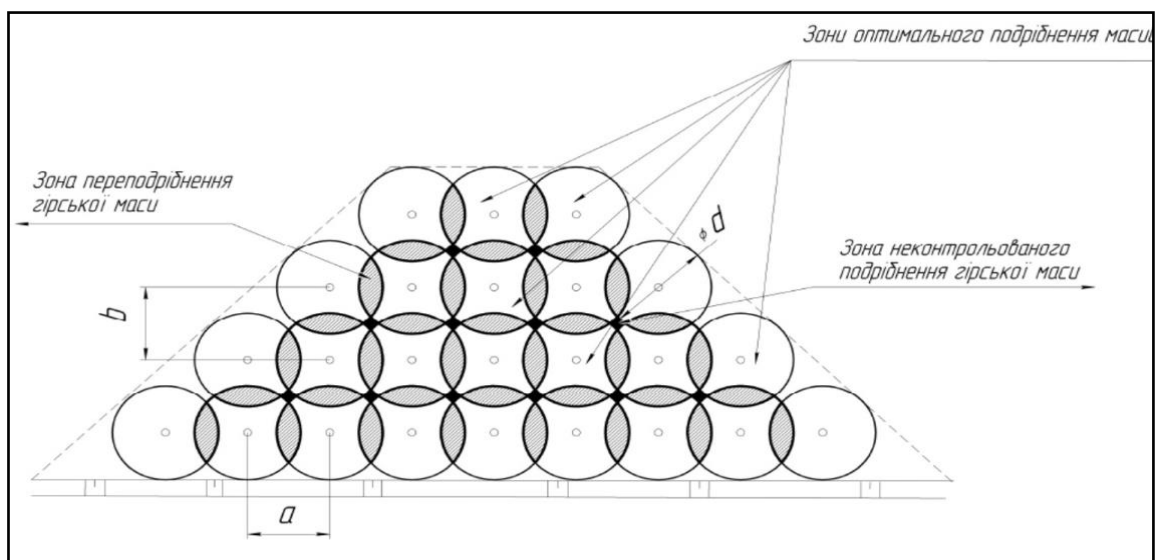


Рис. 3.2. Свердловини, що розташовані квадратною сіткою.

При розташуванні свердловин за шаховою сіткою виключається зона неконтрольованого подрібнення гірської маси (рис. 3.3). Переваги шахової сітки для розташування вибухових свердловин:

- мінімальне утворення негабариту;
- зменшення зони переподрібнення на 10-20%;
- зменшення об'єму буріння;



- зниження кількості свердловин на 15-20%;
- зниження питомих витрат ВР.

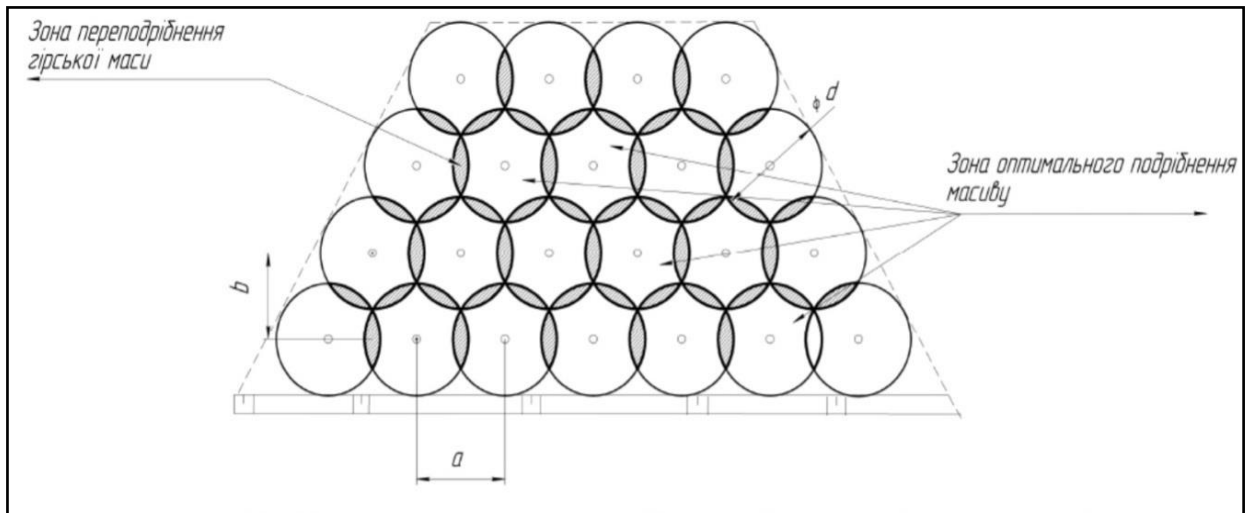


Рис. 3.3. Свердловини, що розташовані шаховою сіткою.

Використання шахової сітки для розташування свердловин на буровому блоці має також економічні переваги — збільшується вихід гірничої маси з вибухових свердловин, а також знижуються витрати на вторинне оброблення порід.

Для забезпечення ефективного ведення буропідричних робіт необхідно чітко дотримуватися схем розташування свердловин.

3.4. Дослідження показників продуктивності бурового обладнання.

До нещодавнього часу в кар'єрах активно використовувалися верстати шнекового буріння (СБШ), основним призначенням яких було:

- буріння вертикальних і похилих свердловин діаметром від 160 мм до 320 мм;
- буріння свердловин глибиною до 35 м;
- буріння в міцних породах.

Однак використання СБШ призвело до значного зниження можливості контролювати параметри вибухових робіт. Серед основних недоліків СБШ можна виділити:

- погану стійкість доліт при роботі в міцних породах;
- високий рівень шуму;
- вібрацію;
- пилеутворення;
- низьку швидкість буріння.

Продуктивність бурового обладнання є ключовим чинником для ефективності виконання бурових робіт. Вимоги до бурових верстатів включають:

- високу продуктивність;
- низьку собівартість;
- екологічність;
- наявність штока для буріння різних діаметрів і глибин;
- наявність індивідуального приводу;
- мобільність при пересуванні.

З появою нових сучасних вибухових речовин зросла потреба в бурінні свердловин діаметром від 90 до 200 мм. Це поставило завдання покращити якість бурових робіт і знизити енергетичні витрати під час буріння. У зв'язку з цим в кар'єрах почали використовувати бурові установки PV-275, які мають низку переваг:

- наявність змінних бурових штоків;
- можливість буріння під кутами від 0° до 90° ;
- висока швидкість буріння;
- мінімізація операцій;
- автоматизована система нарощування штанг.

На рис. 3.4. представлено графік залежностей швидкості буріння від міцності гірничих порід.

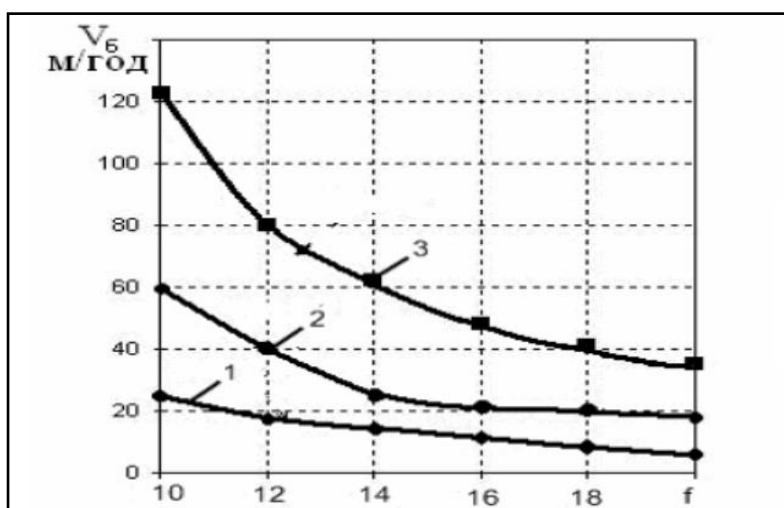


Рис 3.4. Графік залежності швидкості буріння від міцності гірничої породи:
1 – СБУ-125; 2 – СБШ-250; 3 - Atlas Copco PV-275

Підвищення ефективності бурових робіт за допомогою установок PV-275 можливо досягти завдяки ефективному руйнуванню міцних та надміцних гірських порід, автоматичній заміні та нарощуванню штоків і доліт, що дозволяє заощаджувати час на буріння свердловин. Гідрофікація механізмів Atlas Copco сприяє регулюванню та оптимізації процесу буріння. Використання бурових установок PV-275 у кар'єрах є вигідним кроком для підвищення ефективності бурових робіт.

Основними параметрами буропідричних робіт є також діаметр свердловин. В даний час в кар'єрах використовуються вибухові свердловини діаметром від 85 до 320 мм. При виборі діаметра свердловини на кожному підприємстві враховують фізико-механічні властивості гірських порід. Діаметр свердловини не є вирішальним фактором підготовки гірської маси до видобутку.

Для визначення оптимального діаметра свердловин у кар'єрі ЄГЗК необхідно врахувати витрати на буріння, витрати на вибухові речовини (анемікс), коефіцієнт використання, а також розмір частинок у гірському масиві залежно від категорії тріщинуватості.

Дані для розрахунків:

- Витрати на буріння: 700 грн/м.
- Ціна анеміксу: 20,5 грн/кг.
- Коефіцієнт використання: 0,8.
- Розміри частинок гірського масиву:
 - Перша категорія тріщинуватості: 0,1 м.
 - Друга категорія: 0,3 м.
 - Третя категорія: 0,75 м.
 - Четверта категорія: 1,25 м.

Для кожної категорії тріщинуватості потрібно враховувати кількість вибухових речовин, що застосовуються для розмірів частинок певної категорії. Залежно від діаметра свердловин і типу вибухових речовин визначатиметься вартість буропідричних робіт, що змінюється з різним діаметром свердловин.

Враховуючи ці фактори, оптимальний діаметр свердловин буде вибрано так, щоб зменшити витрати на буріння та вибухові речовини, а також підвищити ефективність подрібнення гірської маси, виходячи з конкретних умов кар'єру.

Для побудови більш точних розрахунків слід використовувати конкретні графіки або таблиці, представлені на рисунках 3.5 - 3.9, де будуть продемонстровані залежності вартості від діаметру вибухових свердловин для різних категорій тріщинуватості гірських порід.

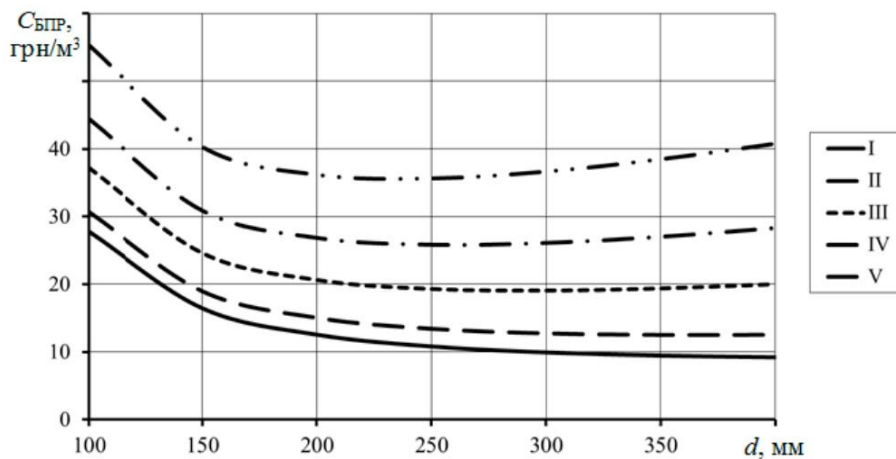


Рис. 3.5. Залежність $S_{\text{бвр}}$ від діаметру вибухових свердловин в магнетитових кварцитах при різній категорії тріщинуватості

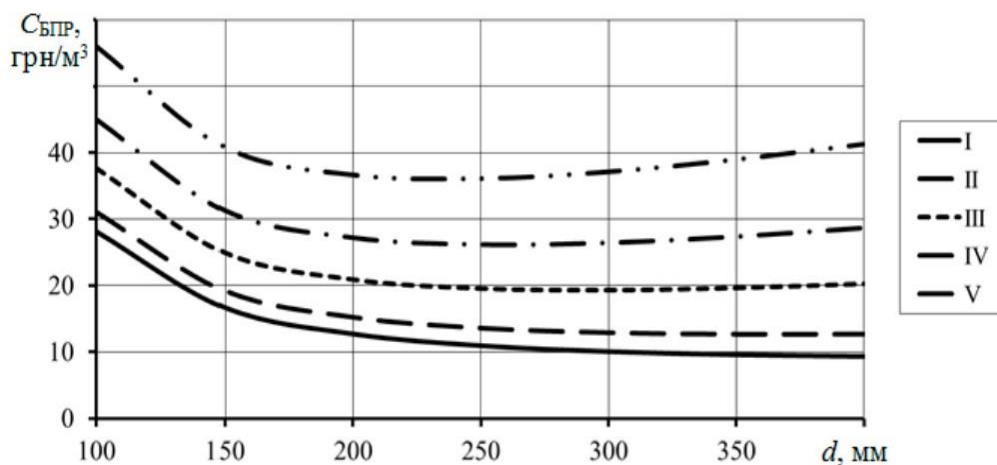


Рис. 3.6. Залежність $S_{\text{БВР}}$ від діаметру вибухових свердловин у силікат-магнетитових кварцитах при різній категорії тріщинуватості.

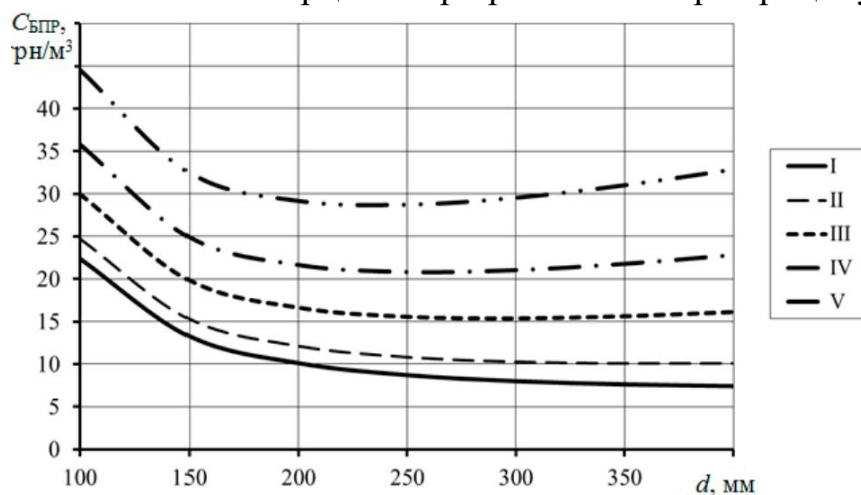


Рис. 3.7. Залежність $S_{\text{БВР}}$ від діаметру вибухових свердловин в окиснених кварцитах при різній категорії тріщинуватості.

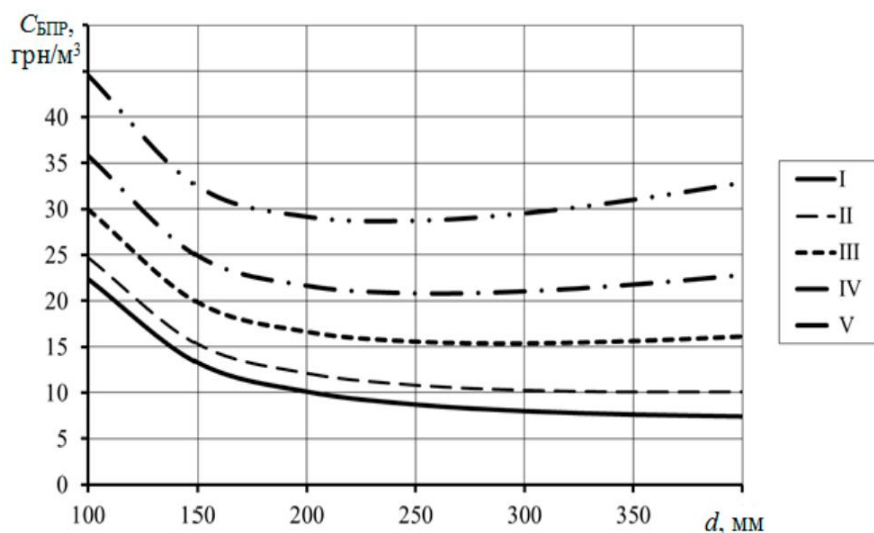


Рис. 3.8. Залежність $S_{\text{БВР}}$ від діаметру вибухових свердловин в малорудних неокиснених кварцитах при різній категорії тріщинуватості

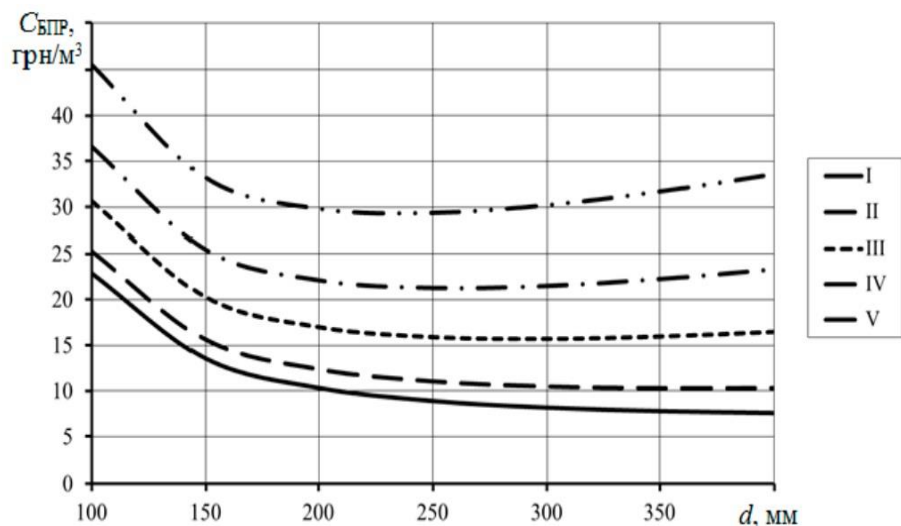


Рис. 3.9. Залежність $C_{\text{БПР}}$ від діаметру вибухових свердловин у породах сланцевих горизонтів при різній категорії тріщинуватості

Проаналізувавши вищенаведені графіки зроблено висновок, що для першої категорії тріщинуватості найефективнішим буде діаметр свердловини 400 мм, тому що $C_{\text{БПР}} = 10,12$ грн/м³. Для другої категорії тріщинуватості ефективним буде діаметр $d = 350$ мм при $C_{\text{БПР}} = 13,79$ грн/м³. Для третьої категорії порід ці показники складають – $d = 300$ мм, $C_{\text{БПР}} = 20,35$ грн/м³. Для четвертої категорії – $d = 251$ мм, $C_{\text{БПР}} = 28,57$ грн/м³; для п'ятої категорії – $d = 251$ мм, оскільки $C_{\text{БПР}} = 38,70$ грн/м³.

3.6. Дослідження ефективності руйнування гірських порід вибухом свердловинного заряду.

Підривні роботи є важливим етапом технологічного процесу видобутку корисних копалин, оскільки вони значною мірою визначають ефективність подальшої обробки сировини. Якісна підготовка гірської маси до виїмки забезпечує безперебійне виконання всіх наступних етапів технологічного циклу та визначає ефективність подрібнення і сортування сировини. В залежності від результатів вибухових робіт, сировина може надходити на подрібнювально-сортувальні комплекси з різною ефективністю, що, своєю чергою, впливає на собівартість і якість кінцевої продукції.

Внесок у розробку високоефективних і безпечних технологій підривання гірських порід належить багатьом ученим, серед яких В.М. Мосинець, В.А. Белин, В.В. Воробйов, В.В. Жваво, А.А. Вовк, А.А. Кузьменко, Б.Н. Кутузов, В.Г. Кравець, В.В. Соболев та К.Н. Ткачук. Їхні дослідження розкривають механізм руйнування гірських порід під впливом вибуху зарядів, але через постійний розвиток технологій гірничої галузі ці наукові праці потребують подальшого вдосконалення. Тому важливим завданням є систематизація і аналіз сучасних підходів до виконання вибухових робіт на гірничодобувних підприємствах.

Результати руйнування гірських порід при підрильних роботах значною мірою залежать від типу вибухової речовини (ВР), параметрів розташування свердловинних зарядів, схем комутації, надійності системи ініціації та інших факторів. Вдосконалення існуючих і розробка нових методів та засобів підрилення є першочерговим завданням, яке дозволить знизити витрати на вибухові роботи і підвищити їх ефективність, що сприятиме зниженню вартості і покращенню наступних етапів видобутку та переробки корисних копалин.

Сучасна гірничо-промисловість активно переходить на безтритилові вибухові речовини нового покоління, зокрема емульсійні. В Україні відзначається постійне зростання використання ВР на основі матричних емульсій, що складаються з паливних і окислювальних компонентів, а основою є розчин аміачної селітри з додатками.

Вибухові роботи в кар'єрах України виконуються як із використанням ВР на основі тротилу (ТНТ), так і безтритилових емульсійних речовин. Оскільки ТНТ є токсичною речовиною, що може викликати професійні отруєння, підприємства прагнуть зменшити його вміст у вибухових матеріалах, застосовуючи безтритилові емульсійні ВР, такі як емоінт і україніт. Наприклад, на підприємстві ВАТ «Кривбасвибухпром» використовується до 97% безтритилових вибухових матеріалів, а лише 3% складають ВМ з ТНТ із вмістом до 21%.

Також на базі ВАТ «Інтервибухпром» виробляються емульсійні ВР «Анемікс», що є аналогом пауергелю та застосовуються на кар'єрі Єристівського ГЗК та інших кар'єрах, які видобувають будівельні матеріали. Вибухові речовини марки «Ера» складаються з водомасляної емульсії, насиченої аміачною селітрою та енергетичними домішками, і мають кілька переваг порівняно з традиційними ВР на основі тротилу. Вони безпечніші в зберіганні, мають високу водостійкість і не схильні до вимивання зі свердловин, що значно знижує витрати на вибухові роботи.

Однак головною проблемою, яка стримує широке застосування цих ВР в Україні, є відсутність виробництва пористої гранульованої аміачної селітри, необхідної для забезпечення фізичної стабільності вибухових речовин.

Виробництво вибухових речовин в Україні зосереджене в основному на спеціалізованих підприємствах, що призводить до збільшення часу між виготовленням і використанням ВР, а також до підвищення витрат на транспортування та забезпечення безпеки під час цих процесів. У зв'язку з цим вітчизняна та світова практика відкритої розробки родовищ демонструють тенденцію до виготовлення ВР безпосередньо на гірничодобувних підприємствах, що дозволяє значно знизити витрати та забезпечити економічний ефект.

Вибухова підготовка гірської маси до виїмки є важливим фактором, що впливає на витрати гірничодобувних підприємств. Річний обсяг використання ВР на великих підприємствах коливається від 5 до 50 тисяч тонн, тому зниження вартості буропідривних робіт має велике значення для зменшення собівартості та підвищення ефективності видобутку корисних копалин.

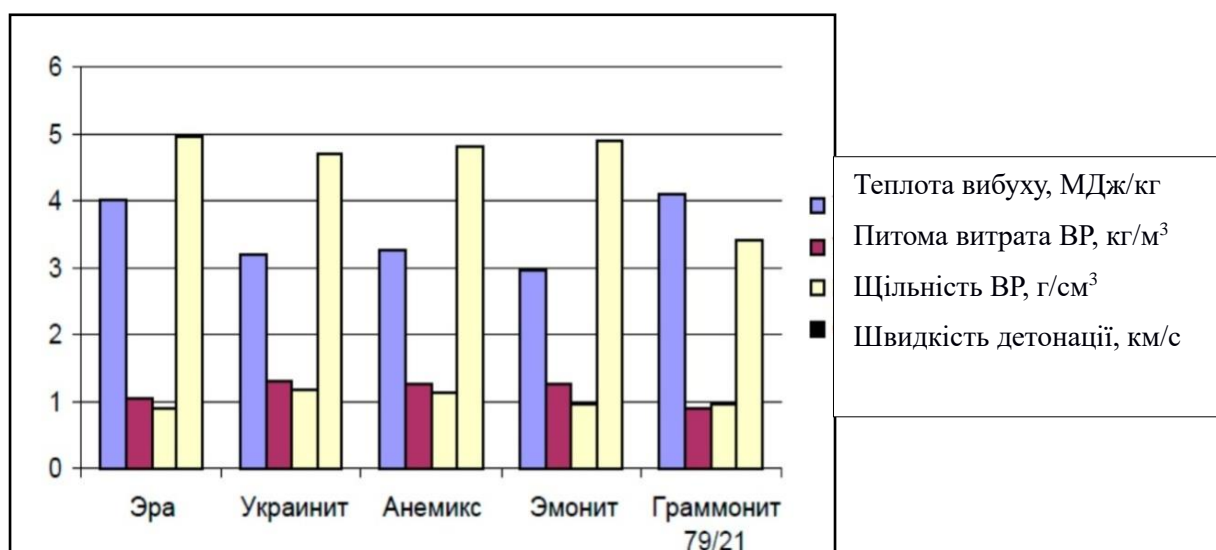


Рис.3.10. Порівняльна характеристика деяких ВР за середніми показниками



Рис. 3.11. Максимальний об'єм токсичних газів при вибуху ВР, л/кг

Для усунення цих негативних явищ винайдено неелектричні системи ініціації (НСІ), вживані останнім часом при проведенні практично усіх вибухів на кар'єрах України. НСІ Нонель, Прімадет, Пріма - Ера, Імпульс та ін (таблиця. 3.2.). Вони мають такі переваги:

- легкість у користуванні;
- створення точного підривання;
- можливість короткоуповільненого підривання з широким діапазоном тимчасових уповільнень, витримуючи при цьому точність заданих інтервалів;
- зменшення сейсмічної дії вибуху;
- сприяє зниженню питомої витрати ВР;
- покращують результати вибухових робіт;
- на відміну від електричних систем ініціації не схильні до дії блукаючих струмів;
- зумовлені більш високою надійністю, безпекою і перспективами по вдосконаленню управління енергією вибуху.

На рис. 3.12. наведені графіки вибухів різних систем ініціації (НСІ Нонель (а) і КУДШ (б)), проведених з однаковою загальною масою ВР (8500 кг) і масою ВР в максимальній групі (1400 кг), але з різними інтервалами уповільнення зарядів t . Отримані на приведених відстанях $60 \text{ м/кг}^{1/3}$ значення швидкостей коливань частинок ґрунту - $0,4 \text{ см/з}$ (для рис. 3.12. а) і $0,31 \text{ см/з}$ (для рис. 3.12. б).

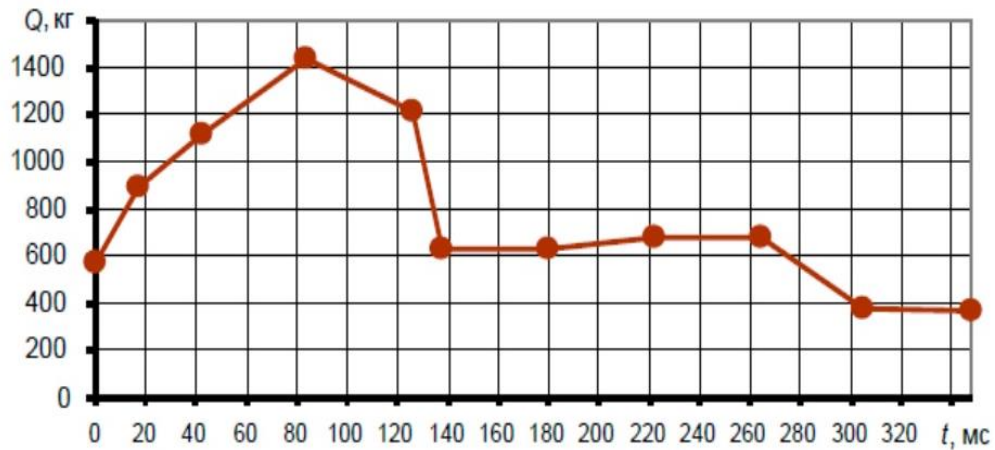
Таблиця 3.2.

Характеристика систем ініціювання

Параметр	НСІ (Нонель (1), Прімадет (2), Пріма-Ера (3), Імпульс (4))	ДШ та реле піротехнічне
Діапазон уповільнень, мс: Внутрішньосвердловинних поверхневих	0;17;25;42;67 (1) 0;17;25;33;42;62 (2) 0;17;25;42;67;109 (3) 0;15;25;40;67;105;150;200 (4) Від 400 до 500 – 5 серій (1) Від 25 до 600 – 15 серій (2) Від 400 до 500 – 4 серії (3) Від 100 до 500 – 9 серій (4)	20;35;50;100
Маса детонуючого складу в хвилеводі, мг/м	18 (1); 16 (2); 20 (3); 20 (4)	----
Сейсмічне навантаження на масив, бали	0,5 – 1,5	2,7 – 3,8
Час монтажу 100 свердловин, хв.	≈ 30 – 40	90 – 120
Втрати енергії в свердловині, %	0	12 – 25

Внаслідок використання неелектричних систем ініціювання (НСІ) Нонель зменшується кількість вибухових речовин, які вивільняються в атмосферу на ступінь уповільнення, а також збільшується загальна тривалість вибуху, що впливає на його сейсмічний ефект. Сейсмічна дія вибуху при використанні НСІ знизилася практично на 30% у порівнянні з використанням детонуючих шнурів (ДШ).

Проте, незважаючи на ці переваги НСІ, важливо підкреслити, що робота з ними вимагає постійного підвищення професійного рівня вибухового персоналу на всіх етапах виконання вибухових робіт (проектування, заряджання, підривання). Наприклад, недбалість або неухважність при роботі з елементами системи під час монтажу поверхневої вибухової мережі, а також помилки, допущені під час її проектування, можуть призвести до зупинки проходження ініціюючого імпульсу по поверхневій мережі.



а) Нонель

б) КУДШ

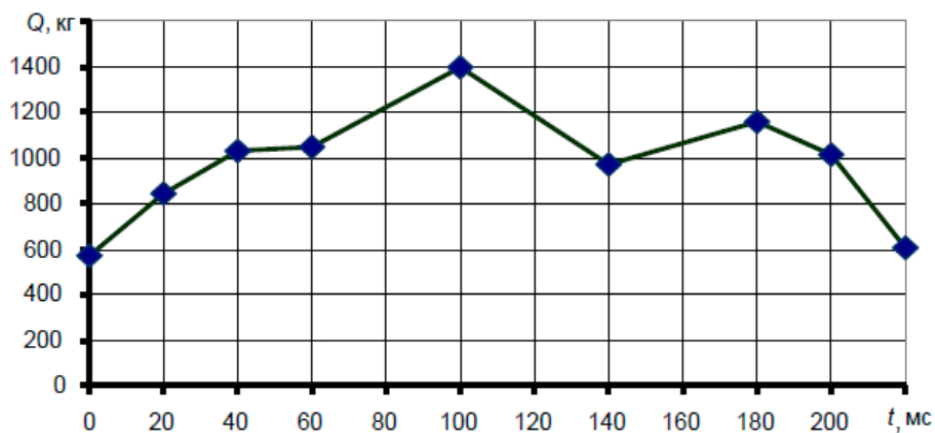


Рис. 3.12 — Вибух маси ВР, що ініціюється миттєво в кожному інтервалі уповільнення для різних систем ініціації : а - Нонель; б – КУДШ

З розвитком технологій вибухових робіт в Україні та впровадженням нових вибухових речовин і методів підривання значно покращилася ефективність виконання буропідривних робіт, зокрема завдяки використанню **емульсійних вибухових речовин (ВР)** та **неелектричних систем ініціювання (НСІ)**.

Проблеми традиційних методів ініціювання:

Традиційні методи ініціювання, такі як **електричний, вогневий та електровогневий** способи, мають кілька суттєвих недоліків:

- **Небезпека при використанні.**
- **Складність у створенні внутрішньосвердловинного уповільнення.**
- **Випалювання частини вибухових речовин, що може знижувати ефективність вибуху.**

Переваги неелектричних систем ініціювання:

Використання **неелектричних систем підривання** дозволяє значно знизити кількість цих недоліків. Однак, найбільша проблема цих систем — це **похибка в часі спрацьовування капсул-детонаторів**, що ускладнює створення точного підривного процесу, зокрема у випадках застосування **розосереджених свердловинних зарядів (РСЗ)**.

Рішення через програмовані електронні системи підривання (ПЕСП):

Одним із сучасних рішень є використання **програмованих електронних систем підривання (ПЕСП)**, які включають **електродетонатори з електронним уповільненням (ЕДЕУ)**. Вони дозволяють:

- Програмувати часи спрацьовування з точністю до 1 мс.
- Забезпечувати точність інтервалів підривання, що дозволяє виконувати точні підриви та покращує якість вибухових робіт.

Переваги електронних систем ініціювання:

1. **Зниження потужності вибуху:** Завдяки точному контролю часів спрацьовування можна знизити загальну потужність вибуху, що зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.
2. **Зменшення рівня шуму:** Вибухи, ініційовані електронними системами, створюють менший рівень шуму, що є важливим для зменшення шумового забруднення.
3. **Зменшення сейсмічного ефекту:** Сейсмічний ефект від вибуху значно зменшений (не більше 0,6 мм), що дозволяє знизити шкоду від вибухів на навколишні об'єкти.
4. **Зменшення розльоту пилу:** З розлітом пилу, який зменшується вдвічі порівняно з традиційними методами, що має значний екологічний ефект.
5. **Більш точні інтервали:** Можливість точного програмування часу спрацьовування дозволяє створювати більш ефективні вибухи, підвищуючи продуктивність підривних робіт.

Технологія підривання з електронними детонаторами (ЕДЕУ):

1. **Створення проекту вибуху:** Використовуються спеціальні програмні засоби для автоматичного розрахунку об'ємів блоку та інтервалів між вибухами.

2. **Монтаж вибухової мережі:** Після створення проекту здійснюється монтаж вибухової мережі, де перевіряється точність часів спрацьовування детонаторів.
3. **Тестування та перевірка:** Перед підривом відбувається тестування кожного детонатора, що дає можливість виявити несправності.
4. **Підрив:** Після тестування система переходить у автономний режим, і детонатори починають виконувати відлік часу до спрацьовування, забезпечуючи точність виконання вибуху.

Перспективи розвитку:

Для подальшого вдосконалення методів підривання на основі електронних систем необхідно:

- Збирати дані для розробки методик розрахунку інтервалів.
- Проводити дослідження для зниження вартості технологій, оскільки високі витрати на електронні системи обмежують їх широке застосування.

Висновки:

Програмовані електронні системи підривання на основі **ЕДЕУ** дають можливість значно підвищити точність вибухових робіт, зменшити їх вплив на навколишнє середовище та знизити витрати на виконання робіт. Впровадження цих систем має великі перспективи в Україні, але для цього необхідно зменшити їх собівартість і розвивати місцеве виробництво високотехнологічних компонентів.

У короткоуповільненому підриванні та зниження сейсмічного впливу на охоронювані об'єкти. В зарубіжній практиці застосовується система електронної ініціації **i-kopTM**, яка включає:

- **i-kopTM** детонатор;
- **LOGGER**;
- **BLASTER**;
- систему дистанційного керування **i-kop** дистанційний бластер.

Електронний детонатор **i - kopTM** (рис. 3.13.) складається з гільзи, в середині якої поміщена друкарська мікросхема, через яку комп'ютерна програма задає необхідне уповільнення.



Рис. 3.13. Електронний детонатор i-kon™

Імпульс струму передається через електропровідники на голівку запалювання, що ініціює детонацію, спочатку до первинного, а потім до вторинного вибухового речовини (ВР). Електронна схема детонатора має прямий і зворотний зв'язок, що дозволяє перевіряти його функціональність. Кожен детонатор має унікальне ім'я і може бути запрограмований на будь-які тимчасові інтервали уповільнення до 15000 мс. Час розкиду може становити $\pm 0,01\%$ від запрограмованого часу, що забезпечує гнучкість у створенні проекту вибуху.

Проект вибуху фіксує використання детонаторів. Ініціація детонатора можлива тільки через бластери (BLASTER). Цей пристрій служить для програмування та перевірки детонаторів за допомогою системи логерів, яка здійснює самоконтроль пристрою та всієї системи. Детонатор обладнаний сучасним конектором для підключення до магістрального дроту, при цьому для магістральної лінії можна використовувати будь-які дроти. LOGGER (рис. 3.14.) здійснює самотестування приладу і програми. Робить програмування до 200 детонаторів в різних модусах: авто; по нумерації; ручна; SHOTPlus®- і.

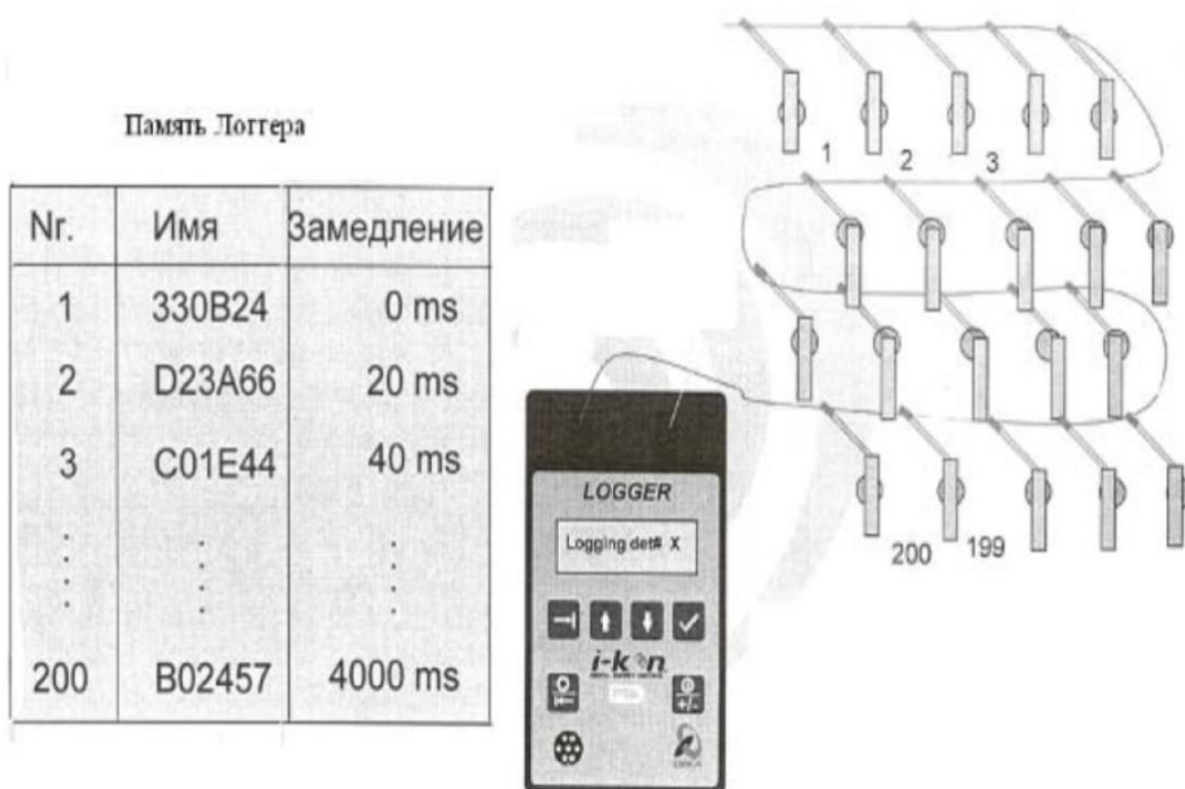


Рис. 3.14. Логер та його функціональні можливості.

До функцій логера входить зміна та запам'ятовування часу уповільнення, величина якого залежить від модифікації (назви) самого логера. Тестування окремих детонаторів або всіх детонаторів, з'єднаних в мережу, здійснюється імпульсом струму в 0,05 А, при цьому одночасно контролюється витік струму. Логер призначений для введення та передачі проекту вибуху, причому детонатори програмуються лише у зв'язці з бластером.

Бластер оснащений спеціальним контрольним ключем, який запобігає його використанню сторонніми особами. Вибухова мережа монтується в такому порядку: провідники електронних детонаторів, що виходять із шпурів через конектори, підключаються до магістральних дротів. Магістральні дроти потім з'єднуються з відповідними логерами, а логери, у свою чергу, підключаються до магістральних дротів, що йдуть від бластеру (рис. 3.15.).

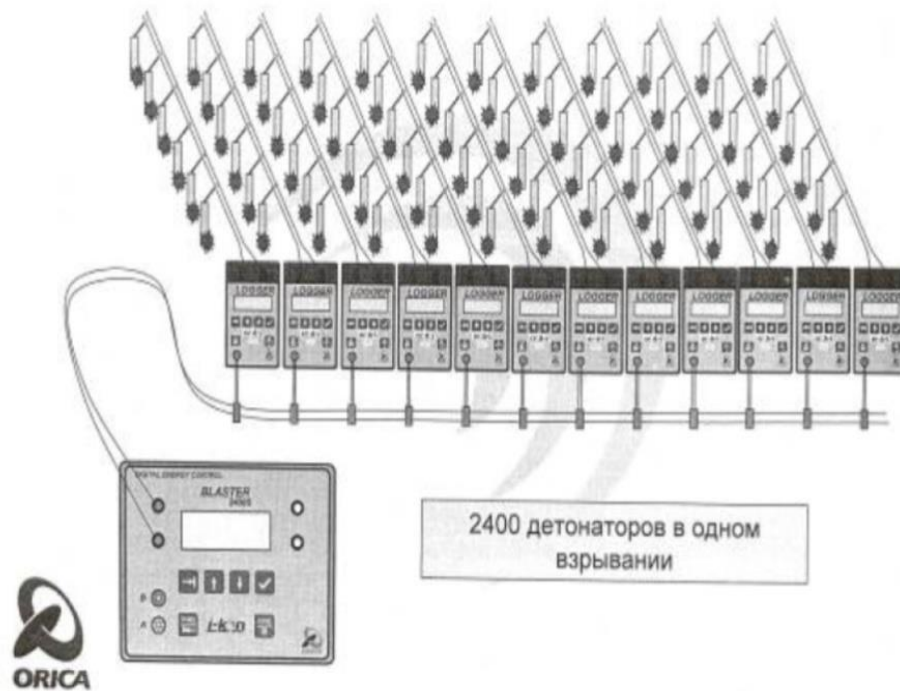


Рис. 3.15. Схема монтажу вибухової мережі з використанням логерів та бластеру.

Бластер виконує пошук і підривання детонаторів через підключені логери. Він може одночасно контролювати від 2 до 12 логерів, що дозволяє здійснити одночасну ініціацію до 2400 детонаторів.

Через бластер також видаються роздруківки помилок монтажу вибухової мережі та друк даних після підривання. Використання цієї системи підривання забезпечує покращення якості дроблення гірничої маси при підриванні великої кількості шпурових або свердловинних зарядів ВР, гарантує якісне оконтурювання та дозволяє контролювати сейсмічну дію вибуху.

3.7. Вдосконалення буропідривних робіт шляхом автоматизації проектування.

Існуюча технологія проектування БВР є доволі трудомісткою. Проектування має свої стадії та етапи. (рис. 3.16.).

Для підвищення ефективності він вимагає чіткої організації всіх учасників

цього процесу.

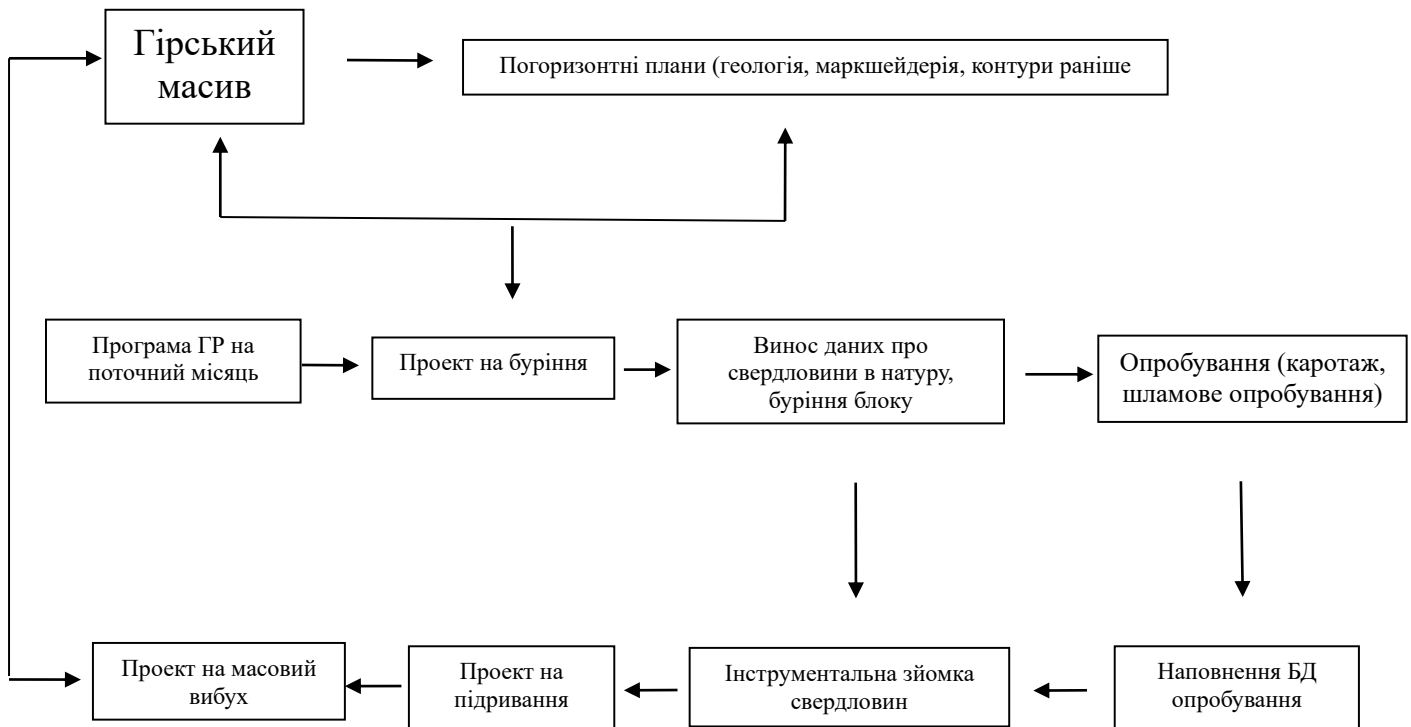


Рис. 3.16. Схема взаємодії служб і відділу проектування при проведенні БВР

Для підвищення ефективності проектування впроваджується автоматизація буропідричних робіт. З 2006 року в Гірничому цеху (ГЦ) функціонує автоматизована система управління гірськими роботами (АСУ ГР), яка включає геоінформаційну систему K-MINE, а з 2019 року також програмне забезпечення (ПЗ) Surpac. Ці системи містять модуль для проектування буропідричних робіт.

Використання ПЗ Surpac разом з електронними тахеометрами можливе як у локальному, так і в багатокористувацькому режимах. Створюється єдина база даних для всіх служб, залучених до виконання буропідричних робіт, що робить інформацію доступною для будь-якого користувача системи та спрощує пошук необхідних даних. Маркетингові та геологічні служби підприємства займаються актуалізацією стану гірничо-геологічних моделей, зберігаючи всю інформацію в електронному вигляді та щоденно оновлюючи її.

Проектування буропідричних робіт за допомогою програмного забезпечення відбувається поетапно:

- створення проекту на буріння,

- створення проекту на підривання,
- створення проекту на масовий вибух.

Проектування буропідривних робіт є важливим етапом у підготовці до вибухових робіт, що включає в себе низку етапів, які забезпечують точність і ефективність виконання завдань. Ось основні моменти, які описуються в розробці проекту:

1. Проектування бурового блоку:

Процес починається із розробки проекту буріння згідно з **програмою гірничих робіт** на місяць. Це визначає можливі місця для розміщення **бурових блоків**. Для цього проводиться інструментальна зйомка поточної ситуації на підготовленому майданчику, після чого формується проект з урахуванням геологічних даних.

Маршрутизація та геологічні дані:

- Проектувальник буропідривних робіт формує актуальну **диспозицію** з урахуванням геологічної інформації та даних про раніше підірвані блоки.
- Визначаються **міцнісні та фізико-хімічні властивості порід**, а також додатково уточнюються межі **мінералів та тектонічні порушення**.
- Блок розбивається на ділянки за категоріями **підривання** та висотою уступу. Кожна ділянка має свій паспорт для буріння та підривання.

Автоматичне проектування свердловин:

Після визначення меж і категорій порід проводиться автоматичне **проектування свердловин**:

- Враховується **тип свердловин, їх глибина, діаметр та конструкція заряду**.
- На кожному етапі проектування є можливість **коригувати** геометричні параметри, змінювати відстань між свердловинами, виконувати їх **нумерацію** та розраховувати точні координати.
- Використання комп'ютерних технологій забезпечує високу точність розміщення свердловин (до 20 см).

Контроль і коригування проекту:

- Проектувальник може коригувати **геометричну конфігурацію** рядів свердловин, змінювати їх щільність, або допроекувати нові ряди, враховуючи зміни в геологічних показниках.

- **Автоматизоване проектування** дає змогу «економити» свердловини без зниження якості подрібнення гірських порід (2-3 свердловини на кожні 100 свердловин).

Результат проекту:

Кінцевий проект включає:

- **План вибухового блоку**, його номер, позиції бровок уступу та майданчика.
- Положення **свердловин**, їх **проектні глибини**, **геометричні параметри сітки буріння**, **обсяг буріння та підривання**.

Розбивка бурового блоку:

- Після проектування **маркшейдерська служба** здійснює **розбивку бурового блоку** на місцевості з точністю, забезпеченою сучасними **електронними вимірювальними пристроями з GPS**.
- Служба використовує вимірювальні пристрої **Leica**, які забезпечують точність у визначенні координат і допомагають в точному визначенні положення свердловин на місцевості.

Експорт/Імпорт даних:

- Для зручності обміну даними між різними етапами проекту передбачені функції **експорту та імпорту даних** в електронні формати. Це дає змогу передавати точні дані між проектувальниками, маркшейдерами та іншими учасниками робочого процесу.

Переваги використання автоматизованих систем:

- **Точність:** Комп'ютерне проектування забезпечує високу точність розміщення свердловин, що допомагає зменшити помилки і покращити ефективність вибухових робіт.
- **Економія ресурсів:** Зменшення кількості свердловин без втрати якості результату знижує витрати на матеріали та працю.
- **Оптимізація:** Можливість коригувати проект в реальному часі дає змогу оперативно реагувати на зміни в умовах або вимогах.

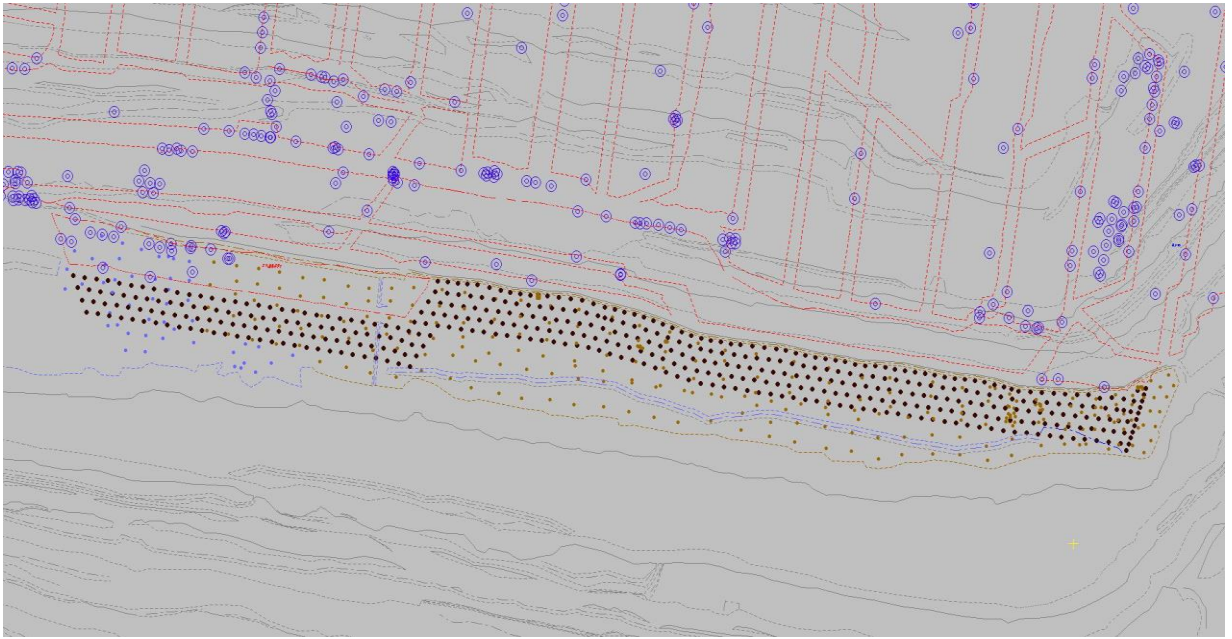


Рис. 3.17. Проект блоку на буріння виконаний в Surpac

Маркшейдерська зйомка свердловин:

Під час буріння блоку маркшейдерська служба проводить точну зйомку свердловин, що включає:

- Присвоєння кожній свердловині остаточного порядкового номера в проекті на підривання.
- Вимірювання фактичних глибин свердловин.
- Оцінка висоти водяного стовпа або обводнення, що може впливати на якість вибухових робіт.
- Проведення випробувань, таких як хімічний аналіз шламу для руд пачки Pr1sx33 та магнітний каротаж для руд пачки Pr1sx2, що дають важливу інформацію про склад порід і можливі особливості їх поведінки під час підриву.

Впровадження системи точного позиціонування:

У 2011 році в Гірничому цеху (ГЦ) почали впроваджувати систему точного позиціонування бурових верстатів за допомогою GPS-обладнання фірми IMS. Це дозволяє підвищити точність буріння та виконання завдань:

- Обмін даними про проекти буріння, підготовлені в програмному забезпеченні K-MINE або Surpac, відбувається до бази даних системи точного

позиціонування. Це дозволяє інтегрувати проектні дані для автоматичного керування процесом буріння.

- Автоматичне наведення бурового верстата на точку буріння, використовуючи задані координати, забезпечує точність буріння.
- Автоматичне встановлення глибини буріння, що дозволяє уникнути помилок, які можуть виникнути при ручному регулюванні глибини.
- Точність позиціонування бурового обладнання за такого підходу становить до 10 см як в плані, так і по висоті.

Обробка результатів буріння:

- Після завершення буріння фактичні координати свердловин передаються до K-MINE та Surpac, де ці дані використовуються для розрахунку зарядів свердловин та проектування схем комутації.
- Це дозволяє автоматизувати і точніше планувати наступні етапи вибухових робіт, включаючи визначення точного часу спрацьовування детонаторів і коригування схем вибухів.

Переваги впровадження GPS-позиціонування:

- Покращена точність: Точність позиціонування бурових верстатів до 10 см дає змогу зменшити помилки при бурінні та підвищити якість виконуваних робіт.
- Автоматизація процесів: Всі етапи буріння — від вибору точки до контролю глибини — автоматизуються, що дозволяє знизити людський фактор і підвищити ефективність.
- Інтеграція з проектуванням: Завдяки інтеграції даних з K-MINE та Surpac, усі зміни та параметри в бурінні враховуються в проектуванні зарядів і схем комутації, що покращує планування вибухових робіт.

5 Розрахунок і проектування вибухових робіт:

Зібрані координати і геологічні дані, а також параметри буріння автоматично інтегруються в програмне забезпечення для проектування схем вибухів. Це дозволяє створити оптимальну стратегію підризу, враховуючи реальні умови, що існують на місці.

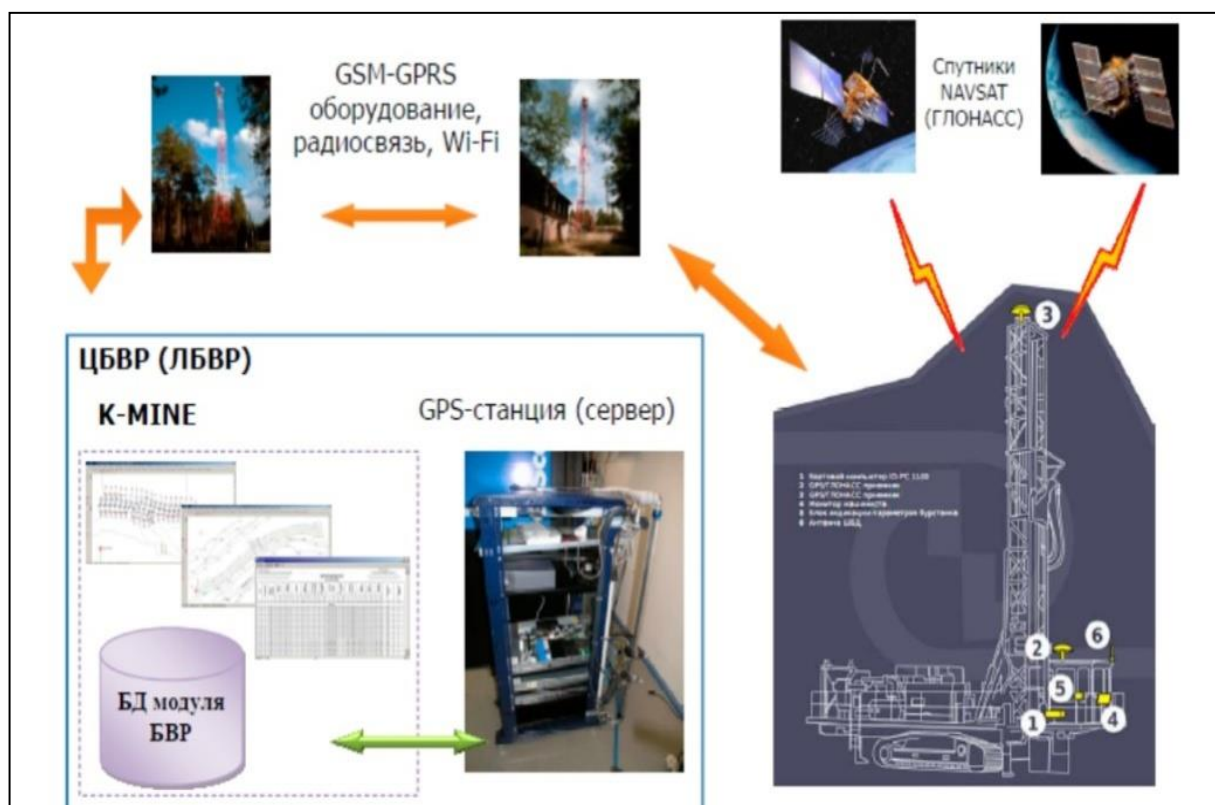


Рис. 3.18. Структурна схема системи взаємодії модуля проектування БВР в складі ГІС К-MINE і точного позиціонування бурових верстатів

Отже, з загального ланцюга виробництва буропідливних робіт ("рис. 3.18") виключаються розбивочні маркшейдерські роботи та зйомка фактичного положення вибурених свердловин, що дозволяє заощадити до одного робочого дня часу бурового маркшейдера на кожному блоці. Використання механізмів передачі інформації між модулем проектування буропідливних робіт та системою точного позиціонування IMS підвищує якість роботи маркшейдерської служби до нового рівня. Таким чином, з процесу управління буропідливними роботами виключається етап, пов'язаний із винесенням проекту на буріння в натуру, а також повторна зйомка фактично вибурених свердловин.

Дані проекту на буріння автоматично передаються в базу даних системи точного позиціонування, а інформацію про блок, що фактично оббурюється, можна витягнути з бази даних і завантажити в програмні оболонки К-MINE та Surpac за запитом користувача. Маркшейдери займаються аналізом цих даних і приймають рішення щодо коригування проекту у разі порушення технології буріння або відхилення координат свердловини понад допустиме значення («рис. 3.19.»)

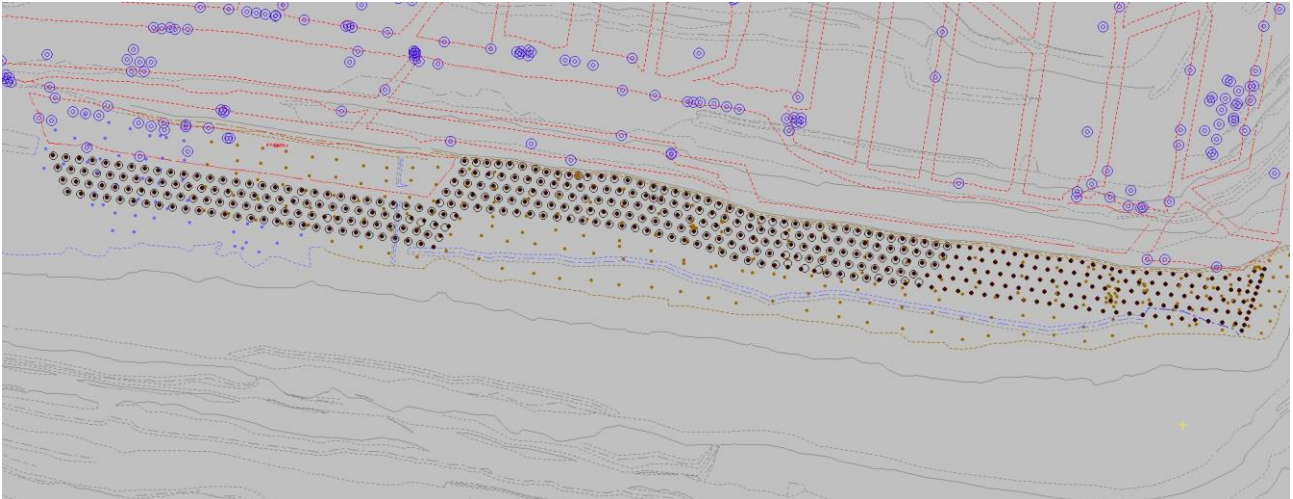


Рис. 3.19. Аналіз фактично вибурених свердловин.

Розробка проекту на підривання.

Дані про фактичне розташування свердловин, а також виміряні параметри (глибина, обводнення, геологічні дослідження) заносяться в базу даних маркшейдерських зйомок. Інформація з електронних пристроїв передається до комп'ютера через бездротові канали зв'язку. Дані з бурових установок системи точного позиціонування передаються прямо з бази даних бурового обладнання.

На основі цих результатів створюються складові проекту для підриву блоку, зокрема план розміщення свердловин з їх фактичними глибинами, висотою водяного стовпа, а також таблиці про конструкцію зарядів і розташування детонаторів. Розрахунок зарядів здійснюється згідно з параметрами типової проектної документації. Після цього проектується схема комутаційної мережі, а також розраховуються інтервали уповільнення для кожної свердловини та ряду (Додаток Д).

У процесі виконання проекту підривних робіт перевіряється коректність розробки схем комутації через побудову ліній підбою. Для цього також застосовується функція мультиплікаційного відображення порядку підривання свердловин за значеннями розрахованого загального уповільнення. Ця функція дозволяє не лише візуально перевірити черговість підривання, а й здійснити розрахунок та виявлення можливих місць підбою.

На основі даних про зарядку свердловин у таблицях зарядів розраховуються довжина і маса заряду, визначаються довжина забійки та, за необхідності, повітряний проміжок. Ці дані вводяться в комп'ютер і автоматично оновлюються в таблицях технічних та коригувальних розрахунків. Для створення бази даних експлуатаційних випробувань інформація передається на центральний сервер, де вона використовується геологічною службою для оновлення геологічної моделі.

Розробка проекту на масовий вибух

Проекти на буріння та підривання блоків є основою для підготовки та формування звітності по масовому вибуху. На основі цих даних визначаються зони безпеки за розльотом уламків, акустикою та сейсмікою, контролюється динаміка процесів комутації та підривання всіх блоків для виявлення можливих підбоїв, а також розраховуються позиції для охоронних постів. В автоматичному режимі формуються звітні документи по масовому вибуху.

Контроль якості підривання

Основним показником якості виконання буропідривних робіт є гранулометричний склад підірваної гірської маси. Важливо контролювати рівень дроблення порід під час вибуху — велика кількість негабаритних фракцій може порушити технологічний процес екскавації, знизити продуктивність екскаваторів і значно збільшити витрати на гірничі роботи. Переподрібнення гірської маси може свідчити про невірний вибір вибухівки або надмірно згущену сітку, що також підвищує вартість виконання робіт. Тому важливо підтримувати оптимальний рівень дроблення та постійно контролювати гранулометричний склад підірваних порід. Контроль якості підривання вручну є трудомістким і займає багато часу. Для автоматизації цього процесу використовується програмний комплекс K-Mine, який дозволяє визначити гранулометричний склад за допомогою фотознімків і застосування фотопланіметричного методу.

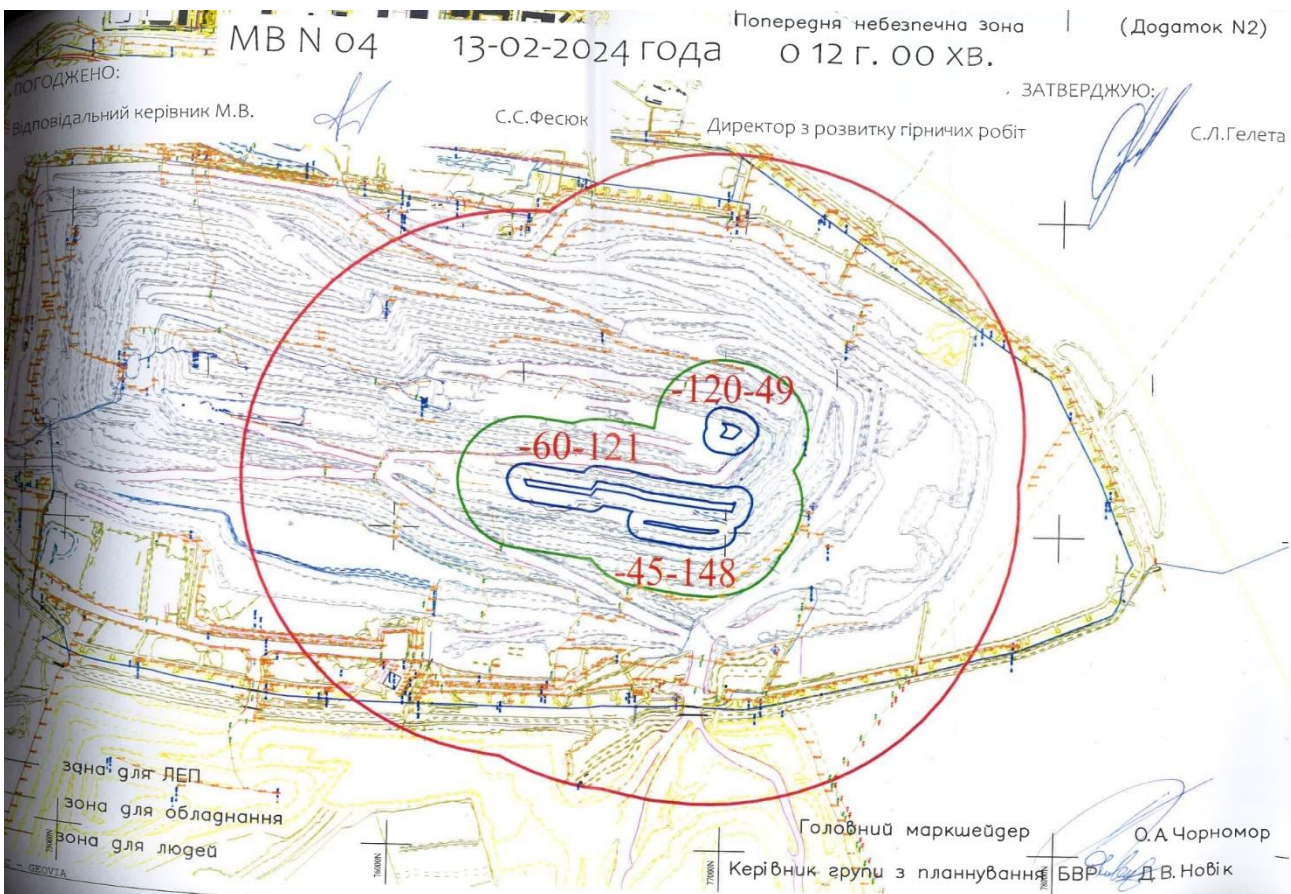


Рис. 4.21. - Проект масового вибуху в кар'єрі ТОВ "Єривівський ГЗК"

Перспективи розвитку. Розширення функціональності модуля проектування БВР (буропідривних робіт) в напрямку дешифрування параметрів буріння має велике значення для підвищення ефективності та точності проведення робіт у кар'єрі.

Основні аспекти розвитку цього напрямку:

1. Дешифрування параметрів буріння:

- За допомогою сучасних методик планується визначати міцнісні властивості гірських порід в об'ємі блоку. Це дозволяє автоматично на підставі фактичних даних буріння визначати енергоємність буріння та вести картування буримості й вибуховості гірничого масиву.
- Подібний підхід дозволить більш точно і швидко адаптувати проектні дані під конкретні геологічні умови.

2. Енергоємність буріння і картування:

- Задача з визначення енергоємності буріння допоможе оптимізувати витрати на буріння, а також точніше визначати, які райони потребують

більше або менше енергії для буріння, залежно від фізико-механічних і міцнісних властивостей порід.

- Ведення карти буримості і вибуховості гірського масиву дозволяє на основі реальних даних адаптувати вибір вибухових речовин, а також коригувати стратегію підривних робіт, що забезпечує ефективніше використання вибухових матеріалів.

3. Оптимізація витрат на підривні роботи:

- Такий підхід дозволить зменшити загальну витрату вибухових речовин на підприємстві на 5-10%. Це досягається завдяки точнішому визначенню необхідної енергії для підривання в різних зонах кар'єра.
- Використання нових схем розбурювання масиву порід, таких як розташування свердловин у рядах (шаховий порядок) або нерегулярною сіткою, забезпечить більш ефективне застосування вибухових матеріалів, що оптимізує процеси видобутку.

4. Прямий обмін даними з системою точного позиціювання бурових верстатів:

- Використання системи точного позиціювання, зокрема на базі устаткування Wenco, дозволяє виключити етапи розбивочних робіт і фактичної зйомки свердловин. Це значно спрощує і прискорює процес підготовки блоку до буріння і вибуху.
- Прямий обмін даними між модулями проектування та системою точного позиціювання дозволяє зменшити час підготовки блоку для буріння та вибуху на 20-30%, що підвищує ефективність усієї операції.

5. Підвищення точності розташування свердловин:

- Впровадження точних технологій позиціювання дозволяє знизити похибки при розташуванні свердловин. Точність до 0,1 м в плані та по висоті значно перевищує точність традиційних методів (до 0,5 м), що дає можливість забезпечити більш точне виконання проекту та уникнути проблем, пов'язаних з неточністю розташування свердловин.

Використання подібного програмного забезпечення в умовах кар'єру ТОВ «Єривський ГЗК» дозволило і надалі дозволить:

- використовувати актуальну гірничо-геологічну інформацію про властивості породного масиву на основі даних, отриманих з борту бурового верстата (ведення карти буримості і підривної здатності порід);
- оптимізувати конструкцію зарядів;
- створити оптимальні умови для управління параметрами буропідривних робіт у кар'єрі, скоротити терміни виконання проектів;
- підвищити точність і оперативність управління процесами буропідривних робіт;
- прогнозувати результати дроблення гірничої маси під час підривання та вносити коригування в технологію буріння і підривання в оперативному режимі.

Це в цілому сприяє покращенню вибухової підготовки гірничої маси та підвищує безпеку буропідривних робіт.

3.8. Роботи по оптимізації параметрів БВР в кар'єрі ЄГЗК.

Розглянемо об'єм робіт по оптимізації параметрів буропідривних робіт, які були виконані на кар'єрі ЄГЗК в період з 2015 по 2024рр.

Використання підприємством традиційних бурових установок типу СБШ- 250 не забезпечило необхідної мобільності і гнучкості при зміні бурових технологій залежно від умов проведення вибухових робіт. Широкі експлуатаційні можливості, незалежність від джерел енергозабезпечення зумовили для сучасних бурових технологій використання мобільних бурових установок фірм Atlas Copco замість бурових верстатів СБШ-250. Здійснення технічного переозброєння підприємства з повною заміною старих бурових верстатів, зокрема на бурінні свердловин, новим імпортом було дуже вигідним.

Порівняємо деякі характеристики одного з найпоширеніших старих бурових верстатів СБШ-250 (і його модифікації) і нового устаткування типу Atlas - Copco PV-275 (табл. 3.3.).[12]

Таблиця 3.3.

Порівняльна характеристика старих бурових верстатів СБШ-250 та нового обладнання Atlas - Copco PV-275

Показник	СБШ-250	PV-275
Вага, т	50	19
Висота транспортна, м	6,0	3,15
Довжина транспортна, м	12,75	10,3
Ширина, м	4,77	2,49
Швидкість пересування, км/год	0,6	3,4
Діаметр буріння, мм	216	150
Екіпаж, люд.	2	1
Кут долаємого підйому, град.	12	20

Дані таблиці дозволяють оцінити переваги нового устаткування при веденні буропідривних робіт. Скорочення передислокації устаткування з декількох днів до декількох годин, істотне зменшення трудовитрат на бурові роботи в поєднанні з високою швидкістю буріння (до 0,8 м/хв) зробили можливим значно підвищити ефективність і понизити вартість підготовки гірської маси.

Так, якщо для підготування 1 млн. м³ гірської маси на кар'єрі ЄГЗК раніше використовувалось 14 верстатів СБШ-250, то зараз з цим об'ємом робіт справляються 8 верстатів Atlas Copco PV-275.[12]

Застосування менших діаметрів свердловин (251-258 мм, а до цього 300-350 мм) дало можливість більш рівномірно розосередити заряд в масиві, що призвело до підвищення якості і рівномірності дроблення гірської маси при одночасному зменшенні питомої витрати ВР від 1,1 - 1,3 кг/м³ до 0,8 - 0,9.

Протягом року при виконанні практично кожного масового вибуху змінювались параметри схеми розташування свердловин, а також величини перебуру. Після виконання масових вибухів проводився аналіз якості дроблення гірської маси, зокрема інтенсивності та рівномірності дроблення гірських порід, виходу відсіву, а також ефективності роботи виймально-навантажувального та подрібнювального обладнання.

Застосування програмного забезпечення в умовах кар'єру ТОВ «ЄГЗК» дозволило:

- використовувати актуальні гірничо-геологічні дані про властивості порід, отримані з бурових установок (ведення карти буримості та підривної здатності порід);
- оптимізувати конструкцію зарядів; • створити сприятливі умови для управління параметрами буропідривних робіт у кар'єрі та зменшити час на підготовку проектів;
- підвищити точність і швидкість управління процесами буропідривних робіт; • прогнозувати результати дроблення гірської маси під час вибуху та оперативно коригувати технології буріння і підривання.

Ці заходи загалом сприяють покращенню вибухової підготовки гірської маси та підвищенню безпеки буропідривних робіт. Наразі тривають роботи з розширення функціональності модуля проектування буропідривних робіт, зокрема, щодо дешифрування параметрів буріння для визначення міцнісних властивостей гірських порід у межах блоку. Використання цього підходу дозволить автоматично на основі фактичних даних буріння визначати енергоємність процесу, а також вести карту буримості та вибуховості гірського масиву.

Це завдання є особливо актуальним для кар'єру ЄГЗК, оскільки він має значну мінливість фізико-механічних і міцнісних властивостей порід у різних зонах, а також залежно від глибини відробітку.

Такий підхід дозволить знизити загальні витрати на вибухові речовини на підприємстві на 5-10%, а також застосовувати новітні схеми розбурювання порід (наприклад, розташування свердловин у шаховому порядку чи нерегулярною сіткою) та використовувати комбіновані й розподілені заряди.

Прямий обмін даними між модулем проектування та системою точного позиціонування бурових установок на базі обладнання Wenco дозволяє виключити етап розбивочних робіт і фактичної зйомки свердловин за даними буріння з загального процесу проектування, що дозволяє значно (до 20-30%) скоротити час на підготовку блоку для буріння та вибуху.

Якщо взяти, що при впровадженні ПЗ Surpas, замість K-Mine, при розрахунку глибини свердловини, прив'язка до дійсної відмітки площини буде точніша в середньому на 0,17 м, то ми спочатку розрахуємо об'єм свердловини, що ми зекономимо на вторинному підриванні:

$$V_3 = S \cdot L,$$

Де:

- V_3 — зекономлений об'єм, м³;
- S — площа поперечного перерізу свердловини, м²;
- L — різниця глибин свердловини між Surpas та K-Mine, $L=0.17$ м.

Площа поперечного перерізу S розраховується за формулою для площі кола:

$$S = \pi \cdot (d/2)^2,$$

- d — діаметр свердловини, м.

$$S = 3,1416 \cdot (0.262/2)^2 = 0.0539 \text{ м}^2,$$

Звідси ми маємо об'єм

$$V_3 = 0.539 \cdot 0.17 = 0.0092 \text{ м}^3$$

Виходить економія буріння з однієї свердловини 0,0092 м³.

В рік на Єристівському ГЗК, буриться приблизно 12 153 свердловини, то ми можемо дізнатися загальний об'єм, скільки ми зекономимо на вторинному підриванні:

Об'єм буріння:

$$V = N \cdot L, \text{ м}^3;$$

де:

- N — кількість свердловин, шт;
- V_3 — зекономлений об'єм свердловини, м³;

$$V = 12153 \cdot 0,0092 = 111,8 \text{ м}^3,$$

На виході ми маємо майже 112 м³, економії на вторинному підриванні.

Якщо взяти витрати на буріння то ми зекономимо:

$$L_3 = 12153 \cdot 0.17 = 2066 \text{ м.п.},$$

Розрахунок вартості буріння свердловини, коштує в середньому – 700грн, отже ми можемо підрахувати:

$$2066 \cdot 700 = 1\,446\,207 \text{ грн/ рік}$$

Це ще не враховуючи зекономленого на підриванні цих 111,8 м³

ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети отримані наступні результати:

1. Проведений аналіз та систематизовано сучасні науково обґрунтовані методи буровибухових робіт на залізорудних кар'єрах. Підвищення ефективності процесу буріння в кар'єрах вибуховим способом пов'язане з поліпшенням фізико-механічних властивостей гірської породи в умовах її розробки. Встановлено, що розробка промислових вибухових речовин для відкритих гірничих робіт у різний час у різних країнах здійснювалася за рахунок підвищення питомої ваги вибухових речовин місцевого виробництва з невибухових компонентів. При цьому екологічні характеристики поліпшувалися за рахунок відмови від вибухових речовин, щомістять тротил.

2. Встановлені оптимальні технологічні параметри буро-вибухових робіт на кар'єрі ЄГЗК:

- продуктивність бурового устаткування;
- технологічні схеми розташування вибухових свердловин;
- вибір оптимального діаметру свердловин;
- організація проведення вибухових робіт;
- автоматизація проектування буро-вибухових робіт на основі застосування

Surpac.

3. Визначені заходи підвищення ефективності буровибухових робіт в кар'єрі ЄГЗК, що полягають у:

- застосуванні шахової схеми розташування свердловин, що дозволяє виконувати:

- Мінімізувати вихід негабариту;
- Зменшити зони переподрібнення на 10-20%;
- Оптимізувати кількість свердловин на 15-20%;
- зменшити обсяг буріння;
- зменшити розхід вибухових речовин.

Ґрунтуючись на попередніх розрахунках та уточнення даних при впровадженні Surpac можна зробити висновок про доцільність його використання,

на відміну від K-MINE, що призводить до економії витрат при бурінні свердловин на кар'єрі Єристівського ГЗК на близько 1,5 млн. грн на рік.