

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

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра відкритих гірничих робіт

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи магістра

Студента	<i>Колодяжного Сергія Вадимовича</i>
	(ПІБ)
академічної групи	<i>184м-23-7 ІІІ</i>
	(шифр)
спеціальності	<i>184 Гірництво</i>
	(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою	<i>«Відкрита розробка родовищ»</i>
	(офіційна назва)
на тему	<i>Встановлення ефективних схем бурових робіт в умовах кар'єру Полтавського ГЗК</i>
	(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
<i>Теоретичний</i>	<i>Анісімов О.О.</i>			
<i>Дослідницький</i>	<i>Анісімов О.О.</i>			
<i>Технологічний</i>	<i>Анісімов О.О.</i>			
<i>Охорона та безпека праці</i>	<i>Анісімов О.О.</i>			
<i>Економічний</i>	<i>Анісімов О.О.</i>			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	<i>Анісімов О.О.</i>			
----------------	----------------------	--	--	--

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 Колодяжному Сергію Вадимовичу академічної групи 184м-23-7 ІІІ
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 184 Гірництво

за освітньо-професійною програмою «Відкрита розробка родовищ»

на тему Встановлення ефективних схем бурових робіт в умовах кар'єру
Полтавського ГЗК
(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»
від 05.11.2024 № 1461

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.	Збір вихідних даних роботи кар'єру ПГЗК	01.09-31.10.2024
2.	Підготовка матеріалів до теоретичного розділу	01.10-31.10.2024
3.	Підготовка матеріалів до дослідницького розділу	01.11-15.11.2024
4.	Підготовка матеріалів до технологічного, охорони праці та економічного розділів.	15.11-30.11.2024

Завдання видано

(підпис керівника)

Анісімов О.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

01.09.24

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Колодяжний С.В.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 71 с , 16 рис., 11 табл, 3 додатки 17 посилань

Об'єкт дослідження *схеми бурових робіт в умовах кар'єру Полтавського ГЗК*

Предмет дослідження Процеси бурових робіт з переміщенням бурового верстату на буровому майданчику в *умовах кар'єру Полтавського ГЗК*

Ідея роботи – зменшити час на пересування бурового верстату з однієї свердловини до іншої, встановити технологічну схему що забезпечує найкращий варіант відпрацювання бурового блоку

Мета кваліфікаційної роботи – обґрунтування ефективних схем бурових робіт в кар'єрі Полтавського ГЗК.

Вихідні данні для проведення роботи:

- Паспорт робочого майданчика (бурові роботи) . Буровий верстат PV275HP
- характеристики обладнання – буровий верстат Pit Viper PV-275
- ситуаційний план, геологічні розрізи родовища план кар'єру .

Пояснювальна записка робочого проекту Полтавського ГЗК

ОЧИКУВАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ

Наукова новизна

- Встановлена залежність витрати часу на буріння свердловин від схеми руху бурового верстату на майданчику.

- Обґрунтована оптимальна схема руху бурового верстату

Практична цінність Розглянуті технологічні схеми застосування бурових верстатів дозволяє підвищити їх продуктивність .

Економічний ефект . Впровадження результатів роботи дозволяє підвищити ефективність буро вибухових робіт в кар'єрі

Галузь застосування . Технологічні схеми буро вибухових робіт можуть бути застосовані в умовах кар'єру Полтавського ГЗК та Єристівського ГЗК.

Ключові слова . Відкриті гірничі роботи, буро взривные роботи, буровий верстат, технологічні схеми.

ЗМІСТ

1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	6
1.1 ПОКАЗНИКИ РОБОТИ КАР'ЄРУ ПОЛТАВСЬКОГО ГЗК	6
1.2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ , ПОВ'ЯЗАНИХ З БУРО ВИБУХОВИМИ РОБОТАМИ.	31
1.3 ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ, ІДЕЯ, МЕТА І ЗАВДАННЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ БУРІННЯ.....	35
2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	36
2.1 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПЕРЕСУВАННЯ ВЕРСТАТУ З ОДНІСІ СВЕРДЛОВИНИ ДО ІНШОЇ	36
2.2 ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУРОВИХ РОБІТ	38
2.3 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ ЧАСУ НА ПЕРЕСУВАННЯ БУРОВОГО ВЕРСТАТУ, ТА БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН БУРОВОГО БЛОКУ.....	40
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	50
3.1 ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ.....	50
3.2 РОЗРАХУНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ БУРОВОГО ВЕРСТАТУ	51
3.3 РОЗРАХУНОК СВЕРДЛОВИННОГО ЗАРЯДУ.....	58
3.3 АНАЛІЗ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СХЕМИ РУХУ БУРОВОГО ВЕРСТАТУ У КАР'ЄРІ. Висновки	61
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62
5. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	70
ДОДАТОК А ВІДГУК КЕРІВНИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА СТУДЕНТА ГР 184М-23-7 ІІ КОЛОДЯЖНОГО СЕРГІЯ ВАДИМОВИЧА	70
ДОДАТОК Б ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА СТУДЕНТА ГР 184М-23-7 ІІ КОЛОДЯЖНОГО СЕРГІЯ ВАДИМОВИЧА	72
ДОДАТОК В ДОВІДКА ПРО ПЛАГІАТ РОБОТИ.....	73

ВСТУП

Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат (ПрАТ «Полтавський ГЗК») розпочав свою роботу у 1970 році. Він має повний технологічний цикл — від видобутку руди до виробництва залізородних окатків, які експортуються до країн ЄС, Китаю та Японії. На підприємстві впроваджено системи управління, що відповідають міжнародним стандартам ISO 9001, OHSAS 18001, ISO 14001 та ISO 50001.

Сировинною базою комбінату є Горішньо-Плавнинсько-Лавриківська ділянка надр із запасами залізистих кварцитів. Діяльність з видобутку здійснюється на підставі дозвільної документації та права користування земельними ділянками. Станом на 2020 рік балансові запаси цієї ділянки становили приблизно 951,722 млн тон.

Комбінат пройшов кілька етапів розширення та модернізації: початкова потужність (у 1970 році) становила 15 млн тон сирої руди та 7,35 млн тон концентрату на рік. У 1979 році розширення дозволило збільшити видобуток до 34 млн тон руди та виробництво до 14,06 млн тон концентрату.

Фабрики огрудкування були введені в експлуатацію у 1978 та 1980 роках. У 2002 та 2014 роках на комбінаті запроваджено лінії для флотаційного доведення концентрату, а також додано руду з кар'єру Єристівського ГЗК.

З урахуванням збільшення глибини розробки родовищ, із 1985 року реалізовувалися проекти з доопрацювання кар'єру, хоча не всі з них були завершені, що вплинуло на потужність виробництва. У 2008 та 2019 роках проекти було переглянуто з урахуванням спільної діяльності з Єристівським ГЗК і змін гірничо-геологічних умов. Наразі триває робота над проектом реконструкції кар'єру для розробки Горішньо-Плавнинського та Лавриківського родовищ.

На ПрАТ «Полтавський ГЗК» виконуються роботи підвищеної небезпеки, використовується обладнання із високим рівнем ризику, що вимагає суворого дотримання норм безпеки.

2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Дослідження впливу вибору технологічної схеми пересування верстату з однієї свердловини до іншої

В роботі розглянуто можливості пересування бурового верстату від однієї свердловини до іншої для обурення всього бурового блоку. При цьому розглянуті можливі схеми пересування

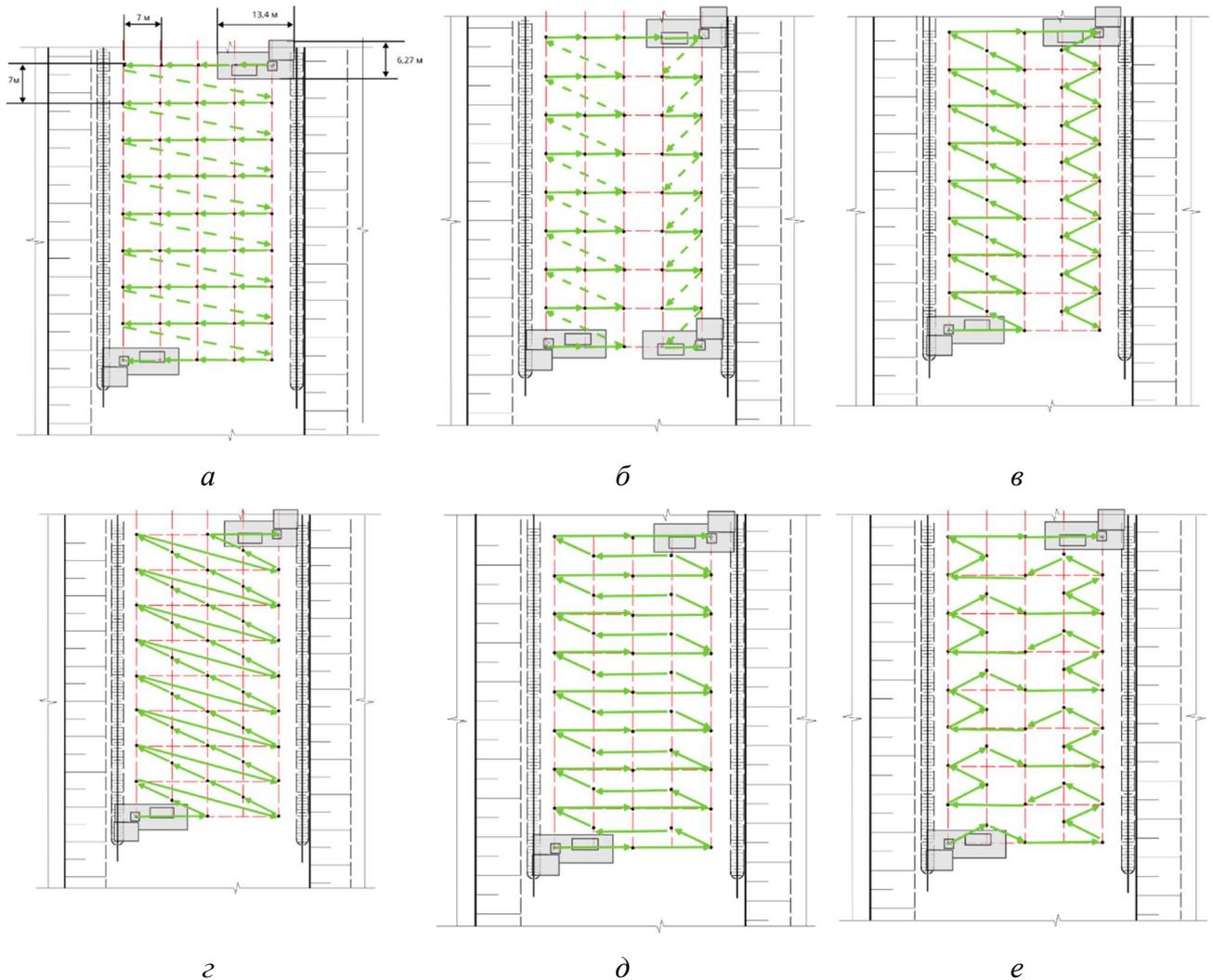


Рисунок – 2.1 Схеми руху бурового верстата на буровому майданчику

За схемою (а) буровий верстат рухається від краю майданчика (перша свердловина) перпендикулярно борту кар'єра і після буріння третьої свердловини розвертається на 180 градусів. Після чого розвертається в напрямку шостої свердловини і на половині шляху розвертається на 180 градусів. Починаючи з шостої свердловини схема руху повторюється. Недоліком схеми є те, що буровий верстат необхідно розвертати на 180 градусів в обох напрямках.

За схемою (б) буровий верстат рухається від першої свердловини до третьої, розвертається на 30 градусів і прямує до четвертої, Ця частина схеми

повторюється до краю бурового блоку. Далі буровий верстат рухається до борту кар'єра, після буріння третьої свердловини рухається до п'ятої, розвертається на 45 градусів, рухається до шостої, далі схема руху повторюється. Перевагою схеми можна назвати те, що повний розворот на 180 градусів робиться тільки один раз.

В схемах (в, г, д, е) використовується шахматна сітка розташування свердловин. За схемою в буровий верстат рухається аналогічно схеми б.

Схема (г) аналогічна схеми (а) і має той самий недолік - необхідність постійно розвертатися. Схеми (д, е) схожі, в них також є необхідність розвертатись на 180 градусів.

В результаті було вибрано дві схеми пересування бурового верстата за один цикл б і в

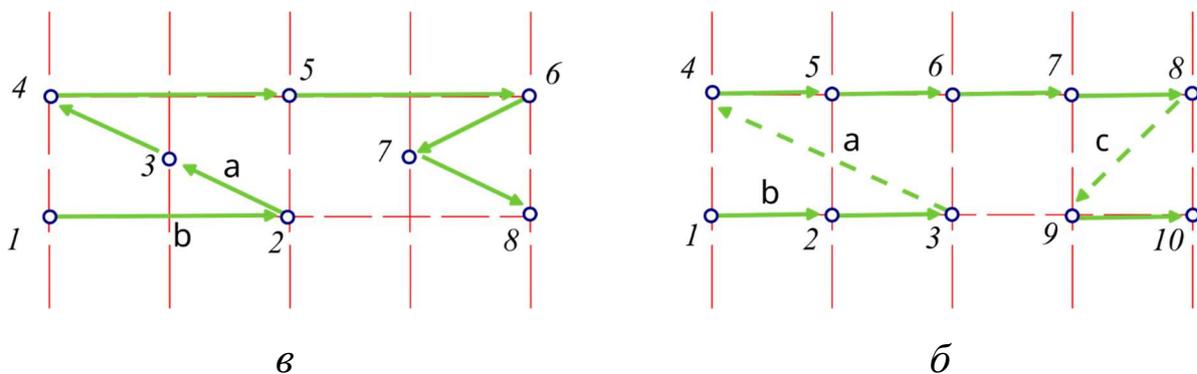


Рисунок 2.2 – Схеми пересування бурового верстата за один цикл

Розрахунок геометричних параметрів схем.

Схема (в)

Розрахунок відстані b між свердловинами 1 – 2, 4 – 5, 5 – 6.

$$b = 7 * 2 = 14 \text{ м}$$

Розрахунок відстані a між свердловинами 2 – 3, 3 – 4, 6 – 7, 7 – 8.

$$a = \sqrt{3,5^2 + 7^2} = 7,8 \text{ м}$$

Загальна кількість свердловин на схемі в

$$n_{\text{сверд}} = 43 \text{ св}$$

Загальний шлях пройдений буровим верстатом згідно схеми в

$$S_e = a * 10 + b * 32 = 14 * 10 + 7,8 * 32 = 389,6 \text{ м}$$

Схема (б)

Розрахунок відстані a між свердловинами 3 – 4 .

$$a = \sqrt{14^2 + 7^2} = 15,7 \text{ м}$$

Розрахунок відстані b між свердловинами 1 – 2 , 2 – 3 , 4 – 5 ,
5 – 6, 6 – 7 , 7 – 8 , 9 - 10 .

$$b = 7 \text{ м}$$

Розрахунок відстані a між свердловинами 8 – 9 .

$$c = \sqrt{7^2 + 7^2} = 9,9 \text{ м}$$

Загальна кількість свердловин на схемі δ

$$n_{\text{сверд}} = 45 \text{ св}$$

Загальний шлях пройдений буровим верстатом згідно схеми δ

$$S_{\delta} = (a+c)*8 + b*28 = (15.7+9.9)*8+7*28=400.8 \text{ м}$$

2.2 Технологія і організація бурових робіт

Технологічна схема пересування бурового станка в кар'єрі – це послідовність операцій, спрямованих на ефективне та безпечне переміщення бурового обладнання робочою ділянкою. Ця схема важлива для оптимізації продуктивності та мінімізації простоїв.

- Планування маршруту пересування

Визначення маршруту: Основу складає розроблений план буріння. Враховуються геометрія кар'єру (ухили, тераси, ширина робочих ділянок), поточне розташування станка та місця майбутнього буріння.

Обмеження: Наявність перешкод (насипи, обладнання). Стійкість основи під станком.

- Підготовка робочого місця

• **Вирівнювання майданчика:** Основа повинна бути рівною та стійкою, щоб уникнути перекидання обладнання.

- **Очищення від перешкод:** Видаляються великі камені, гострі предмети та інший сміття.

- **Перевірка доступу до комунікацій:** Забезпечується підключення до електрики, води (для буріння з промивкою) або можливість підвозу пального.

- Пересування станка

Тип пересування залежить від обладнання:

Гусеничні бурові установки: підходять для пересіченої місцевості та м'якого ґрунту. Пересуваються повільніше, але завдають мінімальних пошкоджень поверхні.

Колісні бурові установки: Швидше переміщуються по рівних майданчиках. Потребують твердої та стабільної основи.

- Установка на новому робочому місці

- **Вирівнювання:** Забезпечується горизонтальне положення станка за допомогою гідравлічних домкратів або опор.

- **Фіксація:** адійна фіксація, щоб уникнути зсувів під час буріння.

- Підключення та підготовка до роботи

- Підключення комунікацій (електроенергія, системи подачі води чи повітря).

- Перевірка систем обладнання перед початком буріння.

Фактори, які впливають на схему пересування

- **Особливості кар'єру:** Розміри терас, ширина доріг. Ухили та тип ґрунту (твердість, вологість).

- **Технічні параметри станка:** Габарити та вага. Тип приводу (гусеничний, колісний).

- **Виробничі вимоги:** Частота переміщення. Щільність бурової сітки.

Безпека: Запобігання перекидання станка на ухилах. Урахування руху іншої техніки.

Сучасні технології автоматизації

- **GPS та ГЛОНАСС:** Забезпечують точне позиціонування та планування маршрутів.
- **Дистанційне управління:** деякі сучасні станки дозволяють керувати ними з віддалених пунктів, що підвищує безпеку операторів.
- **Моделювання пересувань:** програмне забезпечення (наприклад, AutoCAD, Micromine) використовується для попереднього планування маршрутів та позицій буріння у 3D-форматі.
- **Сенсори та системи контролю:** Контроль ухилу поверхні. Системи попередження про небезпеки, такі як провали ґрунту.

2.3 Математична модель розрахунку часу на пересування бурового верстату, та буріння свердловин бурового блоку

Наразі в системах обліку часу роботи верстата фіксуються такі операції: бріння, виведений з експлуатації, виведений з експлуатації (несправний), вирівнювання, діагностика wenco, заміна долота, обід, очікування ремонту, відсутність фронту робіт, пересування, підготовчо-заклучні операції (ПЗВ), припаркований/відключений, поточний ремонт (позачерговий) та інші.

Pit Viper PV-275 — це високопродуктивний буровий станок, який використовується для створення вибухових свердловин у відкритих кар'єрах. Оцінка часу виконання операцій залежить від кількох факторів, зокрема умов кар'єру, технічного стану обладнання, досвіду оператора та розміру свердловин. Нижче наведено розрахунок часу для стандартних операцій на цьому станку.

Час на одну операцію бурової установки Pit Viper PV-275 може варіюватися залежно від конкретної конфігурації, геологічних умов, кваліфікації оператора та

стану технічного обслуговування. Однак, нижче наведено приблизний час роботи для типових завдань:

- **Позиціонування бурової установки** . Час: 1-3 хвилини (залежить від відстані до наступної свердловини).

Фактори: Точність навігаційної системи GPS. Відстань між отворами в шаблоні.

- **Вирівнювання бурової установки** Час: 2-5 хвилин.

Фактори: Стан ґрунту. Досвід оператора.

- **Буріння свердловини** Час: 2-5 хвилин на метр (швидкість буріння: 12-30 метрів на годину). Згідно статистичних даних за листопад 2024 р на Полтавському ГЗК 0,41м за хвилину , за 2,41 хв один метр (швидкість буріння: 24,66 метрів за годину)

Фактори: Тип матеріалу (тверда порода проти більш м'якого матеріалу).

Тип і стан долота. Потужність повітряного компресора.

- **Додавання або видалення бурових штанг** Час на одну штангу (6 м): ~1 хвилини.

Фактори: Автоматична система переміщення труб (за наявності). Швидкість і досвідченість оператора.

- **Придушення пилу** Інтегровано в час буріння.

Правильне налаштування системи пилопридушення забезпечує дотримання стандартів безпеки та охорони навколишнього середовища.

- **Очищення отвору** Час: ~1 хвилини.

Фактори: Продування стисненим повітрям для видалення сміття.

- **Витягування свердла** . Час: 1-2 хвилини.

Включає витягування бурильної колони та долота з отвору.

- **Перехід до наступної позиції.** Час: 1-3 хвилини (залежить від схеми буріння).

Загальний час на буріння та пересування:

$$\sum T = f(t)$$

Час на буріння і пересування складається з

$$\Sigma T = T_{\text{поз}} + T_{\text{вир}} + T_{\text{бур}} + T_{\text{дод шт}} + T_{\text{очищ}} + T_{\text{витяг}} + T_{\text{переміщ}}$$

де,

$T_{\text{поз}}$ - час на позиціонування, хв;

$T_{\text{вир}}$ - час на вирівнювання, хв;

$T_{\text{бур}}$ - час на буріння, хв;

$T_{\text{дод шт}}$ - час на додавання штанг, хв;

$T_{\text{очищ}}$ - час на очищення, хв;

$T_{\text{витяг}}$ - час на витягування, хв;

$T_{\text{переміщ}}$ - час на переміщення до наступної позиції, хв.

Загальний час

Приклад розрахунку для 13,85-метрової свердловини для сценарію буріння у твердих породах:

Позиціонування:

$$T_{\text{поз}} = 3 \text{ хв}$$

Вирівнювання

$$T_{\text{вир}} = 3 \text{ хв}$$

Буріння: ~34 хвилин (13,85 метрів зі швидкістю ~0,41 метр/хв).

$$T_{\text{бур}} = 33.66 \text{ хв}$$

Додавання штанг:

$$T_{\text{дод шт}} = 2 \text{ хв}$$

Очищення:

$$T_{\text{очищ}} = 1 \text{ хв}$$

Витягування:.

$$T_{витяз} = 2 \text{ хв.}$$

Переміщення до наступної позиції $T_{переміщ}$ розрахуємо окремо.

Разом: ~ 45 хвилин на 13,85-метрову свердловину без урахування переміщення.

$$\Sigma T = T_{поз} + T_{вир} + T_{бур} + T_{дод\ шт} + T_{очищ} + T_{витяз} = 3 + 3 + 33,66 + 2 + 1 + 2 = 44,66 \text{ хв}$$

Розрахуємо час на переміщення бурового верстату за двома схемами.

Швидкість переміщення верстату – $v_n = 1,8$ км/год (30 м /хв)

Час на пересування при бурінні за схемою *в*:

$$S_v = 389,6 \text{ м (43 св)}$$

$$T_{переміщ\ в} = \frac{S_v}{v_n} = \frac{389,6}{30} = 12,99, \text{ хв}$$

$$\Sigma T_v = (\Sigma T) \cdot n_{скв} + T_{переміщ\ в} = 44,66 \cdot 43 + 12,99 = 1933 \text{ хв} = 32,22 \text{ год}$$

Час на пересування при бурінні за схемою *б*:

$$S_b = 400,8 \text{ м (45 св)}$$

$$T_{переміщ\ б} = \frac{S_b}{v_n} = \frac{400,8}{30} = 13,36, \text{ хв}$$

$$\Sigma T_b = (\Sigma T) \cdot n_{скв} + T_{переміщ\ б} = 44,66 \cdot 45 + 13,36 = 2023 \text{ хв} = 33,72 \text{ год}$$

Різниця в часі при бурінні бурового блоку 56 х 28 м.

$$\Sigma T_b - \Sigma T_v = 2023 - 1933 = 90 \text{ хв} - 4,45\%$$

Таблиця 2.1 - Звіт по бурінню свердловин за 03.12.2024 1 зміна

Станок ,Блок	№ свердловини	Время					відхилення	Глубина			Середня швидкість проход.
		дата	нач	закін	буріння	Загалом		план	факт	різн	
№55 ,-380-42	33	02.12	20:51	21:16	00:27	00:36	1,80	13,15	12,05	0,53	26,20
	34	02.12	21:35	23:18	00:25	00:34	5,24	13,22	11,59	- 1,63	27,63
	37	02.12	23:22	23:59	00:26	00:36	0,64	10,69	12,11	1,42	27,77
	30	03.12	0:03	0:36	00:23	00:32	7,04	10,76	12,14	1,38	31,59
	19	03.12	1:22	1:22	00:15	00:24	0,45	9,98	10,63	0,64	39,87
	20	03.12	1:48	2:19	00:24	00:31	2,27	11,82	14,15	2,33	34,96
	21	03.12	2:21	2:53	00:24	00:32	0,06	11,10	11,95	0,85	29,17
	14	03.12	2:58	3,26	00:17	00:28	0,08	11,00	11,81	0,80	41,37
	15	03.12	3:28	4:06	00:26	00:38	0,26	11,35	12,25	0,90	27,38
Взагалі по № 55					03:30		1,98		108,68		30,93
№56 , -190-138-1	252	02.12	20:12	20:38	00:22	00:26	0,07	10,36	11,40	1,04	30,83
	223	02.12	20:46	21:11	00:22	00:25	0,10	10,52	11,09	0,57	29,64
	222	02.12	21:12	21:37	00:23	00:24	0,13	10,03	10,82	0,79	27,63
	221	02.12	21:38	22:00	00:20	00:21	0,10	10,11	10,43	0,32	30,98
	220	02.12	22:01	22:25	00:20	00:24	0,06	10,57	11,02	0,45	32,61
	219	02.12	22:26	22:51	00:23	00:24	0,16	10,61	11,07	0,46	28,23
	218	02.12	22:52	23:14	00:17	00:22	0,11	10,70	11,00	0,30	38,38
	217	02.12	23:15	23:35	00:14	00:19	0,07	10,33	10,38	0,05	41,73
	216	02.12	23:37	23:57	00:14	00:19	0,38	8,73	8,91	0,18	36,09
	215	02.12	23:58	0:20	00:17	00:21	0,12	10,55	10,21	- 0,34	34,27
	214	03.12	0:23	0:42	00:12	00:18	0,64	10,09	10,96	0,87	51,68
	213	03.12	0:43	7:13	00:16	00:20	0,59	10,90	10,72	- 0,18	39,35
	243	03.12	1:05	1:24	00:14	00:18	0,16	10,66	10,43	- 0,23	42
	244	03.12	1:25	1:49	00:17	00:23	0,12	10,24	10,26	0,02	34,54
	245	03.12	1:49	2:12	00:18	00:22	0,08	10,06	10,22	0,16	33,53
	246	03.12	2:12	2,33	00:16	00:20	0,17	10,08	10,32	0,24	36,78
	247	03.12	2:34	2:53	00:15	00:19	0,14	10,22	10,40	0,19	39,66
	248	03.12	2:54	3:13	00:16	00:18	0,13	10,22	10,38	0,16	36,72
	249	03.12	3:16	3:38	00:18	00:21	0,17	10,02	10,17	0,14	33,67
	251	03.12	3:39	6:15	00:23	02:36	0,09	11,03	11,20	0,18	28,24
	250	03.12	6:19	6:49	00:22	00:30	2,36	7,98	11,60	3,62	31,59
Взагалі по № 55					06:30		0,28		222,97		34,26
Взагалі по БК					10:01		0,79		332		33,09

Таблиця 2.2 - Час на виконання операцій при бурінні свердловин 03.12.2024 буровими верстатами № 55,56.

Назви операцій	Станок № 55	Станок № 56
буріння	7:01:00	8:57:00
вирівнювання		0:15:00
діагностика wenco	4:02:00	
заміна долота		1:01:00
обід		1:03:00
пересування		0:44:00
підгот.-заклуч. операції (пзо)	0:57:00	

На гістограмі рис. 2.3 показано розподіл часу на виконання основних операцій.

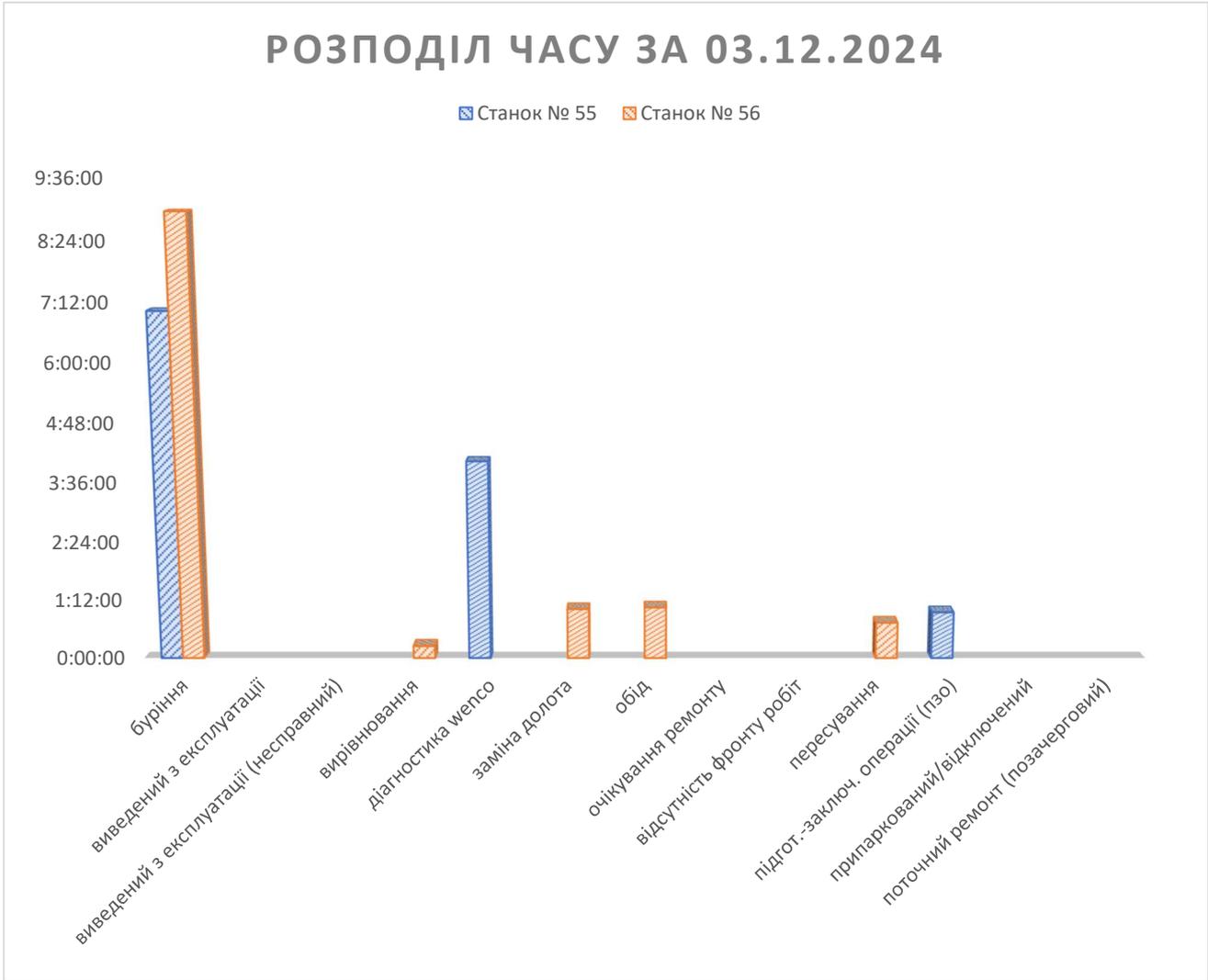


Рисунок 2.3 – Розподіл часу на виконання операцій в процесі буріння свердловин за зміну двома буровими верстатами

Витрати часу на операції процесу буріння та зведений час за листопад 2024 р наведено в таблицях 2.3-2.4.

Таблиця 2.3 – Витрати часу на операції процесу буріння за листопад 2024 року

Назва операції	Буровий верстат											Загальний підсумок, хв
	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	
без тех. води								4		41		45
без екіпажу	44											44
буріння	2769	11762	3766	8311		5961	8244	3458	9815			54086
виведений з експлуатації					43200						43200	86400
виведений з експлуатації (несправний)						43200						43200
вирівнювання	351	953	737	714		540	990	20	287			4592
діагностика обладнання асу гтк	149	316	940	273		443	857	94	3			3075
щозмінне то								6	98			104
заміна долота	0	374	35	110		28	199	17	141			904
заміна штанг (бур.)						1						1
заправка	42	122	54	80		66	117	50	155			686
заправка робочими рідинами		41	1	11		28	37	7	36			161
зарядка за бурінням		646		478		964	1417	198	276			3979
масовий вибух				0		434						434
метеоумови				2								2
мийка(позап.)		93	36	263		29	71	61	141			694
мийка(пл.)	63	722	56	391		270	275	183	410			2370
непланова заміна змінного обладнання	0			0				43	89			132
обід	165	1189	386	933		687	1033	443	1125			5961
очікування бур. матеріалів, мастила, води	1	229	22						92			344
очікування ремонту	275	1450	6664	1272		11913	1682	908	2966			27130
очікування палива				224		373	60		249			906
відсутність фронту робіт	37778	17653	29125	26729		18355	24770	32965	19469			206844
перегін	209	1139	226	218		791	214	222	705			3724
пересування	240	1423	362	858		598	606					4087
підгот.-заклуч. операції (пзо)	76	1208	223	353		206	1377	243	682			4368
припаркований/відключений								121	111			232
робота допоміжних служб	6	211	80	52		34	88	27	46			544
розбивка блоку	40	654	19	469		53	353		102			1690
режим буріння								2237	3113			5350
р-т електрообладнання.		129	12				58	624				823
зварювальні роботи	267	121		58				107	36			589
система моніторингу	273	58		960		1329	285	91	668			3664
зміна свердловини									2			2
поточний ремонт(позачерговий)	137	363	28	269		99	164	1063	1618			3741
поточний ремонт(пл.)	315	2182	422	51			205		680			3855
то		162		94			73	12	44			385
чищення гирла свердловин			7	27			21					55
Загальний підсумок	43200	43200	43201	43200	43200	43200	43202	43200	43200	43200	43200	475203

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця витрат часу на операції процесу буріння за листопад 2024 року

Назва операції	Кількість ,хв	відсоток в заг. Об'ємі
без тех. води	45,00	0,04%
без екіпажу	44,00	0,04%
буріння	54086,00	48,85%
вирівнювання	4592,00	4,15%
діагностика обладнання асу гтк	3075,00	2,78%
щозмінне то	104,00	0,09%
заміна долота	904,00	0,82%
заміна штанг (бур.)	1,00	0,00%
заправка	686,00	0,62%
заправка робочими рідинами	161,00	0,15%
зарядка за бурінням	3979,00	3,59%
масовий вибух	434,00	0,39%
метеоумови	2,00	0,00%
мийка(позап.)	694,00	0,63%
мийка(пл.)	2370,00	2,14%
непланова заміна змінного обладнання	132,00	0,12%
обід	5961,00	5,38%
очікування бур. матеріалів, мастила, води	344,00	0,31%
перегін	3724,00	3,36%
пересування	4087,00	3,69%
підгот.-заклуч. операції (пзо)	4368,00	3,94%
припаркований/відключений	232,00	0,21%
робота допоміжних служб	544,00	0,49%
розбивка блоку	1690,00	1,53%
режим буріння	5350,00	4,83%
р-т електрообладнання.	823,00	0,74%
зварювальні роботи	589,00	0,53%
система моніторингу	3664,00	3,31%
зміна свердловини	2,00	0,00%
поточний ремонт(позачерговий)	3741,00	3,38%
поточний ремонт(пл.)	3855,00	3,48%
то	385,00	0,35%
чищення гирла свердловин	55,00	0,05%
Загальний підсумок	110723,00	100%

Досліджено відсоток часу операцій в загальному об'ємі робіт які відображені на рис. 2.4. Зведені дані наведені в табл. 2.5.

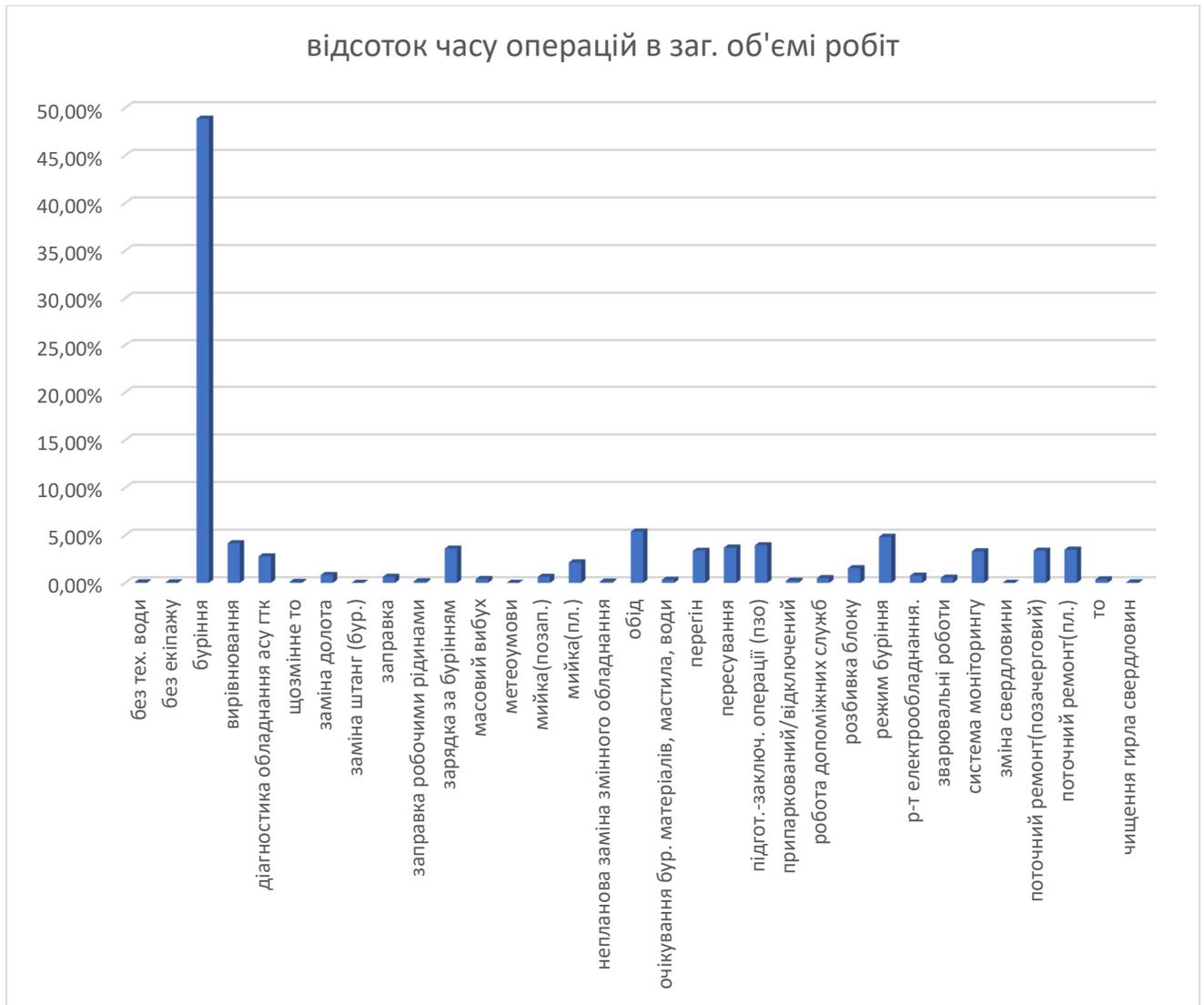


Рисунок 2.4 – Розподіл часу на виконання операцій в процесі буріння за листопад 2024 року.

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця залежність глибини від часу на буріння за листопад 2024 року.

Буровий верстат	Глибина буріння,м	Час буріння , хв
54	1551,336	3305
55	4952,095	15889
56	1766,579	6142
57	4831,323	12270
60	2849,951	8063
61	5739,213	11423
62	2385,516	4049
63	3833,633	6768
Взагалі	27909,646	67909

Було визначено залежність буріння від часу (рис. 2.5).

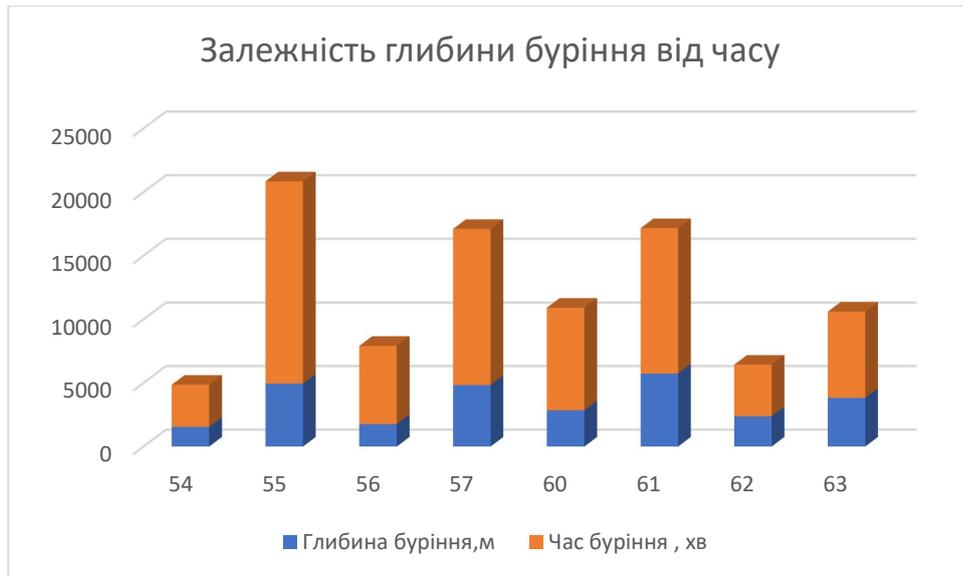


Рисунок 2.5 – Графік залежності глибини буріння від часу за листопад 2024 року

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Формування технологічних схем

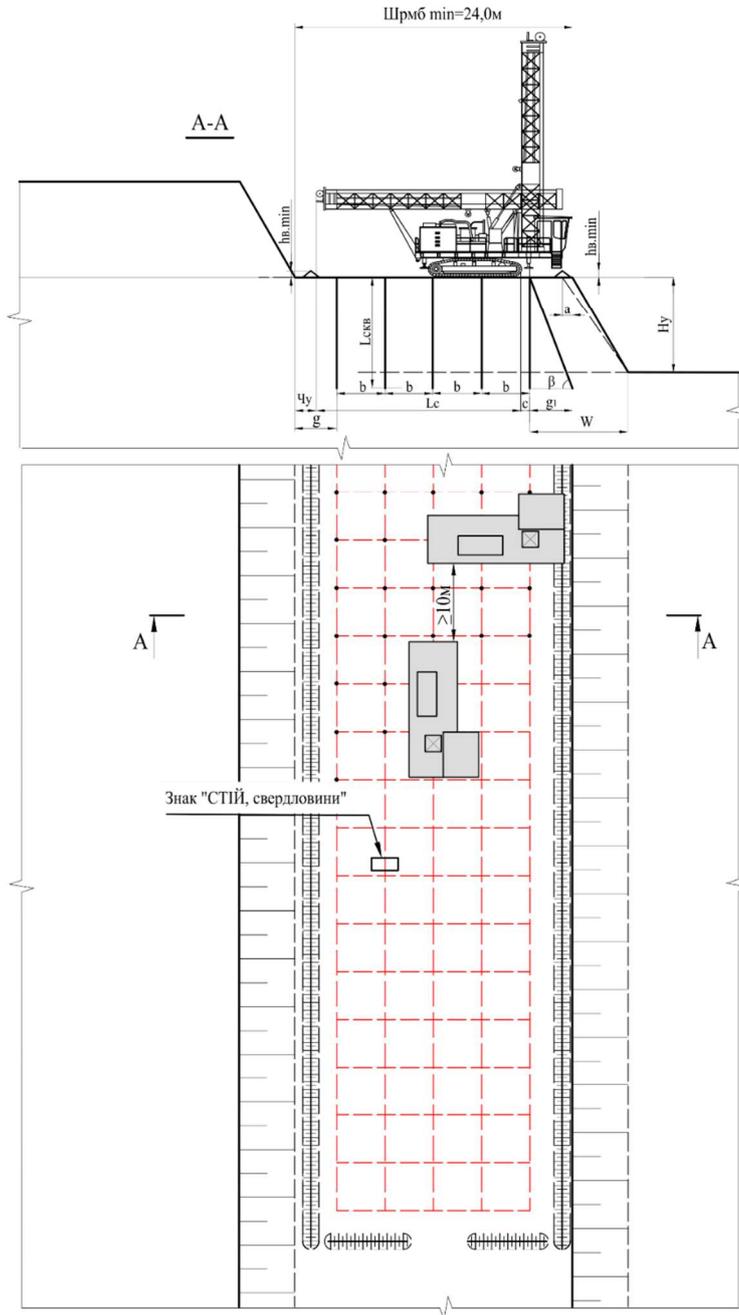


Рисунок 3.1 – Схема визначення параметрів бурового майданчика.

3.2 Розрахунки продуктивності бурового верстату

Основні розрахункові параметри буро-вибухових робіт наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри буро-вибухових робіт

H_u	Висота уступа:	10
$Ш_{рмб}^{min}$	Ширина робочого майданчика мінімальна	24,0
B	Відстань між рядів свердловин	7
N	Кількість рядів свердловин	5
$L_{сверд.}$	глибина свердловини	13,85
W	лінія опору подошві	10
β	Кут нахилу свердловин	0
$h_{вmin}$	висота запобіжного породного валу бурового майданчика	0,7м
$S_{вmin}$	ширина запобіжного породного валу бурового майданчика	1,8м
a	ширина призми обвалення мінімальна з урахуванням навантажень від обладнання	встановлюється маркшейдерською службою, доводиться до відома відповідного технологічного персоналу та позначається в проєкті на буріння
g	відстань від нижньої брівки вищележачого уступу до свердловин останнього ряду	не менше 5м
g_1	відстань від верхньої брівки уступу до свердловин першого ряду	не менше 3м
c	відстань від осі бурового ставу до гусениць верстата	0,5м
L_c	габаритна довжина від переднього краю гусениць до виступаючої частини мачти в транспортному положенні	17,4м
$Ч_y$	допустима відстань від виступаючої частини бурового верстата до нижньої брівки вищележачого уступу/розвалу	3,0м
i	максимально допустимий ухил майданчика при встановленні верстата на вирівнюючі домкрати	7° (123‰)
	максимально допустимий ухил майданчика під час руху на гусеничному ході (Рис.5):	
	з піднятою мачтою перпендикулярно до напрямку ухилу.	13° (231‰)
	з піднятою мачтою паралельно напрямку ухилу кабіною вниз	11° (194‰)
	з піднятою мачтою паралельно напрямку ухилу кабіною вгору	20° (364‰)
	з опущеною мачтою (незалежно від напрямку ухилу)	20° (364‰)

Визначення геометричних параметрів сітки свердловин

Основними параметрами при розрахунку буровибухових робіт є:

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

d_c - діаметр свердловин, мм;

H - висота уступу, м;

α - кут укосу уступу, градуси;

a - відстань між свердловинами в ряду, м;

c – мінімально-безпечна відстань від осі свердловин першого ряду до верхньої бровки уступу за умовами безпечної роботи бурових верстатів, м;

m - коефіцієнт зближення свердловин;

L_c - глибина свердловин, м;

$L_{\text{пер}}$ - глибина перебуру, м;

W - лінія опору по підшві уступу, м;

b - відстань між рядами свердловин, м;

б) параметри вибухових робіт, які характеризуються наступними показниками:

Q - величина свердловинних зарядів, кг

$Q_{\text{пер}}$ - перевірна величина свердловинних зарядів, кг;

d_z - діаметр заряду, м;

L_z - довжина заряду, м;

$L_{\text{наб}}$ - довжина набійки, м;

P - місткість 1 п.м. свердловин, кг;

q - питома витрата ВР, кг/м³;

Δ - щільність зарядження ВВ, т/м³;

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

Розробка скельних розкривних порід і руди, що мають міцність $f = 10-20$, проводиться екскаваторами Hitachi EX3600 з попереднім розпушуванням

буровибуховим способом. В якості бурового обладнання передбачається використовувати бурові верстати Pit Viper PV-235.

Висота уступу при розробці скельних порід одноковшовими екскаваторами типу Hitachi EX3600 із застосуванням вибухових робіт не повинна перевищувати більше, ніж в 1,5 рази максимальної висоти черпання екскаватора. Висота уступу визначена і складає по скельним породам 10 і 15 м.

Розрахункова величина **лінії опору по підшві** визначається за формулою:

$$W = \frac{\sqrt{0,25P^2 + 4qHPL_{\text{СКВ}} - 0,5 * q}}{2qH}, \text{ м, [7];}$$

де Р - місткість 1 п.м. свердловин, кг;

q - питома витрата ВР, кг/м³;

L_{св} - глибина свердловин, м;

При діаметрі свердловини 170мм:

$$W_{15} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 449,44 + 4 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 21,2 \cdot 18 - 0,5 \cdot 1}}{2 \cdot 1 \cdot 15} = \frac{151,2}{30} \approx 5,04(\text{м});$$

$$W_{10} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 449,44 + 4 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 21,2 \cdot 12 - 0,5 \cdot 1}}{2 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{100,93}{20} \approx 5,05(\text{м});$$

При діаметрі свердловини 220мм:

$$W_{15} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 2079,36 + 4 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 45,6 \cdot 18 - 0,5 \cdot 1}}{2 \cdot 1 \cdot 15} = \frac{229,59}{30} \approx 7,42(\text{м});$$

$$W_{10} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 2079,36 + 4 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 45,6 \cdot 12 - 0,5 \cdot 1}}{2 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{149,19}{20} \approx 7,46(\text{м});$$

При діаметрі свердловини 250мм:

$$W_{15} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 3481 + 4 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 59 \cdot 18 - 0,5 \cdot 1}}{2 \cdot 1 \cdot 15} = \frac{253,65}{30} \approx 8,45(\text{м});$$

$$W_{10} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 3481 + 4 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 59 \cdot 12} - 0,5 \cdot 1}{2 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{170,35}{20} \approx 8,52(\text{м});$$

Мінімально-безпечна, за умовами буріння, лінія опору по підшві визначається за формулою:

$$W_6 = H \cdot \text{ctga} + C, \quad [7]$$

де: H - висота уступу, м (15 , 10 м)

C - мінімально-безпечна відстань до верхньої бровки уступу,

прийнята не менш 3м.

Для гірських порід IV, III категорії за міцності порід - 3м;

II категорії за міцності порід - 4м.

$$W_6^{15} = 15 \cdot 0,4663 + 3 \approx 10(\text{м});$$

$$W_6^{10} = 10 \cdot 0,4663 + 3 \approx 7,7(\text{м});$$

Обов'язковою умовою є $W \geq W_6$.

Глибина свердловини визначається за формулою

- для вертикальної свердловини:

$$L_{св.} = H + L_{пер.} \quad [7]$$

- для похилої свердловини:

$$L_{н.св} = \frac{H}{\sin \alpha} + L_{пер.} \text{ м};$$

де α - кут нахилу свердловини до горизонтальної площини, град.;

$L_{пер.}$ - глибина перебуру, м.

Глибина перебуру визначається за формулою:

$$L_{пер.} = 0,5qW, \quad [9]$$

де q - питома витрата ВР, кг/м³,

W - опір по підшві, м.

$$L_{\text{пер.}}^{15} = 0,5 \cdot 1 \cdot 10 = 5(\text{м});$$

$$L_{\text{пер.}}^{10} = 0,5 \cdot 1 \cdot 7,7 = 3,85(\text{м});$$

$$L_{\text{св.}} = 10 + 3,85 = 13,85\text{м};$$

Відстань між свердловинами визначається за формулою:

$$a = mW, \text{ м}, \quad [7]$$

де m - коефіцієнт зближення свердловин, $0,9 \div 1,3$.

$$a_{15} = 0,9 \cdot 10 = 9(\text{м});$$

$$a_{10} = 0,9 \cdot 7,7 \approx 7(\text{м});$$

Відстань між рядами свердловин визначається за формулою:

$$b = (0,85 \div 1,0) * W, \text{ м}, \quad [7]$$

$$b_{15} = 0,85 \cdot 10 = 8,5(\text{м});$$

$$b_{10} = 0,85 \cdot 7,7 \approx 6,55(\text{м});$$

Раціональна сітка свердловин в залежності від типу гірських порід, висоти уступу, приймається $7*7\text{м}$, виходячи з багаторічного досвіду робіт та проведених експериментальних вибухів в кар'єрі .

Розрахунок продуктивності бурового верстату

Мета розрахунку - визначити на річний обсяг видобутку потрібну кількість бурових верстатів і вибухових свердловин. Ці величини можуть бути знайдені, якщо буде розрахована продуктивність бурового верстата (змінна, середньорічна).

Змінна продуктивність бурових верстатів

$$Q_{\text{см}} = T_{\text{см}} K_{\text{и}} V_{\text{б}},$$

$T_{\text{см}}$ - тривалість зміни, ч;

$K_{\text{и}}$ - коефіцієнт використання робочого часу верстата (0,5...0,7);

$V_{\text{б}}$ - технічна швидкість буріння, м/ч. приймаємо 33,09 таблиця 2.1;

$$Q_{\text{см}} = 8 \cdot 0,6 \cdot 33,09 = 158,8 \text{ м}$$

Для верстатів шарошечного буріння:

$$V_{\text{б}} = \frac{0,01P n_{\text{в}}}{f d_{\text{д}}}$$

де P - осьове зусилля, кг ;

$n_{\text{в}}$ - частота обертання долота, об/хв.

$d_{\text{д}}$ - діаметр долота, см.

Розрахункові значення $Q_{\text{см}}$ для шарошечного буріння перевірити на відповідність табличним .

Середньорічна продуктивність верстата

$$Q_{\text{Г}} = N_{\text{см}} Q_{\text{см}},$$

$$Q_{\text{Г}} = 602 \cdot 158,8 = 95116 \text{ м},$$

де $N_{\text{см}}$ - число робочих змін у році, $N = nZ$;

$$N = n \cdot Z = 2 \cdot 365 = 730 \text{ зм}$$

n - число змін у добі ($n = 2$);

Z - число робочих днів у році. За тривалості робочого тижня 5 днів $Z = 730 - 128 = 602$.

Необхідна кількість бурових верстатів для виконання річного обсягу бурових робіт

$$N = \frac{L_{\text{Г}} \cdot K_{\text{рез}} \cdot k_{\text{и}}}{Q_{\text{Г}}} = \frac{770000 \cdot 1,25 \cdot 0,9}{95116} = 10 \text{ верстатів}$$

де $K_{\text{рез}}$ - коефіцієнт резерву ($K_{\text{рез}} = 1,25$);

$L_{\text{Г}}$ - річний обсяг буріння, 770 000 м за даними ПГЗк – 2023р,

$$L_{\text{Г}} = \frac{A_{\text{Г}}}{B}.$$

здесь $A_{\text{Г}}$ - річна продуктивність кар'єра за гірничою масою, м³ 463149000 м³;

V - вихід гірничої маси з 1 м свердловини, $601.49 \text{ м}^3/\text{м}$,

$$B_1 = V_{\text{СКВ}}^1 / L_{\text{СКВ}}; \quad B_2 = V_{\text{СКВ}}^i / L_{\text{СКВ}}.$$

Надалі для встановлення фактичного річного обсягу буріння слід установити відсотковий вміст обсягів гірничої маси зі свердловин першого ряду по відношенню до всього обсягу масового вибуху.

Якщо x - відносний вміст свердловин першого ряду в обуреному блоці, то $A_{\Gamma}^I = xA_{\Gamma}$; $A_{\Gamma}^{II} = A_{\Gamma} (1 - x)$;

$$L_{\Gamma} = L_{\Gamma}^I + L_{\Gamma}^i = A_{\Gamma}^I / B_1 + A_{\Gamma}^{II} / B_2.$$

Знаходимо число бурових верстатів для виконання річного обсягу робіт N і округляємо його в більший бік 10 верстатів.

Виходячи з річного обсягу видобутку, визначаємо потрібну кількість свердловин

$$n_{\text{СКВ}}^{\Gamma} = A_{\Gamma}^I / V_{\text{СКВ}}^1 + A_{\Gamma}^{II} / V_{\text{СКВ}}^i = n_{\text{СКВ}}^{\Gamma I} + n_{\text{СКВ}}^{\Gamma II}.$$

Або

$$n_{\text{СКВ}}^{\Gamma} = \frac{A_{\Gamma}}{V_{\text{СКВ}}} = \frac{463149000}{8330,63} = 55596 \text{ свердловин}$$

, де

$$V_{\text{СКВ}} = 601,49 \cdot 13,85 = 8330,63$$

3.3 Схеми підривання бурових зарядів

При підготовці блоку до виймання застосовують різні схеми зеднання свердловин (табл. 3.1). Для виконання розрахунку схеми підготовки уступу БПР треба враховувати висоту уступу H_u , тип гірської породи з міцністю f , категорію тріщинуватості та обводненості родовища, напрямок тріщин та річну продуктивність кар'єра.

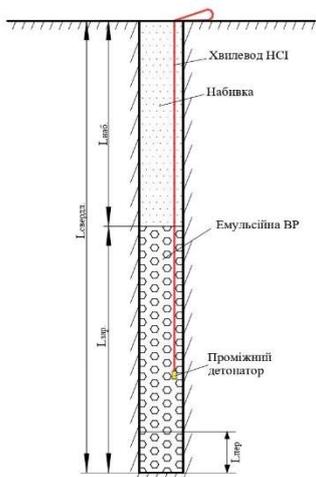
Таблиця 3.1 - Основні схеми короткосповільненого підривання

Групи та варіанти схем	Умови застосування.	Схеми
Поздовжні		
Порядні послідов-тілесні	Фронтальний забій, підібраний укіс уступу, легкозриваемі породи	
Порядні врубіві	Фронтальний забій, підібраний і непідібраний укоси уступу, не щонайменше три ряди свердловин, породи середньої і нижче середньої вибухонебезпечності мости, необхід-мость зменшення розвалу	
	Траншейний забій, легковибухові породи	
Поперечні		
Порядні послідов-тілесні	Фронтальний забій, підібраний і непідібраний укоси уступу, не менше чотирьох рядів свердловин, породи середньої і нижче середньої вибуховості, укоси уступу кіс уступу оголення женений у фланзі Траншейний забій, підібраний укіс уступу, невелика протяжність вибух-блоку, що підривається, породи середньої і нижче середньої підривності	
Порядні врубіві	Фронтальний забій, підібраний і непідібраний укоси уступу, породи середньої і нижче середньої вибуховості, не щонайменше чотири ряди рядів свердловин, необхідність ходимість зменшення лення розвалу	
Діагональні		

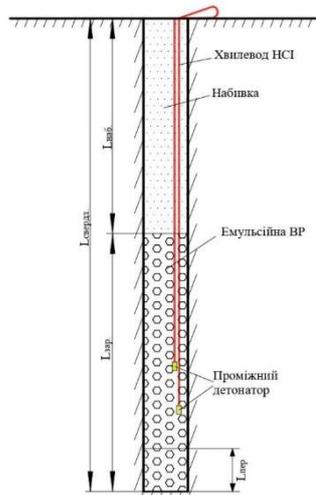
Порядні послідов-тілесні	Фронтальний забій, підібраний і несхвалений укоси уступу, складна будова масиву, не менше чотирьох рядів свердловин, є обмеження за сейсмічному ефекту	
Порядні врубіві	Фронтальний забій, підібраний і непідібраний укоси уступу, складна будова масиву, щонайменше чотири ряди свердловин, наявне обмеження за сейсмічним ефектом	
Трикутні	Фронтальний забій, підібраний і непідібраний укоси уступу, важкопідривні породи складної структури	<p>Схеми с ломаной и кривой линиями одновременно взрывааемых зарядов</p>
	Ті самі породи, але траншейний забій і підібраний укіс уступу	
Трапецієпо дібні	Фронтальний забій, підібраний і непідібраний укоси уступу, важковивбухові породи складної структури	
	Те саме, але траншей-ний забій	
	Фронтальний забій, неподобраний укіс уступу, значна кількість свердловинних зарядів. Важковивбухові гірські породи, що важко підриваються	

На ПЗК використовуються типові схеми буровивбухових робіт, які наведені на рисунках 3.2, 3.3

Конструкція свердловинного заряду при заряджанні сухих та обводнених свердловин емulsionною ВР



Конструкція свердловинного заряду при заряджанні сухих та обводнених свердловин емulsionною ВР



Конструкція свердловинного заряду при заряджанні сухих та обводнених свердловин емulsionною ВР з використанням рукава

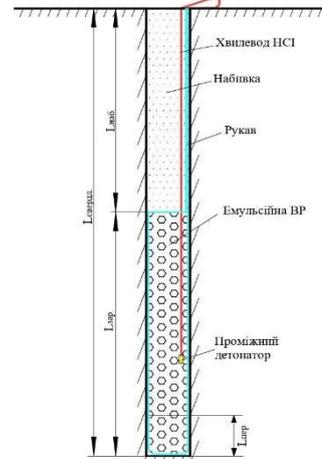


Рисунок 3.2 – Конструкції свердловинного заряду.

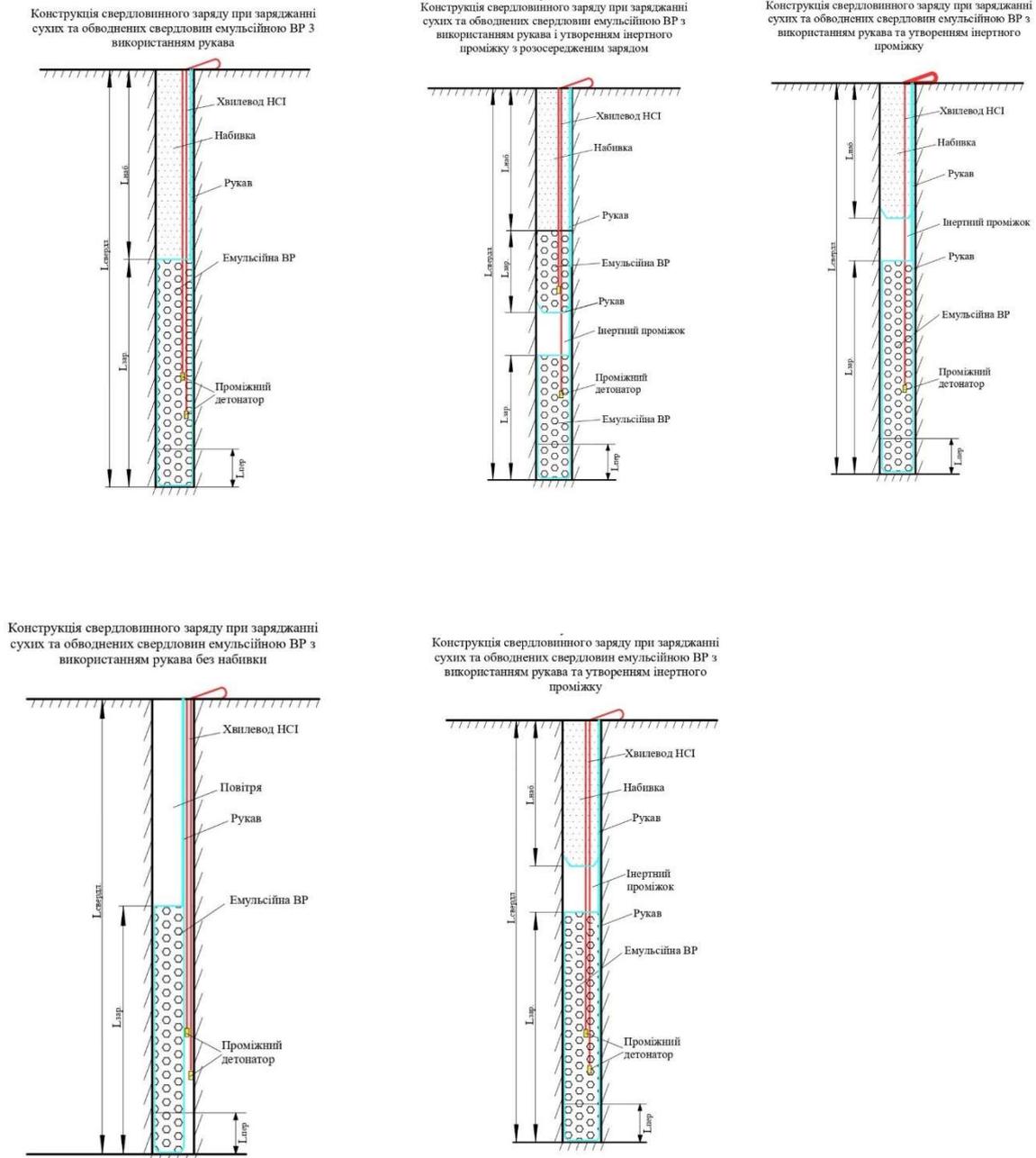


Рисунок 3.2 – Конструкції свердловинного заряду.

3.3 Аналіз вибору оптимальної схеми руху бурового верстату у кар'єрі

Раніше було виконано розрахунок бурових робіт для буріння блоку свердловин на площі 56*28 м . Під час розрахунків було обрано сітку свердловин 7*7 . Глибина свердловини дорівнює 13,85 м . У розділі 2 на малюнку 2.1 зображено схеми пересування бурового верстата , під час аналізу для розгляду

було прийнято схеми (б) і (в). У цих схемах на відміну від інших розворот на 180 градусів виконується один раз.

Схема (в) - поперечно-діагональна з шахматним розташуванням свердловин. Загальний шлях руху бурового верстату дорівнює **389,6 м**, кількість свердловин на схемі – **43**. Час на буріння та переміщення бурового верстата під час буріння блоку становить **32,22 год**

Схема (б) — поперечно-зворотня з квадратним розташуванням свердловин. Загальна довжина шляху руху бурового верстата становить 400,8 м, а кількість свердловин у схемі дорівнює 45. Час, витрачений на буріння та переміщення бурового верстата під час буріння блоку, складає 33,72 години.

Отже найбільш оптимальною є схема (в) при бурінні розглянутого блоку 56*28 різниця в часі становить 90 хв.

Висновки

Було проведено розрахунок параметрів бурових робіт. Обраний розмір сітки бурінні 7 * 7м, Глибина свердловини приймається 13,85 м. Для аналізу обрані дві схеми пересування бурового верстата рисунок 2.1 (б, в). Після розрахунків часу на пересування верстату була обрана схема (в) різниця в часі при обуренні блоку 56 * 28 м становить 90 хвилин.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі , поставлена і вирішена актуальна науково-практична задача **Встановлення ефективних схем бурових робіт в умовах кар'єру Полтавського ГЗК.**

Проведені дослідження дозволили вирішити поставлені в роботі задачі. На ПГЗк відбувається видобуток корисної копалини продуктивність 46 314,9 тис м³ на рік. Згідно дослідницької частини використовують бурові верстати Pit Viper PV-275 які дозволяють бурити свердловини глибиною 59,4 м . Було досліджено час, який витрачається на всі операції за двома схемами – відмінності в часі складають 92,4 години.

В розділі – охорони праці були прописано які мають бути операції при цьому. В економічному розділі був виконаний розрахунок , при цьому річна економія грошових коштів складає 22524 грн. Найбільш доцільною за економічними показниками та показниками часу обрана схема (в)