

**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 ступеню магістра  
(бакалаври, спеціаліста, магістра)

Студента П'янова Олександра Сергійовича  
(ПІБ)

академічної групи 184м-20з-7  
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво  
(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup> «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою «Гірництво»  
(офіційна назва)

на тему: Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах розробки  
Знам'янського родовища гранітів  
(назва за наказом ректора)

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

<b>Рецензент</b>				
------------------	--	--	--	--

<b>Нормоконтролер</b>	<i>Пчолкін Г.Д.</i>			
-----------------------	---------------------	--	--	--

**Дніпро**  
**2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
Відкритих гірничих робіт

\_\_\_\_\_ Собко Б. Ю.  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
ступеня \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту П'янкову Олександр Сергійовичу академічної групи 184М-20з-7  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності \_\_\_\_\_ 184 Гірництво

спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_ «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_ «Гірництво»  
(офіційна назва)

на тему: Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах розробки  
Знам'янського родовища гранітів  
(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.	Збір вихідних даних роботи кар'єру ПГЗК	07.10 – 21.10.21
2.	Підготовка матеріалів до теоретичного розділу	21.10 – 31.10.21
3.	Підготовка матеріалів до дослідницького розділу	01.11 – 25.11.21
4.	Підготовка матеріалів до технологічного і економічного розділів	16.11– 15.12.21
5.	Охорона праці	02.12- 28.12.2021

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

\_\_\_\_\_ О.О. Шустов  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 07.10.2021 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 20.01.2022 р.

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

\_\_\_\_\_ О.С. П'янков  
(прізвище, ініціали)

## **РЕФЕРАТ**

*Структура й обсяг роботи:* вступ, 4 розділи, висновки, перелік посилань, 55 сторінок формату А4, 5 рисунків, 9 таблиць, 15 літературних джерел й 17 презентаційних слайдів формату А4.

*Об'єкт досліджень:* видобувні роботи при відпрацюванні гранітних кар'єрів.

*Предмет дослідження:* параметри видобування гранітів із застосуванням одноківшевих екскаваторів та колісних навантажувачів у комплексі з автосамоскидами.

*Мета роботи:* науково-технологічне обґрунтування параметрів розробки родовища гранітів.

У магістерській роботі використані наступні *методи досліджень*: аналітичного, графічного й математичного моделювання, метод логічних інженерних рішень, порівняння варіантів й аналогій. Зазначені методи досліджень використані при обґрунтуванні параметрів технологічних схем видобування гранітів, а також визначенні продуктивності одноківшевих екскаваторів типу ЕКГ та колісних навантажувачів у комплексі з автосамоскидами.

**У вступі** представлена актуальність обґрунтування технології видобувних робіт при розробці Знам'янського родовища гранітів.

**У першому розділі** наведені загальні відомості про родовище гранітів, геологічну будову і гідрогеологічну характеристику, представлені промислові запаси корисної копалини та якісна характеристика корисної копалини, фізико-механічні властивості гранітів та основні виробничі показники.

**У другому розділі** представлені основні напрямки розвитку гірничих робіт, розраховані параметри системи розробки, наведена технологія та організація гірничих робіт, розрахований обсяг видобутку гірничої маси та підрахунок обсягів добувних робіт, встановлена кількість гірничо-транспортного обладнання для видобувних робіт, розраховані параметри буро-вибухових робіт і розробка негабариту.

**У третьому розділі** проаналізовані публікації щодо технологій розробки родовищ гранітів, сформульовані мета, об'єкт та предмет дослідження,

поставлені задачі дослідження, обґрунтовані параметри технологічних схем видобутку гранітів, виконані розрахунки діючого та запропонованого транспортних комплексів, обґрунтована ефективність прийнятих технологічних рішень, в тому числі економічних.

У четвертому розділі наведені вимоги безпеки під час видобування штучного каменю, представлені загальні положення про охорону праці на підприємстві, заходи щодо охорони навколишнього середовища, протипаварійний захист та санітарно-побутове обслуговування працюючих.

*Ефективність й оригінальність отриманих результатів:*

- обґрунтовані параметри системи розробки гранітів з використанням одноківшевих екскаваторів типу “механічна лопата” з навантаженням до автосамоскидів;

- встановлена залежність продуктивності гранітного кар'єру від собівартості транспортування корисної копалини із застосуванням у якості навантажувального і частково транспортного устаткування потужних колісних навантажувачів;

- запропонована схема транспорту з використанням колісних навантажувачів може бути впроваджена як на етапі розкриття родовища, так і під час його розробки. Це дасть можливість отримати економічний ефект в обсязі 1-3 млн. м<sup>3</sup> гірничої маси залежно від виробничої потужності кар'єру.

- встановлено, що найбільш ефективною гірничотранспортною схемою розробки корисних копалин в умовах низької виробничої потужності є схема із застосуванням колісного навантажувача як виймального обладнання та, частково, транспортного засобу. Вартість транспортування 1 м<sup>3</sup> руди за цією схемою складе 15,12-23,8 грн.

*Область застосування:* технологія ведення видобувних робіт на гранітних кар'єрах.

*Ключові слова:* ГРАНІТ, ВИДОБУВНІ РОБОТИ, ЩЕБЕНЕВИЙ КАР'ЄР, ПАРАМЕТРИ ВІДПРАЦЮВАННЯ, ОДНОКІВШЕВИЙ ЕКСКАВАТОР, КОЛІСНИЙ НАВАНТАЖУВАЧ, АВТОСАМОСКИД, ВИРОБНИЧА ПОТУЖНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ВИХІДНІ ДАНІ.....	8
1.1. Загальні відомості про Знам'янське родовище гранітів .....	8
1.2. Геологічна будова та гідрогеологічна характеристика родовища .....	8
1.3. Запаси та якісна характеристика корисних копалин .....	9
1.4. Фізико-механічні властивості гранітів.....	11
1.5. Основні виробничі та показники гірничо-технічної частини.....	12
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	13
2.1. Основні напрямки розвитку гірничих робіт .....	13
2.2. Параметри системи розробки.....	14
2.3. Технологія та організація гірничих робіт.....	15
2.4. Визначення параметрів робочої площадки, транспортної берми та призми обрешення.....	16
2.5. Режим роботи кар'єру.....	18
2.6. Розрахунок обсягу видобутку гірничої маси та підрахунок обсягів добувних робіт.....	18
2.7. Встановлення кількості гірничо-транспортного обладнання для видобувних робіт.....	19
2.8. Розкривні роботи та основне гірниче обладнання Знам'янського кар'єру....	20
2.9. Буро-вибухові роботи та розробка негабариту .....	20
3. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВЕДЕННЯ ВИДОБУВНИХ РОБІТ НА КАР'ЄРІ .....	23
3.1. Аналіз публікацій щодо технологій розробки родовищ гранітів для виготовлення щебеневої продукції.....	23
3.2. Формулювання мети, об'єкту та предмету дослідження. Задачі та методи дослідження. ....	25
3.3. Обґрунтування параметрів транспортування гірничої маси автосамоскидами підвищеної продуктивності.....	26
3.3.1 Розрахунок діючого транспортного комплексу.....	26
3.3.2 Розрахунок запропонованого транспортного комплексу.....	27

3.3.3 Обґрунтування ефективності прийнятих технологічних рішень.....	28
Висновки.....	33
4. ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ .....	35
4.1. Вимоги безпеки під час роботи однокішшевих екскаваторів та автотранспорту .....	35
4.2. Загальні положення про охорону праці на підприємстві .....	43
4.3. Комплексні заходи по досягненню нормативів безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, попередження випадків виробничого травматизму.....	45
4.4. Провітрювання кар'єру.....	46
4.5. Заходи щодо охорони навколишнього середовища.....	48
ВИСНОВКИ.....	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	52
ДОДАТОК А.....	54
ДОДАТОК Б .....	55

## ВСТУП

Граніт являє собою глибинну гірську породу, до складу якої входить кварц, біотит, польовий шпат. Це найпоширеніший кам'яний матеріал, що видобувається в континентальній корі землі. Тривалий час граніт активно використовується як будівельний камінь. Він має однорідну структуру, високу міцність, приємний колір. Україна може похвалитися великими гранітними родовищами. В Україні кристалічний щит пролягає по всій території країни, захоплюючи смугу від північного заходу до південного сходу. У певних регіонах країни зустрічається і видобувається унікальний вид граніту, що не зустрічається ніде більше в світі. За технічним і естетичним характеристикам український граніт являється одним з найкращих. Даний матеріал найбільше відштовхує вологу і має велику міцність.

У Житомирській області розташований рідкісний камінь з дуже красивим малюнком і хорошою структурою, його, природно, експортують в інші країни так як аналогів якому немає ніде в світі [1].

У більшості випадків технологія його видобування і переробки у товарну продукцію досить проста. Вона поєднує буровибухові роботи, навантаження однокішчевими екскаваторами до автосамоскидів з подальшим транспортуванням до складів. Надалі за допомогою дробильно-сортувальних установок відбувається декілька стадій дроблення до відповідних фракцій з виготовленням щебеневої продукції. Потім готова продукція відвантажується до залізничного транспорту і доставляється замовнику.

Слід зазначити, що від раціонального вибору виймально-навантажувального і транспортного устаткування, схем їх сумісної роботи, в першу чергу, залежить продуктивність гранітного кар'єру з видобутку корисної копалини, її собівартість і техніко-економічні показники гірничого виробництва.

У цьому зв'язку обґрунтування параметрів технологічних схем розробки родовищ гранітів з використанням однокішшових екскаваторів і навантажувачів у комплексі з автосамоскидами є актуальним науково-практичним завданням.

## **1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ВИХІДНІ ДАНІ**

### **1.1 Загальні відомості про Знам'янське родовище гранітів**

Суботцівське (Знам'янське) родовище гранітів є сировиною базою ВП «Знам'янський кар'єр» філії «ЦУП» АТ «Укрзалізниця».

Родовище розташоване на південь від села Суботці, Знам'янського району Кіровоградської області.

Вперше родовище гранітів для виробництва колійного щебеню було розвідано у 1949-1950 роках Київським філіалом „Діпротранскар'єр” у кількості 2,9 млн.м<sup>3</sup>.

Будівництво щебзаводу було розпочато у 1952 році, а промислова розробка у 1956 році після закінчення будівництва Знам'янського щебеневого заводу Одеської залізниці.

Рельєф родовища рівнинний з ухилом на південний схід, роз'єднаний річками та кручами. Найбільші відмітки сягають значень 159,0-161,5 м; найменші 125,0-126,5м.

Клімат континентальний, зима м'яка з частими потепліннями, малосніжна. Середня температура найбільш холодного місяця -6°C, найбільш теплого +20,0°C.

Річна кількість опадів 546 мм. Найбільша глибина промерзання 1,2 м.

Найближчі населені пункти: с. Константи́нівка в 2 км на північний схід; село Новороманівка – 3,5км на південний схід; село Ново-Павлівка – 3,5 км на південь. Місто Знам'янка розташоване в 18 км на південний схід від родовища. Найближча залізнична станція Сахарна, до якої прилягає кар'єрна під'їзна колія, знаходиться в 6 км південно-східного напрямку від родовища.

Підприємство зв'язане з містом Знам'янка також і автомобільним шляхом, який проходить до міста Кропивницького.

### **1.2 Геологічна будова та гідрогеологічна характеристика родовища**

**Геологічна будова.** В геологічній будові родовища приймають участь кристалічні породи докембрію, осадкові відкладення третинного та четвертинного періодів, які представлені плагіоклазовими та біотітовими



гранітами. У верхній частині граніти вивітрілі та тріщинуваті. Тріщини з глибиною зменшуються.

До корисної товщі віднесені затронуті вивітрілістю та незмінні граніти потужністю до глибини підрахунку запасів. Відмітки кривлі складають 144,4-123,3 м. Покривні породи не відпрацьовані тільки на південній частині західної ділянки. Покривні породи представлені рихлими та скальними.

До рихлих покривних порід відносяться ґрунто - рослинний шар, суглинки, глини та дрісва загальною потужністю 0,6 – 9,5 м. До скельних покривних порід – вивітрілі граніти загальною потужністю до 8,0 м. Геологічні розрізи родовища показані на рисунку 1.1.

***Гідрогеологічна характеристика родовища.*** Розвідана площа родовища роз'єднана річками Аджамка та Сріблянка на три частини, одна з яких представляє собою відпрацьований та затоплений водою кар'єр. Основним водоносним горизонтом є горизонт, приурочений до тріщинуватої зони гранітів. Тріщинуватість гранітів розвинута у верхній частині до глибини 25-30 метрів , з глибиною зменшується і приток води.

### ***1.3 Запаси та якісна характеристика корисних копалин***

***Запаси корисних копалин.*** Балансові запаси корисних копалин були затверджені Державною комісією України по запасах корисних копалин при Держкомгеології України” (Протокол №368 від 29.02.1996 року) в якості сировини, придатні для виробництва щебеню для баластного шару залізничної колії за ГОСТом 7392-85 та будівельного щебеню за ДСТУ Б В.2.7-29-85 „Дрібні заповнювачі для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт”, ДСТУ Б В.2.7-75-98 „Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів та робіт. Технічні умови” ДСТУ Б В.2.7-74-98 „Крупні заповнювачі для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт”, а також бутового каменю.

За результатами геолого-економічної експертизи, виконаної підрядною спеціалізованою організацією ТОВ «Геопроф» в 2014 році, запаси корисних копалин переоцінені і затверджені Державною комісією України по запасах корисних копалин при Державній службі геології та надр України (Протокол №3301 від 22.01.2015року). Протокол ДКЗ України №368 від 29.02.1996 року

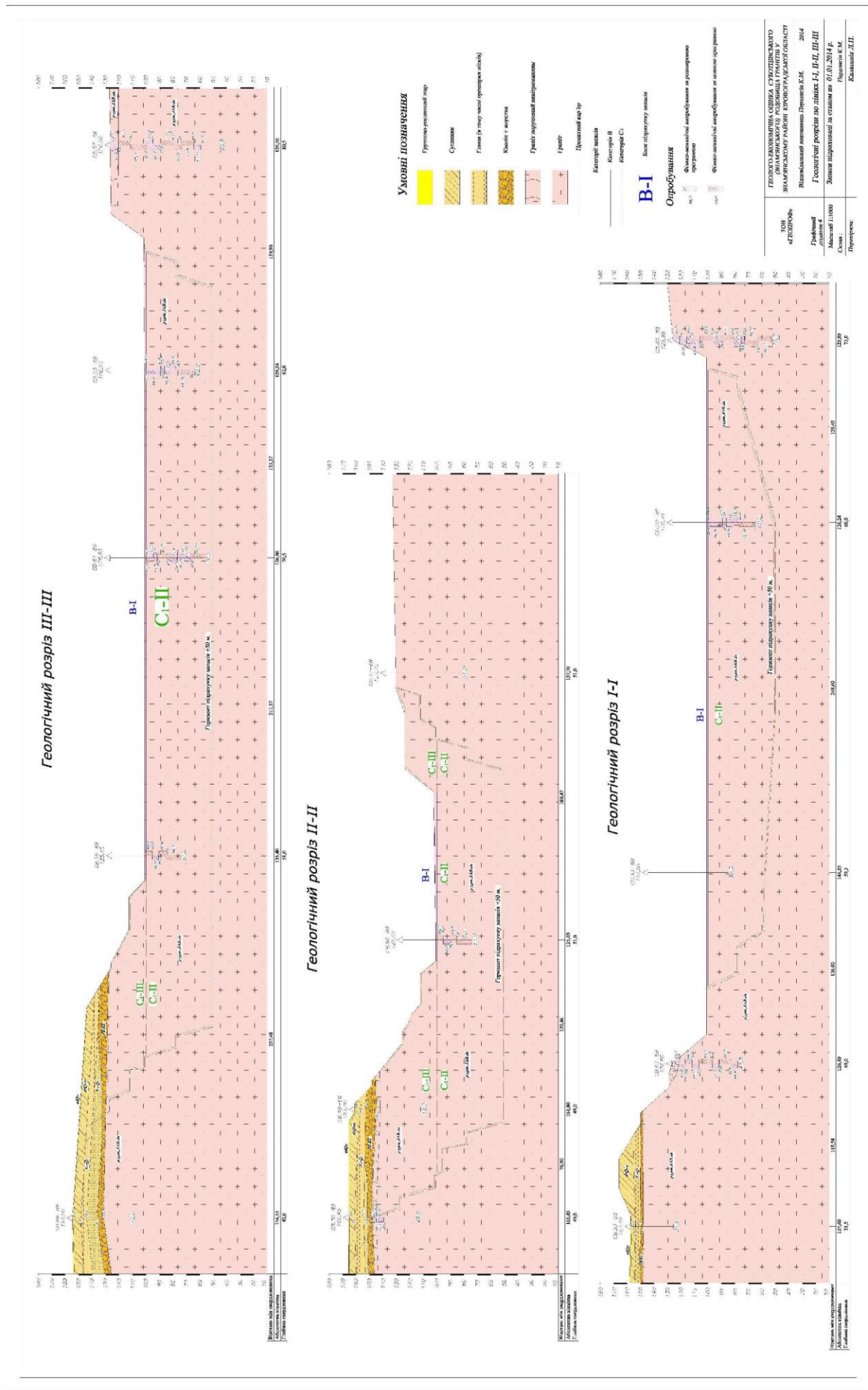


Рисунок 1.1 – Геологічні розрізи роовища

втратами чинність у зв'язку з повною переоцінкою запасів гранітів Суботцівського (Знам'янського) родовища станом на 1.01.2015 року, які становлять в тис.м<sup>3</sup> всього 10245, в тому числі за категоріями В – 203 та С<sub>1</sub> -10042.

Експлуатаційні втрати складаються згідно робочого проекту гірничих робіт (1985р.) з втрат І групи в бортах кар'єру та втрат ІІ групи – при транспортуванні та виконанні буро-вибухових робіт, всього -1%. Втрати за 11 місяців – складають 1,5 тис.м<sup>3</sup> (табл. 1.1.)

Таблиця 1.1 – Показники повноти одержання та втрат мінеральної сировини

№ п\п	Показники	значення показників	
		11 місяців 2020 року	2021 рік
1	Одержання ( видобуток) в тис. м <sup>3</sup>	148,9	165
2	Вміст корисного компонента (%)	100	100
3	Коефіцієнт втрат	0,01	0,01
3	Значення втрат в тис. м <sup>3</sup>	1,5	1,7
4	Балансові запаси, що підлягають погашенню (тис. м <sup>3</sup> )	150,4	166,7

**Якісна характеристика корисних копалин.** За фізико-механічними властивостями граніти ВП «Знам'янський кар'єр» відносяться до VIII-X групи за класифікацією згідно СНП ( 9-10 за шкалою М.М. Протод'яконова).

Оцінка якості гранітів проводилась згідно вимог ГОСТу 7392-85 „Щебінь з природного каменю для баластного шару залізничної колії. Технічні умови”.

За результатами лабораторних досліджень граніти родовища відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-29-85, ДСТУ Б В.2.7-32-95 „Дрібні заповнювачі для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт” ДСТУ Б В.2.7-75-98 „ Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів та робіт. Технічні умови”, ДСТУ Б В.2.7-74-98 „ Крупні заповнювачі для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт” та придатні для виготовлення щебеню для шару залізничної колії та будівельного щебеню.

#### **1.4 Фізико-механічні властивості гранітів**

1. Межа міцності при стисканні :

- в сухому стані 868 – 1380 кг/см<sup>2</sup> ;
- в водонасиченому стані 763 – 1242 кг/см<sup>2</sup> ;

2. Категорія міцності	IX – X ;
3. Стійкість щебеню на опір удару на копрі ПМ	марка щебеню У-75;
4. Коефіцієнт морозостійкості	0,87 -0,99 ;
5. Водопроникливість	0,1-0,9 ;
6. Середня об'ємна вага у цілику	2,674 т/м <sup>3</sup> ;
7. Об'ємна вага у сипкому стані	1,85 т/м <sup>3</sup> ;
8. Коефіцієнт рихлення	1,45 ÷ 1,5.

За результатами лабораторних досліджень граніти родовища відповідають вимогам ДСТУ та придатні для виготовлення щебеню для баластного шару залізничної колії та будівельного щебеню.

### ***1.5. Основні виробничі та показники гірничо-технічної частини***

1. Продуктивність підприємства	440 тис.тонн кам'яно-щебеневої продукції
2. Спосіб видобутку	відкритий (екскаваторний з попереднім рихленням бурильно-підривними роботами)
3. Транспортування корисних копалин	автосамоскидами БілАЗ-7522, БілАЗ-7523
4. Режим роботи підприємства	у три зміни, <u>250</u> робочих дні на рік.

### ***Основні показники гірничо-технічної частини***

1. Корисні копалини	граніти
2. Балансові запаси на 01.11.2020 року	<u>9148,2</u> тис.м <sup>3</sup>
3. Середня потужність корисних копалин	64,0-76,0 м
4. Система розробки родовища	транспортна з паралельним міщенням фронту робіт
5. Кар'єрний автотранспорт	БілАЗ 7522, БілАЗ 7523
6. Водовідлив	1 насос ЦНС 300x120
7. Виробничий план на 2021рік	165 тис.м <sup>3</sup> гірничої маси у щільному стані

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Основні напрямки розвитку гірничих робіт

Суботцівське родовище гранітів розробляється одним кар'єром.

Ділянка № 1 (західна) площею 20,2 га , глибиною 48 м розташована на правому березі річки Сріблянки, розробляється трьома горизонтами. Абсолютна відмітка підшови II добувного горизонту + 112,0 ÷ 114,0м (відпрацьований); абсолютна відмітка підшови III горизонту згідно проекту, +102,0 м (практично відпрацьований); абсолютна відмітка підшови IV горизонту згідно проекту +89,0 м; абсолютна відмітка підшови V горизонту згідно проекту +76,0 м (рис. 2.1).

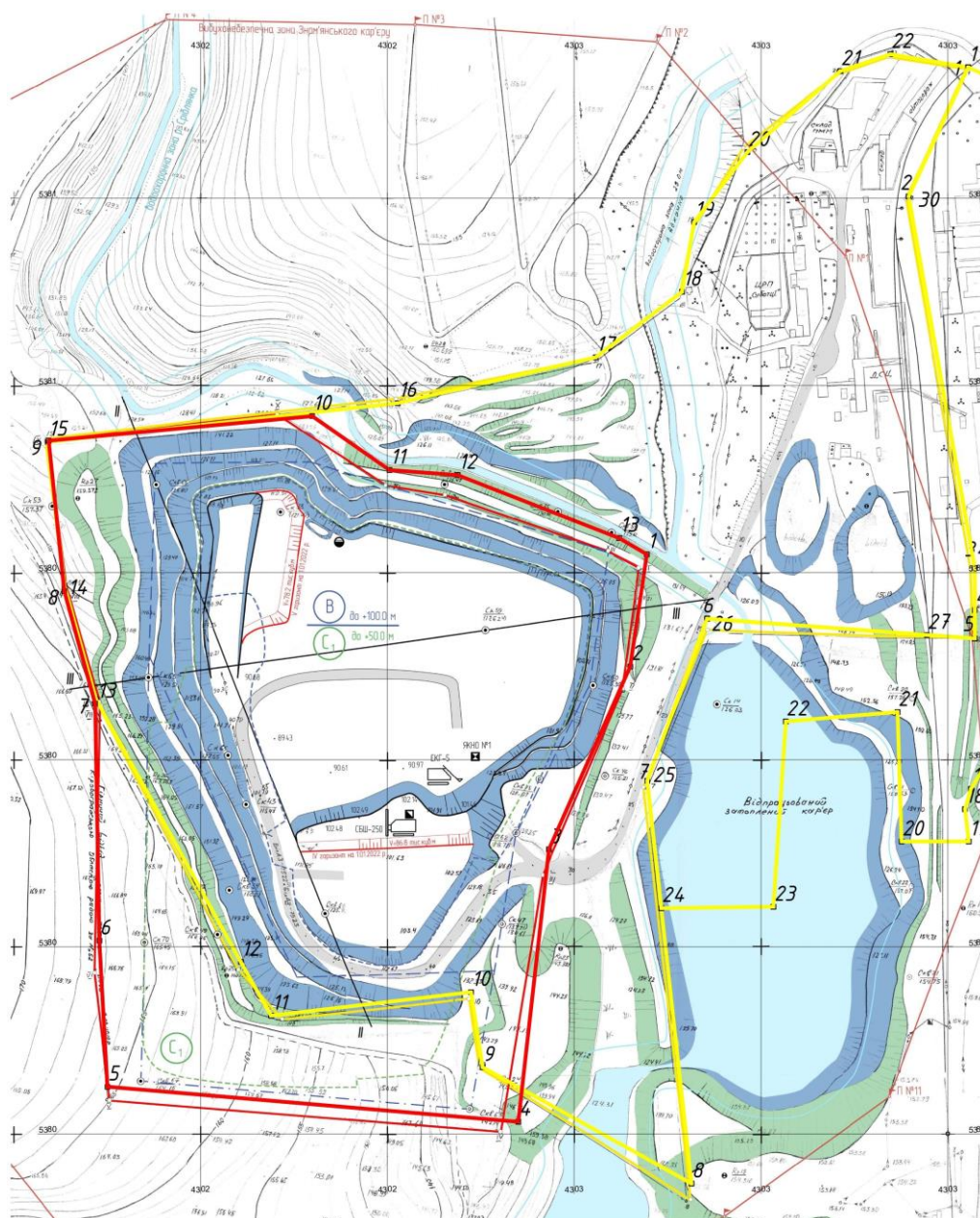


Рисунок 2.1 – План розвитку гірничих робіт (станом на 2021 рік)

Ділянка № 2 (східна) площиною 15,4 га найбільшою глибиною 60 м, розташована на лівому березі річки Аджамка, відпрацьований до проектних глибин, затоплений; площа кар'єру вилучена з земельного відводу підприємства.

Балансові запаси в межах гірничого відводу складають на 1.12.2020 року 9148,2 тис.м<sup>3</sup>, що забезпечить видобуток мінеральної сировини та випуск продукції в заданому обсязі та асортименті.

На 2021 рік плануються добувні роботи в обсязі 165 тис.куб.м. на IV та V горизонтах.

Транспортування видобутої гірничої маси здійснюється автотранспортним шляхом „забій-ДСЦ”.

## 2.2. Параметри системи розробки

Система розробки родовища (табл. 2.1) на Знам'янському кар'єрі транспортна з паралельним зміщенням фронту робіт з застосуванням екскаваторів типу механічної лопати ЕКГ-5 А та автосамоскидів БілАЗ 7522, БілАЗ 7523 для перевезення гірничої маси.

Таблиця 2.1 – Параметри системи розробки родовища

параметри	Уступы				
	Iпокp.	IIдоб.	IIIдоб.	IVдоб.	Vдоб.
Висота уступу, м	7÷8	12	12÷13	12÷13	12÷13
Відмітка підосви горизонту, м	+125,0÷127,0	+112,0÷114,0	+101,0÷102,0	+89,0÷90,0	+76,0÷77,0
Найменша розрахункова ширина робочого майданчику, м	62,75	61,3	35,4	35,4	35,4
Ширина транспортної берми, м	25	25	25	25	25
Ширина запобіжної берми, м	8	8	8	8	8
Кут укосу уступу, градус:					
- робочого	75	80	80	80	80
- фіксованого	70	75	75	75	75
Ширина бурової заходки по цілику, м	12,5	24,2	24,5	24,5	24,5
Повна ширина розвалу, м	25	43,2	44,5	44,5	44,5
Ширина смуги безпеки (призми обвалу), м	0,8	1,15	1,25	1,25	1,25

### 2.3. Технологія та організація гірничих робіт

Існуюча технологія при екскаваторному способі розробки родовища – циклічна із використанням гірничо-транспортного обладнання циклічної дії (одноківшових екскаваторів ЕКГ- 5А, ЕКГ-4,6 Б та автосамоскидів БЛАЗ-7522 та БЛАЗ -7523) (рис. 2.2).

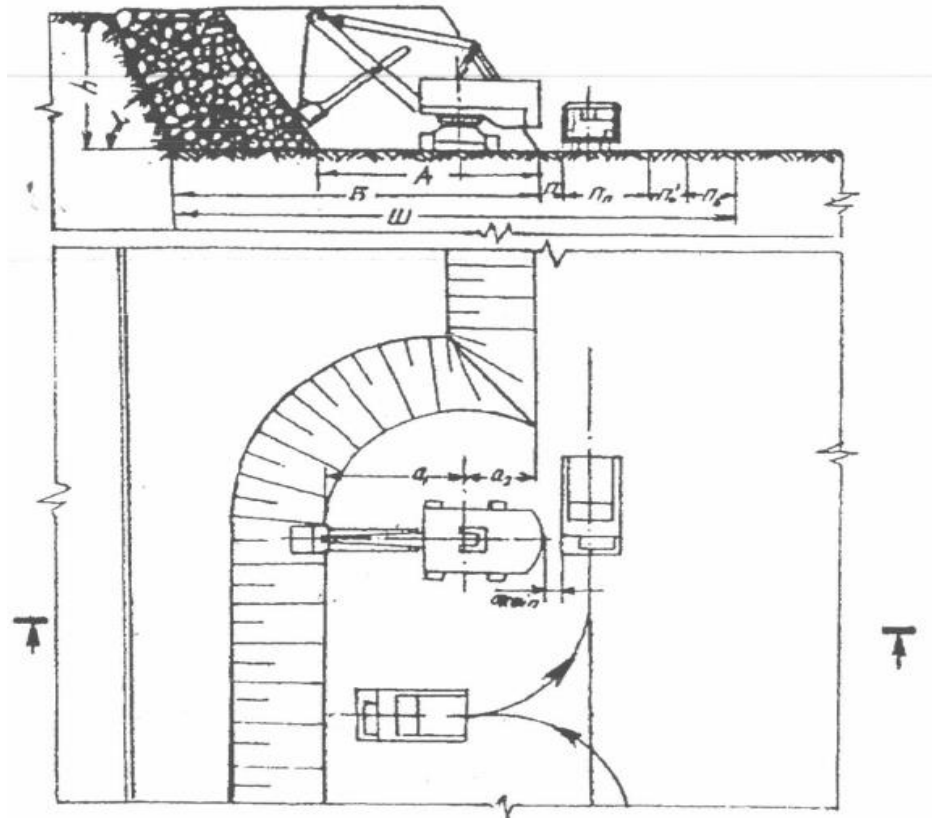


Рисунок 2.2 – Паспорт вибою ІV видобувного горизонту

Елементи системи розробки з чисельними значеннями їх параметрів наведені у таблиці 2.2

Показники	Позначення	Значення
Висота уступу, м	$h$	12-12,5
Ширина західки по цілику, м	$A$	14
Відстань від осі ходу екскаватора до нижньої брівки екскаваторної західки, м		
-внутрішньої	$a_1$	9,3
-зовнішньої	$a_2$	4,7
Ширина обочини з верхової сторони, м	$П_0$	1,5
Ширина проїжджої частини, м	$П_n$	11,0
Ширина обочини низової сторони з урахуванням устрою лотку та загородження, м	$П_0$	4,5
Ширина полоси безпеки (обвалу), м	$П_б$	1,2
Повна ширина розвалу розрихленої вибухом породи, м	$B$	44,5
Ширина робочої площадки, м	$Ш$	62,8
Мінімальна відстань від нижньої брівки уступу або транспортним засобом та контрвантажем екскаватору	$a_{min}$	1

## 2.4. Визначення параметрів робочої площадки, транспортної берми та призми обрушення

Найменша розрахункова ширина робочої площадки уступу визначається за формулами:

- для скельних порід:  $Ш_c = B + П_n + П_o + П_o' + П_б;$

- для нещільних порід:  $Ш_p = A + П_n + П_o + П_б,$

де  $B$  – повна ширина розвалу розрихленої вибухом породи:  $B = A + M,$

$A$  – ширина бурової заходки по цілику, яка відповідає параметрам бурильно-вибухових робіт, м :

$$A = П_б + H (ctg \alpha - ctg \gamma) + B (n - 1),$$

де  $П_б$  – ширина смуги безпеки між першим рядом свердловин та бровкою уступу,  $П_б = 3,0$  м;  $\gamma$  – кут нахилу свердловини  $\gamma = 0^\circ$ ;  $\alpha$  - кут робочого укосу уступу,  $\alpha = 75 \div 80^\circ$ ;  $B$  – відстань між рядами свердловин,  $B=6,0$  м;  $M$  – неповна ширина розвалу, що визначається в залежності від вишини уступу:

- для горизонту I при  $H = 8,0$ м :  $M = 12,6$ м;
- для горизонту II при  $H = 12,0$ м :  $M = 19,0$ м;
- для горизонтів III-V при  $H = 13,0$ м :  $M = 20,0$ м.

Таким чином :

$A_I = 3 + 8 (0,2679 - 0) + 6 (1 - 1) = 12,5$ м ;	$B_I = 12,5 + 12,5 = 25,0$ м;
$A_{II} = 3 + 12 (0,2679 - 0) + 6 (4 - 1) = 24,2$ м ;	$B_{II} = 24,2 + 19 = 43,2$ м;
$A_{III} = 3 + 13 (0,2679 - 0) + 6 (4 - 1) = 24,5$ м;	$B_{III} = 24,5 + 20 = 44,5$ м.
$A_{IV} = 3 + 13 (0,2679 - 0) + 6 (4 - 1) = 24,5$ м;	$B_{IV} = 24,5 + 20 = 44,5$ м.
$A_V = 3 + 13 (0,2679 - 0) + 6 (4 - 1) = 24,5$ м;	$B_V = 24,5 + 20 = 44,5$ м.

Елементи транспортної смуги для автосамоскидів БілАЗ-7522 мають наступні значення :

$П_n$  - ширина проїжджої частини ,  $П_n = 11,0$  м;

$П_o$  - ширина обочини з верхової сторони,  $П_o = 1,5$  м;

$П_o'$  - ширина обочини з низової сторони з урахуванням устрою лотку та загородження,  $П_o' = 4,5$  м;

$П_б'$  - ширина смуги безпеки (призми обвалу) визначається за формулою:

$$П_б' = H (ctg \varphi - ctg \alpha),$$



де  $\alpha$  – кут робочого укосу уступу;  $\varphi$  – кут стійкості укосу уступу, визначається за табл.38 ”Довідкового керівництва ...” Гілевича [2]:

- для горизонту I при  $H = 8,0\text{м}$  :  $\varphi = 70^\circ$  ;  $\alpha = 75^\circ$  ;
- для горизонту II при  $H = 12,0\text{м}$  :  $\varphi = 75^\circ$  ;  $\alpha = 80^\circ$  ;
- для горизонту III при  $H = 13,0\text{м}$  :  $\varphi = 75^\circ$  ;  $\alpha = 80^\circ$  .
- для горизонту IV при  $H = 13,0\text{м}$  :  $\varphi = 75^\circ$  ;  $\alpha = 80^\circ$  .
- для горизонту V при  $H = 13,0\text{м}$  :  $\varphi = 75^\circ$  ;  $\alpha = 80^\circ$  .

Таким чином, ширина смуги безпеки (призми обвалу) дорівнює :

- для першого покривного горизонту  $P_{\delta I}' = 8 (\text{ctg } 70^\circ - \text{ctg } 75^\circ) = 0,8 \text{ м}$ ;
- для другого добувного горизонту  $P_{\delta II}' = 12 (\text{ctg } 70^\circ - \text{ctg } 75^\circ) = 1,15 \text{ м}$ ;
- для третього добувного горизонту  $P_{\delta III}' = 13 (\text{ctg } 70^\circ - \text{ctg } 75^\circ) = 1,25 \text{ м}$  .
- для четвертого добувного горизонту  $P_{\delta IV}' = 13 (\text{ctg } 70^\circ - \text{ctg } 75^\circ) = 1,25 \text{ м}$  .
- для п'ятого добувного горизонту  $P_{\delta V}' = 13 (\text{ctg } 70^\circ - \text{ctg } 75^\circ) = 1,25 \text{ м}$  .

Ширина транспортної берми визначається в залежності від кількості смуг руху, найбільших габаритів транспортних засобів та допустимих відстаней між ними, а також з урахуванням устрою кюветів, пішохідних доріжок та інше.

Ширина транспортної берми при двохсмуговій організації руху може бути прийнята по ОНТП [3] для автомобілів вантажопідйомністю 27 - 40 тон для скальних порід 25,0 м; для нещільних -30,0 м. Згідно ПБ [4] при погашенні уступів повинна залишатися охоронна берма шириною не менше третини відстані за вертикаллю між суміжними бермами ; повинні залишатися не більше ніж через кожні три уступи. В інших випадках ширина охоронної берми приймається 8,0 м задля можливості її механічної очистки.

Найменша ширина робочої площадки визначається згідно вище вказаних формул та дорівнює:

$$Ш_{cI} = 17,6 + 11 + 1,5 + 4,5 + 0,8 = 35,4 \text{ м};$$

$$Ш_{cII} = 43,2 + 11 + 1,5 + 4,5 + 1,10 = 61,3 \text{ м};$$

$$Ш_{cIII} = 44,5 + 11 + 1,5 + 4,5 + 1,25 = 62,75 \text{ м};$$

$$Ш_{cIV} = 44,5 + 11 + 1,5 + 4,5 + 1,25 = 62,75 \text{ м};$$

$$Ш_{cV} = 44,5 + 11 + 1,5 + 4,5 + 1,25 = 62,75 \text{ м}.$$

### 2.5. Режим роботи кар'єру

Тривалість зміни – 8 годин. Тривалість робочого тижня – 5 днів. Кількість робочих змін на добу – 2.

### 2.6. Розрахунок обсягу видобутку гірничої маси та підрахунок обсягів добувних робіт

Планом розвитку гірничих робіт на 2021 рік передбачено виробити щебеню 348 тис. тонн, відсіву 90 тис. тонн, каменю товарного 2,0 тис. тонн.

Річний обсяг видобутку гірничої маси у щільному стані, необхідний для виконання встановленого плану виробництва кам'яно-щебеневої продукції визначається в тонах із розрахунку середньої щільності гірничої породи 2,674 т/см<sup>3</sup>, враховуючи  $Q_{щ}$  – встановлений річний обсяг вироблення щебеню  $Q_{щ} = 348$  тис. тонн,  $Q_{в}$  – встановлений річний обсяг вироблення відсіву  $Q_{в} = 90$  тис. тонн,  $Q_{к}$  – річний обсяг видобутку товарного каменю  $Q_{к} = 2$  тис. тонн,

$$Q = (348 + 90 + 2) / 2,674 = 165 \text{ тис. м}^3.$$

Річний обсяг гірничої маси у розрихленому стані:  $Q_n = Q_p / K_p$ ,

де:  $K_p$  – коефіцієнт рихлення гірничої маси = 1,5;  $Q_n = 165 * 1,5 = 247,5$  тис.м<sup>3</sup>.

Відомості про підрахунок обсягів видобувних робіт наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Обсяги видобувних робіт

Потужність кар'єру	Продукція, тис.т			Гірнича маса, тис. м <sup>3</sup>	
	щебінь	відсів	камінь товарний	розрихленому стані	щільному стані
<b>Річна</b>	<b>348</b>	<b>90</b>	<b>2</b>	<b>247</b>	<b>165</b>
Січень	27	7		19,1	12,7
Лютий	28	8		20,2	13,5
Березень	31	8	1	22,4	15,0
<b>I квартал</b>	<b>86</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>61,7</b>	<b>41,1</b>
Квітень	33	8		23,0	15,3
Травень	26	7	1	19,1	12,7
Червень	29	8		20,8	13,8
<b>II квартал</b>	<b>88</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>62,8</b>	<b>41,9</b>
Липень	33	8		23,0	15,3
Серпень	31	8		21,9	14,6
Вересень	33	8		23,0	15,3
<b>III квартал</b>	<b>97</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>67,9</b>	<b>45,3</b>
Жовтень	29	8		20,8	13,8
Листопад	32	8		22,4	15,0
Грудень	16	4		11,2	7,5
<b>IV квартал</b>	<b>77</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>54,4</b>	<b>36,3</b>
середньодобова	1,6	0,4	0,0	1,1	0,7
середньо-місячна	34,0	7,5	0,17	23,4	15,6

## **2.7. Встановлення кількості гірничо-транспортного обладнання для видобувних робіт**

### **Вихідні дані :**

Категорія порід за трудністю екскавації – IV;

Марки екскаваторів, що працюють на видобутку – ЕКГ 5А; ЕКГ-4,6Б.

Змінна технічно обґрунтована норма виробки екскаватору з урахуванням коефіцієнту 0,8 при роботі у мокрих вибоях - 2187 м<sup>3</sup>;

Середньо-змінний обсяг видобутку гірничої маси в розрихленому стані - 747 м<sup>3</sup>.

Робочий парк екскаваторів на видобуванні визначається за формулою:

$$N_e = Q_{зм} / m_e,$$

де  $Q_{зм}$  – середньо змінний обсяг видобутку гірничої маси у розрихленому стані  $Q_{зм} = 747 \text{ м}^3$ ;  $m_e$  - змінна технічно обґрунтована норма виробки екскаватора,  $m_e = 2187 \text{ м}^3$ ;

$$N_e = 747 / 2187 = 0,4$$

Інвентарний парк екскаваторів збільшується при двозмінній роботі на 20%  $i = 0,5$ . Фактична кількість екскаваторів на видобувних роботах - 2 шт.

Робочий парк автосамоскидів, працюючих на транспортуванні гірничої маси визначається за формулою :  $N_a = Q_{зм} \gamma / (m_a C)$ ,

де:  $Q_{зм}$  – середньо змінний обсяг видобутку гірничої маси у розрихленому стані,  $Q_{зм} = 747 \text{ м}^3$ ;  $C$  – вантажопідйомність автосамоскиду,  $C = 30 \text{ т}$ ;  $\gamma$  – об'ємна вага гірничої маси у розрихленому стані,  $\gamma = 1,85 \text{ т/ м}^3$ ;  $m_a$  - змінна технічно обґрунтована норма виробки автосамоскидів при транспортуванні гірничої маси у рейсах,  $m_a = 23$ .

$$\text{Таким чином, } N_a = 747 \cdot 1,85 / (23 \cdot 30) = 2$$

Робота автосамоскидів організується не більше ніж у дві зміни. Інвентарний парк автосамоскидів для транспортування гірничої маси при двозмінному режимі роботи автотранспорту визначається з урахуванням коефіцієнту технічної готовності автопарку  $f = 0,8$  :

$$N_a'' = N_a / f = 2 / 0,8 = 2,5.$$

Фактична кількість автосамоскидів для транспортування гірничої маси – 7 штук.

## 2.8. Розкривні роботи та основне гірниче обладнання Знам'янського кар'єру

У зв'язку з повним розкриттям кар'єрного поля в 2021 році розкривні роботи не плануються. Основне гірниче обладнання Знам'янського кар'єроуправління станом на 01.11.2020 р. наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Основне гірниче обладнання Знамянського кар'єроуправління

Назва обладнання	Тип, марка	Рік випуску	Місце роботи	Технічний стан
Екскаватор	ЕКГ - 4,6 б	1978	видобуток	справний
Екскаватор	ЕКГ - 5А	1991	видобуток	справний
Екскаватор	HYUNDAI R-520	2013	IV горизонт	справний
Буровий станок	СБШ-250	1989	IV- V горизонт	справний
Бульдозер	T-130	1983	IV-V горизонт	справний
Бульдозер	T-130	1983	IV-V горизонт	справний
Бульдозер	T-130	1978	IV-V горизонт	справний
Буровий станок	СБУ-100		IV горизонт	справний

## 2.9. Буро-вибухові роботи та розробка негабариту

**Бурові роботи.** Буріння свердловин на видобувних горизонтах здійснюється буровим станком СБШ-250. Висота уступів  $12 \div 12,5$  м. Глибина свердловин з урахуванням перебуру складає  $13,5 \div 14$  м. Змінний обсяг бурильних робіт з урахуванням перебуру – 36,7 п.м. Основні показники бурових робіт наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Основні показники бурових робіт

Показники	Значення показників					
	10 місяців 2020р	план на 2021 рік				
		всього	по кварталам			
			I	II	III	IV
Обсяг зірваної гірничої маси у щільному стані, тис. м <sup>3</sup>	148,9	165	41,1	41,9	45,3	36,3
Загальний обсяг буріння, м	5415	6000	1500	1520	1650	1330
Змінний обсяг буріння, м - на основному бурінні	36,7	36,7				

Паспорт роботи бурового верстата СБШ-250 представлений на рисунку 2.3.

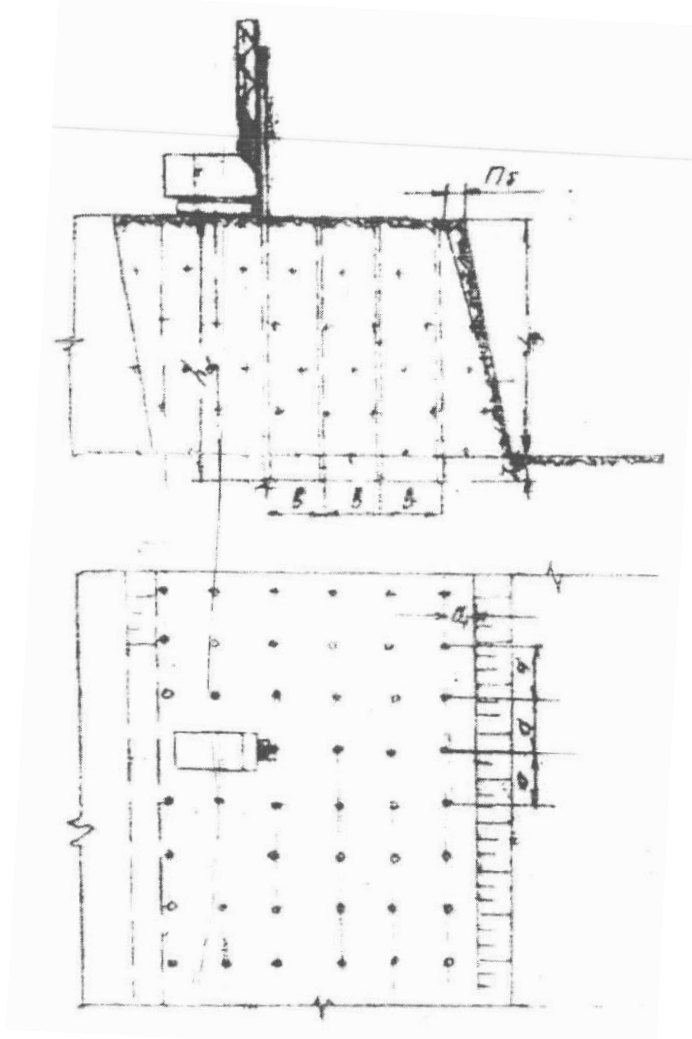


Рисунок 2.3 – Паспорт бурових робіт верстатом СБШ-250

Елементи системи розробки з позначеннями параметрів наведені в таблиці 2.6.

Показники	Позначення	Значення
Висота уступу, м	$h$	12,5
Глибина перебуру м	$h_n$	1,5
Глибина свердловин, м	$h_{св}$	14,0
Відстань між свердловинами, м	$a$	6,0
Відстань між рядами, м	$b$	6,0
Відстань між свердловинами 1-го ряду та бровкою уступу, м	$a_1$	3,0
Кут укосу, град	$\alpha$	80

**Вибухові роботи.** Вибухові роботи виконуються підрядним способом. До 31.12. 2020 р підрядником виступає ТОВ «Гранрозробка». Масові вибухи добувних блоків виконуються методом свердловинних зарядів електричним

способом за допомогою детонуючого шнуру з використанням електродетонаторів типу ЕД-КЗ- ПМ- 15.

Для проведення вибухових робіт використовувалися вибухові речовини та засоби ініціювання, що допущені до постійного застосування Держгірпромнаглядом України: У 2021 році філією «Центр управління промисловості» АТ «Українська залізниця» після проведення тендеру буде укладено договір з підрядником на проведення вибухових робіт.

Усі вибухові роботи виконуються згідно типового проекту. На кожний масовий вибух складається окремий проект.

### **3. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВЕДЕННЯ ВИДОБУВНИХ РОБІТ НА КАР'ЄРІ**

#### **3.1. Аналіз публікацій щодо технологій розробки родовищ гранітів для виготовлення щебеневої продукції**

В Україні знаходиться понад 1375 родовищ скельних нерудних корисних копалин, які розробляють глибокими кар'єрами. З них 747 осадових і метаморфізованих порід – вапняків, доломітів, кварцитів, пісковиків, мергелю; 628 магматичного походження – гранітів, діоритів, гранодіоритів, графіту тощо. Нерудні корисні копалини, які представлені міцними гірськими породами, є цінною мінеральною сировиною для металургійних, хімічних, будівельних, харчових галузей промисловості й сільського господарства. Останніми роками родовища таких копалин експлуатують з річним видобутком сировини у цілому по галузях: флюсової 25 – 30 млн. т; для виробництва цементу, вапна й інших в'язучих – 15 – 18 млн т; щебеневої продукції – 16 – 20 млн т. Обсяги видобутку їх поступово зростають. Запаси становлять понад 5 млрд. м<sup>3</sup>. Вони зосереджені у 22 областях країни. Залягають на глибині до 200 – 225 м під товщею порід розкриву потужністю до 30 – 50 м, а деякі й більше. Розробляють запаси кар'єрами, які інтенсивно поглиблюють й збільшуються в розмірах поверхнею від 0,25 до 3 км [5].

Система розробки нерозривно пов'язана зі структурою комплексної механізації. Структура комплексної механізації визначає тип, потужність і розстановку обладнання, що забезпечують ведення гірських робіт з необхідною інтенсивністю, об'ємами та якістю. Вона включає в себе комплекси гірничого, транспортного, допоміжного і дробильно-сортувального обладнання, що забезпечують виїмку і переміщення гірської маси в межах і за межами кар'єра, розкривних порід у відвали, а корисних копалин – до складів і споживачеві [6]

Основні технологічні комплекси щебених кар'єрів включають таке основне обладнання [7–9]: бурові верстати (пневмоударного, шарошечного, термічного або шнекового буріння); екскаватори з ковшами місткістю 3–20 м<sup>3</sup> або навантажувачі; автотранспорт (автосамоскиди вантажопідйомністю 12–180

т), залізничний транспорт або конвеєрний; рухомі дробарно-сортувальні установки; самохідні дробарки або напівстаціонарні дробарки; дробильно-сортувальні фабрики.

Технологічними комплексами щебневих кар'єрів виїмка природних природних блоків (окремостей) не передбачена. Після підготовки гірської породи вибухом до виймання відбувається зниження якості мінеральної сировини за міцністю порівняно з міцністю корисної копалини в масиві.

На кар'єрах застосовують такі технологічні схеми розробки гранітних порід з БВР [10–12].

1. Розробка гранітних покладів з валовою виїмкою порід, при якій корисна товща розділяється на виймальні шари, які відпрацьовуються окремими уступами. Сировина без сортування направляється на ДСФ. Навантаження підірваної корисної маси проводиться екскаваторами або навантажувачами в транспорт

2. Селективна розробка родовища з поуступним відпрацюванням корисної копалини. При такій схемі корисна товща родовища на підставі результатів розвідки і лабораторних випробувань зразків порід розбивається на виймальні шари з високою та низькою тріщинуватістю. З високою тріщинуватістю уступи відпрацьовуються вибуховим способом на щебневу сировину, з низькою тріщинуватістю уступи відпрацьовуються невибуховим способом з метою видобутку блоків природного каменю.

3. Селективна розробка щебневих кар'єрів з супутним видобутком блоків природного каменю з локалізованих ділянок полягає в поділі родовища на групи уступів, що мають локалізовані ділянки порід з різною тріщинуватістю, які перебувають в межах уступу, але на його різних ділянках. При такій схемі дотримується послідовність відпрацювання уступів в групі зверху вниз, розширюючи робочі майданчики з мінімальною шириною до максимальної ширини, а видобуток корисної копалини організовується по блоках в межах уступу.

Перевага схеми полягає в можливості керування якістю продукції в межах кожного уступу. При цьому збільшується кут укосу робочого борту кар'єру і



поліпшується розподіл розкривних робіт в часі, але виймальне обладнання доводиться періодично переганяти з уступу на уступ [6].

### **3.2. Формулювання мети, об'єкту та предмету дослідження. Задачі та методи дослідження**

На основі аналізу літературних джерел сформульовані об'єкт, предмет мета та поставлені задачі дослідження.

**Об'єкт досліджень:** видобувні роботи при відпрацюванні гранітних кар'єрів

**Предмет дослідження:** параметри видобування гранітів із застосуванням одноківшевих екскаваторів та колісних навантажувачів у комплексі з автосамоскидами.

**Мета роботи:** науково-технологічне обґрунтування параметрів розробки родовища гранітів.

У магістерській роботі використані наступні *методи досліджень*: аналітичного, графічного й математичного моделювання, метод логічних інженерних рішень, порівняння варіантів й аналогій. Зазначені методи досліджень використані при обґрунтуванні параметрів технологічних схем видобування гранітів, а також визначенні продуктивності одноківшевих екскаваторів типу ЕКГ та колісних навантажувачів у комплексі з автосамоскидами.

#### **Задачі дослідження:**

1. Виконати аналіз досліджень та публікацій щодо технологій видобування гранітів.
2. Обґрунтувати параметри системи розробки гранітів з використанням одноківшевих екскаваторів та автосамоскидів.
3. Розрахувати норми виробок діючого та запропонованого транспортного комплексу при виконанні видобувних робіт
4. Встановити залежність продуктивності гранітного кар'єру від собівартості транспортування корисної копалини.
5. Розрахувати економічну ефективність прийнятих технологічних рішень.

### 3.3. Обґрунтування параметрів транспортування гірничої маси автосамоскидами підвищеної продуктивності

Для обґрунтування ефективності прийнятих технологічних рішень пропонується діючі автосамоскиди БелАЗ 7523 вантажопідйомністю 40 т, що працюють у комплексі з ЕКГ 5А замінити на більш продуктивніші БелАЗ 7547 (45 т). Також для зменшення часу циклу та підвищення продуктивності видобувних робіт запропоновано замінити “механічні лопати” ЕКГ-5А на гідравлічні екскаватори Cat-385 С з об’ємом ковша 5,7 м<sup>3</sup>.

#### 3.3.1 Розрахунок діючого транспортного комплексу

Виймання корисної копалин здійснюється екскаватором ЕКГ-5А. В якості транспортних засобів застосовують автосамоскиди БелАЗ 7523.

Норма виробки автосамоскида БелАЗ 7523 визначається за формулою

$$T_{\text{ц}}^a = 2p \frac{60}{v_c} + T_{\text{оч}} + T_{\text{в.н}} + T_{\text{нав}} + T_{\text{в.р}} + T_p \quad (3.1)$$

де  $T_{\text{нав}} = 5$  хв – час навантаження автосамоскида,

$p = 1,6$  км, відстань відкати в один кінець, км

$v_c = 40,00$  км/год – середня швидкість руху,

$T_{\text{оч}} = 0,25$  хв – час очікування під завантаження,

$T_{\text{в.н}} = 0,3$  хв – час встановлення під завантаження,

$T_{\text{нав}} = 5$  хв – час навантаження автосамоскида,

$T_{\text{в.р}} = 0,3$  хв – час встановлення для розвантаження,

$T_p = 0,85$  хв – час розвантаження

$$T_{\text{ц}}^a = 2 \cdot 1,6 \frac{60}{40,00} + 0,25 + 0,3 + 5 + 0,3 + 0,85 = 11,2 \text{ хв}$$

$Q_a$  – фактичний об’єм гірничої маси в одному автосамоскиді, м<sup>3</sup>, що становить:

$$Q_a = n \cdot q_k \cdot k_n \quad (3.2)$$

де:  $n = 5$  – кількість ковшів для завантаження автосамоскиду,

$q_k = 5$  м<sup>3</sup> – геометричний об’єм ковша,

$k_n = 0,8$  – коефіцієнт наповнення ковша,

$$Q_a = 5 \cdot 5 \cdot 0,8 = 20 \text{ м}^3$$

Норма виробки автосамоскида БелАЗ 75483 розраховується за формулою та нормованими величинами, та становить:

$$Q_{авт}^{к.к} = \frac{T_{зм} - T_{нз} - T_{оп}}{T_{ц}^a} Q_a \quad (3.3)$$

де:  $T_{зм} = 480$  хв – тривалість зміни,

$T_{нз} = 35$  хв – час на виконання підготовчо-завершальних операцій,

$T_{оп} = 10$  хв – час на особисті потреби,

$T_{ц}^a = 11,2$  хв час завантаження одного автосамоскида,

$$Q_{авт}^{к.к} = \frac{480 - 35 - 10}{17,8} \cdot 20 = 776,8 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Кількість самоскидів, задіяних для транспортування корисної копалини становить:

$$n_{авт}^{к.к} = \frac{Q_{зм}^{к.к}}{Q_{авт}^{к.к}} \quad (3.4)$$

де:  $Q_{зм}^{к.к} = 2187 \text{ м}^3$  – змінна продуктивність кар'єру по корисній копалині,

$$n_{авт}^{к.к} = \frac{2187}{776,8} = 2,81 \text{ од.}$$

На основі розрахунку встановлено, що кількість автосамоскидів БелАЗ 7523 необхідних для виконання робіт по навантаженню корисної копалини з використанням екскаваторів ЕКГ-5А становить **3** одиниці.

### 3.3.2. Розрахунок запропонованого транспортного комплексу

Виймання корисної копалини здійснюється гідравлічним екскаватором Cat-385 С. В якості транспортних засобів застосовують автосамоскиди БелАЗ 7547.

Норма виробки автосамоскида БелАЗ 7547 визначається за формулою 3.1 і складає, при:

$T_{нав} = 3,5$  хв – час навантаження автосамоскида,

$r = 1,6$  км, відстань відкати в один кінець,

$v_c = 40,00$  км/год – середня швидкість руху,

$T_{оч} = 0,25$  хв – час очікування під завантаження,

$T_{в.н} = 0,3$  хв – час встановлення під завантаження,

$T_{нав} = 5$  хв – час навантаження автосамоскида,

$T_{в.р} = 0,3$  хв – час встановлення для розвантаження,

$T_p = 0,85$  хв – час розвантаження,

$$T_{\text{ц}}^a = 2 * 1,6 * (60/40) + 0,25 + 0,3 + 3,5 + 0,85 = 9,7$$

$Q_a$  – фактичний об'єм гірничої маси в одному автосамоскиді, м<sup>3</sup>, що становить:

$$Q_a = 5 \cdot 5,70 \cdot 0,85 = 24,22 \text{ м}^3$$

де:  $n = 5$  – кількість ковшів для завантаження автосамоскиду,

$q_k = 5,70$  м<sup>3</sup> – геометричний об'єм ковша,

$k_n = 0,85$  – коефіцієнт наповнення ковша.

Норма виробки автосамоскида БелАЗ 7547 розраховується за формулою та нормованими величинами, та становить:

$$Q_{\text{авт}}^{\text{к.к.}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{пз}} - T_{\text{оп}}}{T_{\text{ц}}^a} Q_a$$

де:  $T_{\text{зм}} = 480$  хв – тривалість зміни,

$T_{\text{пз}} = 35$  хв – час на виконання підготовчо-завершальних операцій,

$T_{\text{оп}} = 10$  хв – час на особисті потреби,

$T_{\text{ц}}^a = 9,7$  хв – час завантаження одного автосамоскида,

$$Q_{\text{авт.}}^{\text{к.к.}} = 480 - 35 - 10 / 9,7 * 24,22 = 1086,15 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Кількість запропонованих автосамоскидів, задіяних для транспортування корисної копалини становить:

$$n_{\text{авт}}^{\text{к.к.}} = \frac{Q_{\text{зм}}^{\text{к.к.}}}{Q_{\text{авт}}^{\text{к.к.}}}$$

де:  $Q_{\text{зм}}^{\text{к.к.}} = 2187$  м<sup>3</sup> – змінна продуктивність кар'єру по корисній копалині,

$$n_{\text{авт.}}^{\text{к.к.}} = 2187 / 1086,15 = 2 \text{ од.}$$

На основі розрахунку встановлено, що для транспортування гранітів необхідна кількість автосамоскидів БелАЗ 7547, що працюють у комплексі з екскаваторами Cat-385 складає 2 одиниці.

### 3.3.3 Обґрунтування ефективності прийнятих технологічних рішень

У сучасних умовах розробки корисних копалин відкритим способом ключову роль відіграє транспорт. При цьому собівартість транспортування гірської маси, особливо на глибоких кар'єрах, становить до 70% від загальної вартості видобутку корисних копалин [13]. Тому удосконалення схем

внутрішньокар'єрного транспортування корисних копалин при видобутку гранітів є актуальним науково-практичним завданням.

Відповідно до існуючого варіанта (схема 1), підготовлена до виїмки корисна копалина виймається екскаваторами ЕКГ-5А і ЕКГ-4Б з гірського масиву і відвантажується в автосамоскиди БелАЗ-7522 (23), якими через споруджену на борту кар'єру систему з'їздів доставляється на склад. Недоліками такої схеми є значна відстань транспортування корисних копалин автотранспортом (1,6 км), великий парк автосамоскидів для підтримки проектної виробничої потужності, а також наявність з'їздів технологічного автотранспорту. Також варто відзначити втрати та засмічення корисної копалини породами розкриву у зв'язку з їх транспортуванням самопливом по укосі уступу.

Для усунення цих недоліків пропонується нова гірничо-транспортна схема із застосуванням фронтальних колісних навантажувачів. Їх переваги перед екскаваторами полягають у маневреності, мобільності та меншій вартості. Завдяки цим перевагам пропонується два видобувні екскаватори ЕКГ-5А та ЕКГ-4Б масою 170 т замінити одним колісним навантажувачем Caterpillar 988 Н масою 50 т [14]. Особливість запропонованої схеми полягає в тому, що підготовлена до виїмки корисна копалина виймається з масиву колісним навантажувачем, після чого відвантажується в автосамоскиди і доставляється на рудний склад. Транспортування корисних копалин на рудний склад проводиться до того часу, поки під навантаження готової продукції не подадуть залізничний транспорт. Потім колісний навантажувач переїжджає до складу готової продукції і відвантажується в залізничний транспорт через бункер-перевантажувач.

Відповідно до методичних рекомендацій розрахунку ефективності нових інженерних рішень проведено техніко-економічне порівняння існуючої схеми та запропонованої при зміні виробничої потужності кар'єру 0,5 – 3 млн. м<sup>3</sup>/рік. Згідно з отриманими даними, складено графік зміни собівартості транспортування 1 м<sup>3</sup> руди в залежності від виробничої потужності кар'єру для схем 1 та 2.

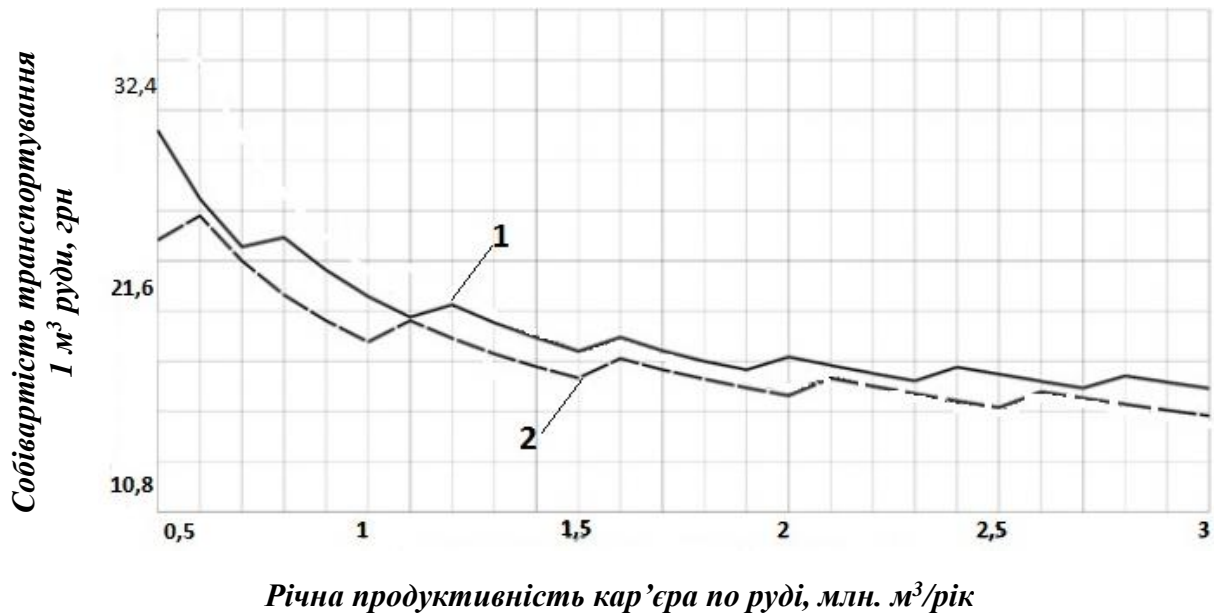


Рисунок 3.1 – Графік зміни собівартості транспортування 1 м<sup>3</sup> руди в залежності від виробничої потужності карера: 1 – діюча схема; 2 – запропонована схема

Графік на рис. 3.1 являє собою степеневу спадну функцію з періодично зростаючим значенням собівартості. Розмір періоду, через який відбувається зростання дорівнює річній продуктивності автосамоскида. Такі зміни обумовлені тим, що при досягненні певної виробничої потужності з видобутку корисних копалин виникає потреба у придбанні додаткового автосамоскида. Внаслідок цього відбувається зростання собівартості транспортування. Таким чином найбільш короткий період, через який відбувається зростання собівартості, має схема 1 (0,4 млн. м<sup>3</sup>/рік), так як продуктивність автосамоскида в цьому випадку найменша через великий час циклу екскаватора, а також простою через ремонти. Схема 2 дозволяє знизити час циклу навантаження, зменшити час простою виїмково-навантажувального та транспортного обладнання, а, отже, продуктивність автосамоскида при роботі з колісним навантажувачем зростає, що відображено на графіку більшим періодом, через який відбувається зростання собівартості транспортування (0,5 млн. м<sup>3</sup>/рік).

Аналіз збудованого графіка на рис. 3.1 показує, що найбільш ефективною з точки зору мінімізації собівартості транспортування корисних копалин є запропонована схема. Це пов'язано з тим, що ця схема характеризується найменшими металоємністю, витратами матеріалів і обслуговування. Ця схема

найефективніша за низької виробничої потужності (до 2-2,1 млн. м<sup>3</sup>/рік). Водночас скорочення парку автосамоскидів веде до зниження собівартості транспортування за високої виробничої потужності. Так, при продуктивності кар'єру більше 1,5 млн. м<sup>3</sup>/рік транспортування корисних копалин за схемою 2 стає вигіднішим ніж за схемою 1.

### 3.4. Транспорт гірничого підприємства

Технологічним автотранспортом в кар'єрі є автосамоскиди БілАЗ у кількості 7-х штук, в тому числі БілАЗ-7522 вантажопідйомністю 30 тон - 4 шт., та БілАЗ-7523 вантажопідйомністю 40 тон -3 шт., які використовуються для перевезення гірничої маси від забою до приймального бункеру дробильно-сортувального цеху. Для доставки працівників на роботу та з роботи на підприємстві в наявності автобус ЛАЗ-699 Р та мікроавтобус РАФ-2203802.

Для поливу технологічних автошляхів використовується переобладнаний трактор Т-150. Для ремонтних потреб є автокран КС 54-73 вантажопідйомністю 25 тон.

Для господарських потреб використовуються бортовий ГАЗ-53, малогабаритний бортовий автомобіль „ЖАК” та два самоскиди МАЗ-5551 та МАЗ-5549, службові автомашини Гретта. Для доставки працівників гірничого цеху, запасних частин та матеріалів до забою кар'єру використовується автобус ГАЗ-5312. Для доставки паливно-мастильних матеріалів використовуються бензовоз КрАЗ-256 Б. Для вивезення відходів дроблення з-під бункера відсіву у відвалах використовуються два автосамоскиди МАЗ-5551 та МАЗ- 5549. Показники роботи автомобільного транспорту наведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Показники роботи автомобільного транспорту

№ п\п	Показники	Значення показників
		10 міс.2020р
1	Загальний обсяг перевезень, тис.т	387
2	Загальний обсяг перевезень, тис.ткм	619
3	Середня відстань перевезень, км	1,6
4	Середня швидкість технічна, км/ год	40

5	Наявність парку автомобілів на початок року - загальна кількість - загальна вантажопідйомність	7 240
6	Середня вантажопідйомність, тон	34
7	Продуктивність - тис. тон - тис. т/км	55 88
8	Коефіцієнт використання парку	1
9	Коефіцієнт використання пробігу	1
10	Коефіцієнт вантажопідйомності	1

План вантажних перевезень автомобільним транспортом ВП «Знам'янський кар'єр» на 2021 рік наведений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – План вантажних перевезень автомобільним транспортом

Показники	план на 2021 рік				
	всього	за кварталами			
		I	II	III	IV
Загальний обсяг перевезень, тис.м <sup>3</sup>					
• сипкі покривні породи	-	-	-	-	-
• скельне покриття					
- гірнича маса (в розпушеному стані) т.тонн	440				
Відстань перевезень, км	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
- покривні породи					
- гірничої маси	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Загальний обсяг перевезень	440	110	112	121	97
- тис.тон					
- тис.тоно/км	748	187	190	206	165
У цій кількості виконується господарчим способом	440	110	112	121	97
- тис.тон					
- тис.тоно/км	748	187	190	206	165
Виконується підрядними організаціями	-	-	-	-	-

Автомобільні дороги. Кар'єрні автомобільні шляхи відрізняються від автошляхів загального призначення незначною довжиною в одному напрямку (1,6 – 3,5 км), малим радіусом кривих, високою інтенсивністю руху важких агрегатів, вантажопідйомність яких сягає 40 тон (БІАЗ 7523).



Постійні шляхи для автомобільного транспорту прокладені на поверхні кар'єру у капітальних траншеях, є простими по конструкції та одночасно достатньо стійкими у період їх експлуатації.

Тимчасово автошляхи прокладені на робочих уступах та на відвалах. Проїжджа частина автошляхів відсипана щебенем та відсівом. Кар'єрні автошляхи забезпечені відводом дощових та весняних паводкових вод.

Щорічно проводяться ремонти автошляхів. Утримання та ремонт включають роботи по знепиленню, очищенню від снігу та посипання шлаком чи відсівом при відлизі, а також роботи для забезпечення безпеки руху на проїжджій частині, які включають в себе відсипку вибоїн та профіліровку автошляхів.

На непрямих ділянках задля безпеки руху проїжджа частина виконана з поширенням. Радіуси заокруглень приймаються згідно СНП 2.05.07-85 на постійних автошляхах не менш ніж 30,0 м, на тимчасових автошляхах 10÷15м.

На небезпечних ділянках кар'єрні автошляхи загороджені валами з відходів виробництва висотою не менш ніж 1,0 м.

Найбільша швидкість руху, що допускається на кар'єрних автошляхах встановлена 40 км/год.

Ширина проїжджої частини встановлена 11,5 м, враховуючи габаритні розміри автосамоскидів БілАЗ-7523 з умовою залишення відстані між зустрічними автомобілями та по краях шляхів.

З метою поліпшення умов праці робітників підприємства та охорони навколишнього середовища автошляхи у суху погоду поливаються переобладнаним трактором Т-150. Профілі технологічних шляхів кар'єру та паспорт автошляхів підприємства прикладаються у графічній частині плану розвитку гірничих робіт на 2020 рік.

## **Висновки.**

1. Виконано аналіз технологічних рішень щодо технологій розробки родовищ гранітів з отриманням щебеневої продукції. На основі аналізу визначені основні технологічні схеми розробки гранітів з БВР: а) розробка гранітних покладів з валовою виїмкою порід, при якій корисна товща розділяється на

виймальні шари, які відпрацьовуються окремими уступами; б) селективна розробка родовища з поуступним відпрацюванням корисної копалини; в) селективна розробка щебених кар'єрів з супутним видобутком блоків природного каменю з локалізованих ділянок з поділом родовища на групи уступів.

2. Розраховані норми виробки діючого та запропонованого транспортного комплексу із заміною виймально-навантажувальних екскаваторів на більш продуктивніші Cat-385 С з навантаженням до автосамоскидів БелАЗ 7547. Встановлено, що при заміні екскаваторів та автосамоскидів зі збільшенням вантажопідйомності, кількість останніх зменшиться на одну одиниці у порівнянні з базовим варіантом.

3. Встановлена залежність продуктивності гранітного кар'єру від собівартості транспортування корисної копалини із застосуванням у якості навантажувального і частково транспортного устаткування потужних колісних навантажувачів. Це дало можливість розрахувати економічну ефективність прийнятих технологічних рішень з можливістю нарощування виробничої потужності кар'єру по корисній копалині.

4. Розроблені технологічні рішення для умов відкритої розробки родовищ гранітів із застосуванням колісних навантажувачів дозволяють знизити собівартість корисних копалин за рахунок зменшення металоємності, простоїв та маневреності виїмково-навантажувального обладнання. Запропонована схема транспорту може бути впроваджена як на етапі розтину родовища, так і під час його розробки. Це дасть можливість отримати економічний ефект в обсязі 1-3 млн. м<sup>3</sup> залежно від виробничої потужності кар'єру.

5. Встановлено, що найбільш ефективною гірничотранспортною схемою розробки корисних копалин в умовах низької виробничої потужності є схема із застосуванням колісного навантажувача як виїмкове обладнання та, частково, транспортний засіб. Вартість транспортування 1 м<sup>3</sup> руди за цією схемою складе 15,12-23,8 грн.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ

### ***4.1. Вимоги безпеки під час роботи однокішневих екскаваторів та автотранспорту***

#### **Однокішшеві екскаватори.**

2.1. Під час переміщення екскаватора по горизонтальному шляху або на підйом його ведуча вісь повинна бути ззаду, а при спусках зі схилу - спереду. Ківш необхідно опорожнити і утримувати не вище ніж 1 м від ґрунту, а стрілу установити по ходу екскаватора.

Під час руху крокуючого екскаватора ківш необхідно спорожнити, а стрілу установити в бік, протилежний напрямку руху екскаватора.

Під час руху екскаватора на підйом або під час спусків необхідно вживати заходів, які запобігають самовільному сковзанню по нахилу.

2.2. Перегін гірничих машин необхідно здійснювати тільки за письмовим розпорядженням посадової особи, на яку покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт, та за наявності затвердженого проекту організації робіт.

Перегін екскаватора необхідно здійснювати за сигналами помічника машиніста або спеціально призначеного працівника. При цьому повинна бути постійна видимість між ним та машиністом екскаватора. Для крокуючих екскаваторів допускається передача сигналів від помічника машиніста до машиніста через третього члена бригади.

Дозволяється перегін екскаватора за допомогою спеціальних перегінних дизель-електричних станцій.

2.3. Екскаватори необхідно розташовувати на уступі кар'єру або відвалу на твердій вирівняній основі зі схилом, що не перевищує допустимий технічним паспортом екскаватора. В усіх випадках відстань між бортом уступу, відвалу або транспортними посудинами і контрвантажем екскаватора повинна бути не менше ніж 1 м. Під час роботи екскаватора з місткістю ковша менше ніж 5 куб.м його кабіна повинна бути розташована з боку, протилежного від уступу.

Не дозволяється робота екскаватора під козирками і шматками гірничої маси, що нависають.

Козирки і шматки гірничої маси можна ліквідувати за допомогою гідромонітора або екскаватора, обладнаного допоміжним пристроєм. Конструкція пристрою та інструкція щодо його застосування повинні бути узгоджені із заводом - виробником екскаватора.

2.4. Під час навантаження екскаваторами в засоби залізничного транспорту та розвантаження їх на екскаваторних відвалах і складах машиністи екскаваторів повинні подавати сигнали відповідно до інструкції руху поїздів, що діє на гірничому підприємстві.

Таблицю сигналів необхідно вивісити на кузові екскаватора на видному місці і ознайомити з нею працівників екскаваторних та локомотивних бригад, водіїв автосамоскидів.

2.5. Під час навантаження екскаваторами в залізничні вагони та розвантаження їх на екскаваторних відвалах поїздова бригада повинна виконувати тільки сигнали машиніста екскаватора.

2.6. Не дозволяється під час роботи екскаватора перебування працівників (включаючи обслуговуючий персонал) у зоні дії ковша.

Під час роботи екскаваторів-драглайнів небезпечну зону з урахуванням закиду ковша необхідно огородити попереджувальним знаком "Небезпечна зона", який встановлюється на під'їзних коліях до екскаватора.

2.7. Канати, які застосовують на екскаваторах, повинні відповідати паспорту екскаватора. Підйомні та тягові канати потрібно періодично оглядати. Стрілові канати повинні бути оглянуті не менше одного разу на тиждень працівником, на якого покладено ці обов'язки, при цьому кількість розірваних дротин на довжині кроку звивки не повинна перевищувати 15% від їх загальної кількості в канаті. Кінці обірваних дротин, що стирчать, необхідно обрізати.

Результати огляду канатів, а також відомості про їх заміну із зазначенням дати установки і типу нового встановленого каната записуються в агрегатний журнал екскаватора.

2.8. У разі загрози обвалення або зсуву уступу під час роботи екскаватора або виявлення зарядів вибухових матеріалів, що не вибухнули, роботу екскаватора необхідно припинити і відвести його в безпечне місце.

Для виведення екскаватора з вибою необхідно завжди мати вільний прохід.

2.9. Під час роботи екскаватора на ґрунтах, які не витримують тиску гусениць, необхідно вживати спеціальних заходів, що забезпечують стійке положення екскаватора.

2.10. Навантаження екскаваторами типу драглайн в залізничні думпкари або інші ємності допускається за умови вживання заходів, що забезпечують безпечні методи роботи, і за наявності захисту у разі дотику ковша до контактного проводу тягової мережі.

2.11. У тих випадках, коли драглайн працює спарено з іншими екскаваторами або в комплексі із землерийними машинами інших типів при безтранспортній системі розкривних робіт, найкоротша відстань між ними повинна бути не меншою за суму найбільших радіусів їх дії, збільшену на 0,3 величини радіуса дії більшого екскаватора.

У разі необхідності допускається проведення робіт на більш близькій відстані за розробленим на підприємстві паспортом безпечного проведення робіт.

2.12. На екскаваторах необхідно мати паспорти завантаження автосамоскидів та вагонів-самоскидів.

### **Автомобільний транспорт.**

2.1. Земляне полотно для шляхів необхідно будувати з міцних ґрунтів. Не можна застосовувати для насипів торф, дерен і рослинні залишки.

Повздовжні ухили кар'єрних шляхів повинні відповідати техніко-економічному розрахунку з врахуванням забезпечення безпеки руху.

2.2. Ширина проїжджої частини шляху визначається зважаючи на розміри автомобілів і автопоїздів.

Тимчасові в'їзди в траншеї необхідно улаштувати так, щоб вздовж них під час руху транспорту залишався вільний прохід шириною не менше ніж 1,5 м.

2.3. У разі затяжних повздовжніх ухилів шляхів (більше ніж 0,06) необхідно влаштовувати горизонтальні площадки з ухилом не більше ніж 0,02, довжиною не менше ніж 50 м і не далі ніж через кожні 600 м довжини затяжного ухилу.

2.4. В особливо утруднених умовах на кар'єрних і відвальних шляхах величину радіусів кривих у плані допускається приймати в розмірі не менше двох конструктивних радіусів розвороту транспортних засобів по передньому зовнішньому колесу - при розрахунку на одиночний автомобіль і не менше трьох конструктивних радіусів розвороту - при розрахунку на тягачі з напівпричепами.

2.5. На узбіччі технологічних автодоріг і тимчасових з'їздів у кар'єрі з боку відпрацьованого простору необхідно споруджувати захисний вал з ґрунту, що огорожує призму обвалення.

Застосування на постійних дорогах захисних огорожень інших типів визначається проектом.

Висота захисного валу повинна бути не менше ніж  $\frac{1}{3}$  діаметра колеса автомобілів, що експлуатуються, вантажопідйомністю до 100 т і не менше ніж  $\frac{1}{2}$  діаметра колеса вантажопідйомністю 100 т і більше.

Під час відсипки захисного валу з м'яких і напівскельних порід його ширина в нижній частині повинна бути не менше ніж 3-кратна висота, а під час відсипки зі скельних порід - не менше ніж 2,5-кратна висота.

Ширина узбіччя доріг, на яких споруджується захисне огороження, визначається проектом, за яким відстань від подошви ґрунтового валу до крайки проїжджої частини повинна бути не менше ніж 0,5 м, а до бровки укусу - 1,0 м і відповідно 1,5 м та 1,0 м - від основи огороження під час спорудження його з бетону.

2.6. Керівництво гірничого підприємства зобов'язане створювати безпечні умови для руху транспортних засобів, забезпечити своєчасний ремонт автомобільних доріг. У зимовий період автошляхи необхідно систематично очищати від снігу та льоду, посипати піском, шлаком, дрібним щебенем або обробляти спеціальними розчинами.

2.7. Експлуатацію великотоннажних та інших технологічних транспортних засобів в кар'єрах необхідно проводити лише після їх технічного огляду згідно з Порядком проведення державного технічного огляду великотоннажних та інших технологічних транспортних засобів, затвердженим наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 27 січня 2010 року № 9, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 15 лютого 2010 року за № 163/17458 (НПАОП 0.00-6.01-10).

Кожен автомобіль повинен мати технічний паспорт, що містить його основні технічні та експлуатаційні характеристики. Кар'єрні автомобілі, що знаходяться в експлуатації, укомплектовують:

- засобами пожежогасіння;
- знаками аварійної зупинки;
- медичними аптечками;
- упорами (башмаками) для підкладання під колеса;
- двома дзеркалами заднього виду;
- засобами зв'язку;
- комплектом інструменту, передбаченим заводом-виробником;
- фарами для освітлення робочого майданчика і дороги;
- звуковою сигналізацією, яка вмикається під час руху заднім ходом.

2.8. Забороняється експлуатувати автосамоскиди вантажопідйомністю 30 т і більше, якщо вони не укомплектовані пристроєм блокування (сигналізації) підняття кузова під повітряною високовольтною лінією.

Ця вимога не поширюється на кар'єри, у яких відсутні перетини автомобільних шляхів з повітряними високовольтними ЛЕП.

2.9. На лінію автомобілі можуть бути випущені тільки за умови, що їх агрегати та вузли, які забезпечують безпеку руху, а також безпеку інших робіт, що передбачено технологією використання автотранспорту, знаходяться у справному стані. Водії повинні мати при собі документ на право керування автомобілем.

2.10. У разі проведення капітальних ремонтів і надалі в строк, передбачений заводом-виробником, необхідно проводити експертне обстеження вузлів, деталей

і агрегатів великовантажних автосамоскидів, які впливають на безпеку руху, згідно з Порядком проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 26.05.2004 № 687.

2.11. Швидкість і порядок руху автомобілів, автомобільних і тракторних поїздів на шляхах кар'єру визначається з урахуванням дорожніх умов. Рух на технологічних шляхах необхідно регулювати відповідними знаками.

2.12. На технологічних автомобільних шляхах не можна проводити обгін автомашин під час їх руху. В окремих випадках, у разі застосування автомобілів з різною технічною швидкістю руху, допускається обгін автомобілів за умов забезпечення безпеки руху.

2.13. Разовий заїзд на територію гірничого підприємства автомобілів, тракторів, тягачів, навантажувальних і підймальних машин та іншого виду транспорту, який належить іншим підприємствам і організаціям, допускається тільки після обов'язкового інструктажу водія або машиніста щодо встановлених на підприємстві схем маршрутів руху, швидкості та порядку руху за ними транспорту.

2.14. Буксирування несправних автосамоскидів вантажопідйомністю більше ніж 15 т необхідно здійснювати спеціальними тягачами.

Залишати на проїжджій частині дороги несправні автосамоскиди не дозволяється. Допускається тимчасово залишати автосамоскид на проїжджій частині дороги у разі його аварійної зупинки за умови огороження автомобіля з обох боків відповідними попереджувальними знаками.

Причепи та напівпричепи повинні бути обладнані гальмами та габаритними світловими сигналами "Стоп" і сигналами повороту.

Буксирувати автомобілі, верстати та обладнання можна тільки на жорсткому зчепі.

2.15. Шиномонтажні роботи необхідно здійснювати в окремих приміщеннях або на спеціальних огорожених майданчиках, оснащених необхідними



механізмами. Працівники, які виконують шиномонтажні роботи, повинні пройти навчання з питань охорони праці згідно з НПАОП 0.00-4.12-05.

2.16. Очищення кузова від налиплої і намерзлої гірничої маси необхідно проводити в спеціально відведеному місці із застосуванням механічних або інших засобів.

2.17. Під час навантаження автомобілів (автопоїздів) екскаваторами необхідно дотримуватись таких умов:

використовувати автомобілі з вантажопідйомністю, яка відповідає технічним характеристикам екскаваторів, що здійснюють їх навантаження;

автомобілі (автопоїзди), що чекають на навантаження, необхідно розміщувати за межами радіуса дії екскаваторного ковша і ставити їх під навантаження тільки після відповідного сигналу машиніста екскаватора. Відстань між транспортними засобами, що чекають на навантаження, повинна бути не менше ніж 5 м;

автомобіль (автопоїзд), що перебуває під навантаженням, повинен бути загальмований;

навантаження в кузов автомобіля (поїзда) необхідно здійснювати тільки збоку або ззаду. Перенесення екскаваторного ковша над кабіною автомобіля або трактора не дозволяється;

завантаженим автомобілем (автопоїздом) дозволяється рухатись до пункту розвантаження тільки після відповідного сигналу машиніста екскаватора.

2.18. Кабіну кар'єрного автосамоскида необхідно перекривати спеціальним захисним козирком, що забезпечує безпеку водія під час навантаження.

За відсутності захисного козирка водій автомобіля зобов'язаний вийти під час навантаження з кабіни і перебувати за межами радіуса дії ковша екскаватора.

2.19. Під час роботи автомобіля в кар'єрі, на відвалах та в інших місцях не дозволяється:

рух автомобіля з піднятим кузовом;

ремонт та розвантаження під ЛЕП та ближче ніж 40 м від них;

рух заднім ходом до місця навантаження (розвантаження) на відстані більше ніж 30 м (за винятком випадків спорудження траншей, автомобільних та залізничних з'їздів);

переїздити через кабелі, що прокладені по землі без спеціального запобіжного укриття;

перевозити працівників у кабіні.

У кабінах технологічних автомобілів дозволяється перевозити посадових осіб, в обов'язки яких покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт, та окремих працівників за наявності в них письмового дозволу та наявності місця в кабіні, передбаченого заводом-виробником;

залишати автомобіль на ухилах і підйомах. У разі зупинки автомобіля на підйомі або ухилі внаслідок технічної несправності водій зобов'язаний вжити заходів, що унеможливають самочинний рух автомобіля: вимкнути двигун, загальмувати машину, підкласти під колеса підпори (башмаки), автомобіль вантажопідйомністю 40 т і більше уперти передніми або задніми колесами в уступ;

запускати двигун, використовуючи рух автомобіля з ухилу;

залишати автомобіль з працюючим двигуном.

В усіх випадках під час руху автомобіля заднім ходом необхідно безперервно подавати звуковий сигнал, а в разі руху заднім ходом автомобіля вантажопідйомністю 10 т і більше звуковий сигнал повинен включатися автоматично.

2.20. Великотоннажний та інший технологічний транспорт, що не підлягає експлуатації на вулично-дорожній мережі загального користування, підлягає реєстрації відповідно до вимог Порядку відомчої реєстрації та ведення обліку великотоннажних та інших технологічних транспортних засобів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 06.01.2010 № 8.

2.21. Перевозити працівників у кар'єрі можна тільки в автобусах або спеціально обладнаних для цього автомашинах зі швидкістю і за маршрутами, визначеними на підприємстві.

Майданчики для посадки працівників повинні бути горизонтальними або з ухилом не більше ніж 0,01 та мати відповідні знаки.

Обладнувати майданчики для посадки працівників можна тільки за межами проїжджої частини шляху.

2.22. Навантажувально-розвантажувальні пункти необхідно влаштовувати з фронтом робіт, що забезпечує маневрові операції автомобілів, бульдозерів, тракторів і автопоїздів, з урахуванням вимог пунктів 8.1 - 8.8 глави 8 розділу V цих Правил.

Майданчики для навантаження і розвантаження автомобілів (автопоїздів) повинні бути горизонтальними. Допускається ухил не більше ніж 0,01.

Якщо немає запобіжної стінки (валу), експлуатація розвантажувального майданчика не дозволяється.

#### ***4.2. Загальні положення про охорону праці на підприємстві***

Згідно Закону України „Про охорону праці” у ВП «Знам’янський кар’єр» створено службу охорони праці з одного працівника: інженера по охороні праці, який систематично виконує перевірки стану охорони праці по дільницям, видає приписи. Загальне керівництво охороною праці на підприємстві здійснює начальник підприємства.

Організація роботи служби охорони праці на підприємстві здійснюється згідно системи управління охороною праці (СУОП), розробленої з метою забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці, усунення дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

СУОП підприємства розроблена відповідно Закону України „Про охорону праці” [15].

Основними функціями управління охороною праці є:

- планування роботи служби охорони праці;
- контроль за станом охорони праці на підприємстві;
- облік, аналіз і оцінка стану охорони праці.

Планування роботи з охорони праці здійснюється згідно розроблених службою ОП перспективних( річних) та оперативних ( щомісячних) планів. Річні

плани розробляються у відповідності до запланованих на поточний рік заходів по досягненню нормативів безпеки, гігієни праці і покращанню виробничого середовища на підприємстві. Оперативні плани роботи розробляються у відповідності до наказів, постанов, заходів за актами Н-1, результатів комплексних або інших перевірок стану охорони праці на заводі. Основним видом контролю стану охорони праці на заводі є оперативний контроль, за допомогою якого служба ОП вирішує наступні задачі з охорони праці:

- своєчасне проходження попереднього та періодичних медоглядів;
- навчання робітників безпечним методам роботи;
- забезпечення безпечної роботи виробничого обладнання;
- забезпечення безпечності технологічних процесів;
- забезпечення безпечності виробничих будівель і споруд;
- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення робітників засобами індивідуального захисту.

Адміністрація підприємства у відповідності до посадових обов'язків вирішує виробничі завдання у комплексі з питаннями охорони праці та несе повну відповідальність за інженерно-кадрове та матеріально - технічне забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці. Керівництво підприємства забезпечує дотримання встановлених технологій, регламентів ведення робіт, діючих інструкцій, норм і правил в межах посадових обов'язків.

На підприємстві розроблено та впроваджено в дію :

- 1) „Положення про службу охорони праці”,
- 2) Система управління охороною праці згідно Закону України „ Про охорону праці”,
- 3) Положення про навчання та перевірку знань з охорони праці;
- 4) Положення про протипожежну безпеку;
- 5) Положення про енергетичну службу;
- 6) Інструкції з охорони праці для всіх професій, що в наявності на підприємстві.

До управління гірничими та транспортними машинами і механізмами, до ремонту електроустановок, машин і механізмів допускаються особи, які

пройшли спеціальне навчання в учбових закладах, здали екзамен та отримали посвідчення на право керування відповідним обладнанням.

Екскатор, що використовується при навантаженні гірничої маси обладнаний звуковою сигналізацією та освітленням.

Систематично проводиться огляд автошляхів та інструментальна перевірка технологічних автошляхів заводу. В теплий період року виконується полив автошляхів, а також гідрознеплення в місцях утворення пилу в ДСЦ.

Оцеплення небезпечної зони при виконанні вибухових робіт забезпечуються спеціально навченими робітниками (сигналістами) у кількості 13 чоловік відповідно постами вибухонебезпечної зони, які виставляються за межами небезпечної зони 500м.

Для схованки підривників під час вибуху використовуються стаціонарні та тимчасові бліндажі, що знаходяться на території кар'єру.

#### **4.3 Комплексні заходи по досягненню нормативів безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, попередження випадків виробничого травматизму**

На ВП у 2021 році “Знам’янський кар’єр” створені наступні заходи щодо поліпшення існуючого рівня охорони праці:

1. Встановити попереджувальні знаки в зоні руху автотранспорту
2. Виконувати полив технологічних шляхів.
3. Виконувати пилоподавлення в місцях пересипу в ДСЦ
4. Буріння свердловин буровим станком проводити із застосуванням води.
5. Забезпечити працівників питною водою
6. Своєчасно вивозити пил з бункерів „Циклонів”
7. Оснащення кабінету з охорони праці
8. Проводити обов’язковий медогляд всіх робітників
9. Придбання: спецодягу та спецвзуття, засобів індивідуального захисту, миючих засобів
10. Придбання медикаментів

11. Заходи попередження ураження електрострумом
12. Проведення ремонту санітарно побутових приміщень
13. Підвищення рівня освітленості робочих місць
14. Передплата періодичних видань з охорони праці на 2020 рік
15. Надання молока за шкідливі умови праці

#### ***4.4. Провітрювання кар'єру***

1. Повітря на робочих місцях гірничого підприємства повинно відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 „Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 42.

2. Кар'єри, глибина яких перевищує 150 м, та окремі кар'єри з особливо тяжким пилогазовим режимом повинні мати пиловентиляційну службу, забезпечену апаратурою і приладами згідно з вимогами Закону України "Про метрологію та метрологічну діяльність".

3. На робочих місцях кар'єрів необхідно проводити відбір проб повітря для їх аналізу на вміст шкідливих газів. Місця відбору проб та їх періодичність визначаються посадовою особою, відповідальною за пиловентиляційну службу підприємства. В усіх випадках, коли вміст шкідливих газів або запиленість повітря в кар'єрі більші за встановлені норми, необхідно вживати заходів щодо забезпечення безпечних умов праці.

4. Допуск працівників і технічного персоналу в кар'єр після проведення масових вибухів дозволяється тільки після перевірки гірничорятувальниками вмісту шкідливих газів та зниження їх вмісту в атмосфері до санітарних норм, але не раніше ніж через 30 хв після вибуху, розсіювання пилової хмари до повного відновлення видимості та огляду місць роботи посадовою особою, в обов'язки якої покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт.

5. У погано провітрюваних і застійних зонах кар'єру необхідно організувати штучну вентиляцію за допомогою вентиляційних установок або інших засобів провітрювання.

6. У кар'єрах, на відвалах та складах необхідно застосовувати засоби придушення пилу, нейтралізації або уловлення шкідливих газів і агресивної води безпосередньо в місцях їх виділення, а кабіни гірничого обладнання ізолювати та забезпечити подачу в них очищеного повітря.

7. Для зменшення пилоутворення під час екскавації гірничої маси в теплу пору року необхідно проводити систематичне зрошення підірваної гірничої маси водою або пило-, газопридушуючим розчином.

Під час проведення масових вибухів у кар'єрах необхідно використовувати внутрішню, розміщену в свердловинах, тверду зволожену пило-, газопридушуючим розчином забивку або гідрозабивку в рукавах, а також розміщені між свердловинами екрани у вигляді шару подрібнених зволжених порід або рукавів, наповнених пило-, газопридушуючим розчином.

Для зменшення пилоутворення на поверхні кар'єрних автодоріг необхідно періодично проводити їх зволоження. Не дозволяється надмірний полив поверхні кар'єрних автодоріг.

8. На дробильно-сортувальних установках, а також на ділянках перевантаження гірничої маси з конвеєра на конвеєр місця утворення пилу необхідно ізолювати від навколишньої атмосфери за допомогою кожухів і укриттів з відсмоктуванням запиленого повітря з-під них і його наступною очисткою.

9. Застосування в кар'єрах автомобілів, бульдозерів, тракторів та інших машин з двигунами внутрішнього згорання допускається тільки за умови, що вміст забруднюючих речовин у їх вихлопних газах не перевищує рівнів, встановлених санітарними нормами.

На гірничих підприємствах повинен бути організований систематичний контроль за вмістом шкідливих речовин у вихлопних газах машин і механізмів з двигунами внутрішнього згорання.

10. Під час виділення шкідливих газів з води, що дренає у кар'єр, необхідно здійснювати заходи, які зменшують або повністю усувають фільтрацію води через укоси уступів кар'єру.

11. Оглядові колодязі і свердловини насосних станцій з відкачування промислової стічної води необхідно надійно закривати.

12. Спуск працівників у колодязі для проведення ремонтних робіт дозволяється після випуску води, ретельного провітрювання і попереднього заміру вмісту шкідливих газів та під наглядом працівника, в обов'язки якого покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт.

У разі виявлення в колодязях і свердловинах шкідливих газів або у разі відсутності достатньої кількості кисню всі роботи в цих колодязях і свердловинах необхідно виконувати у шлангових протигазах.

#### ***4.5. Заходи щодо охорони навколишнього середовища***

При веденні гірничих робіт на кар'єрі основними джерелами пилоутворення є екскаваторні навантажувальні роботи, бурові роботи, перевантаження гірничої маси, відвалоутворення, бульдозерні роботи, здування пилу з бортів кар'єрів і відвалів.

Частка цих джерел в забрудненні атмосфери прилеглих територій незначна, так як при великій глибині кар'єру пил, що виділяється залишається в ньому, а більша частина подавляється при постійному зрошенні водою вибоїв і укосів уступів.

Основним джерелом забруднення атмосфери в районі кар'єра є масові вибухи. По мірі поглиблення кар'єра вплив їх на забруднення атмосфери прилеглих територій зменшується, оскільки випадання основної маси пилу відбувається на площі кар'єру в перші секунди розсіювання пилогазової хмари.

Для зниження кількості викидів і створення нормальних санітарно-гігієнічних умов роботи в кар'єрі передбачаються наступні основні заходи:

- полив гірничої маси в екскаваторних вибоях і на перевантажувальних майданчиках за допомогою автополивалонок;
- зрошення підривного блоку перед вибухом;
- застосування зовнішньої водяної забивки у вигляді поліетиленових рукавів, що наповнені водою;
- застосування комбінованої гідрозабивки свердловин;



- пилоуловлювання при бурінні свердловин повітряно-водяною сумішшю за допомогою пилоуловлюючих установок, які поставляються у комплекті з буровими верстатами;
- герметизація кабін машиністів екскаваторів, бурових верстатів, бульдозерів;
- обладнання кабін машиністів екскаваторів, бурових верстатів, бульдозерів кондиціонерами;
- зрошування укосів неробочих уступів кар'єру і прилеглих площ, а також поверхні відвалів зв'язуючими пил емульсіями.

## **ВИСНОВКИ**

Метою магістерської роботи було поставлене завдання науково-технологічного обґрунтування параметрів розробки родовища гранітів.

1. Обґрунтовані параметри системи розробки гранітів з використанням одноківшевих екскаваторів типу “механічна лопата” з навантаженням до автосамоскидів. Встановлено, що найменша розрахункова ширина робочого майданчику в залежності від типу горизонту (видобувний чи розкривний) змінюється в межах 35,4 – 62,75 м, висота видобувних уступів складає 12-13 м з відповідними робочими кутами укосів 75-80°

2. Розрахована кількість гірничо-транспортного обладнання для виконання видобувних робіт. З урахуванням збільшення інвентарного парку екскаваторів при двозмінній роботі на 20%, встановлено фактична їх кількість на видобувних роботах у кількості по 2 шт. Фактична кількість автосамоскидів з урахуванням коефіцієнту технічної готовності автопарку  $f = 0,8$  склала 7 одиниць.

3. Виконано аналіз технологічних рішень щодо технологій розробки родовищ гранітів з отриманням щебеневої продукції. На основі аналізу визначені основні технологічні схеми розробки гранітів з БВР: а) розробка гранітних покладів з валовою виїмкою порід, при якій корисна товща розділяється на виймальні шари, які відпрацьовуються окремими уступами; б) селективна розробка родовища з поуступним відпрацюванням корисної копалини; в) селективна розробка щебених кар’єрів з супутнім видобутком блоків природного каменю з локалізованих ділянок з поділом родовища на групи уступів.

4. Розраховані норми виробки діючого та запропонованого транспортного комплексу із заміною виймально-навантажувальних екскаваторів на більш продуктивніші Cat-385 С з навантаженням до автосамоскидів БелАЗ 7547. Встановлено, що при заміні екскаваторів та автосамоскидів зі збільшенням вантажопідйомності, кількість останніх зменшиться на одну одиниці у порівнянні з базовим варіантом.

5. Встановлена залежність продуктивності гранітного кар'єру від собівартості транспортування корисної копалини із застосуванням у якості навантажувального і частково транспортного устаткування потужних колісних навантажувачів. Це дало можливість розрахувати економічну ефективність прийнятих технологічних рішень з можливістю нарощування виробничої потужності кар'єру по корисній копалині.

6. Розроблені технологічні рішення для умов відкритої розробки родовищ гранітів із застосуванням колісних навантажувачів дозволяють знизити собівартість корисних копалин за рахунок зменшення металоємності, простоїв та маневреності виїмково-навантажувального обладнання. Запропонована схема транспорту може бути впроваджена як на етапі розтину родовища, так і під час його розробки. Це дасть можливість отримати економічний ефект в обсязі 1-3 млн. м<sup>3</sup> залежно від виробничої потужності кар'єру.

7. Встановлено, що найбільш ефективною гірничотранспортною схемою розробки корисних копалин в умовах низької виробничої потужності є схема із застосуванням колісного навантажувача як виїмкове обладнання та, частково, транспортний засіб. Вартість транспортування 1 м<sup>3</sup> руди за цією схемою складе 15,12-23,8 грн.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Электронний ресурс. <https://granitgalleri.com.ua/yak-vydobuvayetsya-granit/>
2. Гилевич Г.П. Справочное руководство по составлению планов развития горных работ на карьерах по добыче сырья для производства строительных материалов. – Москва: Недра, 1988.
3. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки. – К., 2007. – 293 с.
4. Правила безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом. – К.: Норматив, 1994. –184 с.
5. Дриженко, А.Ю. (2014). *Відкриті гірничі роботи*. Дніпропетровськ: НГУ, 590 с.
6. Коробійчук, В.В. Розробка наукових основ технології супутнього видобування блоків в умовах щебених гранітних кар'єрів : дис. ... д-ра техн. наук. : 05.15.03 – відкрита розробка родовищ корисних копалин / Коробійчук Валентин Вацлавович. – Київ, 2018. – 340 с.
7. Барбот де Марни Е.Н. К вопросу о селективной разработке месторождений полезных ископаемых / Е.Н. Барбот де Марни // Цветные металлы. – 1962. – №1. – С. 14–16.
8. Сафронов В.П. Технология и комплексы оборудования выемки природных естественных отдельных (блоков) из массива карбонатных пород: дис. ... докт. техн. наук. / В.П. Сафронов. – Тула, 2002. – 345 с. 7.
9. Самойлов Ю.А. Технология разработки полускальных пород с помощью механических рыхлителей и драглайнов / Ю.А.Самойлов, В.К.Репетух, Ю.И.Федоров // Горный журнал. – 1977. - №4. – С. 28-30.
10. Анистратов Ю.И. Технологические процессы открытых горных работ / Ю.И. Анистратов. – М. : Недра, 1995. – 351 с.
11. Боголюбов Б.П. Раздельная разработка месторождений сложного состава / Б.П. Боголюбов, Ф.Г. Грачев. – М. : Недра, 1967. – 195 с.
12. Буянов Ю.Д. Разработка месторождений нерудных полезных ископаемых / Ю.Д. Буянов, А.А. Краснопольский. – М.: Недра, 1980. –354 с.
13. Дриженко А.Ю. Карьерные технологические горнотранспортные системы / А.Ю. Дриженко. – Д.: ДВНЗ “НГУ”. – 2011. – 542 с.

14. Трубецкой К. Н., Жариков И. Ф., Шендеров А. И. Совершенствование конструкции карьерных комплексов ЦПТ // Горный журнал, 2015. - № 1. - С. 21–24.
15. Электронный ресурс. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

**Відгук керівника**  
магістерської роботи студента групи 184м-20з-7  
*П'янова Олександра Сергійовича*

на тему: Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах розробки  
Знам'янського родовища гранітів

**ЗОВНІШНЯ РЕЦЕНЗІЯ**

на магістерську роботу студента групи 184м-20з-7  
*П'янова Олександра Сергійовича*

на тему: Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах розробки  
Знам'янського родовища гранітів

Магістерська робота П'янова О.С. виконана згідно з науковими дослідженнями кафедри відкритих гірничих робіт Національного технічного університету “Дніпровська політехніка”, відповідно до Кодексу України про надра, Гірничого закону України, Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та інших актів законодавства, які видаються відповідно до перелічених вище законів.

**Мета досліджень:** науково-технологічне обґрунтування параметрів розробки родовища гранітів.

**Галузь використання:** процеси видобування і транспортування.

**Оригінальність отриманих результатів роботи:**

- встановлена залежність продуктивності гранітного кар'єру від собівартості транспортування корисної копалини із застосуванням у якості навантажувального і частково транспортного устаткування потужних колісних навантажувачів;

- запропонована схема транспорту з використанням колісних навантажувачів може бути впроваджена як на етапі розтину родовища, так і під час його розробки. Це дасть можливість отримати економічний ефект в обсязі 1-3 млн. м<sup>3</sup> залежно від виробничої потужності кар'єру.

- встановлено, що найбільш ефективною гірничотранспортною схемою розробки корисних копалин в умовах низької виробничої потужності є схема із застосуванням колісного навантажувача як виїмкове обладнання та, частково, транспортний засіб. Вартість транспортування 1 м<sup>3</sup> руди за цією схемою складе 15,12-23,8 грн.

**Ефективність результатів роботи:**

- встановлено, що найбільш ефективною гірничотранспортною схемою розробки корисних копалин в умовах низької виробничої потужності є схема із застосуванням колісного навантажувача як виїмкове обладнання та, частково, транспортний засіб. Вартість транспортування 1 м<sup>3</sup> руди за цією схемою складе 15,12-23,8 грн.

Ступінь проведених досліджень має достатньо високий рівень. Враховуючи вищесказане, вважаю, що студент **П'янов Олександр Сергійович** заслуговує на присвоєння йому кваліфікації «магістр». Робота є завершеною і відповідає встановленим вимогам, студенту рекомендується оцінка «добре».

Д.т.н., проф.,  
професор кафедри охорони праці  
та цивільної безпеки

Ю.І. Чеберячко